Министерство образования и науки Республики Казахстан

Костанайский государственный университет им. А Байтурсынова

Кафедра ветеринарной санитарии

А.А. Круталевич

**ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ**

Костанай, 2013

ББК 45.2

К 84

УДК 591.1

Рецензенты:

Тегза Александра Алексеевна, доктор ветеринарных наук, профессор

Ручкина Галия Агдамовна, кандидат биологических наук, доцент

Кулакова Любовь Степановна, кандидат ветеринарных наук, доцент

Автор:

Круталевич Алла Александровна, кандидат биологических наук, доцент

К 84 Круталевич А.А. Практикум по физиологии животных. Учебно-методическое пособие.– Костанай, 2013. – 147 с.: ил.

Практикум по физиологии животных содержит описание методик выполнения лабораторно-практических работ по всем основным темам курса физиологии животных и физиологии человека и животных. Все работы, содержащиеся в практикуме доступны для самостоятельного выполнения студентами под руководством преподавателя.

Практикум по физиологии животных предназначено для студентов, обучающихся по специальности 5В120100 – Ветеринарная медицина, 5В120200 – Ветеринарная санитария, 5В080200 – Технология переработки продукции животноводства, 5В070100 – Биотехнология.

ББК 45.2

Утверждено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом

Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова, 25.04.2013 г, протокол № 5

© Круталевич А.А., 2013

Содержание

[Введение 7](#_Toc351903225)

[Охрана труда и техника безопасности в учебном процессе 8](#_Toc351903226)

[Фиксация животных 10](#_Toc351903227)

[Физиология крови 12](#_Toc351903228)

[Работа 1 Взятие крови у животных 12](#_Toc351903229)

[Работа 2 Получение плазмы и сыворотки крови 15](#_Toc351903230)

[Работа 3 Ретракция кровяного сгустка 16](#_Toc351903231)

[Работа 4 Получение фибрина и дефибринированной крови 17](#_Toc351903232)

[Работа 5 Определение вязкости крови, плазмы и сыворотки 17](#_Toc351903233)

[Работа 6 Определение плотности крови 18](#_Toc351903234)

[Работа 7 Определение буферных свойств сыворотки крови 19](#_Toc351903235)

[Работа 8 Определение щелочного резерва крови 20](#_Toc351903236)

[Работа 9 Подсчет общего количества эритроцитов 21](#_Toc351903237)

[Работа 10 Подсчет общего количества лейкоцитов 24](#_Toc351903238)

[Работа 11 Определение количества гемоглобина в крови 25](#_Toc351903239)

[Работа 12 Определение цветного показателя крови 27](#_Toc351903240)

[Работа 13 Получение кристаллов гемина 27](#_Toc351903241)

[Работа 14 Гемолиз и плазмолиз эритроцитов 28](#_Toc351903242)

[Работа 15 Определение осмотической резистентности эритроцитов 29](#_Toc351903243)

[Работа 16 Скорость оседания эритроцитов 30](#_Toc351903244)

[Работа 17 Лейкоцитарная формула (лейкограмма) 31](#_Toc351903245)

[Работа 18 Определение скорости свертывания крови при различных условиях 34](#_Toc351903246)

[Физиология сердца и сосудов 35](#_Toc351903247)

[Работа 19 Автоматия сердца. Влияние температуры на сердечные 35](#_Toc351903248)

[сокращения 35](#_Toc351903249)

[Работа 20 Анализ проводящей системы сердца лягушки (опыт Станниуса) 36](#_Toc351903250)

[Работа 21 Выслушивание тонов сердца 39](#_Toc351903252)

[Работа 22 Исследование сердечного толчка 39](#_Toc351903253)

[Работа 23 Электрокардиография 40](#_Toc351903254)

[Работа 24 Измерение артериального давления 42](#_Toc351903255)

[Работа 25 Исследование пульса 45](#_Toc351903256)

[Работа 26 Влияние адреналина и ацетилхолина на сокращение сердца](#_Toc351903257)

[лягушки 46](#_Toc351903258)

[Работа 27 Влияние калия и кальция на сокращение сердца лягушки 47](#_Toc351903259)

[Работа 28 Рефлекторные влияния на деятельность сердца 48](#_Toc351903260)

[Работа 29 Сопряженные сосудистые рефлексы у кролика 49](#_Toc351903261)

[Дыхание 50](#_Toc351903262)

[Работа 30 Исследование внешнего дыхания 50](#_Toc351903263)

[Работа 31 Механизм легочного дыхания 51](#_Toc351903264)

[Работа 32 Оксигемометрия 52](#_Toc351903265)

[Работа 33 Определение частоты дыхания 53](#_Toc351903266)

[Работа 34 Аускультация легких 54](#_Toc351903267)

[Работа 35 Перкуссия легких 55](#_Toc351903268)

[Пищеварение 56](#_Toc351903269)

[Пищеварение в ротовой полости 56](#_Toc351903270)

[Работа 36 Наблюдение за приемом корма животными 56](#_Toc351903271)

[Работа 37 Получение слюны у животных и человека 57](#_Toc351903272)

[Работа 38 Выделение муцина из слюны 57](#_Toc351903273)

[Работа 39 Определение вязкости слюны 58](#_Toc351903274)

[Работа 40 Определение щелочности слюны 58](#_Toc351903275)

[Работа 41 Определение ферментативных свойств слюны 59](#_Toc351903276)

[Пищеварение в желудке 61](#_Toc351903277)

[Работа 42 Получение желудочного сока 61](#_Toc351903278)

[Работа 43 Определение кислотности желудочного сока 61](#_Toc351903279)

[Работа 44 Исследование действия ферментов желудочного сока на белок 63](#_Toc351903280)

[Работа 45 Исследование действия ферментов желудочного сока на молоко 64](#_Toc351903281)

[Работа 46 Наблюдение за простейшими в содержимом рубца 65](#_Toc351903282)

[Работа 47 Исследование кислот рубцового содержимого 66](#_Toc351903283)

[Пищеварение в кишечнике 67](#_Toc351903284)

[Работа 48 Получение поджелудочного сока 67](#_Toc351903285)

[Работа 49 Исследование действия поджелудочного сока на белки 68](#_Toc351903286)

[Работа 50 Исследование действия поджелудочного сок на жиры 68](#_Toc351903287)

[Работа 51 Исследование действия поджелудочного сока углеводы 69](#_Toc351903288)

[Работа 52 Исследование поверхностно-активного действия желчи 70](#_Toc351903289)

[Работа 53 Исследование желчных кислот и пигментов 70](#_Toc351903290)

[Работа 54 Получение кишечного сока 71](#_Toc351903291)

[Работа 55 Действия ферментов кишечного сока на белки 72](#_Toc351903292)

[Работа 56 Действия ферментов кишечного сока на углеводы 72](#_Toc351903293)

[Работа 57 Пристеночное пищеварение в кишечнике 73](#_Toc351903294)

[Работа 58 Наблюдение жвачки крупного рогатого скота 74](#_Toc351903295)

[Работа 59 Аускультация желудка и кишок 75](#_Toc351903296)

[Работа 60 Перкуссия брюшной стенки животного 75](#_Toc351903297)

[Работа 61 Ферменты пищеварительных соков и их действие на корм 75](#_Toc351903298)

[Обмен веществ и энергии 77](#_Toc351903299)

[Работа 62 Белковый (азотистый) баланс 77](#_Toc351903300)

[Работа 63 Качественные реакции на белки 78](#_Toc351903301)

[Работа 64 Реакции на углеводы 80](#_Toc351903302)

[Работа 65 Баланс жиров 81](#_Toc351903303)

[Работа 66 Реакции на жиры 82](#_Toc351903304)

[Работа 67 Экспериментальный А-авитаминоз 83](#_Toc351903305)

[Работа 68 Экспериментальный В1-авитаминоз 84](#_Toc351903306)

[Работа 69 Экспериментальный рахит (D3-авитаминоз) 85](#_Toc351903307)

[Обмен энергии 86](#_Toc351903308)

[Работа 70 Определение затрат энергии по газообмену 87](#_Toc351903309)

[Работа 71 Исследование теплоотдачи у животных 89](#_Toc351903310)

[Работа 72 Исследование терморегуляции у животных 89](#_Toc351903311)

[Выделение 91](#_Toc351903312)

[Работа 73 Получение мочи у животных 91](#_Toc351903313)

[Работа 74 Определение плотности мочи 92](#_Toc351903314)

[Работа 75 Определение реакции мочи 93](#_Toc351903315)

[Работа 76 Получение биурета из мочевины 94](#_Toc351903316)

[Работа 77 Получение кристаллов азотнокислой и щавелевокислой мочевины 95](#_Toc351903317)

[Работа 78 Определение сахара в моче 95](#_Toc351903318)

[Работа 79 Определение желчных пигментов в моче 96](#_Toc351903319)

[Работа 80 Определение индикана в моче 96](#_Toc351903320)

[Работа 81 Гормоны и их физиологическое значение 97](#_Toc351903321)

[Размножение 98](#_Toc351903322)

[Работа 82 Получение и исследование яйцеклеток у животных 98](#_Toc351903323)

[Работа 83 Освобождение яйцеклетки от клеток яйценосного бугорка и лучистого венца 99](#_Toc351903324)

[Работа 84 Изучение строения и движения спермиев 99](#_Toc351903325)

[Работа 85 Влияние осмотического давления на спермии 100](#_Toc351903326)

[Работа 86 Влияние температуры на спермии 100](#_Toc351903327)

[Работа 87 Влияние кислотности среды на спермии 100](#_Toc351903328)

[Работа 88 Фазы полового цикла у грызунов 101](#_Toc351903329)

[Работа 89 Определение цервикальной слизи у коров 103](#_Toc351903330)

[Физиология лактации 104](#_Toc351903331)

[Работа 90 Получение цистернальной, альвеолярной и остаточной порций молока 104](#_Toc351903332)

[Работа 91 Рассмотрение молочного жира под микроскопом 105](#_Toc351903333)

[Работа 92 Определение белков в молоке 105](#_Toc351903335)

[Работа 93 Определение молочного сахара 106](#_Toc351903336)

[Работа 94 Определение амилазы в молоке 106](#_Toc351903337)

[Работа 95 Определение свертываемости молока 107](#_Toc351903338)

[Работа 96 Определение скорости молокоотдачи 107](#_Toc351903339)

[Работа 97 Оценка вымени для машинного доения 107](#_Toc351903340)

[Физиология мышц и нервов 109](#_Toc351903341)

[Работа 98 Приготовление нервно-мышечного препарата 109](#_Toc351903342)

[Работа 99 Определение порога возбудимости нерва и мышцы 111](#_Toc351903343)

[Работа 100 Биоэлектрические явления в мышцах 113](#_Toc351903344)

[Работа 101 Потенциал покоя скелетной мышцы 114](#_Toc351903345)

[Работа 102 Парабиоз и его фазы 115](#_Toc351903346)

[Работа 103 Одиночное сокращение скелетной мышцы 117](#_Toc351903347)

[Работа 104 Тетанические сокращения скелетной мышцы 117](#_Toc351903348)

[Работа 105 Локализация утомления в нервно-мышечном препарате 118](#_Toc351903349)

[Физиология центральной нервной системы 120](#_Toc351903350)

[Работа 106 Анализ рефлекторной дуги 120](#_Toc351903351)

[Работа 107 Зависимость времени рефлекса от силы раздражителя 121](#_Toc351903352)

[Работа 108 Рефлексы спинного мозга и их рецептивные поля 122](#_Toc351903353)

[Работа 109 Рефлексы животных, имеющие клиническое значение 123](#_Toc351903354)

[Работа 110 Суммация возбуждения в нервных центрах 124](#_Toc351903355)

[Работа 111 Иррадиация возбуждения в нервных центрах 125](#_Toc351903356)

[Работа 112 Влияние нервных центров на тонус скелетных мышц 126](#_Toc351903357)

[Работа 113 Наблюдение тонических рефлексов у животных 127](#_Toc351903358)

[Работа 114 Взаимное торможение рефлексов спинного мозга 128](#_Toc351903359)

[Работа 115 Центральное торможение по И.М. Сеченову 129](#_Toc351903360)

[Физиология анализаторов 132](#_Toc351903361)

[Работа 116 Определение реакции глаза на свет 132](#_Toc351903362)

[Работа 117 Аккомодация глаза 133](#_Toc351903363)

[Работа 118 Опыты с обманом зрения 134](#_Toc351903364)

[Работа 119 Последовательные зрительные образы 134](#_Toc351903365)

[Работа 120 Определение слепого пятна на сетчатке (опыт Мариотта) 135](#_Toc351903366)

[Работа 121 Определение остроты слуха 135](#_Toc351903367)

[Работа 122 Определение локализации источника звука 136](#_Toc351903368)

[Работа 123 Определение адаптации кожи к раздражителям 136](#_Toc351903369)

[Работа 124 Определение пространственных порогов тактильной чувствительности 137](#_Toc351903370)

[Работа 125 Пороги вкусовой чувствительности 138](#_Toc351903371)

[Работа 126 Определение порогов обоняния 139](#_Toc351903372)

[Работа 127 Основные отделы анализаторов 139](#_Toc351903373)

[Список использованных источников 141](#_Toc351903374)

[Приложение А 142](#_Toc351903375)

[Приложение Б 143](#_Toc351903376)

[Приложение В 144](#_Toc351903377)

[Приложение Г 145](#_Toc351903378)

[Приложение Д 146](#_Toc351903379)

[Приложение Е 147](#_Toc351903380)

# Введение

В связи с переходом к кредитной системе обучения значительно увеличилось время на самостоятельную работу студентов. Данный практикум составлен с целью оказания помощи в самостоятельной работе студентов на лабораторных и практических занятиях. Настоящее пособие включает такие занятия, которые могут быть выполнены студентами самостоятельно при минимальной помощи и консультации преподавателя.

В практикум включены те основные работы, которые проводились на кафедре в течение многих лет преподавания и которые соответствуют требования государственного стандарта образования. В пособие включены также занятия, которые проводятся непосредственно на виварии факультета.

Перед тем как приступить к выполнению лабораторно-практических работ студенты должны ознакомиться с теорий, изложенной в следующих учебниках:

1) Физиология сельскохозяйственных животных / А.Н. Голиков Н.У.Базанова, З.К. Кожебеков и др.; Под ред. А.Н. Голикова. – 3-е изд., переработанное и дополненное. – М.: Агропромиздат, 1991. – 432 с.

2) Георгиевский В.И. Физиология сельскохозяйственных животных. Учебник. Москва ВО «Агропромиздат», 1990. –

# Охрана труда и техника безопасности в учебном процессе

Лабораторные занятия должны выполняться в условиях обеспечивающих высокую производительность учебного процесса и исключающих возникновение травм, ожогов, ушибов и других повреждений студента. На занятиях по физиологии часто используют электрические приборы, режущие инструменты, растворы кислот, щелочей и другие средства, а также лабораторных и сельскохозяйственных животных. Использование их во время лабораторных работ требует соблюдения определенных правил охраны труда и техники безопасности.

**Основные правила предупреждения электротравм**

При использовании электроприбора в работе необходимо, до включения в сеть, произвести внешний осмотр и убедиться его целостности. Все токоведущие части должны иметь неповрежденную изоляцию и плотные контакты, а конструкция прибора должна обеспечивать защиту работающего от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями. Корпус прибора или металлические его части, доступные для прикосновения человека, должны быть подвергнуты защитному заземлению. До начала работы показания прибора ставят на нуль. В приборах должна быть действующая световая и звуковая сигнализация, например горящая лампочка. Приборы следует предохранять от попадания на них воды, пара, растворов кислот и щелочей. Не заниматься ремонтом прибора, когда он находится во включённом состоянии.

**Основные правила работы с реактивами**

На занятиях по физиологии части используют реактивы в растворах, а в отдельных случаях – в виде кристаллов. Точность полученных результатов при выполнении лабораторных работ во многом зависит от чистоты реактива. поэтому их нужно предохранять от загрязнения, а для этого их надо держать в закрытой посуде. Случайно рассыпанный реактив вновь вносить в эту же тару нельзя.

Реактивы без этикеток и неизвестного состава в работе не используются. Растворы реактивов хранят в плотно закрытой посуде, а легко испаряющееся – в склянках с двойными шлифованными затворами. Жидкости с резким запахом должны содержаться и переливаться только в вытяжном шкафу. Нельзя определять реактивы по запаху из горлышка посуды, а также на вкус.

Переливать растворы из одной ёмкости в другую можно с помощью мерных цилиндров, бюреток и пипеток, не допуская их разбрызгивания. Ядовитые жидкости и концентрированные растворы набирают только с помощью резиновой груши или пипетки с баллоном.

Твердые вещества, бумагу, вату не выбрасывают, а остатки кислот, щелочей и другие жидкие реактивы не выливают в раковину, а собирают их в специально отведенную посуду.

Растворы кислот и щелочей высокой концентрации хранят в небольших емкостях (на 1 литр) с плотно закрытыми пробками. Если во время работы нужно разбавить какую-либо кислоту (особенно серную или азотную), или использовать ее в лабораторной работе, то ее постепенно вливают в воду, а не наоборот. Поскольку концентрированные кислоты имеют высокую плотность, то если в кислоту вливать воду произойдет сильная реакция и разбрызгивание жидкости. Что может привести к попаданию кислоты на одежду или тело и вызвать ожоги.

В случае проливания кислоты на пол ее засыпают песком, собирают и выносят в специально отведенное место. Участок пола, облитый кислотой, промывают раствором гидрокарбоната натрия (соды).

**Основные правила работы со спиртовками**

При работе со спиртовкой следует помнить, что перед началом работы надо приподнять фитиль, чтобы скопившиеся пары спирта вышли из спиртовки. Нельзя зажигать одну спиртовку от другой, так как возможно проливание спирта. По окончании работы, чтобы загасить спиртовку, надо накрыть ее крышкой.

**Основные правила работы с животными**

Лабораторные и сельскохозяйственные животные, используемые на занятиях, могут нанести студентам различные повреждения: укусы, ранения, ушибы, царапины и другие травмы. Поэтому при работе с животными следует соблюдать определенные правила. Прежде всего, следует вести себя спокойно в присутствии животного, не кричать, не шуметь. Следует помнить, что испуганное животное может причинить непреднамеренную травму, поэтому подходя к животному его необходимо окликнуть, тем самым обозначив свое присутствие.

Крупные животные лошади, коровы, чаще удары наносят задними конечностями – корова делает резкое движение в сторону и назад, а лошадь назад. Поэтому подходить к ним сзади не следует. У лошадей, кроме того, очень крепкие зубы, которыми они могут откусить даже палец, поэтому при работе не следует близко находиться с их ртом. Коровы могут нанести травму рогами, прижать всем туловищем к перегородке или наступить копытом на ногу.

При работе с мелкими или лабораторными животными: собаки, морские свинки, лабораторные крысы, белые мыши, следует помнить, что они могут укусить. Кролики могут нанести травму задними конечностями, поэтому переносить их надо осторожно, повернув к себе спиной, а не животом.

Для предотвращения травм все манипуляции, связанные с проведением учебных занятий, при необходимости выполняют на животных после предварительной фиксации.

Все работы проводят так, чтобы выделения животных (слюна, моча, выдыхаемые пары, а также кровь при ее взятии) не попадали на кожу, в глаза, на одежду обучаемого. Поэтому каждый студент на занятиях обязательно должен быть в халате, колпачке, а при необходимости и в резиновых перчатках.

**Оказание первой помощи при несчастных случаях**

При поражении электрическим током пострадавшего как можно быстрее необходимо освободить от действия тока, немедленно оказать ему помощь и вызвать скорую помощь. Поступление тока к пострадавшему можно прекратить путем отключения прибора или разрыва контакта пострадавшего с токоведущими частями. Потерпевшему предоставляют полный покой и обеспечивают приток свежего воздуха. При потере сознания и отсутствии дыхания ему немедленно делают искусственное дыхание и непрямой (наружный) массаж в области сердца.

При наружных ожогах кислотой или щелочью пораженное место в течение 5-7 минут тщательно обмывают водой до прекращения болевого ощущения. А затем при ожоге кислотой поверхность кожи промывают 2%-ным раствором натрия гидрокарбоната (соды), а при ожоге щелочью – 2%-ной борной или 5%-ной уксусной кислотой. После этого участок поражения снова промывают водой.

При попадании кислоты или щелочи в глаз немедленно их промывают слабой струей холодной воды. При случайном проглатывании кислоты, щелочи или другого токсического вещества как можно скорее пострадавшему дают выпить большое количество воды или молока, вызывают рвоту и сообщают врачу.

При укусах, ранениях и царапинах места поражения промывают 2%-ным раствором борной кислоты или танина, кожу вокруг травмы смазывают 5%-ным спиртовым раствором йода, накладывают стерильную повязку и направляют пострадавшего к врачу.

При ушибах на участок повреждения кладут какой-либо чистый охлаждающий предмет или лед.

При возникновении сильного кровотечения необходимо выше места травмы наложить жгут на 1,5-2 часа.

При ожогах на пораженное место накладывают чистую салфетку, обильно смоченную 5%-ным раствором калия перманганата или 2%-ным раствором танина.

# Фиксация животных

Ограничение движения у животных производится с целью предохранения работающих с ними студентов от нанесения травматических повреждений. Для этого пользуются различными приемами и методами фиксации.

**Лошади**. Спокойных лошадей при исследовании держат в поводу или привязывают к столбу (коновязи); строптивых животных фиксируют на «растяжке» или в деннике с помощью веревок. При исследовании задних участков туловища у лошадей поднимают переднюю конечность, сгибая ее в запястном суставе, или одевают на конечности так называемую «случную шлею».

При некоторых исследованиях, а также при операциях, проводимых в стоячем положении, лошадей помещают в стационарные или разборные фиксирующие станки.

При манипуляциях, связанных с болевыми воздействиями, часто пользуются накладыванием на верхнюю губу животного или на одну из ушных раковин в области основания веревочной или металлической закрутки. Для той же цели можно использовать носовой зажим. Для исследования физиологических функций болевыми отвлекающими средствами пользоваться нежелательно.

При сложных хирургических вмешательствах лошадей предварительно подвергают наркозу и фиксируют на специальных операционных столах.

**Крупный рогатый скот**. Спокойных животных исследуют в стойлах или привязывают за рога к столбу. Удобными являются стационарные станки из сварных труб или разборный фиксационный станок. При отсутствии фиксационных приспособлений животное удерживают с помощью недоуздка или веревочной пели. Если этого недостаточно прибегают к помощи отвлекающего средства – сдавливанию носогубной перегородки пальцами или носовыми щипцами. Быков удерживают через кольцо, вставленное в носовую перегородку, и прикрепленное к нему водило (длинная палка с крюком на конце).

При сложных полостных операциях крупный рогатый скот фиксируют на операционных столах.

**Овцы, козы**. Для проведения опытов и демонстраций на овцах и козах можно пользоваться станками, предназначенными для фиксации собак, или изготовить специальные переносные станки, которые можно было бы поставить на стол.

При операциях используют операционные столы разных конструкций, предназначенные для мелких сельскохозяйственных животных.

**Свиньи**. Свиней (особенно поросят) можно фиксировать во время опытов в станках, предназначенных для фиксации собак.

При безстаночной фиксации свиней в стоячем положении используют веревку, закрутку с длинной ручкой или разные конструкции щипцов. Петлю закрутки накладывают на верхнюю челюсть и затягивают ее с помощью стержня. Щипцами захватывают шею позади ушных раковин и, сдавливая, удерживают животное в определенном положении.

При операциях свиней фиксируют на операционных столах для мелких сельскохозяйственных животных желобоватой или плоской формы.

**Собаки**. Для хронических опытов и демонстраций собак помещают в станки, где их фиксируют лямками из тесьмы, продетыми сквозь резиновые трубки. Во избежание укусов собакам надевают намордники или завязывают рот бинтом.

При проведении операций пользуются специальными операционными столами или столами для мелких сельскохозяйственных животных. Для фиксации головы применяют головодержатели.

**Кошки**. При фиксации кошек без наркоза поступают следующим образом. На конечности животного надевают петли из бинта; ассистент захватывает руками кожную складку на шее и передние ноги, а экспериментатор – задние ноги животного. Кушку переворачивают спиной вниз и привязывают к столику. голову фиксируют головодержателем.

**Кролики и морские свинки**. При операциях животных фиксируют в спинном или брюшном положении на операционных столах. Морских свинок (как и крупных крыс) можно фиксировать на металлических столиках для препаровки мелких животных.

**Крысы и мыши**. Крыс и мышей фиксируют пинцетом или корнцангом, захватывая их в области затылка и хвоста. Для операций применяют специальные столы.

**Птицы**. Голубей удерживают двумя руками, кур захватывают за крылья и конечности или завертывают в полотенце. При операциях птиц фиксируют бинтом на операционном столике в виде корытца.

**Лягушки**. При экспериментах лягушек, как правило, полностью обездвиживают наркотизированием и разрушением иглой спинного мозга, а затем фиксируют на специальных пластинках при помощи булавок.

# Физиология крови

Кровь – жидкая соединительная ткань - составляющая вместе с лимфой и тканевой жидкостью внутреннюю среду организма. Поддерживая относительное постоянство своего состава, кровь осуществляет стабилизацию внутренней среды (гомеостатическая функция), наряду с нервной системой обеспечивает функциональное единство всех частей организма (коррелятивная функция), участвует в обмене веществ (трофическая функция), дыхании, выделении, терморегуляции, защитных функциях организма. Кровь и органы, в которых происходит образование и разрушение клеток крови, объединяются в единую систему крови.

## Работа 1 Взятие крови у животных

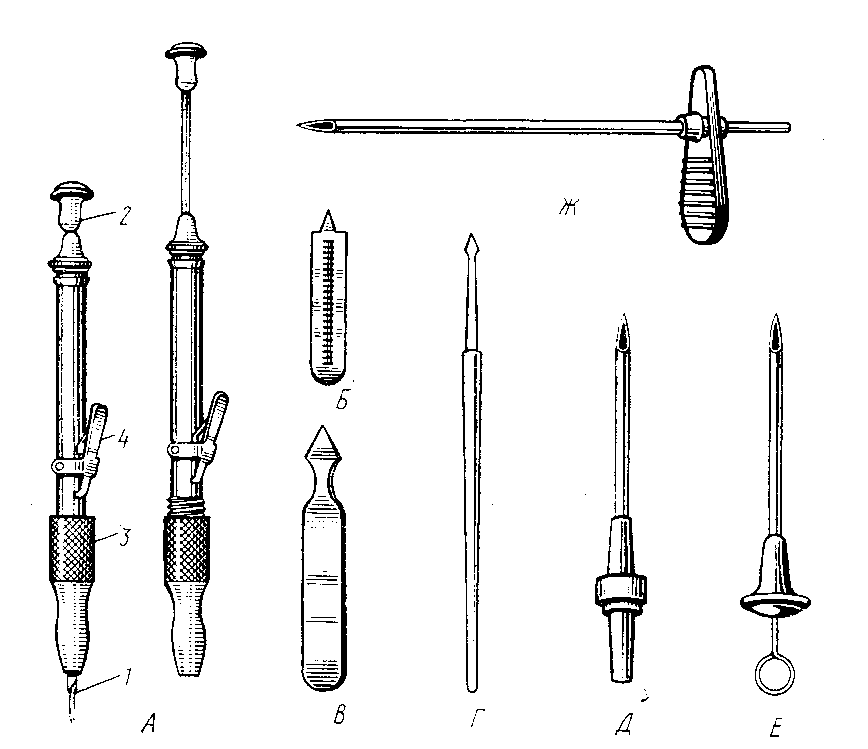
Взятие крови у животных проводят с соблюдением всех правил асептики и антисептики, чтобы предупредить внесение инфекции в кровеносную систему животного. Для этого перед взятием крови производят обработку операционного поля: в случае необходимости выстригают или выбривают волосяной покров, протирают кожу спиртом или 5%-ным раствором йода. Затем надрезают или прокалывают кровеносный сосуд или вводят в него иглу определенной формы и диаметра (рис. 1). Перед началом взятия крови, игла должна быть подвергнута стерилизации (спиртом или огнем). 

Рисунок 1 – Иглы для взятия крови.

А-Г – из уха и пальца; Д-Ж – из вены: 1 – съемное лезвие иглы Франка, 2 – головка, 3 – подвижная гайка, 4 – курок

В зависимости от поставленной для проведения лабораторных занятий цели требуется разное количество крови, поэтому получение ее у разных животных имеет свои особенности.

**Цель работы**: Освоить технику взятия крови у разных видов животных.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Животные разных видов, ножницы, иглы кровопускательные, штатив с пробирками, спирт, 5%-ный раствор йода, вата, марля, резиновый жгут.

**Ход работы**.

**Лошади, крупный и мелкий рогатый скот**. Небольшие количества крови у лошадей и рогатого скота получают из ушной вены, путем ее надреза или прокола инъекционной иглой. Обычно, выступившую первую каплю крови, снимают стерильной ватой, а следующие набирают в пипетку или собирают по каплям на часовое стекло, предварительно промытое антикоагулянтом. У овец можно производить также пункцию кожной вены, расположенной под внутренним углом глаза.

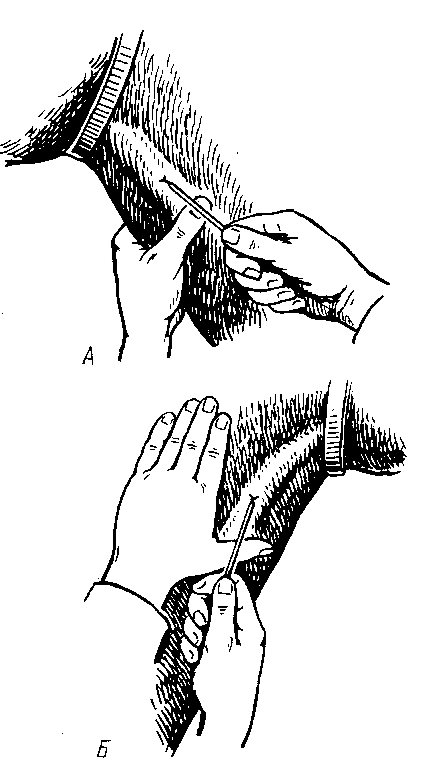
Для получения больших порций крови производят пункцию яремной вены на границе верхней и средней трети шеи. После фиксации животного большим пальцем левой руки сдавливают вену ниже места пункции (при необходимости можно вокруг шеи наложить резиновый жгут). Это способствует наполнению вены кровью, и она хорошо просматривается. Берут кровопускательную иглу в правую руку и быстрым, резким движением вводят ее в сосуд под углом 45° против тока крови (рис. 2). Вытекающую из иглы кровь собирают в пробирку, направляя ее по стенке. Перед извлечением иглы из сосуда снимают жгут или прекращают сдавливание вены пальцем. Место прокола придерживают ватой, смоченной спиртом, иглу вытаскивают, а кожу протирают спиртом.

Рисунок 2 – Взятие крови у лошади из яремной вены.

А – с левой стороны; Б – с правой стороны

В последнее время для взятия крови у крупных животных широко применяют приборы-автоматы разной конструкции. В каждом из таких приборов имеются металлический корпус, держатель для пробирки, ударный механизм с пружиной и иглодержатель.

**Свиньи**. У свиней малые количества крови получают путем надреза скальпелем или прокола большой ушной вены. Центральный конец сосуда у корня уха зажимают при этом пальцами.

Для получения больших количеств крови отсекают стерильными ножницами или скальпелем отрезок хвоста длиной 1-1,5 см. После взятия нужного количества крови надрез хвоста дезинфицируют, а кончик хвоста сдавливают резиновым кольцом или перетягивают бинтом на 1-2 суток.

У поросят рекомендуют получать кровь путем прокола иглой орбитального венозного синуса. Животное при этом фиксируют лежа, в спинном положении. За один раз берут от 5 до 30 мл крови.

**Собаки**. Небольшие количества крови у собак (кошек) получают путем надреза или прокола края уха, а так же путем прокола мягкой части ступни.

Для получения больших порций крови производят пункцию вены сафена, расположенной на наружной поверхности голени. Животное кладут на бок или фиксируют в станке, конечность сдавливают руками или жгутом ниже коленного сустава, после наполнения вены прокалывают кожу и стенку сосуда. Кровь набирают в шприц. После взятия нужного количества крови жгут снимают, место введения иглы придерживают ватой и извлекают иглу из сосуда. Место пункции протирают спиртом или 5%-ным раствором йода.

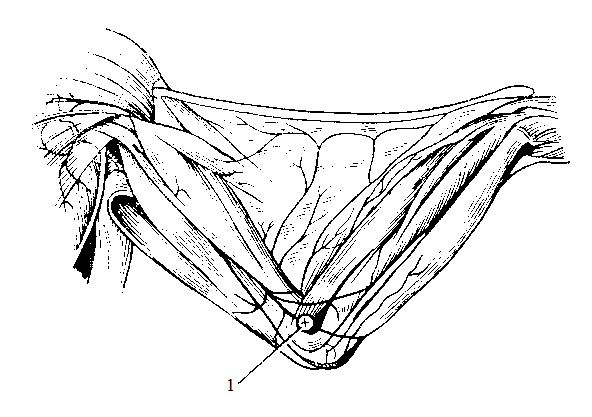
**Кролики**. Малые количества крови у кроликов получают путем надреза или прокола вены, расположенной снаружи по тонкому краю уха. Животное при этом сажают в специальный ящик с отверстием для головы, ухо предварительно погружают в теплую воду или протирают ксилолом (спиртом).

Местом кровопускания может служить и грудная вена – v. thoracica externa, расположенная на грудной клетке сбоку. После обработки операционного поля (от локтевого бугра до третьего ребра) вену зажимают пальцем около локтя. Иглу вводят против тока крови.

В некоторых случаях прибегают к пункции сердца. Для этого животное фиксируют на правом боку. Иглу вводят в третий межреберный промежуток слева, на расстоянии 3-4 см от наружного края грудины. У кролика можно брать одновременно до 15-20 мл крови.

**Морские свинки**. Небольшие количества крови у морских свинок получают путем надреза края уха или прокола иглой Франка ступни животного.

Для получения больших количеств крови делают пункцию яремной вены (после разреза кожи и препаровки сосуда) или пункцию сердца. Иглу вкалывают у левого края грудины, в точке, где хорошо ощущается сердечный толчок. Направление укола – внутрь к средней линии, глубина прокола 1,5-2 см. Показатель попадания иглы в сердце – ее движение в соответствии с сокращениями мышц сердца. Иглу соединяют со шприцом и в него набирают кровь. Чтобы предотвратить свертывание крови, перед ее взятием в шприц набирают 2-3 капли 1%-ного раствора гепарина. Одновременно можно взять до 5-10 мл крови.

**Крысы и мыши**. Для получения крови у крыс и мышей надсекают ухо или срезают кончик хвоста. У крупных крыс можно получить кровь пункцией хвостовой вены. Хвост предварительно опускают в теплую воду, затем обсушивают марлей и сдавливают у корня пальцами. В сосуд вводят тонкую иглу, кровь насасывают в шприц.

**Птицы**. Небольшие порции крови у кур и индеек получают путем надреза или прокола гребня (сережек). У гусей и уток делают прокол мякоти ступни.

Рисунок 3 – Внутренняя поверхность крыла кур. Место пункции подкрыльцовой вены 1 помечено крестиком

В большом количестве кровь у птиц получают из подкожной подкрыльцовой вены, расположенной на внутренней поверхности крыла. Перья выщипывают, вену сдавливают пальцем в области локтевого сустава, прокол делают под углом на уровне локтевого сгиба (рис.3). Можно предварительно обнажить сосуд коротким разрезом кожи.

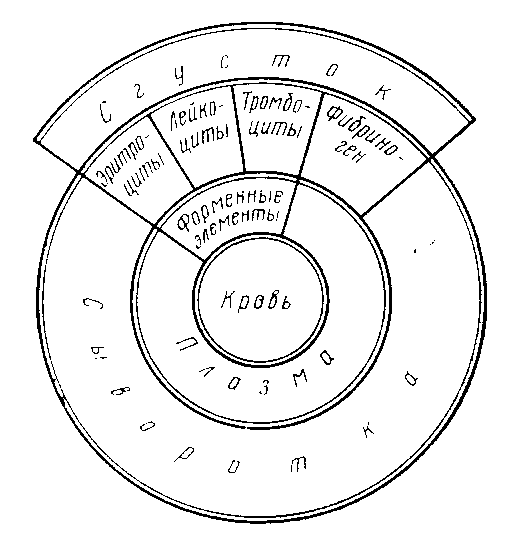
Ввиду высокой свертываемости крови у птиц место прокола протирают раствором 1%-ного гепарина. Выступившие капли крови собирают в пробирку с антикоагулянтом для предотвращения свертывания крови. После взятия крови место пункции на несколько минут зажимают тампоном. У кур, гусей, индеек можно брать одновременно до 10-15 мл крови.

**Лягушки**. Несколько капель крови можно получить у лягушек при срезании ножницами кончиков пальцев лапки. Можно получить кровь у лягушки пункцией обнаженного сердца.

## Работа 2 Получение плазмы и сыворотки крови

Кровь состоит из жидкой части – плазмы и форменных элементов - эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов.

Для получения плазмы необходимо кровь предохранить от свертывания добавлением к ней антикоагулянтов. Кровь с антикоагулянтами называется стабилизированная. Такая кровь при стоянии в пробирке или при центрифугировании разделяется на плазму (верхний прозрачный слой) и форменные элементы. Таким образом, плазма – кровь без форменных элементов, но с белком фибриногеном.

Если взятую из сосуда кровь не стабилизировать антикоагулянтом, происходит ее свертывание – образование сгустка, содержащего форменные элементы и выпавший в осадок белок фибриноген. Сгусток постепенно уплотняется, стягивается и от него отделяется прозрачная жидкость – сыворотка. Сыворотка, следовательно, это кровь без форменных элементов и белка фибриногена, или это плазма, лишенная белка фибриногена. Схема, иллюстрирующая соотношение составных частей крови, изображена на рисунке 4.

**Цель работы**. 1) изучить соотношение и взаимосвязь составных частей крови; 2) освоить методику получения плазмы и сыворотки крови.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Животное, ножницы, иглы для взятия крови, спирт, эфир, 5%-ный раствор йода, пробирки, 1%-ный раствор гепарина или цитрата натрия (калия), вата, жгут

**Ход работы**. 1) Для получения плазмы в пробирку наливают антикоагулянт – 5%-ный раствор цитрата натрия (калия) 0,5 мл или 1%-ный раствор гепарина 2-3 капли. Берут 10 мл крови из яремной вены животного и вносят в пробирку. Закрыв сосуд пробкой, несколько раз осторожно перевернуть его для перемешивания крови. Пробирку поставить в термостат (кровь лошади на 1 ч, крупного рогатого скота – на 24-48 ч).

Рисунок 4 – Схема основных

составных частей крови

Убедиться, что при стоянии кровь расслаивается на плазму и форменные элементы.

2) Для получения сыворотки кровь набирают в пробирку без антикоагулянта и помещают ее в термостат при температуре 38°С на 12-15 часов. Кровь свертывается с образованием сгустка темно-вишневого цвета. Для лучшего отделения сыворотки стерильной проволокой или спицей обводят по стенке пробирки вокруг сгустка. Вначале сгусток рыхлый и занимает почти весь объем пробирки, затем он уплотняется и отходит от стенок.

Для быстрого получения сыворотки берут дефибринированную кровь и центрифугируют ее 5-10 минут. При этом форменные элементы осядут на дно, а над ними будет находиться сыворотка крови.

Из пробирки с полной ретракцией сгустка слить или отсосать сыворотку и сравнить ее с плазмой. Сыворотка имеет желтовато-соломенный цвет и более прозрачна, чем плазма. Иногда сыворотка приобретает красноватый оттенок вследствие разрушения эритроцитов.

## Работа 3 Ретракция кровяного сгустка

Ретракция – процесс сокращения, уплотнения сгустка крови с последующим выделением из него сыворотки. Продолжительность ретракции сгустка в основном зависит от содержания в крови тромбоцитов, фибриногена, кальция, а также от температуры тела животного, окружающей среды и других факторов.

**Цель работы**. Ознакомиться с методикой ретракции сгустка крови и определить коэффициент ретракции сгустка.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Животные, иглы для взятия крови, ножницы, термостат, штатив, пробирки с делениями, стеклянная палочка или металлический стержень, спирт, эфир, вата.

Ход работы. В чистую градуированную пробирку налить 5 мл крови, взятой у животного. В кровь вертикально к стенке пробирки поставить стеклянную палочку с негладкой поверхностью или металлический стержень и укрепить его пробкой. Пробирку помещают в термостат при температуре 37-38°С на 12-15 часов или оставляют в комнате на сутки.

За это время кровь в пробирке свернется и из сгустка выделится сыворотка. Стеклянную палочку вынимают, а с ней вместе и сгусток. По шкале пробирки определяют количество выделенной сыворотки и вычисляют его отношение к объему взятой для исследования крови по формуле:

(1)

где Х – коэффициент ретракции сгустка;

А – количество выделенной сыворотки крови;

Б – количество крови, взятой для опыта.

## Работа 4 Получение фибрина и дефибринированной крови

**Цель работы**. Научиться получать фибрин и дефибринированную кровь.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Животные, ножницы, иглы кровопускательные, стаканчики, колбочки, стеклянная палочка, шарики, спирт, эфир, 5%-ный раствор йода, вата, марля.

**Ход работы**. Положить в колбочку 10-12 стеклянных бусинок и выпустить в нее из сосуда животного кровь примерно 15-20 мл. Взбалтывать кровь вращательными движениями в течение 10-15 мин. Фибриноген, выпадающий в осадок в виде волокнистых нитей фибрина, оседает на шариках. Профильтровать содержимое колбы через 2 слоя марли. Фильтрат представляет собой дефибринированную кровь, содержащую сыворотку и форменные элементы.

Осевшие на шариках нити фибрина отмыть от форменных элементов теплой водой.

Получить фибрин можно также из сгустка крови. Отделить небольшой кусочек сгустка крови и промывать его в теплой воде от форменных элементов. Фибрин имеет вид белого волокнистого вещества.

## Работа 5 Определение вязкости крови, плазмы и сыворотки

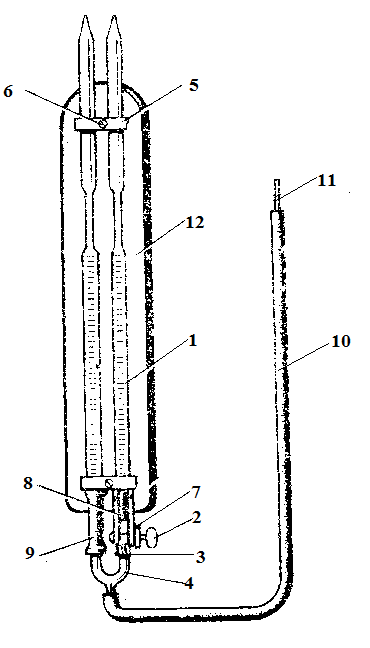
Вязкость – показатель, характеризующий внутренне сцепление составных частей крови и ее производных. Вязкость имеет большое значение для движения крови по сосудам.

Вязкость крови зависит в основном от наличия в ней эритроцитов, а также солей, и других составных частей. Вязкость крови, плазмы и сыворотки определяют по отношению к вязкости воды.

**Цель работы**. Освоить методику определения вязкости крови, плазмы и сыворотки, провести сравнение их вязкости.

Рисунок 5 - Схема вискозиметра ВК-4:

1 – пипетки, 2 – краник, 3 – уравнительные капилляры, 4 – тройник, 5 – клеммы, 6 – винты зажима, 7 – зажим для краника, 8 – резиновые трубки малые, 9 – резиновая трубка средняя, 10 – резиновая трубка длинная, 11 – наконечник стеклянный, 12 – подставка

**Объект исследования, материалы и оборудование.** Животные, иглы для взятия крови, вискозиметр, кровь стабилизированная, плазма, сыворотка, вода дистиллированная, подкрашенная синькой, спирт, эфир, 5%-ный раствор йода, вата.

**Ход работы**. Для определения вязкости крови используют прибор вискозиметр (рис.5). В правый его капилляр, предварительно открыв кран, насасывают через резиновую трубку с часового стекла дистиллированную воду до метки «0» и закрывают кран. Во второй капилляр (слева) насасывают с часового стекла также до отметки ноль стабилизированную кровь (без пузырьков).

Зарядив оба капилляра, поставить краник в положение, при котором оба капилляра сообщаются с резиновой трубкой. Энергично, но осторожно втянуть ртом воздух их обоих капилляров, создавая вакуум во всей системе. Оба столбика жидкости будут одновременно продвигаться вперед. Следить за столбиком крови. Как только кровь дойдет до метки «1», прекратить всасывание. Цифра, до которой дойдет за этот период столбик воды, является относительным показателем вязкости крови.

После этого капилляры промывают дистиллированной водой, высушивают спиртом и в аналогичном порядке определяют вязкость плазмы и сыворотки крови. Результаты опыта заносят в таблицу, сравнивают и анализируют:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название  исследуемой  жидкости | Расстояние,  пройденное  дистиллированной водой | Расстояние,  пройденное  исследуемой  жидкостью | Относительная  вязкость |
| Стабилизированная кровь |  |  |  |
| Плазма крови |  |  |  |
| Сыворотка крови |  |  |  |

У млекопитающих и птиц вязкость крови составляет в среднем 4-5, у рыб 1,7-1,8 у.е. Вязкость плазмы – 1,8-2,5 у.е. Вязкость сыворотки – 1,5-2,0 у.е.

## Работа 6 Определение плотности крови

Плотность крови зависит от содержания в крови гемоглобина, белков и солей. Повышение плотности отмечают при сгущении крови, понижение – при гидремии. Оба состояния обусловлены нарушением водно-солевого обмена. Плотность крови определяют по методу Косякова и с помощью ареометра.

Метод Косякова основан на погружении капли крови в раствор медного купороса различной концентрации.

Для приготовления исходного раствора навеску химически чистого CuSO4∙5H2O в количестве 340 г растворяют в 1,6 л дистиллированной воды и доводят общий объем жидкости до 2 л в мерной колбе. В приготовленный раствор опускают ареометр и добавляют воду до тех пор, пока плотность раствора не будет равна 1,10.

Раствор с плотностью 1,050 получают, приливая в мерную колбу 49 мл исходного раствора и 51 мл воды; для раствора с плотностью 1,051 берут 50 мл исходного раствора и смешивают с 50 мл воды. В таком же порядке готовят все остальные растворы, каждый раз увеличивая на 1 мл исходный раствор и внося в него на 1 мл меньше дистиллированной воды.

**Цель работы**. 1) ознакомиться с методами определения плотности крови, 2) определить плотность исследуемой крови по методу Косякова и при помощи ареометра.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Животные, иглы для взятия крови, 5%-ный раствор цитрата натрия (калия), 1%-ный раствор гепарина, растворы сульфата меди плотностью 1,050-1,060, пробирки, пипетки, спирт, эфир, вата.

**Ход работы**.

1) *Определение плотности крови по методу Косякова*. Приготовить 11 пробирок с раствором CuSO4 с плотностью от 1,050 до 1,060. Пипеткой вносить по капле кровь животного в пробирки с CuSO4 разных концентраций. Если капля сразу всплывает, значит, плотность крови ниже плотности раствора, если капля сразу тонет, то наоборот. Плотность раствора равна плотности крови, если капля погрузится в раствор и задержится в середине столбика на 3-4 с (рис.6).

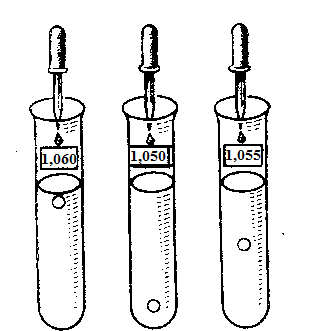
2) *Определение плотности крови с помощью ареометра*.

Рисунок 6 – Схема определения плотности крови

(см. объяснение в тексте)

Полученные показатели можно проверить в демонстрационном опыте при помощи ареометра. Для этого в стеклянном цилиндре готовят смесь бензола (50 частей) и хлороформа (20 частей). Плотность, измеренная ареометром, должна составлять 1,050-1,060.

Опуская каплю крови пипеткой в смесь и добавляя бензол (если капля всплывает) или хлороформ (если капля тонет), установить плотность смеси, равную плотности крови. Это делают до тех пор, пока капля не остановиться на середине смеси. Ареометром определяют плотность жидкости, по которой судят о плотности крови (см. Приложение А).

## Работа 7 Определение буферных свойств сыворотки крови

Кровь животных имеет слабощелочную реакцию, ее рН колеблется в пределах 7,35-7,50 (при нанесении капли крови на красную лакмусовую бумажку последняя синеет). Постоянство рН крови сохраняется несмотря на непрерывное поступление в кровь кислых и щелочных продуктов обмена веществ.

Сохранение постоянства рН обеспечивают буферные системы крови – гемоглобиновая, карбонатная, фосфатная, белковая. Различают щелочной буфер крови (т.е. способность связывать кислоты) и кислотный буфер (т.е. способность связывать щелочи).

Точной мерой буферной емкости крови является количество грамм-эквивалентов сильно кислоты или сильной щелочи, которое надо прилить к 10 мл крови, чтобы сдвинуть рН на одну единицу.

**Цель работы**. Определить величину кислотного и щелочного буферов сыворотки крови упрощенным способом, выразив их в относительных единицах.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Сыворотка крови разных животных, бюретки, стаканчики для титрования, пипетки, 0,1н раствор соляной кислоты, 0,1н раствор натрия едкого (NaOH) , индикаторы – 0,1%-ный метилоранж, 1%-ный раствор фенолфталеина, дистиллированная вода, вата.

**Ход работы**.

1) *Определение кислотного буфера*. В один стаканчик налить 15 мл дистиллированной воды, добавить 2 капли индикатора фенолфталеина и титровать из бюретки 0,1н раствором едкого натра (NaOH), считая капли, до неисчезающего слабо-фиолетового окрашивания.

В другой стаканчик налить 15 мл дистиллированной воды, добавить 1 мл сыворотки, 2 капли фенолфталеина и титровать 0,1н раствором едкого натра (NaOH) до неисчезающего изменения цвета (по возможности как в первом стаканчике), считая количество капель щелочи.

Пример расчета. Для одинакового смещения реакции в щелочную сторону на 15 мл воды потребовалось 2 капли щелочи, а на 15 мл воды плюс 1 мл сыворотки – 8 капель. Разница составляет 6 капель (за счет сыворотки). На нейтрализацию кислотного буфера 15 мл сыворотки пойдет 615 = 90 капель щелочи. Следовательно, к сыворотке нужно прибавить в 45 раз (90 : 2 = 45) больше щелочи, чем к воде, чтобы вызвать одинаковое изменение реакции. Обычно эта величина составляет 40-70.

2) *Определение щелочного буфера*. В стаканчик налить 5 мл дистиллированной воды, добавить 2-3 капли метилоранжа и титровать из бюретки 0,1н раствором соляной кислоты до появления слабо-красного окрашивания.

В другой стаканчик налить 5 мл воды, добавить 1 мл сыворотки и 2-3 капли метилоранжа. Титровать 0,1н раствором соляной кислоты до того же окрашивания, что и в первом стаканчике (или до изменения цвета), считая количество капель кислоты.

Пример расчета. Для одинакового смещения реакции в кислую сторону на 5 мл воды потребовалась 1 капля кислоты, на 5 мл воды плюс 1 мл сыворотки – 61 капля. Разница составляет 60 капель за счет сыворотки. На нейтрализацию же 5 мл сыворотки пойдет 60 5 = 300 капель кислоты. Следовательно, к сыворотке нужно добавить в 300 раз (300 : 1 = 300) больше кислоты, чем к воде чтобы вызвать одинаковое смещение реакции. Обычно эта величина колеблется в пределах 280-350. Следовательно, щелочной буфер сыворотки крови в несколько раз больше кислотного буфера.

## Работа 8 Определение щелочного резерва крови

Организм особенно хорошо защищен, от сдвига реакции в кислую сторону, так как в процессе обмена веществ образуется большое количество кислых продуктов. Важная роль в нейтрализации кислот принадлежит бикарбонатам плазмы. Величина, выражающая количество углекислого газа, содержащегося в крови в виде бикарбонатов, называется*щелочной резерв крови* ***(****резервная щелочность)* или *кислотная емкость крови.*

**Цель работы**. Определить щелочной резерв (общую кислотную емкость) крови по Неводову.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Животные, кровь, бюретки, стаканчики, пипетки мерные, микропипетки, фенолфталеин, 0,01н раствор соляной кислоты (HCI), 0,01н раствор едкого натра (NaOH), вата, 0,5% раствор йода.

**Ход работы**. В стаканчик налить 10 мл 0,01н раствора соляной кислоты (HCI). После прокола сосуда насосать в микропипетку 0,2 мл крови, выдуть ее в стаканчик и перемешать содержимое. Гемолизированный раствор титровать из бюретки 0,01н раствором едкого натра (NaOH) до появления помутнения и выпадения белых хлопьев.

В другой стаканчик налить 10 мл 0,01н соляной кислоты (HCI), добавить 2 капли индикатора – фенолфталеина и титровать из бюретки 0,01н раствором едкого натра (NaOH) до бледно-розового окрашивания (контрольная проба).

Рассчитать кислотную емкость (щелочной резерв) крови (в мг%) по следующей формуле:

, (2)

где х – количество мл 0,01н раствора NaOH, пошедшее на титрование 10 мл 0,01н HCI в контрольной пробе;

у – количество мл 0,01н раствора NaOH, пошедшее на титрование испытуемого раствора;

200 – постоянный коэффициент (1 мл 0,01н раствора NaOH содержит 0,4 мг NaOH; 0,2 мл составляют 1/500 часть от 100 мл крови; 0,4 ).

Пример расчета. На титрование контрольной пробы потрачено 10 мл 0,01н NaOH, на титрование испытуемой крови 7,5 0,01н NaOH:

КЕ = (10 – 7,5) .

Аналогичным образом можно определить кислотную емкость сыворотки, плазмы крови и сравнить их с показателем цельной крови. Средние показатели кислотной емкости (щелочного резерва) крови приведены в Приложении А.

## Работа 9 Подсчет общего количества эритроцитов

Эритроциты составляют основную массу клеток крови. Основная функция их – перенос кислорода от органов дыхания к клеткам организма. эритроциты млекопитающих имеют форму двояковогнутого диска, не содержат ядра. У рыб и птиц эритроциты имеют овальную форму, более крупные размеры и имеют ядро.

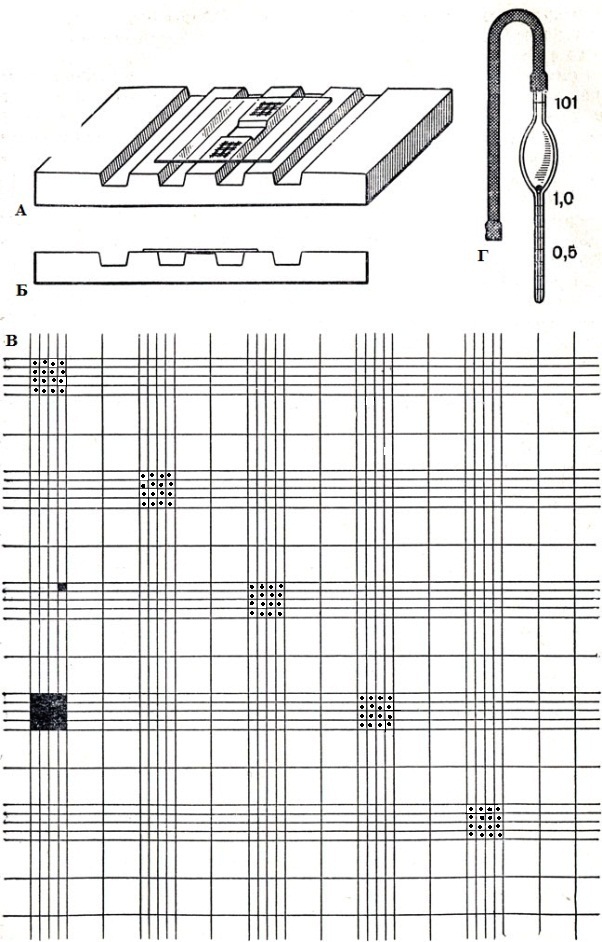
Количество их у каждого вида животных относительно постоянно, но оно может изменяться в зависимости от возраста, пола, продуктивности, физиологического состояния и других условий.

**Цель работы**. Освоить методику и произвести подсчет эритроцитов.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Животные или стабилизированная кровь, иглы для взятия крови, ножницы, микроскоп, смеситель для эритроцитов, пробирки,микропипетки, камера Горяева, покровные стекла, 3%-ный раствор натрия хлорида, спирт, эфир, 5%-ный раствор йода, вата.

**Ход работы.**

1) Разведение крови для подсчета эритроцитов при помощи смесителя (меланжера).

Смеситель (меланжер) представляет собой стеклянный капилляр с ампулообразным расширением в верхней части (рис. 7, Г) В ампуле помещается стеклянная бусинка (красная или серая) для перемешивания крови. На капилляре имеются метки 0,5; 1,0; 101 (в смесителях для эритроцитов) и 0,5; 1,0; 11 (в смесителях для лейкоцитов). Таким образом, емкость ампулы в 100 или, соответственно, в 10 раз больше емкости капилляра.

Камера Горяева (рис. 7, А,Б) состоит из толстого стеклянного бруска с желобками, образующими три поперечно расположенные узкие площадки. Средняя площадка ниже боковых на 0,1 мм и разделена пополам поперечным желобком. По обе стороны желобка на стекле нанесены сетки. При наложении покровного стекла на боковые площадки над сеткой образуется камера глубиной 0,1 мм. Сетка камеры имеет 225 (15 ) больших квадратов, среди которых есть 25 квадратов разделенных поперечными и продольными линиями на 16 маленьких квадратиков в каждом (рис. 7, В). Общая площадь сетки равна 9мм2. Сторона маленького квадратика равна 1/20 мм, площадь его составляет 1/400 мм2, а объем камеры над квадратиками равен 1/4000 мм2 (1/400 ).

Рисунок 7 – А – камера Горяева (вид сверху); Б – камера Горяева (вид сбоку); В – сетка Горяева; Г – смеситель для эритроцитов

Счетную камеру Горяева кладут на предметный столик микроскопа и под малым увеличением с затемненным полем зрения находят сетку и внимательно изучают ее. После просмотра камеру снимают со столика микроскопа, моют, протирают спиртом, затем эфиром. Так же готовят покровные стекла. Большими пальцами правой и левой рук плотно притереть к камере покровное стекло, до появления, под пальцами, радужных колец Ньютона.

Проверить чистоту и проходимость капилляра смесителя. Держа капилляр смесителя горизонтально, насосать в него с часового стекла или с места прокола (удалив первую каплю) до метки 0,5 свежей или стабилизированной крови (в капилляр не должны попасть пузырьки воздуха). Если столбик крови поднялся выше отметки, то, прикоснувшись ватой к кончику смесителя, снижают его до указанной метки; вместе с этим удаляют с наружной поверхности капилляра остатки крови.

Держа капилляр под углом, опустить его в стаканчик или часовое стекло с 3%-ным раствором NaCI и насосать раствор до метки 101 (отметка находится выше ампулы смесителя), кровь при этом разводится в 200 раз. Зажав смеситель между большим и средним пальцами, встряхивать его в течение 2-3 мин.

Из смесителя удалить первые 2-3 капли на ватку или фильтровальную бумагу и заполнить счетную камеру, приложив смеситель с выступающей каплей к краю притертого стекла. В силу закона капиллярности жидкость заполняет пространство камеры под покровным стеклом. Визуально контролируют, чтобы в камере под стеклом не было пузырьков воздуха.

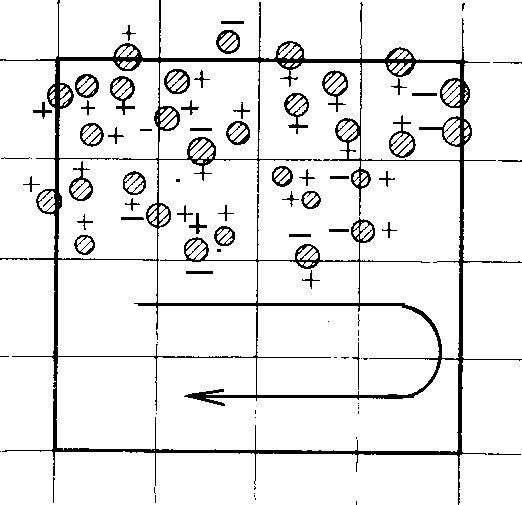
Камеру ставят на столик микроскопа и через 2-3 мин, когда осядут все эритроциты и прекратится движение, начинают их считать под малым увеличением (окуляр 10, объектив ), в поле зрения при этом помещается один большой квадрат. 

Рисунок 8 – Направление подсчета эритроцитов в большом квадрате сетки Горяева (показано стрелкой): знаком «+» отмечены клетки, причисляемые к данному квадрату

Эритроциты подсчитывают в 5 больших квадратах (80 маленьких) расположенных по диагонали (рис. 7,В, заштрихованные квадраты). Считают клетки, находящиеся внутри квадрата, а также на верхней и левой пограничных линиях (рис. 8).

Вычисление количества форменных элементов производят по следующей формуле:

(3)

где *х* – количество клеток в 1 мкл крови;

*а* – количество подсчитанных клеток;

*в* – разведение;

*б* – количество малых квадратов, в которых произведен подсчет;

4000 – объем одного малого квадратика.

Пример подсчета. В 5 больших квадратах (80 маленьких) обнаружено 456 эритроцитов. Отсюда число эритроцитов в 1 мм3 составит:

Для перевода этого показателя в единицы СИ (Международная система единиц) необходимо умножить получено число на 106. Например, 4 560 000 эритроцитов 1 мм3 равно 4,56∙1012/л

Можно воспользоваться более простой формулой: а

2) При подсчете эритроцитов можно воспользоваться также пробирочным методом разведения крови.

В пипетку точно набирают 4 мл 3%-ного раствора натрия хлорида и вносят его в чистую сухую пробирку. Затем берут капиллярную пипетку, входящую в комплект гемометра, насасывают в нее 0,02 мл (20 мм3) исследуемой крови вытирают кончик пипетки и осторожно выдувают кровь в раствор на дно пробирки. Хорошо промывают пипетку, насасывая и выдувая верхнюю часть раствора в пробирке 2-3 раза. Жидкость равномерно смешивают, при этом кровь будет разведена в 200 раз (1 : 200).

Из пробирки с помощью стеклянной палочки или глазной пипетки берут 1-2 капли жидкости и вносят ее в подготовленную счетную камеру Горяева под притертое покровное стекло. Подсчитывают эритроциты в том же порядке, как отмечено выше. Среднее количество эритроцитов в крови животных смотри в Приложении А.

## Работа 10 Подсчет общего количества лейкоцитов

Лейкоциты, или белые клетки крови, по величине в несколько раз крупнее эритроцитов и всегда у всех животных содержат в цитоплазме ядро. Они выполняют защитную функцию, обладают свойством фагоцитоза, участвуют в восстановительных процессах организма, образовании антител, обеззараживании токсинов.

Количество лейкоцитов в крови на порядок ниже количества эритроцитов. Для каждого вида животных характерно определенное содержание их в крови, но оно может меняться в зависимости от возраста, состояния здоровья, кормления животных и других показателей.

**Цель работы**. Освоить методику и произвести подсчет количество лейкоцитов в крови животных.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Кровь разных видов животных, микроскоп, счетная камера Горяева, смеситель крови для лейкоцитов, покровные стекла, пробирки, микропипетки, 3%-ный раствор уксусной кислоты, спирт этиловый, вата.

**Ход работы**.

1) Разведение крови для подсчета лейкоцитов при помощи смесителя.

В смеситель для лейкоцитов до метки 0,5 насосать кровь и разбавить ее до метки 11 подкрашенной 3%-ной уксусной кислотой (кровь разводится в 20 раз). Эритроциты при такой обработке лизируются, ядра лейкоцитов прокрашиваются и отчетливо выделяются.

После разбавления крови все дальнейшие действия выполняют в той же последовательности, как при подсчете эритроцитов. Различие состоит только в том, что лейкоциты считают в камере Горяева под малым увеличением микроскопа в 100 больших нерасчерченных квадратах (условно 1600 маленьких).

Расчет общего количества лейкоцитов проводят по формуле:

, (4)

где *х* – количество лейкоцитов в 1 мкл крови;

*а* – количество лейкоцитов подсчитанных в 100 больших квадратах;

*в* – разведение;

*б* – количество малых квадратов, в которых произведен подсчет;

4000 – объем одного малого квадрата.

Пример подсчета. В 100 больших (т.е. в 1600 малых) квадратах найдено 100 лейкоцитов. Кровь разведена в 20 раз. Количество лейкоцитов, найденное по формуле будет составлять:

Х = или проще 100

Для перевода этого показателя в единицы СИ (Международная система единиц) необходимо умножить получено число на 106. Например, 5 000 лейкоцитов в 1 мм3 равно 5∙109/л.

2) Разбавлять кровь для подсчета лейкоцитов можно также в пробирках. В пробирку набрать 0,4 мл разбавителя для лейкоцитов (3%-ная уксусная кислота). Кровь насосать в капиллярную пипетку от гемометра (20 мм3 или 0,02 мл), вытереть ее кончик ватой и внести в пробирку с разбавителем. Не вынимая микропипетки из пробирки, промыть ее несколько раз верхней частью раствора. Содержимое пробирки хорошо смешать, в результате мы получаем разведение в 20 раз. Пробирку закрыть пробкой и оставить на 4 мин, слегка встряхивая время от времени. После разбавления крови все дальнейшие действия выполняются в той же последовательности, как при подсчете эритроцитов. Среднее количество лейкоцитов в крови животных смотри Приложение А.

## Работа 11 Определение количества гемоглобина в крови

Гемоглобин (Hb) – дыхательный пигмент крови позвоночных, содержащийся в эритроцитах. По химической структуре он относится к хромопротеидам и состоит из белковой части – глобина и простетической группы – гема, содержащего железо. Гемоглобин – белок с высоким молекулярным весом (70 000), который не проходит через оболочку эритроцита. При соединении с кислородом образует непрочное и легко диссоциирующее соединение – оксигемоглобин. В крови эмбрионов и частично молодых животных после рождения, содержится наряду с гемоглобином, так называемый фетальный гемоглобин.

Содержание гемоглобина в крови зависит от вида, возраста, пола, физиологического состояния и состояния здоровья животного. Поэтому определение количества гемоглобина является важным клиническим показателем анализа крови животного. Определяют количество гемоглобина в крови колориметрическим методом.

**Цель занятия**. Освоить методику определения гемоглобина по Сали. определить содержание гемоглобина у разных видов животных и сравнить эти показатели.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Кровь животных цельная или стабилизированная, гемометр Сали, 0,1н раствор соляной кислоты, дистиллированная вода, стаканчики, часовые стекла, вата, настойка йода.

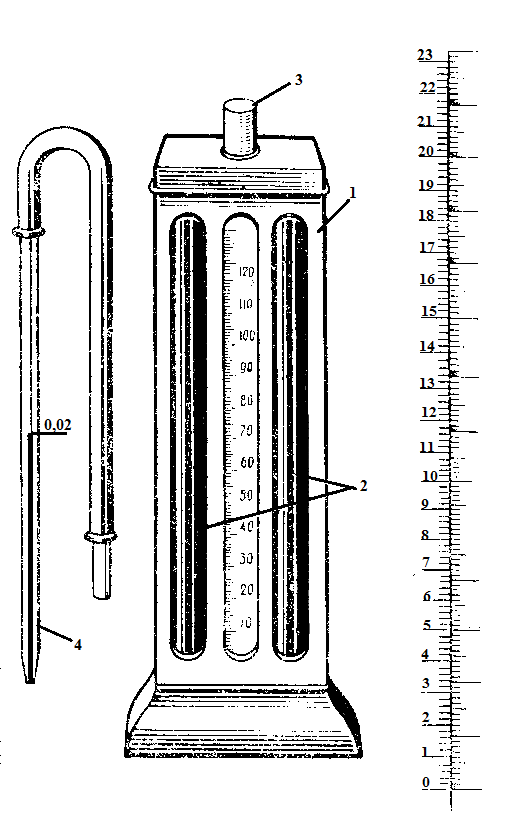
***Гемометр Сали - ГС-3*** (рис. 9) состоит из пластмассового корпуса с тремя гнездами для пробирок. В задней стенке корпуса вмонтировано матовое стекло белого цвета, рассеивающее свет. В боковые гнезда вставлены одинакового размера запаянные пробирки со стандартно окрашенным раствором, а в среднее гнездо – градуированная пробирка того же диаметра для исследуемой крови. На всех трех пробирках нанесены контрольные круговые метки, которые при анализе крови должны находиться на одном уровне. Средняя пробирка имеет шкалу показывающую количество гемоглобина в грамм-процентах (от 2 до 23%). В комплект гемометра входят также микропипетка на 0,02 мл (20 мм3), стеклянная палочка и глазная пипетка.

Рисунок 9 – Гемометр ГС-3:

1 – корпус прибора, 2 – запаянные пробирки, 3 – градуированная пробирка, 4- пипетка для взятия крови. Справа – шкала прибора (грамм-проценты)

**Ход работы**. В градуированную пробирку гемометра Сали наливают 0,1н раствор соляной кислоты до нижней круговой метки.

В микропипетку гемометра насасывают 20 мм3  (0,02 мл) крови. Конец микропипетки протирают ватой, опускают на дно пробирки в раствор соляной кислоты и осторожно выдувают кровь, не перемешивая с раствором. Не вынимая пипетки из пробирки, несколько раз промыть ее верхней прозрачной частью раствора.

Кровь с кислотой тщательно перемешивают, ударяя пальцем по нижнему краю пробирки. Пробирку ставят в штатив гемометра и оставляют на 5 минут для полного гемолиза эритроцитов. Гемоглобин, вступая в реакцию с соляной кислотой, образует солянокислый гемин, который имеет коричневую окраску.

Через 5 минут в пробирку, помешивая стеклянной палочкой, добавлять дистиллированную воду по каплям, до тех пор, пока цвет жидкости в пробирке не совпадет с цветом стандартного раствора в боковых пробирках.

Далее на шкале (от 0 до 23) по нижнему мениску жидкости определяют содержание гемоглобина в грамм-процентах (г%) в исследуемой крови.

Для перевода грамм-процентов в единицы СИ необходимо полученный результат умножить на 10.

Например: 15,6 г%

Среднее количество гемоглобина в крови смотри Приложение А.

## Работа 12 Определение цветного показателя крови

В эритроцитах не всегда содержится одинаковое количество гемоглобина, что оказывает влияние на дыхательную функцию крови. Для оценки степени насыщения эритроцитов гемоглобином используется цветной показатель. Цветной показатель – это соотношение между количеством гемоглобина и числом эритроцитов.

**Цель работы**. Определить цветной показатель исследуемой крови.

**Ход работы**. Для определения цветного показателя необходимо знать содержание гемоглобина и эритроцитов в исследуемой крови и их количество в среднем по данному виду животных. При наличии этих сведений цветной показатель вычисляют по формуле:

; (5)

где Г1 – определено гемоглобина у опытного животного;

Э1 – подсчитано эритроцитов у опытного животного;

Г2 – количество гемоглобина в среднем у данного вида животных;

Э2 – количество эритроцитов в среднем у данного вида животных.

## Работа 13 Получение кристаллов гемина

Гемоглобин крови состоит из белка – глобина и из простетической группы – гема. Гем содержит в своем составе железо и служит переносчиком кислорода.

Под действием соляной (или уксусной ) кислоты гемоглобин распадается на глобин и гем. Последний реагирует с соляной кислотой, образуя солянокислый гемин (гематин). В присутствии поваренной соли гемин образует характерные кристаллы (проба Тейхмана, применяемая для установления присутствия крови).

**Цель работы**. Получить кристаллы гемина и рассмотреть их под микроскопом.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Кровь разных видов животных, микроскоп, предметные и покровные стекла, пипетки, спиртовка, кристаллы натрия хлорида, ледяная уксусная кислота.

**Ход работы**.

Способ 1 Каплю крови животного наносят на предметное стекло и равномерно распределяют по его поверхности. Осторожно высушивают кровь, удерживая стекло вдали от пламени горелки, чтобы не перегреть. На подсушенную кровь кладут несколько кристалликов натрия хлорида, и вносят 2 капли ледяной уксусной кислоты, перемешивают иглой и накрывают покровным стеклом. Препарат осторожно подогревают, проводя предметное стекло над пламенем горелки до исчезновения запаха уксусной кислоты. После подогревания под покровное стекло препарата вносят еще 1-2 капли уксусной кислоты и рассматривают его под большим увеличением микроскопа.

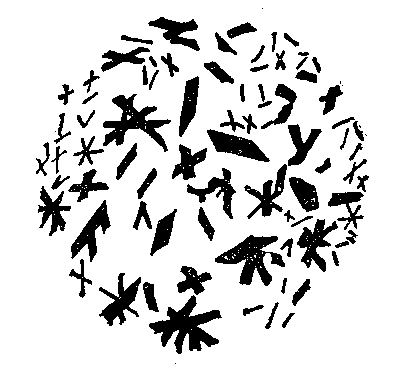
Способ 2 Для получения кристаллов гемина, каплю крови животного наносят на предметное стекло, добавляют несколько кристаллов натрия хлорида (поваренной соли), подсушивают и вносят 2 капли ледяной уксусной кислоты. Перемешивают иглой и накрывают покровным стеклом. Стекло подогревают над пламенем горелки, препарат рассматривают под большим увеличением микроскопа.

Рисунок 10 – Кристаллы гемина

Зарисовать кристаллы в тетрадь.

Образовавшиеся кристаллы гемина имеют вид параллелограммов коричневого цвета (рис.10).

## Работа 14 Гемолиз и плазмолиз эритроцитов

Гемолиз (греч. haima кровь + lysis распад, разрушение) – разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина в окружающую эритроциты среду. Гемолиз может быть вызван действием различных повреждающих факторов – механических, термических, осмотических, химических, биологических, физиологический. В результате кровь становится прозрачной («лаковой»).

Плазмолиз (от греч. plásma — вылепленное, оформленное и lýsis — разложение, распад), отставание [протопласта](http://slovari.yandex.ru/%7E%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82/) от оболочки при погружении клетки в [гипертонический раствор](http://slovari.yandex.ru/%7E%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%8B/). Животные клетки при перенесении в гипертонический раствор сжимаются.

**Цель работы**. 1) проследить гемолиз эритроцитов под влияние различных повреждающих факторов, 2) проследить под микроскопом явления гемолиза и плазмолиза в крови.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Кровь животных, штатив с пробирками, пипетки мерные, пипетки глазные, 0,9%-, 0,3-, 3,0%-ные растворы хлористого натрия, 0,1%-ный раствор соляной кислоты, аммиак, спирт этиловый, дистиллированная вода, вата.

**Ход работы**.

1) Нумеруют пробирки и ставят их в штатив. В каждую пробирку наливают растворы как представлено в таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Состав пробирки | Цвет и  прозрачность раствора | Наличие гемолиза | Вид  гемолиза |
| 1 | 5 мл физиологического раствора + 4 капли крови |  |  |  |
| 2 | 5 мл 0,3%-ного раствора хлористого натрия + 4 капли крови |  |  |  |

Продолжение таблицы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | 5 мл дистиллированной воды +  4 капли крови |  |  |  |
| 4 | 4 мл физиологического раствора + 1 мл раствора аммиака + 4 капли крови |  |  |  |
| 5 | 4 мл физиологического раствора + 1 мл 0,1%-ный раствора соляной кислоты + 4 капли крови |  |  |  |
| 6 | 4 мл физиологического раствора + 1 мл этилового спирта + 4 капли крови |  |  |  |

Содержимое пробирок тщательно перемешать и оставить в штативе на 5-10 минут. Результат определяют по цвету жидкости и ее прозрачности.

2) Каплю стабилизированной крови помещают на предметное стекло, покрывают покровным стеклом и рассматривают эритроциты под малым, а затем под большим увеличением микроскопа. Подводят под покровное стекло пипеткой 1-2 капли дистиллированной воды и наблюдают за изменением формы эритроцитов.

Под покровное стекло другого препарата подводят 1-2 капли 3%-ного раствора хлористого натрия и снова наблюдают за изменением формы эритроцитов. Полученные результаты записывают и зарисовывают в тетрадь.

## Работа 15 Определение осмотической резистентности эритроцитов

Резистентность, или устойчивость, эритроцитов – это свойство противостоять различным разрушительным факторам (механическим, химическим, осмотическим и др.). Обычно исследуют резистентность эритроцитов по отношению к гипотоническим растворам хлористого натрия, т.е. их осмотическую устойчивость. В нормальных условиях эритроциты выдерживают снижение концентрации NaCI в пределах 0,60-0,40%, не гемолизируясь. У сельскохозяйственных животных наименьшую резистентность имеют эритроциты овец, коз и свиней, наибольшую – птиц и рыб.

**Цель работы**. Определить осмотическую резистентность эритроцитов.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Кровь, штатив с пробирками, мерные пипетки, 1%-ный раствор хлористого натрия, дистиллированная вода, вата.

**Ход работы**. Берут 9 пробирок, нумеруют их и вносят в каждую 1%-ный раствор хлористого натрия и дистиллированную воду в количество, указанном в таблице:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  пробирки | Количество вносимой в  пробирки жидкости, мл | | Полученная концентрация раствора | Цвет и  прозрачность раствора | Степень  резистентности |
| 1%-ный раствор хлористого натрия | дистиллированная вода |
| 1 | 1 | 9 | 0,1 |  |  |
| 2 | 2 | 8 | 0,2 |  |  |
| 3 | 3 | 7 | 0,3 |  |  |
| 4 | 4 | 6 | 0,4 |  |  |
| 5 | 5 | 5 | 0,5 |  |  |
| 6 | 6 | 4 | 0,6 |  |  |
| 7 | 7 | 3 | 0,7 |  |  |
| 8 | 8 | 2 | 0,8 |  |  |
| 9 | 9 | 1 | 0,9 |  |  |

Затем в каждую пробирку вносят по 3 капли стабилизированной крови, пробирки закрывают и смешивают содержимое. Через 7-10 мин учитывают результат. Просматривают все пробирки и отмечают, в каких из них произошел частичный гемолиз (минимальная резистентность) и в каких – полный (максимальная резистентность). Показатели осмотической резистентности эритроцитов смотри Приложение А.

## Работа 16 Скорость оседания эритроцитов

Если к крови добавить антикоагулянт, тем самым предотвратив ее свертывание и затем оставить ее в вертикальном сосуде, то эритроциты в силу тяжести постепенно осядут, а над ними образуется желтоватый слой плазмы.

Эритроциты имеют одноименный электрический заряд, по причине чего они в нормальных условиях отталкиваются друг от друга. Если этот заряд уменьшается, электростатическая сила их взаимного отталкивания уменьшается и, соответственно, увеличивается способность к склеиванию и оседанию. В ускорении оседания эритроцитов большое значение имеет и увеличение в плазме крупномолекулярных белков – глобулинов, в том числе фибриногена.

Скорость оседания эритроцитов характерна для каждого вида, пола, возраста животных. Очень медленно протекает СОЭ у крупного рогатого скота, очень быстро у лошадей.

Ускорение СОЭ наблюдается при нормально протекающей беременности, аллергических реакциях организма, воспалительных процессах, и некоторых инфекционных заболеваниях. Замедление СОЭ происходит после интенсивной работы.

**Цель работы**. 1) ознакомиться с техникой определения СОЭ, 2) исследовать СОЭ у разных видов животных.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Кровь разных животных, аппарат Панченкова, 5%-ный раствор оксалата (цитрата) натрия (калия), часовые стекла, спирт, вата.

**Ход работы**.

Аппарат Панченкова (рис. 11) состоит из штатива и набора капиллярных пипеток диаметром 1 мм. На каждой пипетке имеется 100 делений. В середине находится отметка 50 или буква Р, что означает раствор, а в верхней части на уровне 0 стоит буква К, означающая кровь.

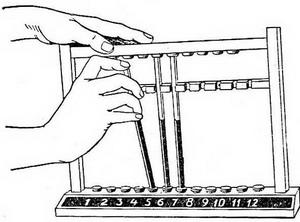
Капилляр пипетки Панченкова несколько раз промыть 5%-ным раствором оксалата (цитрата) натрия и, набрав его до метки Р (50), выдуть на часовое стекло. В тот же капилляр с места прокола набрать кровь до метки К (0), держа его горизонтально. Выпустить взятую кровь на часовое стекло в раствор антикоагулянта. Снова набрать кровь до метки К и снова выдуть ее на стекло. Концом капилляра тщательно перемешать обе порции крови и насосать ее в капилляр до метки 0, избегая попадания воздуха. Таким образом, получают разведение крови 1 : 4 (т.е. 4 объема крови и 1 объем антикоагулянта).

Рисунок 11 – Аппарат Панченкова.

Установка капилляра

Верхний конец капилляра зажать указательным пальцем, нижний обтереть ваткой и установить в штатив в строго вертикальном положении (рис. 11). Для этого нижний конец пипетки ставят на резиновую прокладку прибора, которая в силу эластичности фиксирует пипетку к верхнему бортику в вертикальном положении.

Регистрируют время начала исследования и отмечают оседание эритроцитов через каждые 15 мин, а заключительный учет проводят через час. Оседающие эритроциты хорошо просматриваются в пипетке в виде столбика темно-вишневого цвета, а над ним – плазма светло-желтого цвета (см. Приложение А).

## Работа 17 Лейкоцитарная формула (лейкограмма)

При рассматривании окрашенного мазка крови под микроскопом можно обнаружить, что лейкоциты имеют разные размеры, форму ядра и неоднородную цитоплазму. Клетки, содержащие в цитоплазме зернистость, относятся к группе гранулоцитов, не содержащие зернистости – агранулоцитов.

Зернистые формы лейкоцитов по отношению к разным красителям делятся на базофилы, эозинофилы и нейтрофилы. Нейтрофилы по возрасту могут быть юными, палочкоядерными и сегментоядерными. Среди незернистых форм выделяются лимфоциты и моноциты.

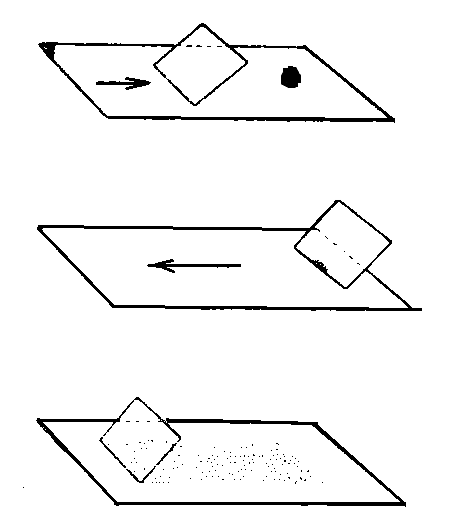
Процентное соотношение отдельных форм лейкоцитов, определяемое при подсчете их в мазке крови, называется лейкоцитарной формулой (лейкограммой).

При описании лейкоцитарной формулы пользуются буквенными обозначениями: Б – базофилы, Э – эозинофилы, М – миэлоциты, Ю – юные нейтрофилы, П – палочкоядерные нейтрофилы, С – сегментоядерные нейтрофилы, Л – лимфоциты, М – моноциты.

Изменения лейкоцитов могут быть как в сторону увеличения, так и уменьшения тех или иных форм лейкоцитов. Анализ лейкоцитарной формулы имеет большое диагностическое и прогностическое значение при оценке состояния организма животного.

**Цель работы**. 1) подготовить мазок крови и провести его окраску, 2) определение лейкограммы.

**Приготовление и окраска мазка**

**Объект исследования, материал и оборудование**. Кровь животных, предметные стекла, хлороформ, краска Романовского-Гимзы, ванночка, мостик, дистиллированная вода, смесь абсолютного спирта с эфиром 1:1, вата, 5%-ный раствор йода.

**Ход работы.** Для приготовления мазка кровь у животных берут из сосудов уха. После прокола, первую каплю крови стереть ватой. Когда выступит следующая капля, наносят ее на край сухого обезжиренного предметного стекла, которое удерживают между большим и средним пальцами. Впереди капли под углом 45° подводят край покровного стекла так, чтобы образовавшийся угол между стеклами был равномерно заполнен кровью. Далее быстрым, но плавным движением перемещают покровное стекло (не отрывая его и не меняя наклона) к противоположному концу предметного стекла (рис. 12). Хорошим мазком будет такой, в котором кровь располагается на поверхности стекла без просветов, в виде равномерной тонкой полоски.

Рисунок 12 – Получение мазка крови

Приготовленный мазок высушивают на воздухе и фиксируют. Для фиксации мазка его кладут в ванночку и наносят на него хлороформ на несколько секунд, или смесь эфира с абсолютным этиловым спиртом 1:1 на 15-20 мин. Мазок извлекают из ванночки, высушивают и окрашивают по Романовскому-Гимзе.

Для окраски фиксированный и высушенный мазок помещают над ванночкой мазком вверх на «мостик», состоящий из двух стеклянных палочек, скрепленных резиновыми трубками.

*Окраска по Романовскому-Гимзе*. Готовую краску предварительно разводят дистиллированной водой из расчета 1 мл на 2-3 капли краски. Полученную смесь наливают на мазок, держат 30-40 мин (в зависимости от температуры воздуха и активности краски). Затем краску смывают дистиллированной водой, а препарат высушивают. Хорошо окрашенный мазок будет розовато-фиолетового цвета, недокрашенный – розово-красного, а перекрашенный – темно-фиолетового цвета.

**Определение лейкограммы**

**Объект исследования, материал и оборудование**. Окрашенные мазки крови, микроскоп, осветитель для микроскопа, счетчик для клеток, атлас клеток крови, иммерсионное масло, спирт этиловый, ксилол, вата.

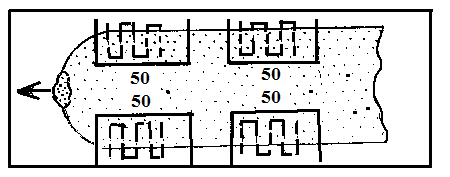
**Ход работы**.

Счетчик для подсчета лейкоцитарной формулы (рис. 13) имеет 11 клавиш с буквами, соответствующими названию отдельных лейкоцитов (плюс 3 клавиши для учета патологических форм). Над клавишами размещены окошечки, в которых при нажатии соответствующих рычагов появляются цифры. В крайних правых окошечках подсчитывается общая сумма нажатых при подсчете клавиш. При подсчете 100 клеток раздается звонок, указывающий на окончание подсчета. Гашение итогов во всех смотровых окнах производится с помощью рукоятки.

На окрашенный мазок крови наносят каплю иммерсионного масла и помещают мазок на столик микроскопа. Обеспечивают хорошую освещенность поля зрения при широко открытой диафрагме и поднятом кверху до упора конденсоре. Под визуальные контролем (глядя на препарат сбоку) в каплю иммерсионного масла погружают объектив , с помощью микровинта добиваются лучшей видимости и резкости препарата.

Рисунок 13 – Счетчик для подсчета

лейкоцитарной формулы

Лейкоциты в мазке распределяются неравномерно: более тяжелые (базофилы, моноциты) располагаются по краю мазка, более легкие формы (лимфоциты) в середине. Поэтому обзор препарата следует вести в разных концах и в середине.

Мазок условно делят на 4 участка и, отступив от края мазка на 3-4 поля зрения, внимательно просматривают его зигзагообразно, то есть 3-5 полей – вдоль края мазка, затем 3-5 полей – под прямым углом к середине, далее 3-5 полей – параллельно краю мазка и снова под прямым углом возвращаются к краю мазка. В таком порядке микроскопируют каждый из условно разделенных участков (рис. 14).

Рисунок 14 – Схема перемещения мазка крови при подсчете лейкоцитарной формулы

Для более высокой достоверности результатов в мазке лучше подсчитать 200 клеток, то есть по 50 лейкоцитов в каждом из четырех участков. После подсчета сумму каждого вида лейкоцитов делят пополам и получают процентное их содержание к 100.

Состав лейкоцитарной формулы смотри Приложение А.

## Работа 18 Определение скорости свертывания крови при различных

## условиях

Свертывание крови – защитная реакция, предохраняющая организм от потери крови. Это сложный ферментативный процесс, находящийся под нервно-гуморальным контролем.

В крови животных содержатся различные факторы, которые делятся на прокоагулянты (способствуют свертыванию) и антикоагулянты (препятствующие свертыванию). Факторы свертывания находятся в плазме, в кровяных пластинках (тромбоциты) и эритроцитах. В циркулирующей крови эти факторы находятся в неактивной форме, их деятельность подавляется естественными антикоагулянтами или ингибиторами свертывания.

В результате действия факторов свертывания фибриноген переходит в форму фибрина и выпадает в виде тончайших нитей, образующих остов, в котором задерживаются форменные элементы и плазма. Образуется тромб.

**Цель работы**. Выяснить действие различных факторов на свертывание крови.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Животное, часовые стекла или стекла с лунками, инъекционные иглы, 5%-ный раствор лимоннокислого (щавелевокислого) натрия, стакан со льдом или снегом, стакан с теплой водой, термометр для воды, парафин, спирт, вата, настойка йода.

**Ход работы**. Нумеруют пять часовых стекол (стекол с лунками) и помещают их в следующие условия:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Условия свертывания | Время свертывания |
| 1 | На стакан со льдом |  |
| 2 | Оставить при комнатной температуре |  |
| 3 | На стакан с теплой водой (39-40°С) |  |
| 4 | 1-2 капли 5%-ного раствора щавелевокислого (лимоннокислого) натрия. Оставить при комнатной температуре. |  |

На каждое стекло наливают 2-3 капли крови, выпуская ее из кровеносного сосуда животного с помощью кровопускательной иглы.

Отмечают время от момента взятия на стекло крови до ее свертывания (кровь не переливается при наклоне стекла).

**Вопросы итогового занятия**

1 Что такое кровь, ее виды, состав.

2 Функции крови.

3 Вязкость крови и относительная плотность крови.

4 Осмотическое и онкотическое давление крови.

5 Реакция крови и буферные системы.

6 Что такое ацидоз, его виды.

7 Что такое алкалоз, его виды.

8 Что такое плазма крови, белки плазмы и их значение.

9 Небелковые азотсодержащие соединения плазмы крови.

10 Безазотистые органические и неорганические вещества плазмы крови.

11 Эритроциты: их строение. Что такое эритроцитоз, его виды? Что такое эритрон?

12 Функции и продолжительность жизни эритроцитов.

13 Что такое гемолиз, его виды.

14. Гемоглобин, его строение и соединения.

15 Миоглобин.

16 Зернистые лейкоциты, продолжительность жизни.

17 Незернистые лейкоциты, продолжительность жизни.

18 Функции лейкоцитов.

19 Функции тромбоцитов, продолжительность жизни.

20 Что такое состудисто-тромбоцитарный (микроциркуляторный) гемостаз, как он протекает?

21 Что такое вторичный (коагуляционный) гемостаз, как он протекает.

22 Этапы и фазы свертывания крови в крупных сосудах.

23 Противосвертывающая система крови.

24 Кроветворение.

25 Регуляция кроветворения.

# Физиология сердца и сосудов

Кровь в организме животного движется по замкнутой системе кровеносных сосудов. Основным органом, обеспечивающим движение крови, является сердце. Работа сердца заключается в ритмичном сокращении и расслаблении его мышечной стенки. Такая ритмичная работа сердца и определенный тонус различных отделов кровеносной системы создают разность давления крови и непрерывность ее движения по сосудам.

В результате постоянного движения крови ко всем тканям и органам тела доставляются питательные вещества, кислород, минеральные вещества и другие соединения, а также удаляются из организма продукты обмена.

Работа сердца сопровождается рядом физических явлений, которые называются внешними проявлениями работы сердца, и которые дают возможность проследить работу сердца без проникновения внутрь грудной полости.

## Работа 19 Автоматия сердца. Влияние температуры на сердечные

## сокращения

Сердце, извлеченное из организма, при создании определенных условий продолжает ритмично сокращаться. Это обусловлено автоматией сердца, т.е. способностью приходить в состояние возбуждения без внешних воздействий, под влияние импульсов возникающих в нем самом.

**Цель работы**. 1) убедиться в автоматической деятельности сердца, 2) исследовать влияние температуры на характер автоматии.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Лягушка, препаровальный набор, термометр, раствор Рингера для холоднокровных, горячая вода, лед, пробковые дощечки, стеклянные чашечки диаметром 2-3 см на корковом или резиновом поплавке (рис. 15).

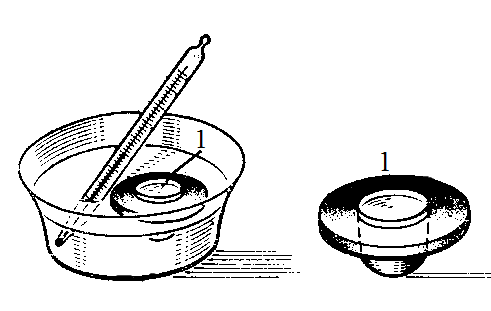
**Ход работы**. Обездвижить лягушку разрушением головного и спинного мозга и отпрепарировать сердце. Осторожно вырезать сердце из тела животного (вместе с венозным синусом) и поместить в стеклянную чашечку с поплавком, наполненную раствором Рингера. При правильной изоляции сердце продолжает сокращаться, что указывает на наличие в нем автоматии.

Рисунок 15 – Изучение влияния температуры на работу сердца:

1 – стеклянная чашечка с поплавком

Опустить чашечку в сосуд с водой комнатной температуры – 18-20°С и сосчитать число сокращений сердца за 1 мин. Поместить в сосуд кусочки льда и довести температуру воды до 5-10°С, вновь сосчитать частоту сокращений за 1 мин. Перенести чашечку с поплавком в сосуд с водой комнатной температуры, довести частоту сокращений сердца до исходного уровня. Постепенно добавлять в сосуд горячую воду, повышать температуру воды до 27-30°С (выше 35-37°С воду нагревать не следует, так как в мышце наступают необратимые изменения). Подсчитать частоту сокращений сердца.

## Работа 20 Анализ проводящей системы сердца лягушки

## (опыт Станниуса)

Автоматия сердца обусловливается ритмическими возбуждениями, возникающими в центрах так называемой проводящей системы сердца, образованной атипичными мышечными волокнами.

В проводящей системе сердца лягушки имеется два узла: узел Ремака в венозном синусе и узел Биддера в межпредсердной перегородке на границе с желудочками (рис. 16). От последнего отходят волокна, распространяющиеся по всей мускулатуре желудочка, кроме его верхушки. Узел Ремака обладает наибольшей степенью автоматии и является основным водителем сердечного ритма.

У млекопитающих проводящая система состоит из узла Кис-Флека (синусного, синоаурикулярного), узла Ашофа-Тавара (атриовентрикулярного, предсердно-желудочкового), пучка Гиса и волокон Пуркинье.

**Цель работы**. Накладывая лигатуры на разные отделы сердца, установить локализацию центров автоматии и последовательность распространения возбуждения по проводящей системе.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, дощечка для фиксации, набор инструментов для препаровки, глазной пинцет, булавки, зажим проволочный (серфинка), нитка, раствор Рингера для холоднокровных.

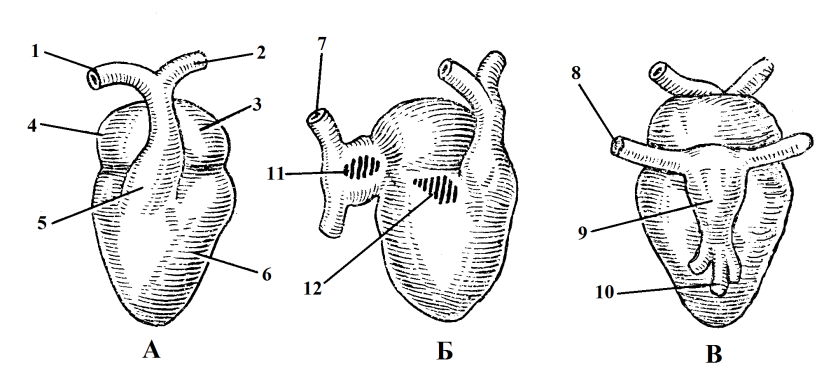
**Ход работы.** Лягушку предварительно обездвиживают путем разрушения головного и спинного мозга. Для этого можно использовать два способа:

Рисунок 16 – Схема строения сердца лягушки.

А – вид с брюшной стороны; Б – вид сбоку; В - вид со спины:

1 – правая дуга аорты, 2 – левая дуга аорты, 3 - левое предсердие, 4 – правое предсердие, 5 – конус аорты, 6 – желудочек, 7 – правая передняя полая вена, 8 – левая передняя полая вена, 9 – венозный синус, 10 – задняя полая вена, 11 – узел Ремака, 12 – узел Биддера

1 способ – лягушку завертывают в марлевую салфетку и двумя пальцами левой руки (мизинцем и безымянным) прижимают вытянутые задние лапки лягушки. Средним и большим пальцами фиксируют голову с боков, а указательным слегка наклоняют голову лягушки книзу. В этом случае обозначается положение ромбовидной ямки, соответствующее области сочленения костей черепа и первого позвонка. Проколов мягкие ткани острием зонда, вводят в ромбовидную ямку вертикально зонд так, чтобы ощутить твердую основу позвонка. Зонд переводят в горизонтальное положение и вводят его в спинномозговой канал. Разрушают спинной мозг продвижением зонда несколько раз вдоль позвоночника. Затем снова переводя зонд в вертикальное положение и, не вынимая его из ромбовидной ямки, вводят в головной мозг, разрушают его поворотами вправо и влево. При полном обездвиживании лягушки наступает полная потеря двигательной активности об отсутствие тонуса скелетной мускулатуры.

2 способ – лягушку заворачивают в марлевую салфетку и оставляют свободной голову. Один конец ножниц вводят в ротовую полость, другой устанавливают на 0,5 см сзади от глаз и отрезают верхнюю челюсть вместе с частью головы и глазами. При таком разрезе удаляется часть головного мозга - большие полушария. Ватным тампоном промокают кровь, чтобы был виден спинномозговой канал, вводят в него зонд и разрушают спинной мозг.

Лягушку прикалывают булавками за лапки к дощечке брюшком вверх. Сделать Т-образный разрез кожи от середины брюшка вверх по средней линии и в обе стороны плечевого пояса. Треугольные лоскуты кожи удалить. Приподнять пинцетом мечевидный отросток грудины, сделать надрез брюшной стенки и его нижнего края. Введя в разрез тупую браншу ножниц, подрезать с обеих сторон брюшную стенку и рассечь плечевой пояс. Удалить грудину, после чего будет видно бьющееся сердце, лежащее между двумя долями легкого. Приподнять осторожно пинцетом сердечную сорочку, разрезать ее маленькими ножницами и обнажить сердце.

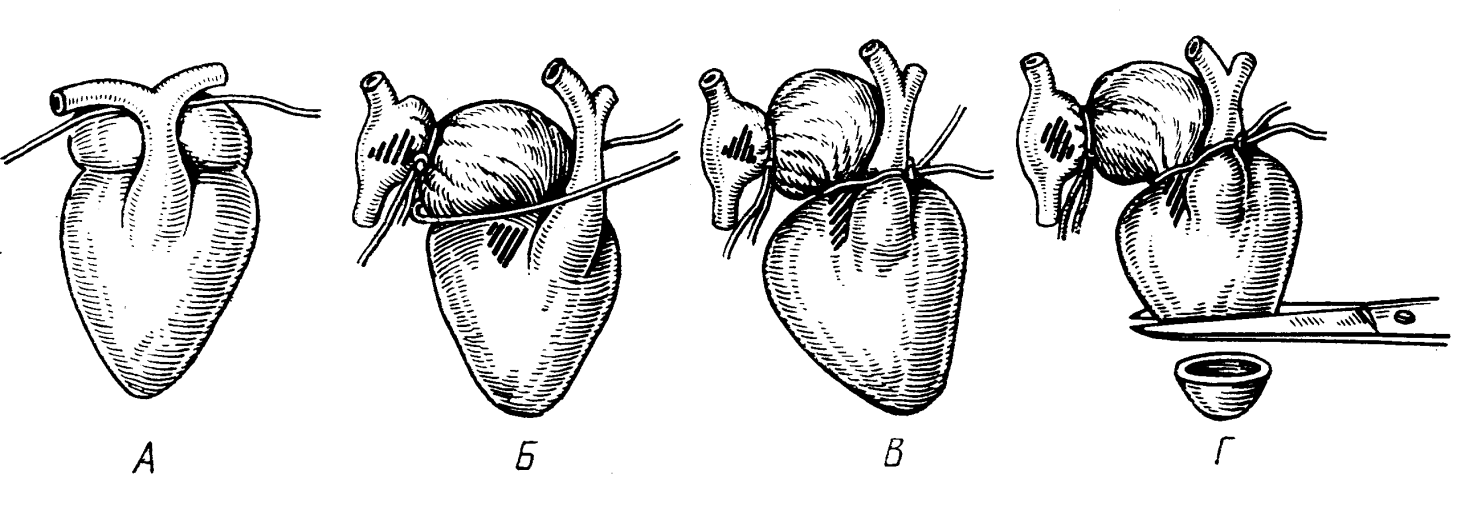
Подвести под аорты нитку. Приподнять сердце и запрокинуть его. Найти беловатую линию, отделяющую синус от предсердий. Проследить за последовательностью сокращений синуса, предсердий, желудочка и верхушки. Подсчитать частоту сокращений синуса.

Рисунок 17 – Наложение лигатур Станниуса:

А – подведена нитка под дуги аорты; Б – затянута первая лигатура, подведена вторая, синус отделен от предсердий; В – затянута вторая лигатура; Г - удалена верхушка сердца

Затянуть лигатуру на границе между синусом и предсердиями (первая лигатура Станниуса; рис. 17, Б). Проследить за последовательностью сокращений отделов сердца и подсчитать частоту сокращения тех отделов, которые сокращаются.

Придать сердцу обычное положение, подвести нитку под желудочек (не убирая первую лигатуру) и туго затянуть ее точно по атриовентрикулярной борозде (вторая лигатура Станниуса; рис. 17, В). Проследить за работой отделов сердца и подсчитать частоту сокращений.

В конце опыта отрезать верхушку сердца ножницами (рис. 17, Г) и положить ее в раствор Рингера на часовое стекло (первую и вторую лигатуры при этом не убирают). Проследить за работой отделов сердца, подсчитать частоту сокращений. На отрезанную верхушку нанести укол иглой. Проследить, что при этом произойдет.

Полученные результаты занести в таблицу и сделать выводы о работе проводящей системы сердца.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Отделы сердца | Норма | Результаты после наложения  1 лигатуры | Результаты после наложения  2 лигатуры | Результаты после наложения  3 лигатуры |
| Синус |  |  |  |  |
| Предсердия |  |  |  |  |
| Желудочек |  |  |  |  |
| Верхушка |  |  |  |  |

## Работа 21 Выслушивание тонов сердца

При работе сердца возникают звуки, которые называются тонами сердца. При выслушивании сердца слышны два звука: систолический – низкий и протяжный и диастолический – высокий и короткий. Систолический тон возникает при систоле и обусловлен сокращениями мышц, захлопыванием атриовентрикулярных клапанов и колебаниями сухожильных нитей. Диастолический тон слышен в начале диастолы и образуется при захлопывании полулунных клапанов.

**Цель работы**. Овладеть методикой выслушивания тонов сердца и дать оценку его работы.

**Объект исследования и оборудование**. Корова, лошадь, кролик и другие животные, фонендоскоп.

**Ход работы**. Сердечные тоны выслушивают с помощью фонендоскопа или стетофонендоскопа. Мембрану прибора прикладывают к месту прощупывания сердечного толчка, в области проекции клапанов левого желудочка. переднюю конечность животного с исследуемой стороны отводят немного вперед.

Лучше всего тоны сердца у животных прослушиваются в следующих местах. У лошади систолический тон лучше слышен в 5-ом межреберье слева, на середине нижней трети грудной клетки, диастолический тон – в 4-ом межреберье слева, на 2-3 см ниже горизонтальной линии от лопаточно-плечевого сустава.

У коровы систолический тон лучше слышен в 4-ом межреберье на уровне нижней трети грудной клетки животного, а диастолический тон – на 2-3 см ниже лопаточно-плечевого сустава.

Тоны сердца вначале выслушивают в состоянии покоя, а затем после небольшой пробежки или работы животного.

Отмечают наступление изменения тонов. По тонам сердца подсчитывают частоту сердечных сокращений.

## Работа 22 Исследование сердечного толчка

Сердечный толчок вызывается тем, что во время систолы изменяется форма сердца с эллипсоидной на круглую и в это время область левого желудочка соприкасается с грудной стенкой, вызывая ее колебания.

**Цель работы**. По сердечному толчку подсчитать сокращения сердца, определить силу его сокращений.

**Объект исследования**. Лошадь, корова, кролик, другие животные.

**Ход работы**. Левую переднюю конечность животного отводят немного вперед. При осмотре нижней трети грудной клетки слева обращают внимание на колебания грудной стенки в области 4-5-го межреберья.

Для прощупывания сердечного толчка прикладывают и прижимают ладонь левой руки к поверхности грудной клетки животного слева в области 4-5-го межреберья на 2-3 см выше локтевого сустава. Отмечают частоту сердечных сокращений, их ритмичность (см. Приложение Б).

## Работа 23 Электрокардиография

Электрический потенциал, возникающий в сердечной мышце при ее возбуждении и распространении возбуждения, может быть зарегистрирован на поверхности тела человека или животного, так как ткани обладают сравнительно высокой электропроводностью.

Метод регистрации потенциалов сердца называется электрокардиография (ЭЭГ), а прибор, с помощью которого их регистрируют - электрокардиограф.

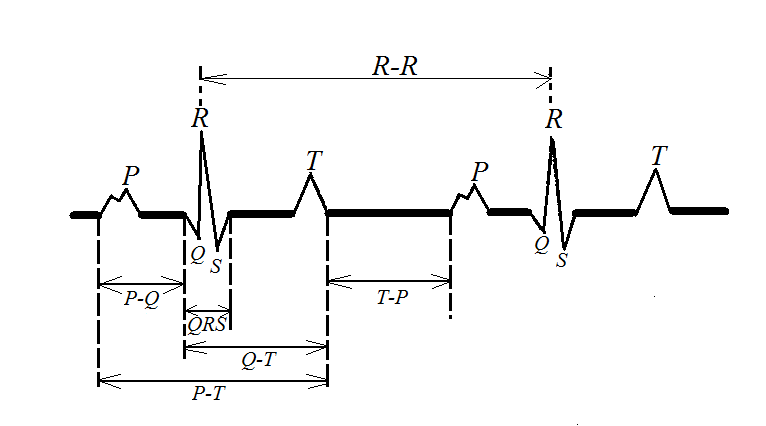
Электрокардиограмма (рис. 18) состоит из отдельных зубцов, которые обозначаются буквами Р, Q, R, S, T, и интервалов между ними. Зубец P представляет собой электрические потенциалы, возникающие при возбуждении правого и левого предсердий. Зубец Q отражает возбуждение межжелудочковой перегородки, верхушки левого и основания правого желудочков. Зубец R – это процесс постепенного возбуждения желудочков, в зубец S – максимум возбуждения желудочков. Зубец Т указывает на реполяризацию желудочков. Таким образом, комплекс зубцов P,Q, R, S, T отражает алгебраическую сумму электрических потенциалов правого и левого желудочков сердца.

Рисунок 18 – Схема электрокардиограммы:

*P-Q, Q-T* – интервалы; *P-T* – систолический период; *T-P* – диастолический период; *R-R* - интервал, характеризующий длительность одного полного сердечного цикла

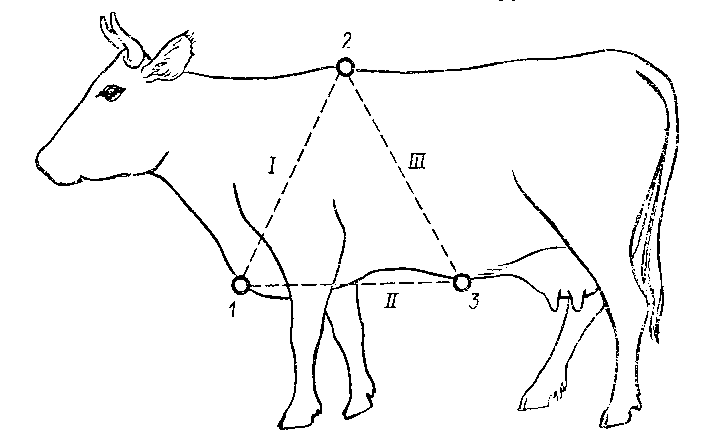
Интервал от начала зубца P до начала зубца Q (интервал P-Q) показывает время проведения возбуждения от синоатриального узла до атриовентрикулярного узла, то есть от предсердий до желудочков. Интервал Q-R-S соответствует времени полного охвата возбуждением желудочков. Интервал Q-T характеризует время возбуждения желудочков в момент их систолы. По длительности одного полного сердечного цикла (R-R) можно вычислить частоту сердечных сокращений (рис.18).

Электрокардиограмма отражает процесс возникновения и скорость распространения возбуждения по проводящей системе и мускулатуре сердца. Электрокардиография широко применяется для контроля за функциональным состоянием сердца и диагностики его заболеваний.

Рисунок 19 – Схема присоединения электродов при регистрации сагиттальных отведений электрокардиограммы:

1- электрод, накладываемый на краниальный конец грудины (с красным наконечником), 2 – электрод, накладываемый на холку (с желтым наконечником), 3 – электрод, накладываемый на область пупка (с зеленым наконечником): *I* – первое отведение, *II* - второе отведение *III* – третье отведение

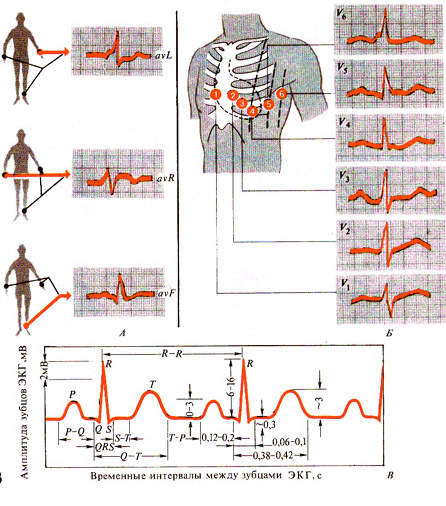
При записи электрокардиограммы у человека и животных электроды накладывают на три точки тела: пясти обеих грудных конечностей и плюсну левой тазовой конечности (у овец, коз, свиней и собак электроды накладывают на дистальные концы лучевых костей и плюсны левой тазовой конечности). Индифферентный (заземляющий) электрод укрепляют на тех же местах плюсны правой конечности.

М.П. Рощевский для крупного рогатого скота разработал методику записи электрокардиограммы по трем сагиттальным грудным отведениям (рис. 19). Точки отведения при этом расположены на краниальном конце грудины (предгрудинная область), на холке (средней точке линии, соединяющей каудальные углы правой и левой лопаток) и рядом с пупком (на точке пересечения перпендикуляра, опущенного от 13-го грудного позвонка с белой линией живота). Заземляющий электрод укрепляют у корня хвоста. В качестве электродов можно использовать стальные прищепки.

**Цель работы**. Записать кардиограмму у человека и животного и провести ее анализ.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Человек, животное (кролик), электрокардиограф, 1%-ный раствор NaCl, спирт-эфир (поровну), резиновые бинты, металлические стальные прищепки.

**Ход работы**. Подготавливают электрокардиограф к работе согласно прилагаемой к нему инструкции. В местах наложения или прикрепления электродов выстригают шерсть, кожу обезжиривают спирт-эфиром. Чтобы обеспечить хороший контакт, между электродами и кожей помещают салфетки смоченные 1%-ным раствором NaCl (на местах крепления металлических прищепок кожу смачивают 1%-ным раствором NaCl).

Плотно укрепляют электроды с помощью резиновых бинтов. Присоединяют к электродам цветные штекеры проводов следующим образом: красный – правая пясть, желтый – левая пясть, зеленый – левая плюсна, черный – правая плюсна.

Для записи электрокардиограммы обычно используют три основных отведения (рис. 20): I отведение – от грудных конечностей в области пястей; II отведение – от пясти правой грудной и плюсны левой тазовой конечностей; III отведение – от пясти левой грудной и плюсны левой тазовой конечностей.

У крупного рогатого скота используют сагиттальную систему грудного отведения: I отведение – между краниальным концом грудины и холкой; II отведение – между краниальным концом грудины и областью пупка; III отведение – между холкой и областью пупка. Эта же методика наложения электродов и отведений может быть использована для записи электрокардиограммы и у лошади.

Рисунок 20 - Электрокардиография

(униполярные отведения).

А—отведения от конечностей; Б — грудные отведения; В — ЭКГ (схема).

Расшифровку электрокардиограммы начинают с записи II отведения, а I и III отведения имеют вспомогательное значение. При анализе электрокардиограммы обращают внимание на ритмичность сокращений сердца, величину зубцов и продолжительность интервалах.

## Работа 24 Измерение артериального давления

Кровь, находящаяся в сосудах оказывает определенное давление на их стенки, величина которого в норме относительно постоянна. Эта величина зависит от силы сокращения желудочков сердца и сопротивления, которое оказывают эластические стенки сосудов. В артериальной системе высота кровяного давления падает от центра к периферии. В аорте оно составляет 140/90 *мм рт. ст.* (первая цифра обозначает систолическое, или верхнее, давление, а вторая диастолическое, или нижнее), в крупных артериях — в среднем 120/80 *мм рт. ст.*, в артериолах — около 40, а в капиллярах 10—15 *мм рт. ст.* При переходе крови в венозное русло давление снижается еще больше, составляя в локтевой вене 60 —120 *мм вод. ст.*, а в наиболее крупных венах, впадающих в правое предсердие, может быть близким к нулю и даже достигать отрицательных величин.

Артериальное давление меняется в зависимости от фазы сердечного цикла. В период систолы оно повышается (систолическое, или максимальное давление), в период диастолы – снижается (диастолическое, или минимальное). Разность между систолическим и диастолическим давлением называется пульсовым давлением.

Артериальное давление можно измерить с помощью тонометра методом Рива-Роччи (по пульсу) или методом Короткова (выслушивая звуки в артерии, появляющиеся при ее сдавливании).

**Цель работы**. Овладеть методом измерения артериального давления у человека и животных и определить величину систолического и диастолического давления.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Человек, животные (лошадь, корова и др.), тонометр, фонендоскоп.

Измерение артериального давления у человека по методу Короткова. У человека артериальное давление измеряют методом Короткова. Этот метод основан на выслушивании звуков, возникающих ниже места сдавливания плечевой артерии манжетой тонометра (рис. 21).

В несдавленной артерии при движении крови звуков нет. Если в манжете создать выше уровня систолического давления, то манжета полностью перекрывает просвет артерии и кровоток в ней прекращается. Если постепенно выпускать давление воздух из манжеты, то в момент, когда давление в ней станет чуть ниже систолического, кровь при систоле преодолевает сдавленный участок и прорывается за манжету. Удар о стенку артерии первой порции крови, движущейся с большой скоростью и прорывающийся через сдавленный участок, создает звуки, слышимые ниже манжеты. Это давление соответствует систолическому, или максимальному, давлению.

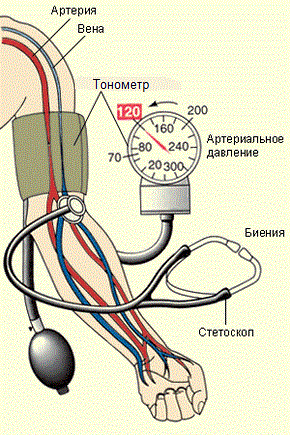
При дальнейшем выпускании воздуха из манжеты наступает момент, когда давление в ней становиться ниже диастолического, кровь начинает проходить по артерии без препятствий. В этот момент звуки в артерии исчезают, момент исчезновения звуков соответствует диастолическому, или минимальному, давлению.

Рисунок 21 – Измерение артериального давления у человека по методу Короткова

**Ход работы**. Испытуемый сидится на стул и кладет руку на стол.

**Пошаговая техника измерения артериального давления:**

1 Приложите манжету тонометра к обнаженной руке так, чтобы ее нижний край находился примерно на 2-3 см выше локтевого сгиба. Оберните манжету вокруг руки и закрепите ее в этом положении липучками.

2 Вставьте наконечники фонендоскопа в уши, а металлическую головку приложите к области лучевой артерии - сразу над локтевой ямкой на внутренней поверхности плеча.

3 Возьмите в руку грушевидный насос тонометра.

4 Сжимая и разжимая грушевидный насос, нагнетайте воздух в манжете до тех пор, пока не прекратится ток крови по лучевой артерии. В этом случае с помощью стетоскопа ничего не выслушивается, и прощупать пульс на запястье не возможно.

5 Начните выпускать воздух из манжеты. Для получения достоверных результатов измерения артериального давления нужно делать это медленно, со скоростью около 2 мм рт. ст. в секунду. Давление в манжете будет понижаться, и ток крови по артерии возобновится. Показание ртутного столба на момент первого удара пульса, который вы услышите через фонендоскоп, будет соответствовать систолическому артериальному давлению.

6 Запомните или запишите первое показание.

7 Продолжайте выпускать из манжеты воздух до тех пор, пока не возобновится естественный ток крови,  а звук, слышимый через фонендоскоп, не прекратится. В этот момент ртутный столб будет показывать диастолическое артериальное давление.

8 Запомните или запишите  второе показание ртутного столба.

9 Запишите полученные результаты (систолическое и, через дробь, диастолическое артериальное давление), не полагаясь на память. Отметьте также руку, на которой проводилось измерение (правая или левая).

Измерение артериального давление у животных. Лучшим местом определения артериального давления у лошадей и крупного рогатого скота является хвостовая артерия, у телят до 1 года и овец – срединная артерия, у свиней и собак – артерия сафена.

**Ход работы**. Лошадь (корову) фиксируют в станке. На корень хвоста накладывают манжету. Нащупывают пульс в дистальном отделе хвостовой артерии. Нагнетают воздух в манжету, при этом пульсация в артерии прекращается. Постепенно снижают давление в манжете, момент появления пульса соответствует систолическому давлению в хвостовой артерии. Измерение давления по методу Рива-Роччи позволяет определить только систолическое давление.

## Работа 25 Исследование пульса

Артериальным пульсом называются ритмические волнообразные колебания сосудистой стенки, обусловленные систолическим повышением давления в артериях. При каждой систоле желудочки сердца выбрасывают в аорту определенное количество крови, которая растягивает ее стенки. Во время диастолы растянутые стенки возвращаются в исходное положение. Это растяжение и спадение стенок аорты взывают ее ритмические колебания, которые передаются по стенкам артерий. Пульсовая волна распространяется от аорты до артерий и капилляров, где она гаснет.

**Цель работы**. Научиться исследовать пульс, по пульсу определить работу сердца и состояние сосудов.

**Объект исследования**. Человек, лошадь, корова, собака, кролик.

**Ход работы**. Пальпацию (прощупывание) пульса производят 2-3 пальцами. Места пальпации пульса у человека показаны на рисунке 22. У лошади пульс пальпируют на наружной челюстной артерии в сосудистой вырезке нижней челюсти; у крупного рогатого скота – на наружной челюстной артерии, идущей вдоль переднего края массетера, на хвостовой артерии и бедренной артерии на 5-7 см выше основания пяточного бугра; у мелкого рогатого скота, собак и пушных зверей – на бедренной артерии в паховой области.

Пальпацию пульса проводят с соблюдением правил безопасности при работе с животными.

При исследовании пульса определяют:

- частоту пульса;

- ритмичность пульса – наличие одинаковых промежутков между пульсовыми ударами;

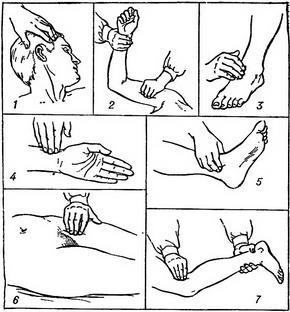
- наполнение – наполнение артерий кровью за каждую систолу;

- напряжение пульса – сопротивление артерий давлению (твердый, мягкий);

Рисунок 22 – Исследование пульса у человека

- величину пульса – размах колебаний артерии (большой, малый);

- форму пульсовой волны – быстроту ее подъема и спада (скачущий и медленный).

****

## Работа 26 Влияние адреналина и ацетилхолина на сокращение

## сердца лягушки

На деятельность сердца оказывают влияние некоторые гормоны и биологически активные вещества. Например, гормоны надпочечников адреналин и норадреналин вызывают учащение и усиление сокращений сердца (рис. 23). Также при избытке в крови гормона щитовидной железы тироксина учащаются сердечные сокращения. Содержание адреналина и норадреналина в крови увеличивается при физической нагрузке, эмоциональном возбуждении. Эффект влияния адреналина на сердечную мышцу похож на влияние симпатических нервов.

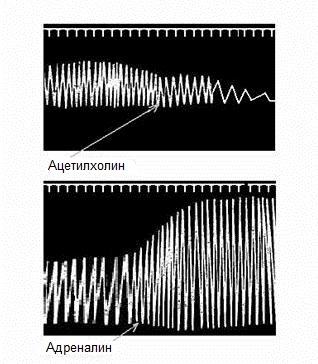
 При раздражении блуждающих нервов в их окончаниях выделяется медиатор ацетилхолин, который ослабляет и урежает сокращения сердца (рис. 23).

Рисунок 23 - Влияние адреналина и ацетилхолина на сокращение сердца

лягушки

**Цель работы**. Проследить, как изменяется работа сердца под влиянием адреналина и ацетилхолина.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Лягушка, дощечка для фиксации лягушки, булавки, набор инструментов для препаровки, вата, марля, раствор Рингера для холоднокровных животных, раствор адреналина 1 : 1000, раствор ацетилхолина 1 : 50 000, глазные пипетки,

**Ход работы**. Обездвиживают лягушку, прикалывают ее к дощечке брюшком вверх, вскрывают грудобрюшную полость, обнажают сердце, освобождая его от сердечной сорочки, перерезают уздечку. Подсчитывают частоту сокращений сердца в норме за 1 мин.

На сердце наносят 1 каплю раствора адреналина. Подсчитывают частоту сокращений за каждые 30 секунд в течение 2 мин, обращая внимание на силу сокращений.

Отмывают сердце раствором Рингера и выжидают исходной частоты сокращений. После восстановления исходной частоты сокращений на сердце наносят 1-2 капли раствора ацетилхолина. Подсчитывают число сокращений сердца за каждые 30 секунд в течение 2 мин.

Наблюдения о влиянии адреналина и ацетилхолина на работу сердца можно проследить на сердце лягушки, вырезанном и помещенном на часовое стекло.

## Работа 27 Влияние калия и кальция на сокращение сердца лягушки

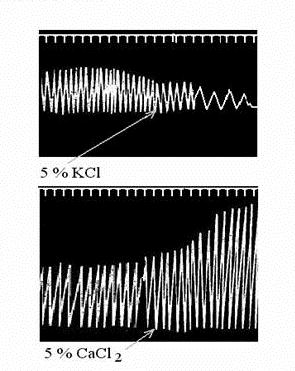
 Сокращения сердца зависят от концентрации ионов калия и кальция находящихся в крови и тканевой жидкости. В мышечной ткани содержание калия в 40-50 раз выше, чем в межклеточном пространстве. Увеличение концентрации калия в наружном растворе приводит к уменьшению градиента концентрации его как внутри, так и снаружи мышечной клетки, что вызывает уменьшение мембранного потенциала клетки (рис. 24). Это, в свою очередь, приводит к замедлению деполяризации, амплитуды и укорочению потенциала действия. В результате в мышечные клетки при их возбуждении проникает меньше ионов кальция и сердце будет сокращаться реже и слабее.

Рисунок 24 - Влияние калия и кальция на сокращение сердца лягушки

Кальций из окружающей среды входит внутрь мышечных волокон сердца и стимулирует процессы сокращения и чем больше кальция входит в волокно при возбуждении, тем больше амплитуда сокращений мышц сердца (рис. 24).

**Цель работы**. Выяснить влияние ионов калия и кальция на сокращения сердца лягушки.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Лягушка, набор инструментов для препаровки, марлевые салфетки, часовые стекла, раствор Рингера для холоднокровных животных, глазные пипетки, 1%-ные растворы калия хлорида и кальция хлорида.

**Ход работы**. Лягушку обездвиживают, прикалывают к дощечке и вскрывают грудобрюшную полость в области сердца. Осторожно вырезают ножницами сердце, кладут его на часовое стекло и заливают раствором Рингера. Через 3-4 мин после этого подсчитывают число сокращений сердца за 1 мин. В раствор Рингера, где находится сердце, добавляют 1-2 капли 1 %-ного раствора хлорида калия и подсчитывают число сокращений сердца за 1 мин, обращая внимание на силу сокращений. Затем несколько раз заменяют рингеровский раствор на часовом стекле. После того как установится первоначальная частота сокращений сердца (которая была до добавления раствора KCl), добавить в раствор 1-2 капли 1 %-ного раствора хлорида кальция. Снова подсчитать число сокращений сердца за 1 мин.

## Работа 28 Рефлекторные влияния на деятельность сердца

Работа сердца может изменяться рефлекторно при раздражении рецепторов кожи, органов брюшной полости, глазных яблок. Замедление сокращения сердца можно вызвать при надавливании на глазные яблоки – рефлекс Данини-Ашнера. При этом рефлекторно возбуждаются ядра блуждающего нерва, что и приводит к замедлению частоты сокращений (рис.25).

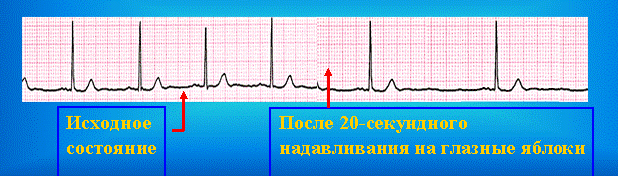


Рисунок 25 – Рефлекс Данини-Ашнера

**Цель работы**. Пронаблюдать рефлекторные изменения сокращений сердца при раздражении рецепторов глаза.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Человек, животное (лошадь, корова), фонендоскоп.

**Ход работы**. При работе с животными их фиксируют в станке. С помощью фонендоскопа слушают и подсчитывают частоту сокращений сердца в норме (можно подсчитать и по пульсу).

Большими пальцами производят слабое, постепенно усиливающееся давление на оба глазных яблока в течение 10 с. Сразу после надавливания на глазные яблоки и затем через каждые 5 с в течение 10 с подсчитывают частоту сокращений сердца, до тех пор, пока она не станет такой, какой была до начала опыта. Определяют, в какие пятисекундные промежутки изменяется частота сокращений сердца. Полученные результаты оформить в виде графика.

Пример:

## Работа 29 Сопряженные сосудистые рефлексы у кролика

Артериальные сосуды находятся в состоянии определенного тонуса, который может изменяться под влиянием рефлекторных и гуморальных факторов. Рефлекторные изменения тонуса артерий (сосудистые рефлексы) делятся на собственные и сопряженные. Собственные сосудистые рефлексы вызываются импульсами от рецепторов сосудистых рефлексогенных зон, сопряженные – с поверхности тела (механические, электрические, химические раздражения кожи, воздействие холодом, теплом и т.д.).

**Цель работы**. Проследить за сосудодвигательными рефлексами на ухе кролика при температурном и механическом раздражении прилегающих и отдаленных участков кожи.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Кролик-альбинос, осветитель для микроскопа, банка для воды, простыня, лед, вата, вода подогретая до 50ºС, ксилол, булавки.

**Ход работы**. Кролика завернуть в полотенце (простыню), оставив снаружи голову и правую переднюю лапу. Поддерживая уши за кончики, осветить их ярким источником светом и наблюдать за состоянием кровеносных сосудов. Опустить лапу кролика в горячую воду. Раздражение конечности вызывает отдаленное рефлекторное расширение сосудов уха той же стороны.

Нанести кролику болевое или резкое звуковое раздражение и наблюдать сильное сужение сосудов обоих ушей.

Раздражать левое ухо механически, несколько раз щелкнув по нему пальцами или натереть ухо ватой, смоченной ксилолом. В ответ на местное раздражение, после кратковременного сужения сосудов, наступает артериальная гиперемия.

**Вопросы итогового занятия**

1 Какими физиологическими свойствами обладает сердечная мышца? Дайте их краткую характеристику.

2 Автоматия сердца.

3 Возбудимость сердечной мышцы.

4 Проводимость сердечной мышцы.

5 Сократимость сердечной мышцы. Законы сокращения.

6 Рефрактерность миокарда и экстрасистола.

7 Сердечный цикл. Продолжительность фаз сердечного цикла.

8 Тоны сердца.

9 Систолический и минутный объем кровотока.

10 Биопотенциалы.

11 Регуляция работы сердца.

12 Нервная регуляция работы сердца.

13 Гуморальная регуляция работы сердца.

14 Рефлекторная регуляция работы сердца.

15 Круги кровообращения.

16 Кровеносные сосуды. Причины движения крови по сосудам.

17 Артериальный пульс.

18 Давление крови.

19 Скорость кровотока.

20 Регуляция кровообращения.

21 Особенности кровообращения в сердце и мозге.

22 Особенности кровообращения в легких, печени и селезенке.

23 Лимфатическая система.

24 Состав и свойства лимфы.

25 Механизм образования и движения лимфы.

# Дыхание

Дыхание – физиологический процесс, обеспечивающий поступление в организм кислорода и выделение из него углекислого газа. Дыхание состоит из: 1) внешнего дыхания: а) обмен газов между внешней средой и альвеолами легких (вентиляция легких) и б) обмен газов между альвеолами легких и кровью; 2) транспорта газов кровью – перенос кровью кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким; 3) внутреннего (клеточного) дыхания: а) обмен газов между кровью и тканевой жидкостью и б) обмен газов между тканевой жидкостью и клеткой.

## Работа 30 Исследование внешнего дыхания

У млекопитающих внешнее дыхание осуществляется легкими. Обмен воздуха между альвеолами легких и внешней средой происходит в результате ритмических дыхательных движений грудной клетки. Во время вдоха при сокращении наружных межреберных мышц и диафрагмы расширяется (увеличивается в объеме) грудная клетка, что вызывает увеличение легких. Давление в легких становится ниже атмосферного, и воздух через воздухоносные пути входит в них. В механизме вдоха имеет большое значение отрицательное давление в плевральной полости, которое обеспечивает расширение легких.

Выдох происходит при расслаблении вдыхательных мышц и диафрагмы, грудная клетка при этом возвращается в исходное положение. Объем уменьшается, она сдавливает легкие и выжимает из них воздух. При вдохе воздух по дыхательным путям проходит в альвеолы, а при выдохе часть альвеолярного воздуха уходит наружу. Эта циркуляция воздуха называется легочной вентиляцией. Умножив объем воздуха отдельного вдоха на число дыхательный движений в минуту, можно рассчитать минутный объем легочной вентиляции.

**Цель работы**. Исследовать внешнее дыхание путем наблюдения дыхательных движений.

**Объект исследования**. Человек, животные (лошадь, корова, кролик, овца и др.).

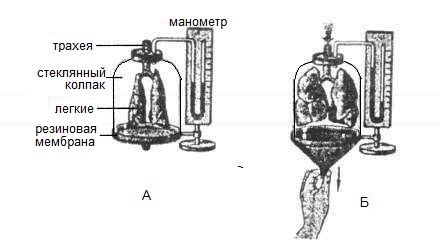
**Ход работы**. За движениями грудной стенки и мышц живота при вдохе и выдохе наблюдают у животных разных видов и делают сопоставления. Выявляют особенности по выраженности, силе движений грудной стенки и мышц живота. Полученные результаты описывают и дают заключение о типе дыхания (грудной, брюшной, грудобрюшной).

## Работа 31 Механизм легочного дыхания

В высших позвоночных животных легкие находятся в герметически замкнутой грудной полости и окружены висцеральным и париетальным листками плевры, между которыми находится межплевральная щель. Так как объем грудной полости больше объема легких, то последние всегда растянуты и обладают упругим эластическим напряжением, т.е. стремлением спадаться. Благодаря упругому напряжению (эластической тяге) легких давление в межплевральной щели в нормальных условиях ниже внутрилегочного. При увеличении объема грудной полости, при сокращении наружных межреберных мышц и мышечных волокон диафрагмы эта разница давлений возрастает. Объем легких пассивно увеличивается, давление в них понижается, и воздух по воздухоносным путям входит в легкие. Происходит вдох. При выдохе объем грудной клетки уменьшается, давление в плевральной полости увеличивается, легочная ткань сжимается, и воздух выводится наружу.

**Цель работы**. Проследить за изменением легких при акте дыхания на модели Ф. Дондерса.

**Объект исследования**. Модель Дондерса.

** Ход работы.** Делают модель Дондерса (рис. 26). В стеклянную бутыль, дно которой заменено плотной резиновой мембраной с рукояткой, имитирующей диафрагму, помещают извлеченные легкие с трахеей, зафиксированной на трубке, пропущенной через пробку, плотно закрывающую отверстие бутыли. Используют свежевырезанные легкие кролика, кошки или крупной крысы.

В трахею ввязывают стеклянную трубку, пропущенную через пробку, легкие погружают в глицерин и надувают их. Затем легкие извлекают из глицерина и вставляют в бутыль, которую плотно закрывают пробкой.

Оттягивая резиновое дно бутыли, имитируя сокращение диафрагмы при вдохе или вдавливая дно, имитируя расслабление диафрагмы при выдохе, наблюдают за изменением объема легких.

После этого необходимо описать характер изменений, объяснить причины растяжения легких при вдохе и сжимания их при выдохе.

Рисунок 26 - Модель Дондерса:  
А - экскурсия легких в конце выдоха; Б - экскурсия легких во время вдоха

## Работа 32 Оксигемометрия

Оксигемометрия – фотоэлектроколориметрический метод определения степени насыщения артериальной крови кислородом. Кислород находится в крови в химической связи с гемоглобином в виде непрочного, легко диссоциирующего соединения – оксигемоглобина. Связывание кислорода гемоглобином зависит от напряжения кислорода и углекислого газа в крови, величины рН и температуры. Отношение содержания кислорода в крови к ее максимальной кислородной емкости (% Hb мл О2) характеризует степень насыщения крови кислородом. Эта величина определяется прибором оксигемометром, в основе действия которого лежит разная способность оксигемоглобина и восстановленного гемоглобина поглощать световые лучи с длиной волны 620…680 нм.

**Цель работы**. Определить степень насыщения артериальной крови кислородом у человека в зависимости от поступления кислорода.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Человек, кролик, оксигемометр.

Подготовка опыта. Для работы используют оксигемометр комбинированный 057 М с фотоэлектрическим датчиком. Определяют насыщение крови у человека и кролика-альбиноса.

Оксигемометр 057 М (рис. 27) состоит из датчиков (ушного и кюветного) и электроизмерительного блока. Ушной датчик соединен с блоком гибким шлангом. Изменение цвета крови, обусловленное изменением ее насыщения кислородом, улавливается фотоэлектрическим датчиком с кремниевыми фотоэлементами, которые преобразуют изменение цвета в изменение фототока. Изменение фототока регистрируется стрелочным измерительным прибором, включенным в электрическую схему. Осветительная лампа ушного датчика одновременно служит источником тепла, ускоряющего ток крови и способствующий ее оксигенации.

**Ход работы**. 1) Включить прибор в сеть и прогреть его в течение 30 мин. переключатель датчика поставить в положение «нуль», переключатель шкал – в положение «60-100%». Ручкой регулировки нуля установить стрелку прибора на нулевую отметку в середине шкалы.

Укрепить датчик прибора в верхней части ушной раковины человека в сомкнутом положении (рис. 27, В). Вращением тубуса датчика подобрать оптимальные условия сжатия уха. Провод датчика перекинуть через голову испытуемого и прижать налобной повязкой.

Переключатель датчика поставить в положение «ухо» и ручкой настройки ушного датчика установить стрелку в средней части шкалы. Выждать время (5-6 мин), необходимое для прогрева уха (стрелка прибора колеблется в одном положении) и установления уровня исходного насыщения крови кислородом. В дальнейшем этот показатель будет исходным для проведения всех опытов.

Далее исследовать показатели оксигемометрии:

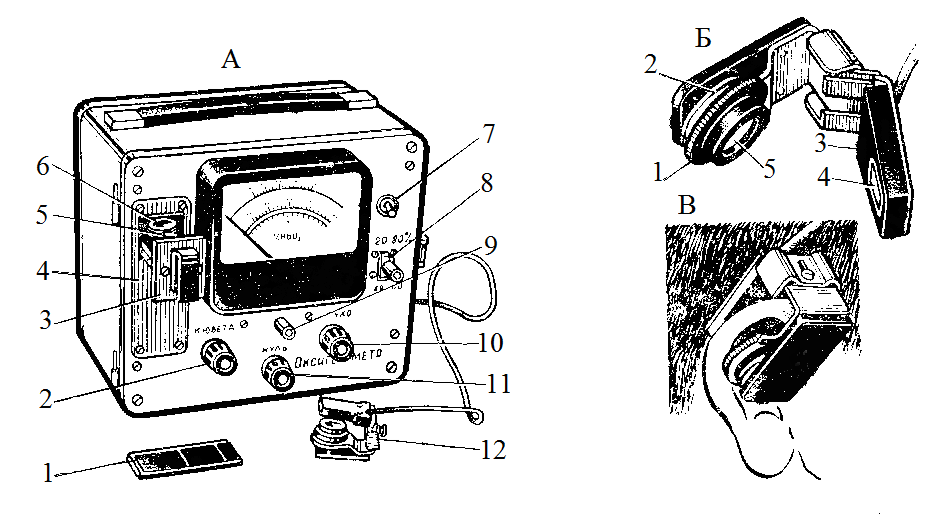
- при задержке дыхания на 0,5-1 мин на вдохе;

Рисунок 27 – Оксигемометр 057 М:

А – общий вид прибора: 1 – контрольный светофильтр ушного датчика, 2 – ручка настройки кюветного датчика, 3 - каретка кюветного датчика, 4 – кюветный датчик, 5 – кювета в гнезде, 6 – блок установочного светофильтра, 7 – тумблер включения, 8 – ручка переключения пределов, 9 – ручка переключения датчиков, 10 – ручка настройки ушного датчика, 11 – ручка регулировки нуля, 12 – ушной датчик;

Б – ушной датчик в раскрытом положении: 1 – тубус осветителя, 2 – осветитель, 3 – фотоэлементный корпус, 4 – кремниевые фотоэлементы, 5 – блок стекол;

В – датчик, укрепленный на ухе

- при задержке дыхания на 0,5-1 мин на выдохе;

- при гипервентиляции легких (частое и глубокое дыхание 10-15 раз);

- после 20 приседаний.

После каждого испытания устанавливать вручную или дожидаться пока стрелка индикатора не возвратиться к цифре исходного насыщения при спокойном дыхании испытуемого.

2) Проделать описанные манипуляции с кроликом-альбиносом. Задержку дыхания вызвать кратковременным зажатием ноздрей.

## Работа 33 Определение частоты дыхания

**Цель работы**. Определить у животных частоту дыхания.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Животные, измерительная лента, секундомер.

**Ход работы**. У лошадей, коров, овец и других животных легко подсчитать частоту дыхательных движений за 1 мин. Частоту дыхания определяют по движению ребер и мышц живота или по шумам в области трахеи и легких, а также по движению воздуха во время выдоха, поднося тыльную сторону кисти руки к носу животного. В зимнее время подсчет производят по парам выдыхаемого воздуха.

Для определения движения грудной клетки следует стать впереди или сзади животного и посмотреть, одинаковая ли выпуклость грудной клетки справа и слева и равномерно ли расширяются обе половины. Сравнивают, какие части грудной клетки расширяются больше и в каком направлении.

Затем подходят к животному сбоку, кладут пальцы руки на межреберное пространство передней, средней и задней трети грудной клетки и отмечают их изменения в различные фазы дыхания.

Затем измеряют окружность грудной клетки за локтевым отростком предплечья, на средней части грудной клетки и на уровне последних ребер. У каждой трети грудной клетки устанавливают величину окружности при вдохе и выдохе.

Частоту дыхательных движений и изменение окружности грудной клетки определяют на животных в обычных условиях и после физической нагрузки (см. Приложение Б).

## Работа 34 Аускультация легких

Аускультация (выслушивание) легких может быть опосредованной – с использованием приборов и непосредственной – ухом. Во время вдоха и выдоха возникают шумы, которые делят на бронхиальные, везикулярные и смешанные. Легочные шумы лучше всего прослушать в средней трети грудной клетки. Здесь отмечают преимущественно везикулярные шумы от поступающего в альвеолы воздуха. В области трахеи выслушивают шумы, возникающие при продвижении воздуха, с наличием звуковых оттенков, идущих из гортани и грудной части трахеи, особенно с места бифуркации.

**Цель работы.** Провести аускультацию легких у животных.

**Объект исследования, материал и оборудование.** Животные, фонендоскоп, стетофонендоскоп, марля, полотенце.

**Ход работы.** К месту выслушивания прикладывают фонендоскоп или другой прибор и улавливают характерные звуки. При непосредственном прослушивании на кожу животного накладывают полотенце или марлю, прикладывают ухо и определяют частоту и характер шумов, возникающих при вдохе и выдохе.

Более отчетливые шумы получают при исследовании лошадей или коров, если им зажать на некоторое время ноздри. Сразу же после освобождения отмечают глубокий вдох и выдох, которые сопровождаются образованием ясных, хорошо прослушиваемых звуков в различных местах легкого и трахеи.

## Работа 35 Перкуссия легких

**Цель работы.** Провести перкуссию легких у животных.

**Объект исследования, материал и оборудование.** Животные, плессиметр, перкуссионный молоточек, мел.

**Ход работы.** Перкуссию легких проводят с помощью плессиметра и перкуссионного молоточка. Плессиметр располагают в межреберном пространстве и равномерно постукивают по нему молоточком. Пока плессиметр проходит над областью легких, исследователь слышит звонкий звук, за пределами легких звук становится глухим (тупым). Точки притупления звука отмечают мелом и соединяют их после окончания перкуссии. Эта линия будет служить границей проекции легких на поверхности грудной клетки.

**Вопросы итогового занятия**

1 Что такое дыхание? Эволюция дыхания.

2 Механизм вдоха и выдоха.

3 Отрицательное давление в грудной полости.

4 Типы дыхания.

5 Лёгочные объемы.

6 Лёгочная вентиляция.

7 Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха.

8 Перенос газов кровью. Парциальное давление.

9 Связывание и перенос кислорода кровью.

10. Связывание и перенос углекислого газа кровью.

11 Газообмен в лёгких.

12 Газообмен в тканях.

13 Клеточное дыхание.

14 Взаимосвязь дыхания и кровообращения.

15 Регуляция дыхания.

16 Зависимость дыхания от возраста, физиологического состояния.

17 Изменение дыхания при мышечной работе.

18 Дыхание при измененном атмосферном давлении.

19 Дыхание при повышенном барометрическом давлении.

20 Особенности дыхания птиц.

21 Голос животных.

22 Взаимосвязь органов дыхания с другими системами организма.

# Пищеварение

Пищеварение – начальный этап использования пищи, который заключается в превращении исходных пищевых продуктов в компоненты, лишенные видовой специфичности и пригодные к всасыванию во внутреннюю среду и участию в промежуточном обмене. Обработка и превращение пищевых продуктов в простые химические соединения, способные всасываться обеспечивается совокупностью физических, химических и физиологических процессов.

Физические изменения пищи заключаются в механической ее обработке: размельчении, перетирании, перемешивании. Химические процессы расщепления пищи происходят под влиянием ферментов, содержащихся в пищеварительных соках: слюне, желудочном, поджелудочном и кишечном соках, желчи.

# 

# Пищеварение в ротовой полости

Пищеварение в полости рта – первое звено в сложной цепи процесса пищеварения и оно складывается из нескольких этапов.

***Первый этап – прием корма***, состоит из следующих фаз: а) общее пищевое возбуждение; б) отыскание и выбор корма. При свободном выборе и оценке качества корма у животных проявляются две последовательные фазы пищевого поведения: *первая – фаза* опробования качества питья и корма и *вторая* – фаза приема корма или отказа от него; в) захват корма.

***Второй этап – собственно ротовое пищеварение***, включает следующие фазы: а) пережевывание; б) слюноотделение; в) формирование пищевого кома.

***Третий этап – глотание***, или проглатывание сформированного пищевого кома.

## Работа 36 Наблюдение за приемом корма животными

**Цель работы**. Исследование особенностей приема корма различными животными, его пережевывания, продолжительности поедания различных кормов, а также особенности поведения животных при приеме корма.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Корова, лошадь, кролик, морская свинка, набор кормов, секундомер.

**Ход работы**. Животному дают определенное количество корма, отмечают, как животное захватывает его, ведут подсчет жевательных движений на каждую захваченную порцию корма, определяют продолжительность пережевывания этой порции и время поедания известного количества корма. Обращают внимание на поведение животного, на участие в приеме корма губ, языка, зубов, на характер движений нижней челюсти при жевании.

Результаты наблюдений заносят в таблицу.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид  животного | Вид корма | Захват корма | Число жевательных движений на  1 порцию | Поведение животного |
| Корова |  |  |  |  |
| Лошадь |  |  |  |  |
| И т. д. |  |  |  |  |

Проводят сравнительную оценку приема корма животными различных видов, отмечают особенности приема корма, характерные для животного каждого вида.

## Работа 37 Получение слюны у животных и человека

**Цель работы.** Изучить методы получения слюны у животных и человека.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Здоровые животные, человек, жгут, губка, зевник, вода, посуда для сбора слюны.

**Ход работы**. Слюну у животных получают различными методами: смешанную слюну можно получить с помощью жгута или губки, чистую слюну через фистулу слюнной железы.

1) Для получения смешанной слюны у коровы, ротовую полость промывают водой и вкладывают в нее резиновый жгут (трубку диаметром 5 см) с таким расчетом, чтобы края его выходили на 5-7 см за углы рта. Фиксируют жгут тесемками. При этом корова стремится выбросить жгут изо рта, часто шевелит языком, а в это время обильно выделяемую слюну собирают для исследования.

2) У животного промывают ротовую полость водой и вкладывают туда резиновую губку (лучше ее привязать к зевнику). Животное стремится удалить губку движением языка. Выделяемая при этом слюна впитывается в губку. Через несколько минут губку извлекают из ротовой полости и выжимают впитавшуюся слюну.

3) У фистульных животных получают чистую слюну. Для этого их фиксируют в станке, приклеивают воронку к отверстию фистулы и собирают слюну.

4) У человека смешанную слюну получают следующим образом: необходимо аккуратно в течение 2-3 мин. ополоснуть ротовую полость обследуемого 10 мл дистиллированной воды. Эту жидкость собрать и отфильтровать.

## Работа 38 Выделение муцина из слюны

**Цель работы**. Обнаружить слизистое белковое вещество – муцин в исследуемой слюне.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Неразбавленная слюна животного или человека, 10%-ный раствор уксусной кислоты, пробирки, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, стеклянная палочка, спиртовка, концентрированная азотная кислота, настольное стекло.

**Ход работы**. Выделяют муцин методом осаждения. Для этого в пробирку наливают 5-10 мл неразбавленной слюны и добавляют 10%-ной уксусной кислоты до выпадения беловатого слизистого осадка. Осадок необходимо извлечь из пробирки стеклянной палочкой и перенести его на дно чистой пробирки. Затем проделать ксантопротеиновую реакцию на белок.

Ксантопротеиновая реакция. Осторожно, над настольным стеклом, заливают комок муцина 5-6 каплями концентрированной азотной кислоты и осторожно подогревают на спиртовке. Вскоре муцин дает характерное для белка желтое окрашивание – положительную ксантопротеиновую реакцию.

## Работа 39 Определение вязкости слюны

**Цель работы.** Определить относительную вязкость слюны выделяемой на пищевые и отвергаемые вещества.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Слюна животных или человека, вискозиметр.

**Ход работы**. Белки и соли, находящиеся в слюне, определяют ее вязкость. Для определения вязкости слюны используется прибор вискозиметр. Открыв кран, в правый капилляр до метки «0» насосать через резиновую трубку с часового стекла дистиллированную воду. Перекрыть кран. Аналогичным образом с часового стекла насосать в другой капилляр слюну до метки «0» (без пузырьков).

Зарядив оба капилляра, поставить краник в положение, при котором оба капилляра сообщаются с резиновой трубкой. Энергично, но осторожно втянуть ртом воздух из обеих пипеток, создавая вакуум во всей системе. Оба столбика жидкости будут одновременно продвигаться вперед. Следить за столбиком слюны. Как только слюна дойдет точно до метки «1», прекратить всасывание. Цифра, до которой дойдет за этот период столбик воды, является относительным показателем вязкости слюны.

Изменяется вязкость слюны в связи с возрастом, характером принимаемого корма и другими факторами. Самой большой вязкостью обладает слюна подъязычной железы, меньше она в подчелюстной и еще меньше в околоушной. В норме вязкость слюны в среднем составляет 1,2-2,4 усл. ед.

## Работа 40 Определение щелочности слюны

Слюна имеет щелочную реакцию: у коров она в среднем 8,1-9,0, у лошадей 7,4-7,6, у свиней 7,35-7,4, у собаки 7,4-8,0, у человека 6,5-6,9. Реакция слюны в значительной мере связана с преджелудочным пищеварением у жвачных и желудочным пищеварением у других животных. Повышение кислотности в рубце жвачных сопровождается увеличением щелочности слюны. Реакция слюны определяется качественным и количественным методами.

**Цель работы**. Показать щелочной характер секрета слюнных желез. Сравнить щелочность слюны разных животных и человека.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Слюна жвачных животных, лошади, собаки, человека, индикатор метилоранж, дистиллированная вода, штативы с бюретками на 25 мл, стаканчики, 0,01 н раствор серной кислоты (Η2SO4).

**Ход работы**. Получить слюну способом, описанным в работе 37.

Качественная проба проводится с помощью индикаторной бумажки, которую смачивают исследуемой слюной и сравнивают с показателями стандартной шкалы на упаковке.

Количественное определение щелочности слюны проводят методом титрования. 1 мл слюны помещают в стаканчик и вносят 2 капли индикатора метилоранжа. Содержимое стаканчика смешивают и титруют 0,01 н раствором серной кислоты до красновато-оранжевого цвета. Учитывают количество израсходованного раствора и производят расчет щелочности (в %) NaΗCO3 (соды), содержащейся в слюне.

Расчет: 1 мл 0,01 н Η2SO4 связывает 1 мл 0,01 н раствора NaΗCO3 , что составляет 0,00084 г NaΗCO3 . Если на титрование 1 мл слюны пошло *x* мл раствора серной кислоты, то в этом объеме слюны будет *х* 0,00084 г NaΗCO3.  Полученную величину умножаем на 100 и получаем щелочность слюны в процентах.

Щелочность околоушной слюны телят 8-12 месяцев и взрослых овец в среднем составляет 0,5-0,7%, у свиней 0,3-0,35%, у собак и человека 0,15-0,25% NaΗCO3.

## Работа 41 Определение ферментативных свойств слюны

В слюне человека и некоторых животных (свиньи, птицы) содержатся два фермента, расщепляющие углеводы, - слюнная амилаза и мальтаза. Амилаза расщепляет крахмал до дисахарида мальтозы; мальтаза, действуя на мальтозу, расщепляет ее до глюкозы.

В слюне жвачных амилолитические ферменты отсутствуют, в слюне лошади и собаки встречаются в виде следов.

**Цель работы.** 1) доказать наличие амилолитических ферментов в слюне; 2) исследовать условия необходимые для переваривания пищи в ротовой полости.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Слюна животных и человека, пробирки, пипетки мерные, термостат, раствор Люголя или раствор йода, 10%-ный раствор NaOΗ, 1%-ный раствор CuSO4,  1%-ный крахмальный клейстер, сырой крахмал, 1%-ный раствор ΗCІ.

**Ход работы**. Пронумеровать 5 пробирок и подготовить их содержимое, как представлено в таблице:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  пробирки | Содержимое  пробирки | Условия  опыта | Наличие глюкозы | | Наличие крахмала | |
| Проба с Люголем | Проба Троммера | Проба с Люголем | Проба Троммера |
| 1 | Слюна человека 1 мл + вареный крахмал 2 мл | Поместить пробирки в термостат на 10 мин при температуре 38-40оС |  |  |  |  |
| 2 | Слюна человека (прокипяченная) 1 мл + вареный крахмал 2 мл |  |  |  |  |
| 3 | Слюна человека 1 мл + 1%-ный раствор ΗCІ 5 капель + вареный крахмал 2 мл |  |  |  |  |
| 4 | Слюна человека 1 мл + сырой крахмал (щепотка) |  |  |  |  |
| 5 | Слюна человека 1 мл + вареный крахмал 2 мл | Поместить пробирку на 10 мин в холод (снег, лед, морозильная камера) |  |  |  |  |

Все пробирки извлечь одновременно из термостата и холодильника, разделить содержимое каждой пробирки на две части. С одной частью содержимого проделать пробу на крахмал с раствором Люголя или со слабым раствором йода, который добавляют по 1-2 капли в каждую пробирку. Появление синего цвета указывает на наличие крахмала в содержимом пробирки.

Пробу на сахар ставят по Троммеру. Наличие бурого окрашивания свидетельствует о присутствии сахара

Проба Троммера: к содержимому пробирки прилить половину объема 10%-ного раствора NaOΗ, потом по каплям внести 1%-ный раствор CuSO4  до ясно-синего окрашивания жидкости, все тщательно перемешать. Содержимое пробирки нагреть до кипения. При наличии сахара (глюкозы) сначала образуется желтый осадок гидрата закиси меди, который при дальнейшем нагревании переходит в красный осадок окиси меди.

Слюна жвачных не содержит ферментов, у лошадей и свиней отмечают следы амилазы. В слюне свиней и человека имеется значительное количество ферментов, расщепляющих углеводы. К ним относят амилазу (птиалин), расщепляющую крахмал (полисахарид) до мальтозы (дисахарид), на которую затем действует фермент мальтаза и расщепляет ее до глюкозы. Ферменты, как вещества белковой природы, при кипячении разрушаются и не оказывают действия при низких температурах.

# Пищеварение в желудке

## Работа 42 Получение желудочного сока

**Цель работы.** Ознакомиться с методами получения желудочного сока.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Животное, станок, желудочный зонд, аппарат Комовского, изолированный желудок животного, скребки, ножи, 0,5%-ный раствор ΗCІ (соляной кислоты), продажный пепсин, 0,2%-ный раствор ΗCІ (соляной кислоты).

**Ход работы**.

1) Чистый желудочный сок получают от животного с изолированным желудочком по И.П. Павлову. Также чистый желудочный сок можно получить от животных с фистулой по Басову, но только в сочетании с эзофаготомией.

2) Смешанный желудочный сок получают от животных с фистулой по Басову.

3) Смешанный желудочный сок можно получить от интактного (здорового) животного с помощью пищеводного, а у лошадей – носопищеводного зонда. Лошадей лучше использовать спокойных, выдержанных около суток на голодной диете. После введения зонда, через 2-3 минуты, когда лошадь успокоится, в кормушку кладут корм (это усиливает процесс сокоотделения). Затем с помощью аппарата Комовского отсасывают желудочное содержимое, фильтруют его и используют на лабораторных занятиях.

4) Желудочный сок искусственный можно получить следующими способами:

а) свежий желудок (свиньи, собаки) или сычуг жвачных разрезают по большой кривизне, распластывают его и тупым ножом или ложкой соскабливают слизистую оболочку. Соскоб смешивают с 50 объемами 0,5%-ной ΗCІ и настаивают в течение суток в термостате при температуре 38°С, после чего жидкость фильтруют. Фильтрат содержит ферменты желудка;

б) растворяют 1 г покупного пепсина в 500 мл 0,2%-ного раствора ΗCІ (соляной кислоты).

## Работа 43 Определение кислотности желудочного сока

Кислая реакция желудочного сока обусловливается главным образом присутствием соляной кислоты. Сумма всех кислотореагирующих веществ составляет общую кислотность желудочного сока.

Соляная кислота, находящаяся в соединении с белками и продуктами их переваривания, называется связанной соляной кислотой. Остающаяся в избытке и не связанная с другими химическими веществами соляная кислота называется свободной соляной кислотой.

Свободная и связанная соляная кислота составляют общую соляную кислоту. Соляная кислота в желудочном соке содержится примерно в количестве 0,2-0,5%.

У животных рН желудочного сока равна примерно 0,7-1,0, что соответствует 0,4-0,5%-ному раствору соляной кислоты. У свиней содержится 0,3-0,4% свободной кислоты, а у лошадей – 0,15% при высокой у них общей кислотности. Определяют кислотность качественным и количественным методами.

**Цель работы**. 1) убедиться в кислой реакции желудочного сока, 2) сравнить уровень общей кислотности сока у разных видов животных, 3) определить содержание свободной и связанной соляной кислоты в соке.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Желудочный сок, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, 0,5%-ный спиртовой раствор диметиламидоазобензола, 0,1 н раствор NaOΗ, бюретки для титрования, воронки, пипетки мерные, химические стаканчики, фильтровальная бумага.

**Качественное определение кислотности желудочного сока.**

Качественную пробу ставят с любым индикатором. По изменению цвета лакмусовой бумажки определяют степень кислотности желудочного сока.

**Количественное определение кислотности желудочного сока.**

Количественное определение свободной и связанной кислотности производят методом титрования в присутствии индикатора. Индикаторами служат 0,5%-ный спиртовой раствор диметиламидоазобензола и 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина. Титруют 0,1 н раствором едкого натра.

**Ход опыта.** Отмерить в стаканчик 5 мл профильтрованного желудочного сока и добавить по 2 капли индикаторов: диметиламидоазобензола и фенолфталеина. При этом появляется вишневое окрашивание жидкости вследствие изменения индикатора диметиламидоазобензола в присутствии свободной соляной кислоты.

Титровать 0,1 н едким натром до перехода вишневой окраски в желтый, а затем в слабо-желтый цвет. Учитывают количество щелочи израсходованной на изменение окраски до слабо-желтого цвета.

Титровать далее раствор до ярко-желтого цвета, отметить уровень щелочи в бюретке.

Продолжить титрование до появления розового окрашивания раствора, не исчезающего в течение 1 мин., среда становится щелочной, а в щелочном растворе фенолфталеин дает красную окраску. Отметить уровень щелочи в бюретке.

Результаты титрования. Количество едкого натра, израсходованное до получения слабо-желтого цвета, определяет свободную соляную кислоту.

Количество щелочи, потраченной до получения ярко-желтого цвета, определяет общую соляную кислоту.

Разница в количестве щелочи при титровании общей и свободной соляной кислоты выражает связанную соляную кислоту.

Количество всей щелочи, пошедшей на нейтрализацию кислоты желудочного сока, определяет его общую кислотность.

Показателем кислотности принято считать количество миллилитров 0,1 н раствора щелочи, израсходованного на нейтрализацию 100 мл желудочного сока. Зная количество щелочи, пошедшей на титрование, можно определить процент свободной соляной кислоты в желудочном соке. Для этого следует учесть, что в 1 мл 0,1 н раствора соляной кислоты содержится 0,00365 г соляной кислоты. Известно, что 1 мл 0,01 н раствора щелочи нейтрализует 1 мл 0,1 н раствора соляной кислоты, тогда умножив 0,00365 г на число мл 0,1 н раствора щелочи, пошедшей на нейтрализацию соляной кислоты в 100 мл желудочного сока, узнаем, сколько в нем содержится соляной кислоты, то есть определим ее процентное содержание.

Пример. Взято для титрования 5 мл желудочного сока. Пошло 0,1 н едкого натра на титрование: 1) свободной соляной кислоты – 1,8 мл, 2) общей соляной кислоты – 2,9 мл, 3) связанной соляной кислоты – 1,1 мл, 4) общей кислотности – 3,1 мл.

Умножаем полученные цифры на 20 для пересчета на 100 мл сока. Тогда количество мл щелочи будет равным соответственно: 36, 58, 22, 62. Это означает, что в 100 мл желудочного сока содержится децинормальной соляной кислоты:

1) в свободном виде – 36 мл или 0,13 г, 2) связанной – 22 мл или 0,08 г, 3) общей – 58 мл или 0,21 г и 4) общей кислотности (в переводе на ΗCІ) – 62 мл или 0,23 г.

## Работа 44 Исследование действия ферментов желудочного сока на

## белок

В желудочном соке содержатся следующие ферменты: протеолитические – 1) пепсин, переваривающий белки до промежуточных продуктов – альбумоз и пептонов, 2) химозин (реннин) или сычужный фермент, створаживающий белок молока – казеиноген; липолитические – 3) желудочная липаза, расщепляющая жиры (в очень малых количествах) на глицерин и жирные кислоты.

Пепсин обнаруживается в соке всех позвоночных. Он выделяется в неактивной форме в виде пепсиногена. Последний при рН ниже 5,4 освобождается от ингибитора, а при РН 1,5-2,2 проявляет оптимум действия.

**Цель работы**. Рассмотреть условия необходимые для переваривания белков в желудке.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Желудочный сок искусственный, желудочный сок натуральный, раствор продажного препарата сычужного фермента или чистый сычужный сок, вареные мышцы, штативы с пробирками, термостат, пипетки мерные, спиртовки, 0,2%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор соды, 10%-ный раствор NaOΗ, 1%-ный раствор CuSO4, свежее молоко, 0,5%-ный раствор NaΗCO3 (сода), 2%-ный раствор щавелевокислого натрия или калия, 1%-ный раствор CaCІ2, лакмусовые бумажки.

**Ход работа**. Пронумеровать 5 пробирок и подготовить их для работы так, так представлено в таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Содержимое пробирок | Условия опыта | Наличие белка | Наличие пептидов |
| 1 | Желудочный сок 3 мл + вареные мышцы | Поместить пробирки в термостат на 25-30 минут при температуре 38-40оС. |  |  |
| 2 | Желудочный сок 3 мл, нейтрализованный 10%-ным раствором соды (рН=6,5-7,0) + вареные мышцы |  |  |
| 3 | Желудочный сок 3 мл (прокипяченный) + вареные мышцы |  |  |
| 4 | 0,2%-ный раствор соляной кислоты 3 мл + вареные мышцы |  |  |
| 5 | Желудочный сок 3 мл + вареные мышцы | Поставить в холод (лед, снег, морозильная камера) на 25-30 мин |  |  |

Через 25-30 минут все пробирки извлечь из термостата и холодильника. Зарегистрировать внешний вид кусочков мышцы визуально. При помощи биуретовой реакции установить, в какой пробирке произошло расщепление белков до альбумоз и пептонов.

Биуретовая реакция. К содержимому пробирки прилить 1 мл 10%-ного раствора NaOΗ и 3-4 капли 1%-ного раствора CuSO4, содержимое взболтать. В пробирке, где наступило расщепление, содержимое будет иметь розовый цвет, а где находится непереваренный белок – фиолетовый цвет.

## Работа 45 Исследование действия ферментов желудочного сока на

## молоко

Фермент химозин (реннин) в большом количестве содержится в сычужном соке телят, поэтому его называют сычужным ферментом. Специфичность ферментативного действия химозина ограничена его коагулирующим, створаживающим влиянием на молоко.

Створаживание является конечным результатом расщепления белка молока – казеина на параказеин и сывороточную альбумозу. Образовавшийся параказеин в присутствии ионов кальция превращается в нерастворимую кальциевую соль, выпадающую в виде осадка.

Оптимум коагулирующего действия химозина при рН 5,4 (пепсина при рН 4,9-5,0). В отличие от пепсина химозин проявляет свое действие в кислой, нейтральной и слабощелочной среде.

**Цель работы**. Рассмотреть условия необходимые для переваривания молока в желудке.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Желудочный сок искусственный, желудочный сок натуральный, раствор продажного препарата сычужного фермента или чистый сычужный сок, вареные мышцы, штативы с пробирками, термостат, пипетки мерные, спиртовки, 0,2%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор соды, 10%-ный раствор NaOΗ, 1%-ный раствор CuSO4, свежее молоко, 0,5%-ный раствор NaΗCO3 (сода), 2%-ный раствор щавелевокислого натрия или калия, 1%-ный раствор CaCІ2, лакмусовые бумажки.

**Ход работы**. Пронумеровать 5 пробирок и подготовить их для работы так, как показано в таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Содержимое пробирок | Условия опыта | Результаты опыта |
| 1 | 1 мл сычужного содержимого (препарата химозина) + 5 мл молока | Поставить все пробирки в термостат на 10-12 минут при температуре 38оС |  |
| 2 | 1 мл сычужного содержимого (препарата химозина) нейтрализованного 10%-ным раствором соды до рН=6,5-7,0 + 5 мл молока |  |
| 3 | 1 мл сычужного содержимого (препарата химозина) + 10%-ный раствор NaOΗ (рН=7,0-7,5) + 5 мл молока |  |
| 4 | 1 мл прокипяченного и остуженного сычужного содержимого (препарата химозина) + 5 мл молока |  |
| 5 | 1 мл сычужного содержимого (препарата химозина) + 5-7 капель 2%-ного раствора щавелевокислого Na или К + 5 мл молока |  |

Через 10-12 минут все пробирки извлечь из термостата и зарегистрировать полученные результаты.

В пятую пробирку добавить 0,5 мл 1%-ного раствора CaCІ2,  отметить полученный результат.

## Работа 46 Наблюдение за простейшими в содержимом рубца

Простейшие, населяющие преджелудки жвачных, представлены классом ресничных инфузорий, который включает в себя около 100 видов. В рубце крупного рогатого скота обнаружено более 30 видов инфузорий, в рубце овец – около 15. В 1 мл рубцового содержимого насчитывается от 0,2 до 2 млн. инфузорий в зависимости от количества и качества принятого корма. Общая их масса составляет до 20% массы содержимого рубца.

**Цель работы**. Наблюдать за простейшими рубца под микроскопом, зарисовать их.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Микроскоп, подогреваемый столик Морозова, предметные и покровные стекла, марля.

**Ход работы**. Рубцовую массу фильтруют через четыре слоя марли в подогретый до температуры тела стаканчик. Следует иметь в виду, что при незначительном понижении температуры инфузории в содержимом рубца быстро погибают.

1-2 капли фильтрата содержимого рубца помещают на предметное стекло, покрывают его покровным и исследуют под микроскопом, где должен быть столик с подогревом. В исследуемой капле обнаруживают инфузории различной величины и формы, а также зерна крахмала, клетчатку и другие составные части корма.

## Работа 47 Исследование кислот рубцового содержимого

В рубце в результате интенсивных процессов сбраживания сахаров, крахмала и клетчатки образуется большое количество кислот брожения – уксусной, масляной и пропионовой в соотношении 65:20:15. Общая концентрация летучих жирных кислот (ЛЖК) колеблется в пределах 50-150 ммоль/л в зависимости от состава рациона и времени, прошедшего после кормления. Общее количество образующихся за сутки ЛЖК, составляет: у коров 4 - 4,5 кг; у бычков на откорме - 1,2-1,6 кг; у овец – 0,2-0,5 кг.

Реакция содержимого рубца телят-молочников колеблется от слабокислой до щелочной (рН 6,8-7,2); с переходом на растительные корма она становится более кислой (рН 6,4-6,5). У взрослых жвачных величина рН содержимого рубца поддерживается на уровне 6,7-7,4. Поддержание оптимума рН обеспечивается непрерывным выделением щелочной слюны, нейтрализующей кислые продукты брожения, и интенсивным всасыванием образующихся ЛЖК.

**Цель работы**. 1) определить реакцию рубцового содержимого, 2) проделать качественные реакции на кислоты брожения.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Содержимое рубца, 1%-ный раствор хлорного железа, 4%-ный раствор карболовой кислоты (фенол), эфир, пробирки, штатив, пипетки, спиртовки, универсальный индикатор или индикаторная бумага.

**Реакции на кислоты брожения**

**Ход работы.**

Молочная кислота. 1) К 20 мл дистиллированной воды прибавить 3 капли 1%-ного раствора хлорного железа; вода приобретает слегка желтоватый цвет. Разлить воду в пробирки и в одну из них приливать по каплям содержимое рубца, профильтрованное через бумажный фильтр. В присутствии молочной кислоты жидкость окрашивается в канареечно-желтый цвет.

2) В пробирку налить 1 мл 4%-ного раствора карболовой кислоты (фенола) и прибавить 2 капли 1%-ного раствора хлорного железа. Добавлять дистиллированную воду, пока раствор не приобретет аметистового цвета. Сверху в пробирку вносить по каплям фильтрат рубцового содержимого. При наличии молочной кислоты наблюдается появление «дорожек» лимонно-желтого цвета.

Летучие жирные кислоты. В колбу отмерить 5 мл фильтрата рубцового содержимого и добавить 5 мл эфира. Закрыть пробкой, тщательно взболтать и дать отстояться.

В пробирку налить 3 мл дистиллированной воды, прибавить 2 капли 1%-ного раствора хлорного железа и на этот раствор наслаивать пипеткой эфирную вытяжку из колбы. На границе жидкостей появляется темно-красное (реакция на уксусную кислоту) окрашивание.

Прибавить к эфирной вытяжке в пробирке несколько капель спирта. При наличии масляной кислоты вытяжка окрашивается в оранжевый цвет.

# Пищеварение в кишечнике

## Работа 48 Получение поджелудочного сока

**Цель работы**. Ознакомиться с методами получения искусственного поджелудочного сока.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Поджелудочная железа, 50%-ный водный раствор глицерина, 0,7%-ный раствор пищевой соды, 80%-ный водный раствор глицерина, 1%-ный раствор пищевой соды, 0,5%-ный раствор пищевой соды, кишечный сок или соскоб двенадцатиперстной кишки.

**Ход работы**.

1) Поджелудочную железу освободить от жира и соединительной ткани, измельчить и оставить на воздухе на 6-10 часов. Затем кусочки железы помещают в глицерин (на 1 часть железы примерно 4 мл 50%-ного водного раствора глицерина, слабо подкисленного уксусной кислотой) и ставят в аппарат для встряхивания на 2 часа. Настаивают в течение суток, затем центрифугируют и отделяют водноглицериновый экстракт, который содержит кроме трипсина панкреатическую амилазу и липазу. Перед употреблением экстракт разводят равным количеством 0,7%-ного раствора пищевой соды и активируют добавлением нескольких миллилитров кишечного сока или соскоба слизистой двенадцатиперстной кишки.

2) Поджелудочную железу освободить от других тканей, измельчить и добавить к ней соскоб слизистой двенадцатиперстной кишки. Эти ткани растереть в фарфоровой ступке и в измельченную массу внести половину объема 1%-ного раствора пищевой соды. Содержимое ступки перемешать и фильтровать через четыре слоя марли.

3) Очищенную от жира и соединительной ткани поджелудочную железу измельчить в мясорубке и растереть с речным песком в ступке. Массу залить двойным по весу количеством 0,5%-ного раствора пищевой соды. Экстрагировать 12 часов при комнатной температуре. Полученную вытяжку профильтровать и использовать для работы.

4) Продажный порошок панкреатина перед употреблением настоять несколько часов при температуре 30оС в 80%-ном водном растворе глицерина. На одну часть панкреатина взять десять частей раствора глицерина. Экстракт профильтровать и использовать для работы.

5) Продажный порошок панкреатина тщательно растереть в ступке. К одной части панкреатина добавить девять частей 0,5%-ного раствора пищевой соды. Экстрагировать при комнатной температуре 12 часов. Полученную вытяжку профильтровать, активизировать кишечным соком или соскобом слизистой двенадцатиперстной кишки и использовать для работы.

## Работа 49 Исследование действия поджелудочного сока на белки

В соке поджелудочной железы содержатся протеолитические, амилолитические и липолитические ферменты. Расщепление белков до аминокислот осуществляют ферменты трипсин, химотрипсин и карбоксиполипептидаза. Первые два фермента вырабатываются в неактивной форме и активируются энтеропептидазой (энтерокиназой) кишечного сока.

Поджелудочная железа расщепляет жиры на моноглицериды, глицерин и жирные кислоты; активируется солями желчных кислот. Амилаза переваривает крахмал через ряд декстринов в дисахара и моносахара. Выделяется в активной форме.

**Цель работы**. 1) Исследовать переваривающее действие поджелудочного сока на белки; 2) рассмотреть условия необходимые для переваривания белков.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Поджелудочный сок, термостат, штатив с пробирками, пипетки мерные и глазные, раствор Люголя, спиртовой раствор фенолфталеина, 0,5%-ный раствор ΗCІ, 0,1 н раствор NaOΗ, фибрин или вареные мышцы, растительное масло, желчь, 1%-ный крахмальный клейстер, 1%-ная взвесь сырого крахмала.

**Ход работы**. Взять три пробирки и подготовить их как указано в таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Содержимое пробирок | Условия  опыта | Наличие  белка | Наличие  пептидов |
| 1 | Поджелудочный сок 3 мл + вареные мышцы | Поставить в термостат при температуре 38-40оС на 40-45 мин, взбалтывать через каждые 10 мин. |  |  |
| 2 | Поджелудочный сок 3 мл + 3 мл 0,5%-ной ΗCІ + вареные мышцы |  |  |
| 3 | Поджелудочный сок (прокипяченный) 3 мл + вареные мышцы |  |  |

Через 40-45 мин пробирки вынуть из термостата и с содержимым проделать биуретовую реакцию (работа 44) на наличие белков или пептидов. Розовая окраска свидетельствует о наличии пептидов, фиолетовая – белка.

## Работа 50 Исследование действия поджелудочного сок на жиры

**Цель работы**. Исследовать переваривающее действие поджелудочного сока на жиры.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Поджелудочный сок, термостат, штатив с пробирками, пипетки мерные и глазные, раствор Люголя, спиртовой раствор фенолфталеина, 0,5%-ный раствор ΗCІ, 0,1 н раствор NaOΗ, фибрин или вареные мышцы, растительное масло, желчь, 1%-ный крахмальный клейстер, 1%-ная взвесь сырого крахмала.

**Ход работы**. Взять три пробирки и подготовить их как указано в таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Содержимое пробирок | Условия опыта | Результаты опыта |
| 1 | Поджелудочный сок 2 мл + растительное масло 1 мл + фенолфталеин 1-2 капли + 0,1 н раствор NaOΗ до появления розового окрашивания | Поставить в термостат при температуре 38-40оС на 30-35 минут |  |
| 2 | Поджелудочный сок 2 мл + растительное масло 1 мл + 0,5 мл желчи + фенолфталеин 1-2 капли + 0,1 н раствор NaOΗ до появления розового окрашивания |  |
| 3 | Поджелудочный сок (прокипяченный) 2 мл + растительное масло 1 мл + фенолфталеин 1-2 капли + 0,1 н раствор NaOΗ до появления розового окрашивания |  |

Через 30-35 мин пробирки вынуть из термостата и зафиксировать результаты опыта по изменению окраски содержимого в пробирках. Отсутствие окраски свидетельствует о переваривании жира и появлении в растворе жирных кислот. Ослабление окраски (слаборозовая) свидетельствует о частичном расщеплении жира. Наличие не изменившейся розовой окраски свидетельствует о том, что жир не расщепляется.

## Работа 51 Исследование действия поджелудочного сока углеводы

**Цель работы**. Исследовать переваривающее действие поджелудочного сока на углеводы.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Поджелудочный сок, термостат, штатив с пробирками, пипетки мерные и глазные, раствор Люголя, спиртовой раствор фенолфталеина, 0,5%-ный раствор ΗCІ, 0,1 н раствор NaOΗ, фибрин или вареные мышцы, растительное масло, желчь, 1%-ный крахмальный клейстер, 1%-ная взвесь сырого крахмала.

**Ход работы**. Взять три пробирки и подготовить их как указано в таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Содержимое пробирок | Условия  опыта | Наличие  крахмала | Наличие  глюкозы |
| 1 | Поджелудочный сок 2 мл + 1%-ный вареный крахмал (крахмальный клейстер) 2 мл | Поставить в термостат при температуре 38-40оС на 15 мин. |  |  |
| 2 | Поджелудочный сок (прокипяченный) 2 мл + 1%-ный вареный крахмал 2 мл |  |  |
| 3 | Поджелудочный сок 2 мл + 1%-ная взвесь сырого крахмала 2 мл |  |  |

Через 15 минут вынуть пробирки из термостата, из третьей пробирки взять для анализа половину содержимого, остаток содержимого пробирки три поместить снова в термостат еще на 30 мин.

С пробирками № 1, 2 и половиной пробирки 3 провести пробу на крахмал при помощи раствора Люголя. Наличие синего окрашивания свидетельствует о присутствии крахмала.

Через 30 минут достать половину содержимого пробирки №3 и провести с ней пробу на крахмал.

## Работа 52 Исследование поверхностно-активного действия желчи

Благодаря наличию поверхностно-активных веществ желчь обладает более низким поверхностным натяжением, чем вода. Это способствует образованию стойкой эмульсии из мельчайших жировых капель, благодаря чему создается большая суммарная поверхность этих капель и жир успешнее поддается ферментативному расщеплению. Кроме того желчь – активатор расщепляющего жир фермента – липазы. Желчные кислоты вступают в молекулярное соединение с нерастворимыми жирными кислотами и переводят эти кислоты в растворимое состояние, обеспечивая их всасывание в кишках.

**Цель работы**. Изучить поверхностно-активное действие желчи.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Штатив с пробирками, воронки, пипетки, бумажные фильтры, растительное масло, серный цвет, 20 %-ный раствор сахарозы, серная кислота (концентрированная), азотная кислота (концентрированная).

**Ход работы**.

1) В две пробирки налить по 5 мл дистиллированной воды и в одну из них прибавить 5 капель желчи. На поверхность жидкости в пробирках насыпать немного серного цвета. Записать результаты опыта в тетрадь.

2) В пробирки налить по 3 мл растительного масла. В одну из них добавить 3 мл желчи в другую - 3 мл дистиллированной воды. Закрыв пробирки взболтать их содержимое. Отметить в какой пробирке образуется более стойкая эмульсия, где расслоение между жидкостями наступает медленнее, каковы размеры жировых шариков.

3) В две пробирки вставить стеклянные воронки с бумажными фильтрами. Один фильтр обильно смочить водой, другой – желчью. Налить в каждую воронку по 5-10 мл растительного масла. Через 45 минут проверить результаты.

## Работа 53 Исследование желчных кислот и пигментов

В состав желчи входят соли желчных кислот (глико- и таурохолевой), холестерин, лецитин, неорганические соли, муцин. Цвет желчи обусловлен наличием в ней пигментов, являющихся продуктами распада (билирубин) и последующего окисления (биливердин) гемоглобина.

**Цель работы**. Исследовать наличие желчных кислот и пигментов.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Штатив с пробирками, воронки, пипетки, бумажные фильтры, 20 %-ный раствор сахарозы, серная кислота (концентрированная), азотная кислота (концентрированная).

**Реакции на желчные кислоты**

**Ход работы**. В пробирку влить 1 мл желчи и 3 мл воды. Добавить 5 капель 20%-ного раствора сахарозы и осторожно прибавлять по каплям концентрированную серную кислоту.

При наличии желчных кислот сначала выпадет буро-желтый осадок желчных кислот, вытесненных серной кислотой из их солей. В избытке серной кислоты осадок растворяется, и жидкость приобретает вишневый цвет.

Ту же реакцию можно проделать на часовом стекле. Поставить часовое стекло на белую бумагу. Нанести на него 2 капли неразбавленной желчи и 2 капли 20%-ного раствора сахарозы. Тщательно перемешать их стеклянной палочкой. Рядом по краям жидкости нанести 3-4 капли концентрированной серной кислоты, не сдвигая стекла с места. Через некоторое время на месте слияния капель появляется осадок желчных кислот и возникает розовая окраска, переходящая в красную и красно-фиолетовую.

Вишневую или красную окраску с желчными кислотами дает оксиметилфурфурол, который образуется из фруктозы в присутствии серной кислоты.

**Реакция на желчные пигменты**

**Ход работы**. В пробирку налить немного азотной кислоты и осторожно наслоить 2 мл разбавленной желчи (не смешивая). На границе двух жидкостей образуется цветное кольцо, состоящее (сверху вниз) из зеленого, фиолетового и красного слоев. Эти цвета соответствуют различной степени окисления желчного пигмента билирубина.

Ту же реакцию можно проделать на фильтровальной бумаге. Нанести на ее поверхность желчь и в середину несколько капель азотной кислоты. Вокруг кислоты возникают концентрические кольца разной окраски.

## 

## Работа 54 Получение кишечного сока

Слизистая оболочка тонкого кишечника на всем его протяжении, кроме верхнего отдела двенадцатиперстной кишки, содержит либеркюновы железы, выделяющие кишечный сок. В верхнем отделе двенадцатиперстной кишки имеются бруннеровы железы, строение и состав секрета которых сходны с железами пилорической части желудка.

**Цель работы.** Ознакомиться с методиками получения кишечного сока.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Фистульное животное, свежая кишка, 87%-ный раствор глицерина.

**Ход работы**.

1) Чистый натуральный кишечный сок получают от фистульного животного.

2) Искусственный кишечный сок можно получить из слизистой оболочки кишки. Свежую снятую слизистую оболочку кишки залить пятикратным объемом 87%-ного раствора глицерина и настаивать 2 дня. Прилить 3 объема дистиллированной воды, жидкость отделить от осадка центрифугированием. Центрифугат содержит комплекс пептидаз и некоторое количество неактивного белка.

## Работа 55 Действия ферментов кишечного сока на белки

Кишечный сок сельскохозяйственных животных представляет собой вязкую, мутноватую жидкость слабощелочной реакции (рН 7,2-7,7). В соке преобладают ферменты, действующие на промежуточные продукты расщепления белков и углеводов: смесь пептидаз, расщепляющих полипептиды и дипептиды до аминокислот; амилаза, мальтаза, лактаза, сахараза - ферменты, расщепляющие углеводы; липаза, переваривающая жиры; энтерокиназа, активирующая трипсин поджелудочного сока.

**Цель работы**. 1) Исследовать действие ферментов кишечного сока на переваривание продуктов расщепления белков; 2) рассмотреть условия необходимые для расщепления белков в кишечнике.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Кишечный сок, термостат, штатив с пробирками, пипетки, 3%-ный раствор пептона (порошок продажного пептона растворяют в воде, кипятят и отфильтровывают), 1%-ный крахмальный клейстер, 5%-ная сахароза, 10%-ный раствор NaOΗ, 1%-ный раствор CuSO4, фибрин или вареные мышцы, бромная вода (4%-ный раствор).

**Ход работы**. Подготовить пробирки как указано в таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Содержимое пробирок | Условия опыта | Наличие белка | Наличие аминокислот |
| 1 | Кишечный сок 3 мл + 3%-ный раствор пептона 3 мл | Поставить пробирки в термостат при температуре 39-40оС на 45 минут |  |  |
| 2 | Кишечный сок (прокипяченный) 3 мл + 3%-ный раствор пептона 3 мл |  |  |
| 3 | Кишечный сок 3 мл + вареные мышцы |  |  |

По истечении срока пробирки вынуть и в каждую прилить по 10-15 капель бромной воды. При наличии аминокислот содержимое окрашивается в розовый цвет, при отсутствии аминокислот окраска раствора не изменяется.

## Работа 56 Действия ферментов кишечного сока на углеводы

**Цель работы**. 1) Исследовать действие ферментов кишечного сока на переваривание продуктов расщепления углеводов; 2) рассмотреть условия необходимые для расщепления углеводов в кишечнике.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Кишечный сок, термостат, штатив с пробирками, пипетки, 3%-ный раствор пептона (порошок продажного пептона растворяют в воде, кипятят и отфильтровывают), 1%-ный крахмальный клейстер, 5%-ная сахароза, 10%-ный раствор NaOΗ, 1%-ный раствор CuSO4, фибрин или вареные мышцы, бромная вода (4%-ный раствор).

**Ход работы**. Подготовить пробирки как указано в таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Содержимое пробирок | Условия опыта | Наличие крахмала или  сахарозы | Наличие глюкозы |
| 1 | Кишечный сок 2 мл + 1%-ный раствор крахмального клейстера (вареный крахмал) 3 мл | Поставить пробирки в термостат при температуре 39 – 40оС на 35-40 минут |  |  |
| 2 | Кишечный сок 2 мл + 5%-ный раствор сахарозы 5 мл |  |  |
| 3 | Кишечный сок (прокипяченный) 2 мл + 5%-ный раствор сахарозы 5 мл |  |  |
| 4 | Вода 2 мл + 5%-ный раствор сахарозы 5 мл |  |  |

После извлечения пробирок из термостата с содержимым каждой из них проделать пробу Троммера (работа 41) на наличие глюкозы.

## Работа 57 Пристеночное пищеварение в кишечнике

Наряду с перевариванием в полости кишка расщепление питательных веществ происходит непосредственно на поверхности кишечных клеток. Поверхность тонкой кишки, богатая микроворсинками, значительно усиливает ферментативные процессы, адсорбируя ферменты и являясь своеобразным пористым катализатором.

Расщепление питательных веществ на поверхности кишки названо пристеночным (контактным) пищеварением в отличие от полостного пищеварения, осуществляемого в просвете кишечника. Наличие пристеночного пищеварения подтверждается, в частности, тем фактом, что в присутствии кусочка стенки или слизистой кишки ферментативное расщепление питательных веществ значительно возрастает.

**Цель работы**. Доказать стимулирующее влияние кусочка кишечной стенки на гидролиз крахмала амилазой кишечного сока.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Свежие кусочки слизистой оболочки кишки животных или кусочки слизистой кишки, взятые от животных забитых на бойне, после их прополаскивания холодным раствором Рингера и обработки ацетоном, 0,2%-ный крахмальный клейстер, раствор Рингера или физиологический раствор, 10%-ный NaOΗ, 1%-ный CuSO4, инкубационная среда.

**Ход работы**. Для получения инкубационной среды в пробирку налить 12мл раствора Рингера или физиологического раствора и опустить в него 5-6 кусочков (по 1 см2) из стенки тонкой кишки. Содержимое пробирки поставить в термостат на 10 минут при 38оС. Вынуть пробирки и извлечь кусочки кишечной стенки и выбросить.

В 10 пробирок налить по 3 мл 0,2%-ного крахмального клейстера и по 1мл инкубированного раствора. В пробирки с 6 по 10, кроме того, опустить по новому кусочку отмытой тонкой кишки. Все пробирки поставить в термостат при 38оС и через каждые 5 минут вынимать поочередно первую и шестую, затем вторую и седьмую пробирки и так далее. После термостата пробирки ставят в холод (снег, холодная вода, холодильник). Из 6-10 пробирок удаляют кусочки кишки. С содержимым всех пробирок с 1 по 10 ставят пробу Троммера на глюкозу.

Гидролиз крахмала произойдет в пробирках обеих серий, однако в пробирках, где был помещен кусочек кишки, положительная реакция наблюдается раньше, т.е. гидролиз крахмала идет быстрее. Ускоренному гидролизу способствуют ферменты, прочно фиксированные на слизистой кишечника и действующие в непосредственном контакте с субстратом.

## Работа 58 Наблюдение жвачки крупного рогатого скота

**Цель работы**. Научиться определять процесс жвачки у животного.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Животные разных видов, секундомер, спирт, вата, мыло, полотенце.

**Ход работы**. Жвачка – особенность пищеварения жвачных животных с многокамерным желудком. Наблюдая за животным, необходимо:

а) установить продолжительность жевательного периода; при приеме сочных и грубых кормов определить время, затрачиваемое на прием корма, а затем на его пережевывание;

б) наблюдать за положением головы, шеи и изменением брюшной и грудной стенок перед отрыгиванием комка пищи.

При отрыгивании животное делает вдох, задерживает дыхание, вытягивает шею, производит легкое сокращение живота. Возникшие при этом антиперистальтические движения выталкивают комок пищи, который по пищеводу поступает в ротовую полость.

Определить время пережевывания комка пищи, поступившего из рубца. Выяснить, сколько возникает жевательных движений на его измельчение, какое количество жевательных движений делает животное в течение одной минуты и за весь жевательный период.

Наряду с отрыгиванием корма у коров периодически, в среднем каждые 2-3 с, отрыгиваются и газы. Количество отрыгиваний зависит от уровня бродильных процессов в преджелудках, связанных с характером принимаемого корма. Установить зависимость жевательных движений, отрыгивания и продолжительности жевательного периода от принимаемого корма, возраста, продуктивности, сроков беременности животного.

## Работа 59 Аускультация желудка и кишок

**Цель работы**. Изучить моторику рубца и кишечника у животного.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Животные разных видов, фонендоскоп, стетофонендоскоп, плессиметр, перкуссионный молоточек, секундомер, марля, спирт, вата, мыло, полотенце.

**Ход работы.** Работу рубца прослушивают в области левой голодной ямки. При непосредственной аускультации исследователь становится лицом к задней части животного и, положив руку на спину, левым ухом через марлю или полотенце прослушивает его моторику. При прослушивании тонких кишок аналогичные манипуляции производят в правом подвздохе.

Прослушивание работы желудка и кишечника также можно производить при помощи фонендоскопа или стетофонендоскопа.

Количество перистальтических сокращений рубца подсчитывают также путем пальпации, для этого тыльной частью кисти руки надавливают на область левой голодной ямки животного.

При аускультации по звуку и возникающим шумам трения определяют характер и интенсивность перистальтики.

## Работа 60 Перкуссия брюшной стенки животного

**Цель работы.** Провести перкуссию брюшной стенки и определить расположение кишечника и желудка.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Животные разных видов, плессиметр, перкуссионный молоточек, спирт, вата, мыло, полотенце

**Ход работы**. Перкуссию брюшной стенки проводят с помощью молоточка и плессиметра. При этом в разных местах брюшной стенки отмечают тупой или барабанный звук (объясняют разницу звуков и их возникновение).

## Работа 61 Ферменты пищеварительных соков и их действие на корм

Источником материала для построения клеток тканей и образования энергии являются корма. В пищеварительной системе из них извлекаются и расщепляются питательные вещества, компоненты которых всасываются в кровь и лимфу и разносятся ко всем органом и тканям. Процесс расщепления питательных веществ происходит в присутствии катализаторов (ферментов) находящихся в пищеварительных соках.

**Цель работы**. Рассмотреть ферменты пищеварительных соков и их роль в процессах расщепления питательных веществ.

**Ход работы**. Для рассмотрения действия ферментов пищеварительных соков на питательные вещества необходимо заполнить таблицу в соответствии с представленным образцом:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пищеварительный сок | Ферменты | Что расщепляет  и до каких продуктов | Другие вещества  пищеварительного сока и их роль |
| Слюна | Амилаза  Мальтаза | Крахмал до мальтозы  Мальтозу до глюкозы | Муцин – способствует формированию пищевого кома.  Бикарбонаты – создают щелочную среду.  Лизоцим – обладает бактерицидным действием. |
| Желудочный сок |  |  |  |
| И т. д. |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Вопросы итогового занятия**

1 Основные типы пищеварения.

2 Функции желудочно-кишечного тракта.

3 Этапы и фазы пищеварения в полости рта, их характеристика.

4 Слюноотделение: методы изучения, состав и свойства слюны, слюноотделение у разных животных.

5 Глотание.

6 Состав и свойства желудочного пищеварения.

7 Секреция желудочного сока.

8 Моторика желудка.

9 Переход содержимого желудка в кишечник.

10 Желудочное пищеварение у лошади.

11 Желудочное пищеварение у свиней.

12 Желудочное пищеварение у жвачных животных: пищеварение в рубце.

13 Желудочное пищеварение у жвачных животных: функции сетки, книжки, моторика преджелудков.

14 Жвачный процесс, пищеварение в сычуге.

15 Желудочное пищеварение у молодняка жвачных в молочный и переходный периоды.

16 Секреция поджелудочного сока.

17 Механизм секреции поджелудочного сока.

18 Образование и выделение желчи.

19 Пищеварение в кишечнике: состав кишечного сока, механизм секреции кишечного сока, моторика кишечника.

20 Кишечное полостное и мембранное пищеварение.

21 Пищеварение в толстом кишечнике.

22 Всасывание и его механизм.

23 Всасывание белков и углеводов.

24 Всасывание жиров, воды и минеральных веществ.

25 Дефекация.

26 Пищеварение у сельскохозяйственных птиц.

# Обмен веществ и энергии

Для обоснования необходимого соотношения различных кормов в рационе сельскохозяйственных животных, надо не только знать, сколько животное расходует энергии, но и иметь представление о балансе отдельных веществ - белков, жиров и углеводов в организме в соответствии с физиологической ролью этих веществ.

На основе результатов биохимических анализов кормов и выделений животных, а также определения обмена энергии можно произвести расчет поступления в организм и траты отдельных питательных веществ.

Качественными реакциями на белки, углеводы и жиры можно определить их присутствие в кормах и продуктах выделений животных.

## Работа 62 Белковый (азотистый) баланс

**Цель работы**. Знакомство с некоторыми приемами расчетов обмена белков.

В состав белковой молекулы и продуктов обмена белков входит азот. Поэтому показателем белкового обмена в организме служит азотистый баланс, то есть соотношение количества азота, находящегося в принятом корме и в выделениях животного (в основном с мочой и калом).

Важнейшая роль белков корма состоит в том, что определенная часть их идет на замещение «стареющих» и распадающихся белков тканей (пластическая функция). Остальная часть поступающих в организм белков дезаминируется и может в дальнейшем использоваться на энергетические нужды. Аминогруппа, отщепляясь, покидает организм в составе мочевины и других азотистых продуктов.

Поэтому обычно у взрослых животных количество азота, выводимое с выделениями, равно содержанию азота в поедаемых кормах. Такое соотношение называется азотистым равновесием.

Положительный азотистый баланс – преобладание поступления азота над его выведением – наблюдается при новообразовании тканей в организме: в период роста, беременности, после голодания, при откорме.

Отрицательный азотистый баланс наблюдается в том случае, когда азота выводится больше, чем поступает с кормами; это явление указывает либо на усиленный распад тканей, либо на то, что с кормами доставляется белка меньше, чем его требуется для возмещения постоянного белкового распада в клетках тела.

Минимальное количество белков, которое должно содержаться в суточном рационе для поддержания азотистого равновесия называется белковый минимум.

При расчете белкового баланса исходят из того, что в белке содержится 16% азота. Следовательно, 1 г азота содержится в 100 : 16 = 6,25 г белка (***азотистый коэффициент белка***). По азотистому балансу можно узнать, сколько мышц (мяса) распалось или вновь образовалось в организме.

Мясо содержит 21% белка. Следовательно, 1 г белка содержится в 100 : 21 = 4,8 г мяса - ***белковый коэффициент мяса***, а 1 г азота – 6,25 4,8 = 30 г мяса *-* ***азотистый коэффициент мяса***.

Примерная задача. Собаке дано за сутки 300 г мяса. С мочой и калом выделилось 15 г азота. Определить азотистый баланс.

Решение. 1) С мясом принято азота – 300 : 30 (азотистый коэффициент мяса) = 10 г.

|  |
| --- |
| Итак: принято азота 10 г |
| выделено 15 г |
| азотистый баланс = 5 (отрицательный) |

2) Распалось мяса (мышц) в организме сверх введенного с пищей для покрытия избытка выделенного азота: 5 г 30 = 150 г.

Вывод. Белковый рацион животного недостаточен, он не возмещает распада белков тела. Белковый минимум в данном случае должен составлять около 15 г белкового азота в сутки. То есть животное должно получать мяса минимум 450 г в сутки: 15 г 30 = 450 г.

## 

## Работа 63 Качественные реакции на белки

**Цель работы.** Рассмотреть реакции, свидетельствующие о наличие белка

**Биуретовая реакция**

Белки в щелочной среде дают с солями меди фиолетовое окрашивание. Такую реакцию дает биурет – продукт расщепления мочевины, от которого происходит название реакции.

**Объект исследования, материал и оборудование.** Раствор белка (белок из 2 куриных яиц, растворенный в 1 л воды), раствор пептонов, пробирки, 10%-ный раствор NaOΗ, 1%-ный раствор CuSO.

**Ход работы.** Налить в одну пробирку 1-2 мл раствора белка, а в другую 1-2 мл растора пептонов. В обе пробирки добавить по 1 мл 10%-ного раствора NaOΗ и по 1-2 капли 1%-ного раствора CuSO. В пробирке с белком при взбалтывании появляется фиолетовое окрашивание; в пробирке с пептоном – розовое окрашивание.

**Ксантопротеиновая реакция**

Большинство белков при нагревании с крепкой азотной кислотой дает желтое окрашивание, обусловленное нитрованием бензольного кольца ряда аминокислот (тирозин, триптофан, фенилаланин), входящих в состав белков. При добавлении щелочи (аммиака или едкого натра) окрашивание становится оранжевым.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Раствор яичного белка, штатив с пробирками, азотная кислота (концентрированная), 20%-ный раствор NaOΗ или аммиак, раствор фенола (разведение 1 : 1000).

**Ход работы**. В пробирку налить 1-2 мл раствора яичного белка и прибавить 10 капель концентрированной азотной кислоты. Осторожно подогреть пробирку на огне. Образовавшийся осадок белка и жидкость над ним окрашиваются в желтый цвет.

После охлаждения пробирки добавить избыток щелочи. Желтая окраска переходит в оранжевую.

Для убеждения в том, что ксантопротеиновая реакция зависит от образования нитропродуктов бензола, эту реакцию ставят с фенолом.

В пробирку налить 2 мл раствора фенола и добавить 10 капель концентрированной азотной кислоты. При нагревании получается желтое окрашивание, зависящее от образования из бензола пикриновой кислоты.

**Реакция Адамкевича**

Белки, содержащие в своем составе аминокислоту триптофан, реагируют с глиоксиловой кислотой, которая всегда содержится в ледяной уксусной кислоте, давая фиолетовое окрашивание. Белки, не содержащие триптофан, например желатин и протамины, фиолетового окрашивания не дают.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Белок куриного яйца, сваренный вкрутую, штатив с пробирками, желатин, ледяная уксусная кислота, концентрированная серная кислота.

**Ход работы**. Поместить в пробирку кусочек куриного белка величиной с горошину и залить 1 мл ледяной уксусной кислоты. Нагреть пробирку до полного растворения белка. После охлаждения раствора наклонить пробирку и очень осторожно, по стенке, прилить 1 мл концентрированной серной кислоты. При стоянии на границе двух жидкостей образуется красно-фиолетовое кольцо. При встряхивании пробирки вся жидкость окрашивается в фиолетовый цвет. То же проделать с кусочком желатина. Реакция отрицательная, так как отсутствует триптофан.

**Высаливание белков сернокислым аммонием**

Высаливанием белков называется выпадение в осадок из солевого раствора неизменного так называемого нативного белка. Высаливание является обратимым процессом и служит для выделения различных белков из смеси.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Сыворотка крови, штатив с пробирками, сернокислый аммоний в порошке, насыщенный раствор сернокислого аммония, 10%-ный раствор NaOΗ, 1%-ный раствор CuSO4.

**Ход работы**. Налить в пробирку 5 мл сыворотки крови, добавить 5 мл насыщенного раствора сернокислого аммония и перемешать. Происходит выпадение осадка белка – глобулина. Осадок отфильтровать. Взять 1 мл фильтрата и проделать биуретовую реакцию. Реакция положительная, так как в растворе остался белок – альбумин.

Для высаливания альбумина в фильтрат добавлять порошок сернокислого аммония до тех пор, пока раствор не станет насыщенным. Выпадает в осадок белок – альбумин. Остаток отфильтровать, с фильтратом проделать биуретовую реакцию. Реакция отрицательная, так как все белки осаждены.

Осадок альбумина вместе с фильтром перенести в пробирку, добавить 5мл воды и взболтать. Раствор отфильтровать. Проделать биуретовую реакцию. Реакция положительная – альбумин снова перешел в раствор.

## 

## Работа 64 Реакции на углеводы

**Цель работы.** Рассмотреть реакции, свидетельствующие о наличие углеводов.

**Проба Троммера**

Моносахариды и более сложные сахара, содержащие свободную альдегидную или кетонную группу, восстанавливают металлы в щелочной среде.

Реакция Троммера основана на восстановлении окисной меди в закисную.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, 10%-ный раствор глюкозы, 10%-ный раствор сахарозы, 10%-ный раствор NaOΗ, 1%-ный раствор CuSO4.

**Ход работы**. Взять две пробирки. В первую налить 2-3 мл раствора глюкозы, во вторую 2-3 мл раствора сахарозы. Добавить в обе пробирки по 1/2 объема (1 – 1,5 мл) NaOΗ и по каплям приливать раствор CuSO4  до появления неисчезающей мути гидроокиси меди голубого или синего цвета. При нагревании первой пробирки синий цвет гидрата окиси меди переходит в желтый цвет гидрата закиси меди. При дальнейшем нагревании желтый цвет переходит в красный цвет – образуется безводная закись меди (Cu2O).

Следует избегать избытка медного купороса, который может маскировать реакцию, так как избыток гидрата окиси меди при нагревании переходит в безводную окись меди черного цвета.

При нагревании второй пробирки желтой или красной окраски не появляется, так как в сахаре отсутствуют свободные альдегидные группы, обусловливающие реакцию восстановления.

**Реакция с дисахаридами**

Дисахариды при кипячении с соляной кислотой подвергаются инверсии, то есть превращаются в моносахариды, которые легко обнаруживаются пробой Троммера.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Штатив с пробирками, пипетки, спиртовка, 10%-ный раствор сахарозы, 5%-ный раствор ΗCІ, 10%-ный раствор NaOΗ, 1%-ный раствор CuSO4.

**Ход работы**. В пробирку налить раствора сахарозы и проделать пробу Троммера. Реакция отрицательная. К 3 мл раствора сахарозы прибавить 1-2 капли 5%-ной ΗCІ и прокипятить. После кипячения проделать пробу Троммера. Реакция положительная, так как в результате гидролиза сахарозы появляются моносахариды – глюкоза и фруктоза, обладающие восстанавливающим свойством.

**Реакция на полисахариды (проба на крахмал)**

Растворы йода или йодистого калия дают с крахмалом синее окрашивание, исчезающее при нагревании и появляющееся после охлаждения.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Крахмал, колбочка на 250 мл, штатив с пробирками, спиртовка, реактив Люголя.

**Ход работы**. В колбу со 100 мл холодной воды добавить 2-3 г крахмала, размешать и медленно нагреть до кипения при непрерывном помешивании.

В пробирку налить 3-5 мл охлажденного раствора крахмала и прибавить 1-2 капли реактива Люголя. Появляется интенсивное синее окрашивание. При нагревании пробирки окраска исчезает, а при охлаждении появляется вновь.

## Работа 65 Баланс жиров

**Цель работы.** Знакомство с некоторыми приемами расчетов обмена жиров.

Жиры и липиды являются в основном источником энергии для животного и лишь в небольшой степени пластическим материалом. Но в отличие от других питательных веществ жиры могут в больших количествах откладываться в качестве резерва в депо, что наблюдается при откорме.

В молекулу нейтрального жира входит углерод, кислород и водород, те же элементы, что содержатся и в других органических веществах. Расчет баланса жиров приходится вести по поступающему и выделенному углероду. Но при этом необходимо исключать при подсчете то количество углерода, которое содержится в получаемом и выводимом из организма белке. Поэтому расчет жирового баланса нужно начинать с вычисления белкового (азотистого) обмена. Углеродом, который содержится в углеводах, можно пренебречь, так как углеводы являются энергетическим материалом, быстро сгорают в организме и в значительных количествах не задерживаются.

При расчете баланса жиров исходят из следующих соотношений. В белке содержится 53% углерода, азота – 16%. Следовательно, в белке на 1 г азота приходится 3,3 г углерода (53 : 16 = 3,3) – ***углеродистый коэффициент белка***. Иными словами, если при распаде белков выделяется 1 г азота, то одновременно должны были освободиться 3,3 г «белкового» углерода.

В жире углерода содержится 77%. Следовательно, 1 г «жирового» углерода содержится в 100 : 77 = 1,3 г жира – ***углеродистый коэффициент жира***.

Примерная задача. После предшествующего голодания собака ежедневно съедала 500 г мяса и 200 г жира, а выделяла с мочой и калом 12,6 г азота и 135,7 г углерода с мочой, калом и выдыхаемым воздухом. Каков баланс белка и жира?

Решение. 500 г мяса содержит 500 30 = 16,6 г азота. В таком количестве белка должно содержаться 16,6 3,3 (углеродистый коэффициент белка) = 56,1 г углерода («белкового»).

В 200 г жира содержится 200 1,3 (углеродистый коэффициент жира) = 154,6 г углерода («жирового»).

Итак, принято с кормом:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 500 г мяса:  200 г жира: | 16,6 г азота | 56,1 г углерода  154,6 г углерода |
| Всего:  Выделено:  Баланс: | + 16,6 г азота  12,6 г азота  + 4,0 г азота | + 210,7 г углерода  135,7 г углерода  + 75,0 г углерода |

Таким образом, баланс азота положительный и указывает на активное использование в организме 4,0 6,25 = 25 г белка. Каков же баланс углерода? Вместе с задержанным в организме белком должно было остаться 4,0 3,3 = 13,2 г углерода.

Очевидно, остальная часть углерода, задержанная в организме (75,0 – 13,2 = 61,8 г), принадлежит отложенному в теле животного жиру. Этого жира отложилось: 61,8 1,3 = 80,3 г.

Вывод. В организме животного ежесуточно использовалось 25 г белков на восстановление и откладывалось 80,3 г жиров.

## Работа 66 Реакции на жиры

**Цель работы.** Рассмотреть реакции, свидетельствующие о наличие жиров.

**Объект исследования, материалы и оборудование.** Растительное масло, 10%-ный раствор NaOΗ, 0,4%-ный раствор аммиака, эфир, спирт этиловый, хлороформ, желчь, штатив с пробирками.

**Ход работы**. Взять 6 пробирок и подготовить их, как представлено в таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Содержимое пробирок | Условия опыта | Результаты опыта |
| 1 | Растительное масло 1 мл + 3 мл эфира | Все пробирки сильно встряхнуть |  |
| 2 | Растительное масло 1 мл + 3 мл спирта |  |
| 3 | Растительное масло 1 мл + 3 мл хлороформа |  |
| 4 | Растительное масло 1 мл + 3 мл NaOΗ |  |
| 5 | Растительное масло 1 мл + 3 мл воды + 3-4 капли желчи |  |
| 6 | Растительное масло 1 мл + 3 мл воды |  |

После встряхивания отметить результаты, произошедшие в каждой из 6 пробирок.

В первых трех пробирках должно произойти полное растворение жира – раствор прозрачный, в трех последних – масло разбивается на мелкие шарики, образуя молочно-белую эмульсию. Рассмотреть стойкость полученных эмульсий и размеры жировых шариков.

## Работа 67 Экспериментальный А-авитаминоз

Витамин А входит в группу витаминов, растворимых в жирах. Недостаток витамина А чреват тяжелыми последствиями для организма и наблюдается у многих животных. Его симптомами являются ксерофтальмия (чрезмерная сухость поверхности конъюнктивы и роговицы глаза), атаксия (расстройство координации движений), конъюнктивиты, помутнение и образование язв роговицы, кожные заболевания и поражения эпителиальных слоев кожи, например, эпителия бронхов, дыхательных путей, слюнных желез и семявыносящих канальцев.

Избыток витамина А также опасен, как и его дефицит. Заболевание костей, приводящее к хромоте и хрупкости конечностей, сопровождаемое гингивитом и потерей зубов, описано для кошек, которые длительное время получали избыток этого витамина либо в форме собственно витамина А, либо вследствие содержания в рационе большого количества сырой печени. Подобный эффект наблюдали и у собак, получавших большие дозы витамина А. Таким образом, включение в рацион продуктов, содержащих много витамина А, например, печени и рыбьего жира, должно строго контролироваться. Добавки к уже достаточному рациону не только не необходимы, но и потенциально опасны и их следует избегать.

При содержании животных на корме, лишенном витамина А, можно вызвать авитаминоз. Легче всего подвержены заболеванию молодые, растущие животные.

**Цель работы.** Воспроизвести экспериментальный А-авитаминоз у лабораторных животных.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Мыши или крысы в возрасте около 1 месяца, А-авитаминозный корм, металлические клетки, весы, линейки.

**Ход работы**. Для эксперимента берут молодых лабораторных мышей или крыс одного возраста и делят на 2 группы – опытную и контрольную.

После измерения длины и веса животных в каждой группе их помещают в отдельные металлические клетки. Опытная группа получает А-авитаминозный корм в неограниченном количестве в виде специальных лепешек, изготовленных по рецепту Шермана: 59% овса, 30% сухого автоклавированного обрата, 10% сливочного масла и 1% хлористого натрия. Контрольная группа содержится на обычном корме.

Через каждые 5 дней производить измерения длины тела и взвешивание опытных и контрольных животных и отмечать общее состояние.

В начале эксперимента животные опытной группы продолжают расти за счет запасов витамина А, имеющегося в организме, но примерно через 10-12 дней у животных опытной группы обнаруживается отставание в росте. Затем наступает падение веса. Через 20-30 дней опыта развиваются характерные признаки А-авитаминоза: припухание век, помутнение и изъязвление роговицы. Эта форма А-авитаминоза называется ксерофтальмия (рис. 28)

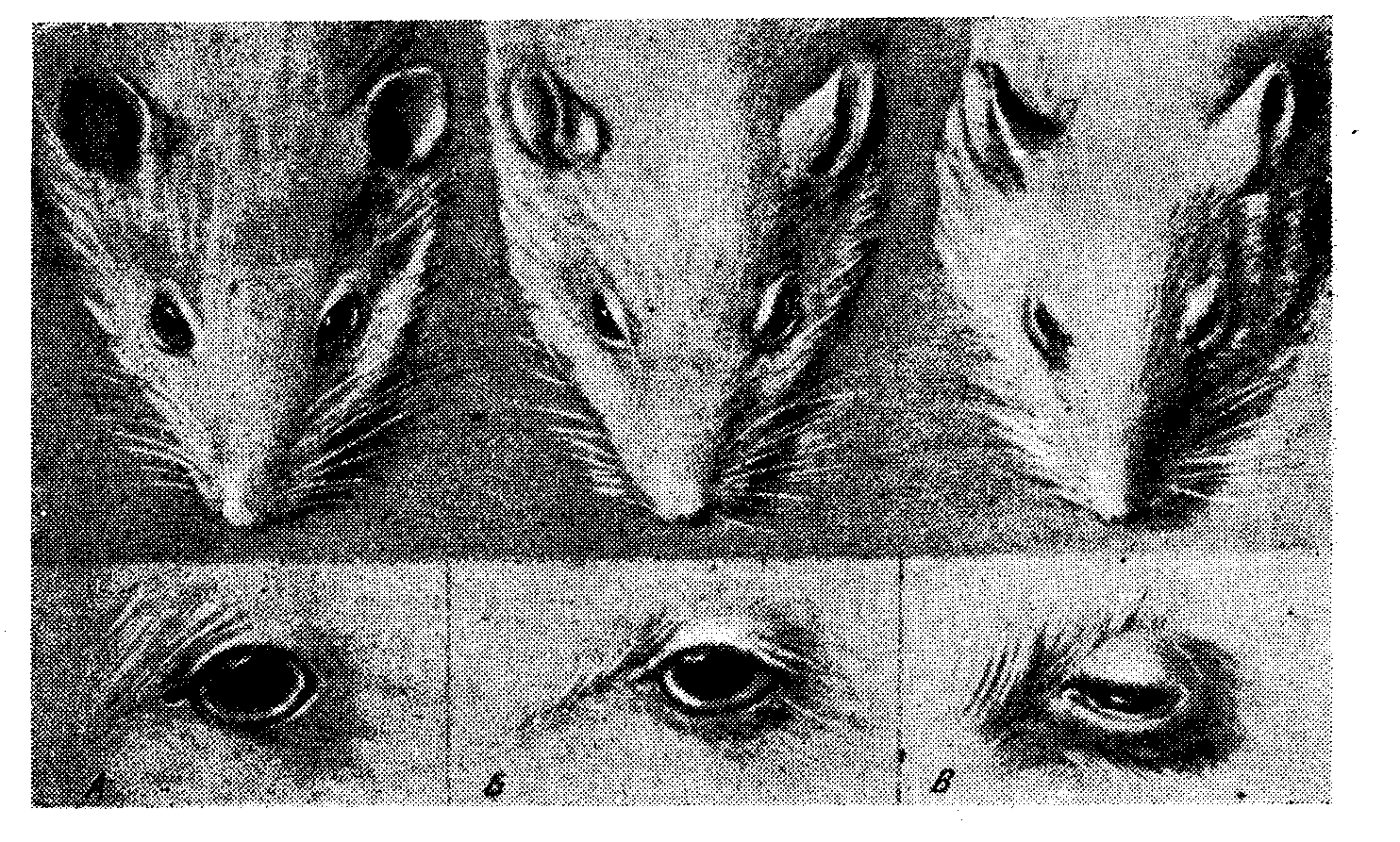


Рисунок 28 – Экспериментальный А-авитаминоз у крыс.

А – здоровая крыса; Б – начальная стадия заболевания; В – ксерофтальмия.

Внизу соответственно глаза здоровой и заболевшей крыс.

При появлении первых признаков А-авитаминоза подопытную группу животных разделить на 2 части. Одну часть продолжать кормить А-авитаминозным кормом, а второй группе добавлять к диете препарат витамина А в количестве 2-3 крысиных единиц на животное.

Подопытная группа, получающая концентрат витамина А, быстро поправляется. Животные подопытной группы, не получающие витамина А, обычно гибнут через 10 – 20 дней после появления ксерофтальмии.

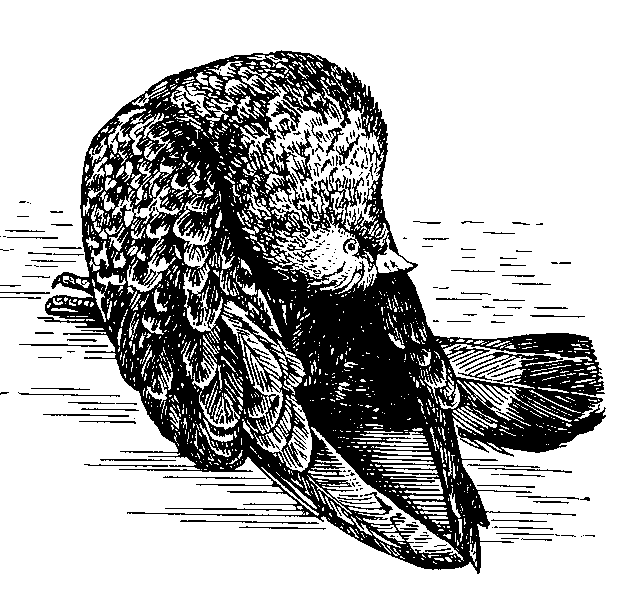
## Работа 68 Экспериментальный В1-авитаминоз

Недостаточность тиамина в организме приводит к нарушению окисления углеводов: накоплению недоокисленных продуктов в крови и в моче, угнетению синтеза ацетилхолина. Эти биохимические нарушения лежат в основе возникновения ряда патологических симптомов со стороны нервной системы (периферические полиневриты, парезы, а в тяжелых случаях - параличи), сердечно-сосудистой системы (тахикардия, боли в области сердца, расширение границ сердца, приглушенность сердечных тонов, одышка, отеки) и органов пищеварения (резкое снижение аппетита, боли в животе, тошнота, снижение тонуса кишечника, запоры), развивающихся при недостаточности тиамина. Степень выраженности этих симптомов зависит от степени недостаточности витамина В1.

Очень чувствительны к отсутствию водорастворимого витамина В1 (тиамина) птицы (куры, голуби). При кормлении птиц кормом, не содержащим витамина В1, наблюдается заболевание периферической нервной системы - полиневрит.

**Цель работы.** Воспроизвести экспериментальный В1-авитаминоз у лабораторных птиц.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Авитаминозный корм, голуби, клетки.

**Ход работы**. Для эксперимента берут две группы голубей – опытную и контрольную. После взвешивания птиц помещают в клетки. Опытную группу вволю кормят авитаминозным кормом (лучше всего рисом, хорошо очищенным от оболочки), предварительно автоклавированным при температуре 140-150оС в течение 4 часов. Зерно, подвергнутое такой обработке не содержит витамина В1. Контрольная группа содержится на обычном корме.

В первые 10-15 дней голуби не проявляют признаков заболевания за исключением небольшого падения веса, затем появляется понос, пропадает аппетит и голуби отказываются от корма.

С момента потери аппетита кормить птиц приходится насильно, чтобы предохранить от истощения раньше, чем разовьются характерные признаки В1-авитаминоза. Дальнейшее течение болезни может иметь две формы: паралитическую и спастическую.

Рисунок 29 - Экспериментальный В1-авитаминоз у голубя (спастическая форма)

При паралитической форме отмечается нарастающая слабость, отсутствие движения, параличи и, наконец, наступает смерть.

Спастическая форма характеризуется нарушением координации движений, шаткой походкой, частым появлением судорог. Характерным является запрокидывание головы назад, на спину (рис. 29). В таком состоянии голуби погибают. Продолжительность жизни опытных голубей 20-30 дней. Часть голубей ставят на лечение, добавляя в корм препарат витамина В1 в виде дрожжей, отрубей или продажного концентрата тиамина. Голуби получающие препарат витамина В1, быстро излечиваются и все явления полиневрита исчезают.

## Работа 69 Экспериментальный рахит (D3-авитаминоз)

Витамин D часто называют "витамином костей", и наиболее изученная его функция заключается в повышении концентрации кальция и фосфора в плазме крови до уровня, необходимого для нормальной минерализации костей. В тонком кишечнике витамин D стимулирует процессы всасывания кальция и фосфора, а также участвует в мобилизации кальция из костей для поддержания нормальной его концентрации в плазме. Фактически биосинтез активной формы витамина D стимулируется резким снижением уровня кальция в плазме. Очевидно, что потребности в витамине D тесно связаны с концентрацией кальция и фосфора в рационе, а также с соотношением кальций/фосфор.

Витамин D (кальциферол), подобно витамину А, относится к группе жирорастворимых. Этот витамин содержится в жирах животного происхождения.

В растениях содержится эргостерол, который под влиянием ультрафиолетовых лучей превращается в витамин D.

Отсутствие в корме витамина D вызывает у молодых животных нарушение обмена кальция и фосфора и развитие рахита.

Характерными признаками рахита являются размягчение и хрупкость костей, воспаление суставов, искривление конечностей, деформация грудной клетки и т. д. Аналогичное заболевание у взрослых животных называется остеомаляцией.

**Цель работы.** Воспроизвести экспериментальный D3-авитаминоз у лабораторных животных.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Рахитогенный корм, крысы.

**Ход работы**. Для вызывания экспериментального рахита берут две группы крыс месячного возраста. После взвешивания животных размещают в двух клетках в темном помещении.

Одной группе дают вволю лепешек приготовленных по рахитогенному рецепту: пшеница – 33%, кукуруза – 33%, желатин – 15%, пшеничный глютин – 15%, хлористый натрий – 1%, углекислый кальций – 3%. Контрольная группа получает обычный корм.

Один раз в неделю производят взвешивание опытных и контрольных животных. Через 35 - 40 дней у крыс находящихся на авитаминозной диете, обнаруживается признаки рахита: резкое отставание в росте, расстройство движений задних конечностей, шаткость походки, вследствие нарушения развития костей. В поздней стадии – прогрессирующая общая слабость, искривление грудной клетки, бедер и голеней.

При появлении первых симптомов D3-авитаминоза часть подопытных крысят подвергнуть D3-витаминной терапии (внутрь рыбий жир или масляный раствор эргокальциферола 5-10 тыс. ед. в сутки), рахит излечивается.

# Обмен энергии

Уровень энергетического обмена отражает напряженность физиологических процессов в организме и является интегральным показателем обмена веществ. Учет выделяемой животным энергии можно производить методами прямой и непрямой калориметрии.

**Прямая калориметрия**

Для определения энергетического баланса методом прямой калориметрии необходим точный учет всех веществ, поступающих из внешней среды, а также выделяемых организмом. Энергетическая ценность этих веществ определяется в калориметре.

Теплопродукция животного организма определяется в калориметрической камере с помощью точных термометров.

Метод прямой калориметрии, особенно в применении к крупным сельскохозяйственным животным, очень сложен и громоздок, поэтому в практике обычно используют метод непрямой калориметрии.

**Непрямая калориметрия**

Метод непрямой калориметрии основан на исследовании газообмена, который отражает интенсивность окислительных процессов, происходящих в животном организме, а также характер окисляющихся веществ. Зависимость между количеством потребляемого кислорода, идущего на окисление жиров, углеводов и белков, и количество тепловой энергии, образующейся при этом в организме, выражается калорическим эквивалентом или калорическим коэффициентом, который показывает, какое количество калорий выделяется в организме при потреблении одного литра кислорода. Калорический коэффициент потребленного кислорода различен при окислении белков, жиров или углеводов, он равен соответственно 0,8,0,7 и 1,0.

Для того чтобы определить калорический коэффициент кислорода, нужно знать, какие вещества в данный момент окисляются. Показателем этого служит дыхательный коэффициент, то есть отношение между объемом выделенного СО2 и объемом поглощенного О2 за тот же промежуток времени.

Исходя из этого, определение энергетических затрат организма складывается из учета количества выдыхаемого воздуха и его анализа, определения дыхательного коэффициента и вычисления теплопродукции организма.

## Работа 70 Определение затрат энергии по газообмену

Превращение энергии органических веществ корма в тепловую можно определить по количеству выделенного углекислого газа и поглощенного за это время кислорода. Такой расчет возможен на том основании, что использование 1 л кислорода и выделение 1 л углекислого газа сопровождается образованием определенного количества тепла, которое называется калорическим коэффициентом этих газов. Поэтому определение затрат энергии в организме можно производить с учетом калорического и дыхательного коэффициентов.

**Цель работы**. Ознакомиться с принципом определения дыхательного коэффициента, а также освоить методику расчета энергии, выделенной из организма, с учетом дыхательного и калорического коэффициента.

**Определение дыхательного коэффициента**

Дыхательный коэффициент (ДК) представляет собой отношение объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода за определенное время.

; (6)

где *V*CO2 — выделенный СO2;

*V*O2 — потребленный O2

Если в процессе обмена в организме окисляются только углеводы, то дыхательный коэффициент будет равен 1. Это видно из следующей формулы:

(7)

Следовательно, для образования одной молекулы СО2 при обмене углеводов потребуется одна молекула О2. Так как по закону Авогадро-Жерара равные количества молекул при одинаковой температуре и давлении занимают равные объемы. Следовательно, дыхательный коэффициент при окислении углеводов будет равен 1:

(8)

В случае окисления жиров дыхательный коэффициент будет равен 0,7

2C51H9806 + 14502 *→* 102С02 + 98Н20 (9)

ДК= 102/145 = 0,70 (10)

Значение ДК=0,7 в случае окисления жиров может иметь простое объяснение. В связи с тем, что в жирных кислотах на 1 атом углерода приходится меньше атомов кислорода, чем в углеводах, их окисление характеризуется значительно более низким дыхательным коэффициентом.

В процессе окисления белков часть поглощенного кислорода не выходит затем с выдыхаемым воздухом, а образует соединения с азотом и выводится с мочой. Поэтому в случае окисления чисто белковой пищи ДК оказывается равным 0,81.

В нормальных условиях дыхательный коэффициент лежит в пределах от 1 до 0,7. При ДК 0,7 в организме окисляются жиры и при этом калорический эквивалент, или тепловая ценность 1 л кислорода, равен 18,551 кДж, а при ДК=1 – 21,135.

Пример. За 1 мин лошадь вдохнула 1,5 л О2 и выдохнула 1,275 л СО2, тогда дыхательный коэффициент будет равен: 1,275 : 1,5 = 0,85

**Вычисление расхода энергии**

Для вычисления расхода энергии в калориях пользуются таблицей калорических эквивалентов 1 л кислорода или углекислого газа при определенном дыхательном коэффициенте (см. Приложение В).

Калорический эквивалент 1 л кислорода при различных дыхательных коэффициентах будет неодинаковым, так как в организме окисляются разные вещества.

Для определения расхода энергии за 1 мин следует умножить количество поглощенного за 1 мин кислорода на калорический эквивалент при соответствующем дыхательном коэффициенте (см. Приложение В).

Пример. Лошадь за 1 мин поглощает 1,5 л кислорода при дыхательном коэффициенте 0,85. Тогда расход энергии составит 20,364 1,5 = 30,546 кДж тепла. За 1 час 30,546 60 = 1832,760 кДж и за сутки 1832,760 24 = 43986,240 кДж.

## Работа 71 Исследование теплоотдачи у животных

В процессе обмена веществ в тканях постоянно образуется тепло и происходит его отдача в окружающую среду, что обеспечивает тепловой баланс.

**Цель работы**. Убедиться, что в организме постоянно происходит образование тепла, которое отдается в окружающую среду.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Мыши или хомяки, 2 набора стаканов, водяные термометры.

**Ход работы**. Берут 2 набора стаканов, по 2 стакана в каждом, причем один стакан должен свободно входить в другой с просветом между ними в 1 см. Во внешние стаканы наливают воду температурой 10оС, в нее опускают термометр. Во внутренний стакан первого набора помещают 2 мыши или хомяка. Второй набор оставляют для контроля. Через 30 мин определяют, как изменилась температура воды в стаканах.

## Работа 72 Исследование терморегуляции у животных

Независимо от изменения температуры окружающей среды температура тела животного остается относительно постоянной. В регуляции этого процесса участвуют нервные и гуморальные механизмы.

**Цель работы**. Освоить методику измерения температуры тела и кожи животного ртутным и электронным термометром. Исследовать влияние температуры окружающей среды на температуру тела и кожи животного.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Мыши, морские свинки, кролики, овцы, корова, лошадь, ветеринарные термометры, электротермометры, вата, марля, вазелин, стеклянные банки, ванны, горячая вода +30-35оС, снег или лед.

**Измерение температуры тела животного**

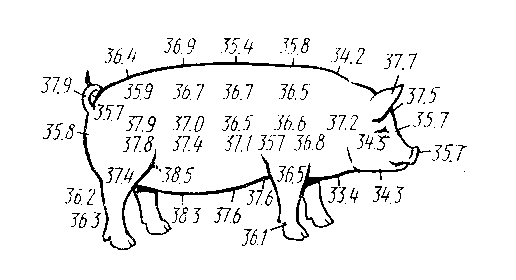
**Ход работы**. Температуру тела животного измеряют термометром в прямой кишке, у птиц – в клоаке. Используют ветеринарный термометр или электротермометр. Перед измерением ртутный термометр осторожно встряхивают, чтобы столбик ртути опустился, протирают дезинфицирующим раствором и смазывают вазелином. Подготовленный таким образом термометр вращательными движениями вводят в прямую кишку животного на 10 мин. Чтобы термометр не выпадал, привязывают его нитью к зажиму, который укрепляют на волосяном покрове животного в прилегающей области. Отмечают одинаковая ли температура тела у разных животных. 

Рисунок 30 – Температурная топография кожи свиней

Температуру поверхности кожи животного измеряют электротермометром. Температуру поверхности кожи измеряют в области головы, спины, конечностей, брюха (рис. 30).

Сравнивают температуру в прямой кишке и температуру кожи (см. Приложение Д) различных областей тела животного. Если температура различная, объяснить, чем это обусловлено.

**Измерение температуры тела и кожи у животного при понижении и повышении температуры окружающей среды**

**Ход работы**. Исследование можно выполнить на морской свинке или кролике. У животного измеряют температуру в прямой кишке и кожи в области спины и конечностей. Затем животное помещают в стеклянную банку, последнюю опускают на 15 мин в ванну с водой нужной температуры. Испытывают влияние на температуру тела и кожи животного температуры окружающей среды, равной - + 30-35оС и 0оС. После каждого испытания производят сразу и через 10 мин измерение температуры тела и кожи. Записывают и объясняют полученные результаты.

**Вопросы итогового занятия**

1 Что такое обмен веществ и энергии. Из чего он складывается.

2 Методы изучения обмена веществ.

3 Обмен белков.

4 Функции белков.

5 Азотистый баланс.

6 Обмен аминокислот.

7 Обмен сложных белков.

8 Регуляция белкового обмена.

9 Обмен углеводов.

10 Функции углеводов.

11 Регуляция обмена углеводов.

12 Обмен липидов.

13 Функции липидов.

14 Переваривание, всасывание и промежуточный обмен липидов.

15 Регуляция липидного обмена.

16 Водный обмен.

17 Минеральный обмен: макроэлементы.

18 Минеральный обмен: микроэлементы.

19 Витамины жирорастворимые.

20 Витамины водорастворимые.

21 Роль печени в обмене веществ.

22 Обмен энергии.

23 Методы исследования обмена энергии.

24 Основной обмен.

25 Теплообмен и его значение для организма.

26 Химическая терморегуляция.

27 Физическая терморегуляция, ее виды.

# Выделение

В процессе обмена веществ в организме накапливаются различные вредные продукты, которые постоянно удаляются из тканей во внешнюю среду. Это является одним из важных условий, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность всего организма. Значительная часть продуктов распада выводится почками. В выделительных процессах участвуют и другие органы. Так, через органы дыхания удаляется углекислый газ, через кожу – пот с различными продуктами обмена, через органы пищеварения – некоторые соли, краски, лекарственные вещества, через молочные железы – лекарственные вещества и пр.

Выделительная функция различных органов обеспечивает поддержание постоянного состава внутренней среды организма и ионного баланса, кислотно-щелочного равновесия и др.

## Работа 73 Получение мочи у животных

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами получения мочи.

**Объект исследования, материал и оборудование**. Крупные и мелкие животные, станки для фиксации, катетеры, мочеприемники, дезинфицирующие растворы, стерильный вазелин или масло, мерные цилиндры, посуда для сбора мочи.

**Ход работы**. а) однократную порцию мочи обычно собирают в период мочеиспускания, которое у коров чаще всего бывает утром после их подъема. Процесс мочеиспускания у них можно вызвать рефлекторно, для этого необходимо создать звук льющейся воды;

б) при необходимости получать мочу в определенный период времени прибегают к катетеризации животных. При этом в мочевой пузырь через мочеполовой (мочеиспускательный) канал вводят катетер (пластмассовая или полистероловая трубки) соответствующего диаметра. Катетеризацию крупных животных производят в стоячем положении, в станках; собак и кроликов фиксируют брюхом вверх. У самцов головку полового члена протирают дезинфицирующим раствором, катетер смазывают простерилизованным вазелиновым маслом и вводят вместе с мандреном в уретру. Мандрен извлекают после проникновения катетера в полость мочевого пузыря. У быков и кобелей катетеризация затруднительна;

в) для получения мочи у крупных животных в станках в течение длительного периода времени пользуются специальными мочеприемниками (рис. 31). При отсутствии отводной трубки к мочеприемнику подвешивают съемный резиновый пузырь. Свиней и мелких жвачных с этой целью помещают в деревянные или металлические клетки с оцинкованным дном, имеющим отверстие для стока мочи. Для крупных лабораторных животных и зверей используют металлические клетки с сетчатым полом и оцинкованным поддоном, имеющие отверстие для стока мочи. Крыс и мышей помещают на сетку, вложенную в стеклянную воронку; мочу из воронки собирают в цилиндр.

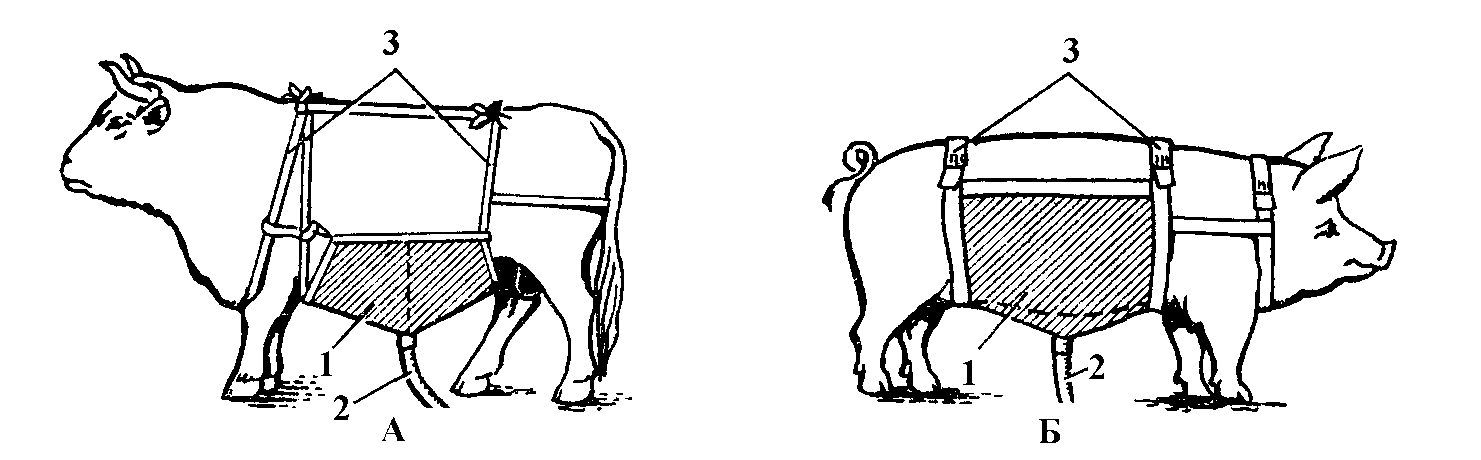
Рисунок 31 - Приспособление для сбора мочи у быка (А) и хряка (Б):

1 – брезентовый или резиновый мочеприемник с проволочным каркасом, 2 – отводной шланг,

3 – фиксирующие лямки

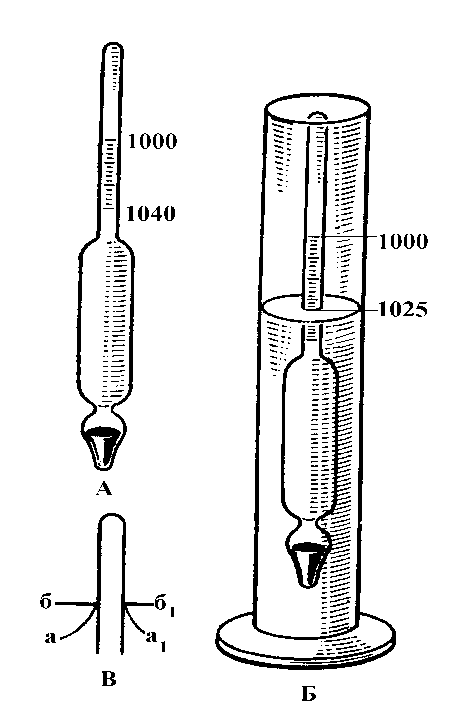
В каждом случае определяют количество полученной мочи с помощью мерного цилиндра.

## Работа 74 Определение плотности мочи

Плотность мочи характеризует соотношение между водой и растворенными в ней плотными составными частями. Наибольшее влияние на плотность мочи оказывает содержание в ней мочевины. Показатели плотности мочи колеблются в зависимости от вида животных, количества потребляемой воды, величины диуреза, температуры среды, физиологического состояния животного (работа, беременность).

**Цель работы**. Определить плотность мочи разных животных.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Свежая моча разных животных, цилиндр на 100-250 мл, урометр.

**Ход работы**. Цилиндр емкостью 100-250 мл заполнить мочой, исключая образование пены. При наличии пены снять ее фильтровальной бумагой. Медленно опустить в мочу урометр, так чтобы часть его, находящаяся выше уровня мочи, осталась несмоченной. Деление шкалы урометра, совпадающее с нижним мениском жидкости, покажет плотность мочи (рис. 32).

Так как шкала урометра градуируется обычно для температуры 15оС, то при определении плотности необходимо учитывать температуру мочи для внесения поправки. Если температура мочи выше 15оС, то на каждые три градуса к показанию урометра прибавляется 0,001; если температура ниже 15оС – то на каждые три градуса из показаний урометра вычитается 0,001.

Рисунок 32 - Определение

плотности мочи:

А – урометр; Б - положение урометра в цилиндре; В – положение мениска (а - а1 – нижнего, б - б1 - верхнего)

Пример. При 21оС урометр показывает плотность 1,025; истинная плотность мочи будет равна 1,025 + 0,002 = 1,027.

Плотность мочи здоровых животных равна: лошади - 1,020 – 1,050; крупного рогатого скота – 1,030 – 1,045; овцы и козы – 1,015 – 1,045; свиньи – 1,010 – 1,040; собаки – 1,010 – 1,050; кошки – 1,020 – 1,040; кролика – 1,010 - 1,015; птица – 1,002 – 1,005.

## Работа 75 Определение реакции мочи

Реакция мочи зависит от вида животного, состава потребляемых кормов и других факторов. У травоядных моча имеет щелочную реакцию, обусловленную значительным количеством щелочного фосфата, у хищных – кислую, зависящую от содержания большого количества кислого фосфата и серной кислоты, образующейся из серы белков.

У всеядных животных реакция мочи может быть кислой, щелочной или нейтральной.

**Цель работы**. Определить кислотность и щелочность мочи.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Свежая моча животных, универсальная индикаторная бумага (рН 1-10), химические стаканчики, бюретки для титрования, пипетки глазные и измерительные, 0,1 н раствор ΗCІ, 0,1 н раствор NaOΗ, порошок щавелевокислого калия, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, 1%-ный раствор ализаринсульфоновокислого натрия.

**Определение реакции мочи**

**Ход работы**. Определить реакцию мочи животных с помощью индикаторной бумаги. На универсальную индикаторную бумажку нанести каплю мочи. Под влиянием мочи бумажка изменяет цвет, по прилагаемой шкале определить реакцию мочи.

**Определение титрационной кислотности мочи**

**Ход работы**. Общее количество кислотореагирующих вещество мочи можно определить методом титрования. В химический стаканчик отмерить 10 мл профильтрованной мочи, добавить 6 г порошка щавелевокислого калия (для предупреждения выпадения аммиачных солей) и 2 капли фенолфталеина. Взболтать содержимое в течение 2 мин до растворения порошка щавелевокислого калия и титровать 0,1 н раствором NaOΗ до появления неисчезающего розового окрашивания. Вычислить кислотность мочи (г ΗCІ в 100 мл) по следующей формуле:

(11)

где *n* – число миллилитров NaOΗ, пошедших на титрование;

0,00365 – количество ΗCІ в граммах, соответствующее 1 мл 0,1 н раствора NaOΗ.

**Определение титрационной щелочности мочи**

**Ход работы**. Щелочность мочи у животных можно определить методом титрования. В стаканчик отмерить 10 мл профильтрованной мочи, добавить 3-4 капли ализаринсульфоновокислого натрия и тировать 0,1 н раствором ΗCІ до появления желтого окрашивания. Вычислить щелочность мочи (г NaOΗ в 100 мл) по следующей формуле:

(12)

где *m* – число миллилитров ΗCІ, пошедших на титрование;

0,004 - количество NaOΗ в граммах, соответствующее 1 мл 0,1 н раствора ΗCІ.

## Работа 76 Получение биурета из мочевины

Биурет – продукт расщепления мочевины, по его наличию можно судить о присутствии мочевины.

**Цель работы**. Определить наличие биурета в мочевине.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Мочевина, пробирки, спиртовка, индикаторная бумага, вода.

**Ход работы**. Взять несколько кристалликов мочевины (сколько уместиться на кончике скальпеля) в сухую пробирку и осторожно нагревать на слабом пламени спиртовки. Мочевина при температуре 132оС начинает плавиться с выделением паров аммиака (который можно узнать по запаху и по изменению цвета лакмусовой бумажки, смоченной водой), а затем затвердевает, давая беловатый осадок биурета. После охлаждения пробирки осадок растворить в небольшом количестве воды и проделать биуретовую реакцию (работа 44).

## Работа 77 Получение кристаллов азотнокислой и щавелевокислой мочевины

**Цель работы.** Получить кристаллы азотнокислой и щавелевокислой мочевины.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Мочевина, азотная кислота концентрированная, щавелевая кислота концентрированная, спирт этиловый, микроскоп, предметные и покровные стекла.

**Ход работы**. На предметное стекло поместить несколько кристаллов мочевины, растворить их в капле спирта или воды. Добавить к раствору одну-две капли азотной кислоты, покрыть смесь покровным стёклышком и рассматривать образовавшийся осадок под микроскопом. При большом увеличении видны кристаллы азотнокислой мочевины.

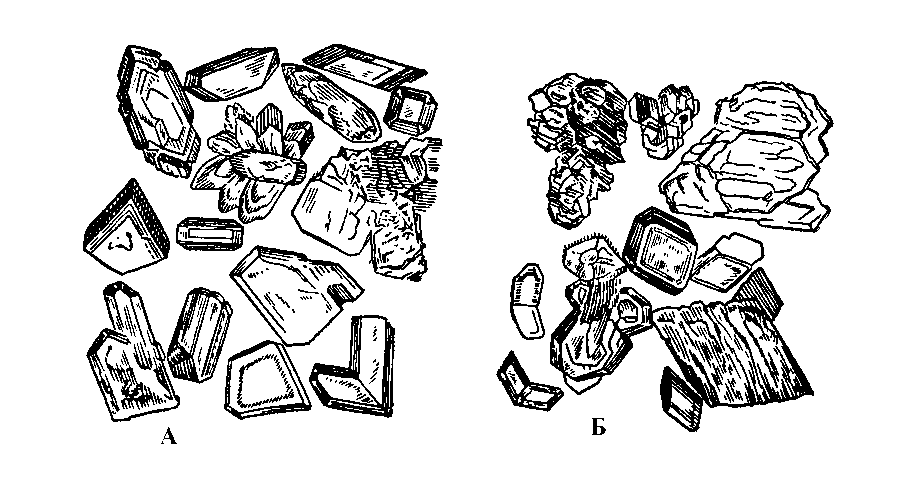
Если к раствору мочевины вместо азотной кислоты добавить каплю концентрированного раствора щавелевой кислоты, то полученный осадок будет состоять из кристаллов щавелевокислой мочевины (рис.33).

Рисунок 33 - Кристаллы азотнокислой (А) и

щавелевокислой (Б) мочевины под микроскопом

## Работа 78 Определение сахара в моче

Сахар в моче обнаруживается в период обильного поступления углеводов с кормами, при нарушении функции поджелудочной железы и других органов.

**Цель работы**. Определить наличие сахара в моче.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Моча животных, реактив Гайнеса, спитровка, пробирки.

**Ход работы**. Для проведения работы необходим реактив Гайнеса, который представляет собой смесь трех растворов: 1) 13,3 г химически чистой сернокислой меди (CuSO4) растворить в 400 мл дистиллированной воды; 2) 50 г едкого калия (KOΗ) растворить в 400 мл дистиллированной воды; 3) 15 г чистого глицерина растворить в 200 мл дистиллированной воды. Вначале смешивают первый и второй растворы и к ним прибавляют третий.

В пробирку вносят 3-4 мл приготовленного реактива Гайнеса и нагреть до кипения. Прибавить 8-10 капель исследуемой мочи и вновь нагреть до кипения. При наличии в моче сахара появляется желтое окрашивание жидкости и выпадает осадок закиси меди от коричневато-зеленого до красного цвета, в зависимости от количества сахара в моче.

## Работа 79 Определение желчных пигментов в моче

Желчные пигменты – билирубин, биливердин и др. появляются в моче при желтухах различного происхождения.

**Цель работы**. Определить наличие желчных пигментов в моче.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Моча свежая, азотная кислота концентрированная, скипидар, 10%-ный раствор уксусной кислоты, марганцовокислый калий (разведение 1 : 1000).

**Проба с азотной кислотой**

**Ход работы**. В пробирку с 5 мл азотной кислоты осторожно по стенке на поверхность наслоить 1 мл мочи. При наличии в моче желчных пигментов появляется ряд цветных колец, из которых зеленое характерно для билирубина.

**Проба с марганцовокислым калием**

**Ход работы**. В пробирку налить 5 мл мочи и осторожно по стенке наслаивать 2 мл раствора марганцовокислого калия. При наличии желчных пигментов на границе двух жидкостей появляется изумрудно-зеленое кольцо.

## Работа 80 Определение индикана в моче

В процессе гниения белков в кишечнике из аминокислоты триптофана образуется индол, являющийся ядовитым продуктом. Индол в организме обезвреживается, вступая в реакцию с серной кислотой, и в виде калиевой соли индоксилсерной кислоты, или индикана, выделяется с мочой. В моче травоядных животных индикан содержится в норме в большом количестве.

**Цель работы**. Определить наличие в моче индикана.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Свежая моча травоядных животных, штатив с пробирками, соляная кислота концентрированная, хлороформ, 1%-ный раствор марганцовокислого калия.

**Ход работы**. Налить в пробирку 3-4 мл мочи и при встряхивании добавить такой же объем соляной кислоты. Прилить 1 мл хлороформа и 1-2 капли раствора марганцовокислого калия. Закрыть пробирку пробкой и перевернуть несколько раз (не встряхивая). При стоянии хлороформный слой жидкости окрашивается в синий цвет, вследствие образования синего индиго. Чем интенсивнее окраска, тем больше индикана в моче.

**Вопросы итогового занятия**

1 Органы, выполняющие выделительные функции, какие продукты обмена через них выводятся?

2 Строение почки.

3 Строение нефрона.

4 Функции почек.

5 Образование мочи.

6 Физико-химические свойства мочи.

7 Химический состав мочи.

8 Механизм образования первичной (провизорной) мочи.

9 Механизм образования вторичной (конечной, дефинитивной) мочи.

10 Роль почек в регуляции постоянства внутренней среды.

11 Регуляция функции почек.

12 Выведение мочи.

13 Физиология кожи: отделение пота.

14 Регуляция потоотделения.

15 Секреция кожного сала.

16 Рецепторы кожи.

17 Проницаемость кожи.

18 Обмен веществ в коже.

19 Пигменты кожи.

20 Волосяной покров животных.

## Работа 81 Гормоны и их физиологическое значение

Регуляция деятельности органов и тканей, обмен веществ и энергии, всех других жизненных процессов осуществляются нервно-гуморальной системой. Гуморальное звено регулирующей системы представлено в основном гормонами, вырабатываемыми железами внутренней секреции.

**Цель работы**. Рассмотреть роль гормонов в обмене веществ и осуществлении различных физиологических функций.

**Ход работы**. Опишите основные физиологические свойства всех гормонов по образцу, приведенному в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Железа  внутренней секреции | Название  гормона | Физиологическое действие гормона |
| Гипофиз | Пролактин | 1) Способствует развитию тканей в молочной железе.  2) Активирует ферменты, участвующие в синтезе лактозы и казеина молока.  3) В комплексе с другими гормонами передней доли гипофиза и инсулином участвует в поддержании установившейся лактации.  4) Действуя на центральную нервную систему, стимулирует родительский инстинкт.  5) Активирует ферменты, участвующие в превращении углеводов в жиры. |
| И т.д. |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# Размножение

Размножение — свойство живых организмов воспроизводить себе подобные особи. Процесс этот происходит у млекопитающих в специальных половых органах, которые начинают функционировать раньше, чем животное можно использовать для воспроизводства. Половозрелым животным называют такое животное, которое способно оплодотворить (самец) или забеременеть (самка). Половая зрелость у всех животных наступает гораздо раньше, чем заканчивается рост и общее развитие организма. Поэтому рациональнее использовать животное, когда оно достигает возраста физиологической зрелости. Под физиологической зрелостью понимают процесс завершения формирования организма, приобретение экстерьера и 65-70% веса, присущих взрослым животным данной породы и пола

**Работа 82 Получение и исследование яйцеклеток у животных**

Для изучения структуры, величины и формы яйцеклеток лучше всего получать их из крупных зрелых фолликулов или вымывать из яйцепроводов убитых животных.

**Цель работы**. Ознакомиться с методикой получения яйцеклеток.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Яичники животного, микроскоп, пастеровская пипетка, 0,9%-ный раствор хлорида натрия (NaCI), предметные и покровные стекла, вата, марля.

**Ход работы**.

1) В пастеровскую пипетку до 1/3 части ее капилляра насасывают раствор хлорида натрия и острым концом прокалывают стенку фолликула. Пипетку наклоняют так, чтобы содержимое фолликула самотеком начало входить в капилляр. Полученную жидкость из пипетки наносят по каплям на предметное стекло в 4-5 местах, и препарат ставят на предметный столик. Каплю просматривают под малым увеличением микроскопа. При обнаружении яйцеклетки каплю, в которой она находится, накрывают покровным стеклом и изучают структуру яйцеклетки под большим увеличением микроскопа.

2) Вымывание яйцеклетки из яйцепроводов можно проводить у всех видов животных, убиваемых на мясокомбинате. Для этого яйцепроводы вырезают и помещают в кювету. В брюшной расширенный конец яйцепровода вводят из шприца без иглы по каплям физиологический раствор, который собирают из противоположного маточного конца яйцепровода также по каплям на предметные стекла. Под микроскопом просматривают препараты, отыскивают в них яйцеклетку и изучают её.

**Работа 83 Освобождение яйцеклетки от клеток яйценосного бугорка**

**и лучистого венца**

**Цель работы**. Пронаблюдать под микроскопом начальный этап процесса оплодотворения.

**Объект исследования, материалы и** **оборудование**. Яйцеклетки и сперма разных животных, микроскоп, нагревательный столик, пастеровская пипетка, предметные и покровные стекла, 0,9%-ный физиологический раствор, вата, марля.

**Ход работы**. Яйцеклетки получить одним из способов, приведённых в предыдущей работе. Содержимое разных фолликулов рассматривают под микроскопом. На предметном стекле находят яйцеклетку в капле фолликулярной жидкости и вносят в неё из пастеровской пипетки каплю спермы быка, барана, хряка, жеребца. Накрывают эту каплю покровным стеклом, препарат ставят на обогревательный столик при температуре 38-40ºС и рассматривают под большим увеличением микроскопа в течение 15-20 мин. Обращают внимание на движение спермиев к яйцеклетке и постепенное освобождение её от окружающих клеточных элементов.

**Работа 84 Изучение строения и движения спермиев**

**Цель работы**. Ознакомиться со строением спермиев, пронаблюдать их движение.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Сперма разных животных, микроскоп, обогревательный столик Морозова, предметные и покровные стекла, глазные пипетки, 1%-ный раствор хлорида натрия, спирт этиловый, дистиллированная вода, 1%-ный раствор метиленовой сини, фильтровальная бумага.

**Ход работы**.

1) Каплю спермы поместить на предметное стекло, добавить в неё каплю 1%-ного раствора хлорида натрия, смешить их и накрыть покровным стеклом. Препарат рассматривают под микроскопом и обращают внимание на форму, величину и особенности строения спермиев.

2) Каплю спермы, разбавленной 1%-ным раствором натрия хлорида, нанести на предметное стекло. Подведя шлифованное стекло под углом 40º сделать тонкий мазок. Препарат высушить на воздухе, фиксировать этиловым спиртом 1-2 мин и смыть его дистиллированной водой. На мазок накладывается полоска фильтровальной бумаги, на которую необходимо налить 1%-ный раствор метиленовой сини на 8-10 мин. Краску смыть, мазок высушить и рассмотреть строение и структуру спермия под микроскопом.

3) Подготовить обогревательный столик Морозова с температурой 38-40ºС и положить на него предметное стекло. Каплю спермы наносят на подогретое предметное стекло и накрывают её покровным стеклом так, чтобы не образовались пузырьки воздуха. Препарат помещают на столик микроскопа и исследуют сперму при среднем увеличении объектива в затемнённом поле зрения. Наблюдают за активностью спермиев и определяют виды их движения – прямолинейно-поступательное, колебательное, манежное (круговое) или отсутствие движения. По характеру движений проводят оценку качества спермы.

**Работа 85 Влияние осмотического давления на спермии**

**Цель работы**. Исследовать влияние осмотического давления на спермии.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Сперма животных, микроскоп, обогревательный столик Морозова, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, глазная пипетка, 1%-ный и 3%-ный раствор хлористого натрия.

**Ход работы**. На предметное стекло палочкой нанести каплю спермы, накрыть покровным стеклом и под микроскопом определить подвижность спермиев. Таким же образом исследуют сперму в следующих вариантах её разбавления:

а) к капле спермы добавить 2-3 капли 1%-ного раствора NaCI;

б) к капле спермы добавить 2-3 капли 3%-ного раствора NaCI;

в) к капле спермы добавить 2-3 капли дистиллированной воды.

В исследования проводить с использованием обогревательного столика Морозова с температурой 37-39ºС.

**Работа 86 Влияние температуры на спермии**

**Цель работы**. Исследовать влияние температуры на спермии.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Сперма животных, микроскоп, обогревательный столик Морозова, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, глазная пипетка, лёд или снег, термометр, вода температурой 55-60 ºС.

**Ход работы**. На предметное стекло стеклянной палочкой нанести каплю спермы и под микроскопом определить характер движения спермиев.

Вначале сперму просматривают при температуре 18-25ºС (температура воздуха аудитории).

Затем подвижность спермиев определяют при температуре 38-40ºС на обогревательном столике Морозова.

Затем каплю спермы быстро охлаждают, помещая на 1-2 мин предметное стекло со спермой на чашку со льдом так, чтобы вода не попала на сперму. Протирают салфеткой нижнюю поверхность стекла и помещают под микроскоп. Наблюдают за движением спермиев при согревании капли спермы.

Новую каплю спермы на предметном стекле нагревают, поместив на 1-2 мин на чашку с горячей водой (температура 50-55ºС), затем просматривают под микроскопом, при температуре 38-40ºС. Наблюдают за движением спермиев.

**Работа 87 Влияние кислотности среды на спермии**

**Цель работы**. Исследовать влияние температуры на спермии.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Сперма животных, микроскоп, обогревательный столик Морозова, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, глазная пипетка, 1%-ный раствор двууглекислой соды, 0,5%-ный раствор едкого натра, 0,5%-ный раствор соляной кислоты.

**Ход работы**. На предметное стекло наносят палочкой две капли спермы. К одной из них добавляют каплю 1%-ного раствора двууглекислой соды. Накрывают капли покровными стёклами. Под микроскопом сравнивают активность движения спермиев в каплях без раствора и с раствором соды.

К новой капле спермы добавляют каплю 0,5%-ного раствора едкого натрия. Под микроскопом наблюдают за спермиями.

К новой капле спермы добавляют каплю 0,5%-ного раствора соляной кислоты – наблюдают за спермиями.

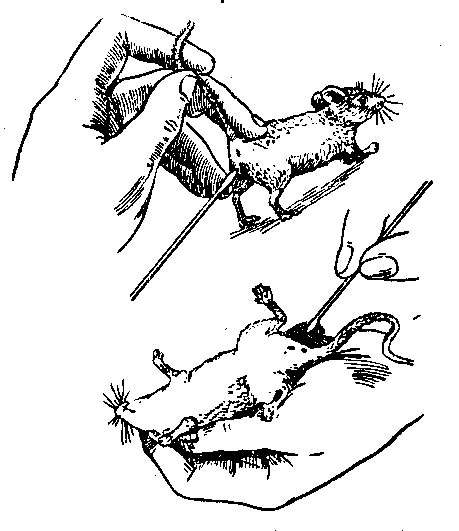
**Работа 88 Фазы полового цикла у грызунов**

У самок сельскохозяйственных животных сексуальная функция имеет циклический характер. При отсутствии оплодотворения и беременности периоды половой активности сменяются у них периодами относительного полового покоя.

Комплекс физиологических и морфологических изменений, происходящих в организме самки от одного периода половой активности до другого, или от одной течки до другой, называется *половым циклом*. Продолжительность полового цикла у сельскохозяйственных животных составляет в среднем 17-21 день.

Рисунок 34 – Наиболее удобные способы фиксации исследуемого животного и техника взятия влагалищного мазка

Половой цикл включает стадии возбуждения, торможения и уравновешивания. Основные проявления половой активности – течка, общее половое возбуждение, половая охота и овуляция, связаны со стадией возбуждения.

****Половой цикл у лабораторных животных (мыши, крысы, морские свинки) делят условно на 4 стадии: анэструс (межтечковый покой), проэструс (предтечка), эструс (течка) и метаэструс (послетечка). Каждой стадии соответствуют циклические изменения стенки влагалища, что отражается на картине влагалищного мазка.

**Цель работы**. По клеточному составу влагалищного мазка определить стадию полового цикла грызунов.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Самки белых мышей, морских свинок, микроскоп, предметные стёкла, ватные палочки, стаканчик с водой, спиртовки, спирт, насыщенный раствор метиленовой сини, разбавленный в 4 раза, глазные пипетки, полоски фильтровальной бумаги, «мостик», сливная чашка.

**Ход работы**. Конец палочки с намотанным на нем ватным тампоном погружают в стаканчик с водой и затем осторожно вводят во влагалище самки, как это показано на рисунке 34. Палочку слегка поворачивают во влагалище, а затем извлекают.

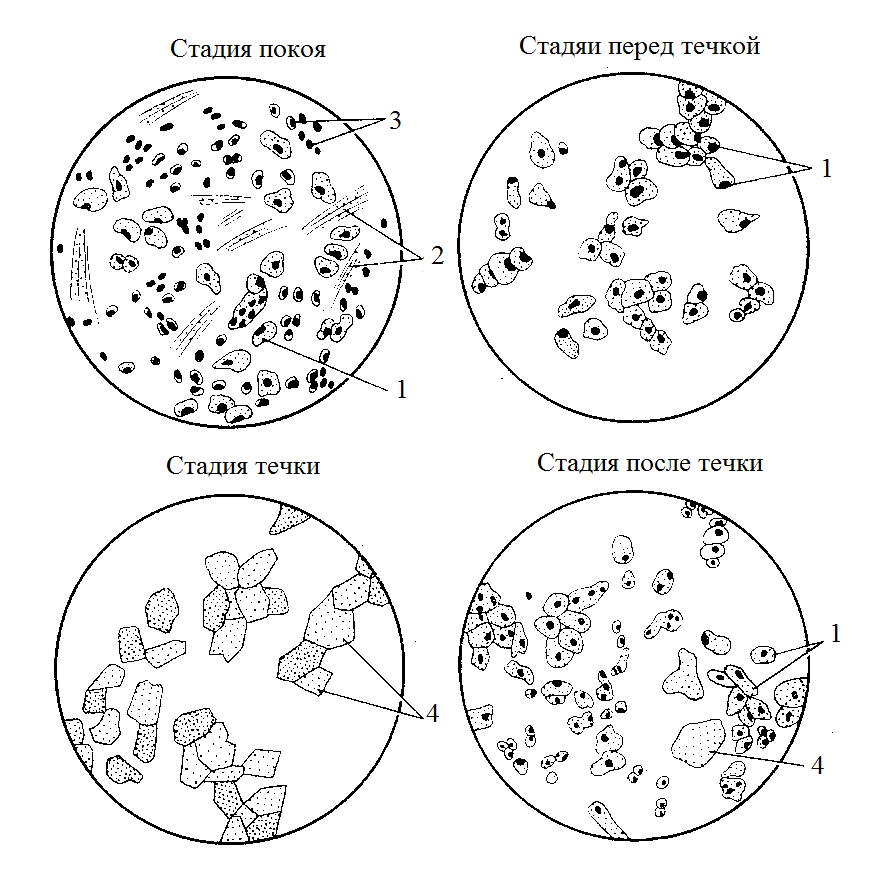
Сразу по извлечении из влагалища самым концом тампона делают на ограниченном пространстве в центре поверхности предметного стекла нужное число мазковых движений. При этом следует убедиться (на глаз), что на предметном стекле удалось оставить мазковый материал.

Рисунок 35 – Половой цикл мыши. Окрашенные влагалищные мазки: 1 – ядерные эпителиальные клетки; 2 – слизь; 3 - лейкоциты; 4 – ороговевшие эпителиальные клетки

Мазок подсушивают на воздухе, а затем на зону мазка наносят несколько капель спирта – для фиксации материала на стекле.

Необходимо выждать некоторое время, пока спирт не испариться с поверхности мазка. Допустимо легкое подогревание предметного стекла на большом расстоянии от пламени спиртовки. При этом ни в коем случае нельзя доводить предметное стекло до горячего состояния. Стекло должно быть чуть теплым, так как при высокой температуре клеточные элементы мазка сильно деформируются и мазок будет испорчен.

После фиксации стекло с мазком устанавливают на «мостик», лежащий над сливной чашкой. На зону с мазком наливают раствор метиленовой сини; мазок окрашивают в течение 10-15 мин. После этого, наклонив стекло, сливают с него краситель. Избыток красителя смывают слабой струей воды, а поверхность предметного стекла вне зоны мазка осторожно просушивают полосками фильтровальной бумаги и рассматривают мазок под микроскопом. Сопоставляя наблюдаемую картину с картинкой, изображенной на рисунке 35, определить фазу полового цикла исследуемого животного.

Преобладающими клетками в мазках являются: в фазе покоя – лейкоциты (на фоне слизи); в фазе предтечки – эпителиальные клетки с зернистой протоплазмой и крупным ядром; в фазе течки – крупные ороговевшие безъядерные клетки в виде чешуек неправильной формы; в фазе послетечки – лейкоциты, ороговевшие клетки и эпителиальные клетки с ядрами.

**Работа 89 Определение цервикальной слизи у коров**

**Цель работы**. Ознакомиться с состоянием цервикальной слизи у коров.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Корова, влагалищное зеркало, корнцанг, предметные стекла, спирт, вата, тампоны, микроскопы.

**Ход работы**. Для приготовления мазков в половые пути коровы вводят влагалищное зеркало, а затем с помощью корнцанга и ватного тампона собирают слизь из шейки матки. Полеченное содержимое наносят на сухое, чистое предметное стекло, высушивают при комнатной температуре, мазок смотрят под микроскопом в затемненном поле.

Замечено, что слизь, выделяемая клетками полового аппарата животных, имеет характерную для каждого периода воспроизводительной функции консистенцию, реакцию и кристаллы.

Во время охоты животных цервикальная слизь в мазках образует кристаллы древовидной или папоротникообразной формы. В период стельности слизь мазка гомогенна, с наличием блестящих шариков. Иногда во время беременности (4,5 месяца) структура слизи смешанная – она имеет вид гомогенной массы и кристаллов, похожих на снежинки, тяжи, длинные иглы. За две недели до родов и во время отела содержимое шейки матки заметно кристаллизуется. В период формирования фолликулов в яичниках слизистая оболочка шейки матки продуцирует чаще всего кристаллизирующуюся слизь, а во время развития желтых тел – гомогенную.

**Вопросы итогового занятия**

1 Что такое половая и физиологическая зрелость. Сроки их наступления.

2 Семенники, их строение, функции и образование спермиев.

3 Придаток семенника, его функции, условия дозревания и хранения спермиев.

4 Половая функция у самцов.

5 Половой рефлекс самца, его стадии.

6 Физико-химические свойства спермы.

7 Условия жизнеспособности спермиев.

8 Органы размножения самок и их функции.

9 Овогенез.

10 Половой цикл самок, его стадии и фазы.

11 Течка.

12 Общее половое возбуждение и его характеристика.

13 Половая охота.

14 Овуляция.

15 Время овуляции.

16 Желтое тело, его виды.

17 Нейро-гуморальная регуляция половых функций.

18 Продвижение и выживаемость спермиев в органах размножения самок.

19 Оплодотворение.

20 Беременность, образование плодных оболочек.

21 Питание плода.

22 Кровообращение плода.

23 Влияние беременности на организм самки.

24 Роды.

25 Особенности размножения птиц.

**Физиология лактации**

Лактация – процесс образования, накопления и выведения молока молочной железой. Начинается она после родов. В первые 5-7 дней выделяется молозиво, а затем нормальное молоко. Осуществляется лактация при функциональном взаимодействии всех систем организма. Образуется молоко секреторным эпителием молочной железы, поступает в её емкостную систему, а затем выводится при воздействии миоэпителиальных альвеолярных элементов и гладкомышечных волокон молочных ходов и протоков.

**Работа 90 Получение цистернальной, альвеолярной и остаточной**

**порций молока**

В зависимости от места нахождения молока в молочной железе оно подразделяется на цистернальное, альвеолярное и остаточное. Примерное соотношение цистернальной, альвеолярной и остаточной фракций молока составляет (в %): у коров – 40, 43 и 17; у овец – 35, 42 и 23 соответственно. Фракции молока разового удоя различаются и по химическому составу.

**Цель работы**. Получить молоко разных фракций удоя и определить их соотношение.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лактирующая корова, молочный катетер, сосуд для молока, мерные цилиндры, шприц, иглы, питуитрин, спирт, вата, марля.

**Ход работы**. Цистернальное молоко находится в полости цистерны вымени. Для его получения животное фиксируют в станке. Вымя хорошо обмывают и насухо вытирают. Кончики сосков дезинфицируют и в их канал вводят стерильные катетеры. Вытекающее через катетеры молоко собирают и определяют его объем.

Альвеолярное молоко получают после удаления цистернальной порции. Для этого необходимо произвести массаж молочной железы и тщательно ее выдоить. Полученное после выдаивания молоко собрать в посуду и определить его объем.

Остаточное молоко не удаляется из вымени при доении. Получить его можно только с помощью препарата питуитрина, содержащего гормон окситоцин. Питуитрин вводят под кожу коровам 8-10 г, козам 1-2 г или в вену соответственно 5-6 мл и 1 мл. После инъекции препарата через катетер быстро начинает вытекать остаточное молоко, которое собирается в отдельную посуду и определяют его объем.

**Работа 91 Рассмотрение молочного**

**жира под микроскопом**

Жир в молоке находится в виде стойкой эмульсии, которая обусловлена в основном наличием белковой оболочки вокруг капелек жира. Число, диаметр и объем жировых шариков в известной мере определяют качество и технологические свойства молока.

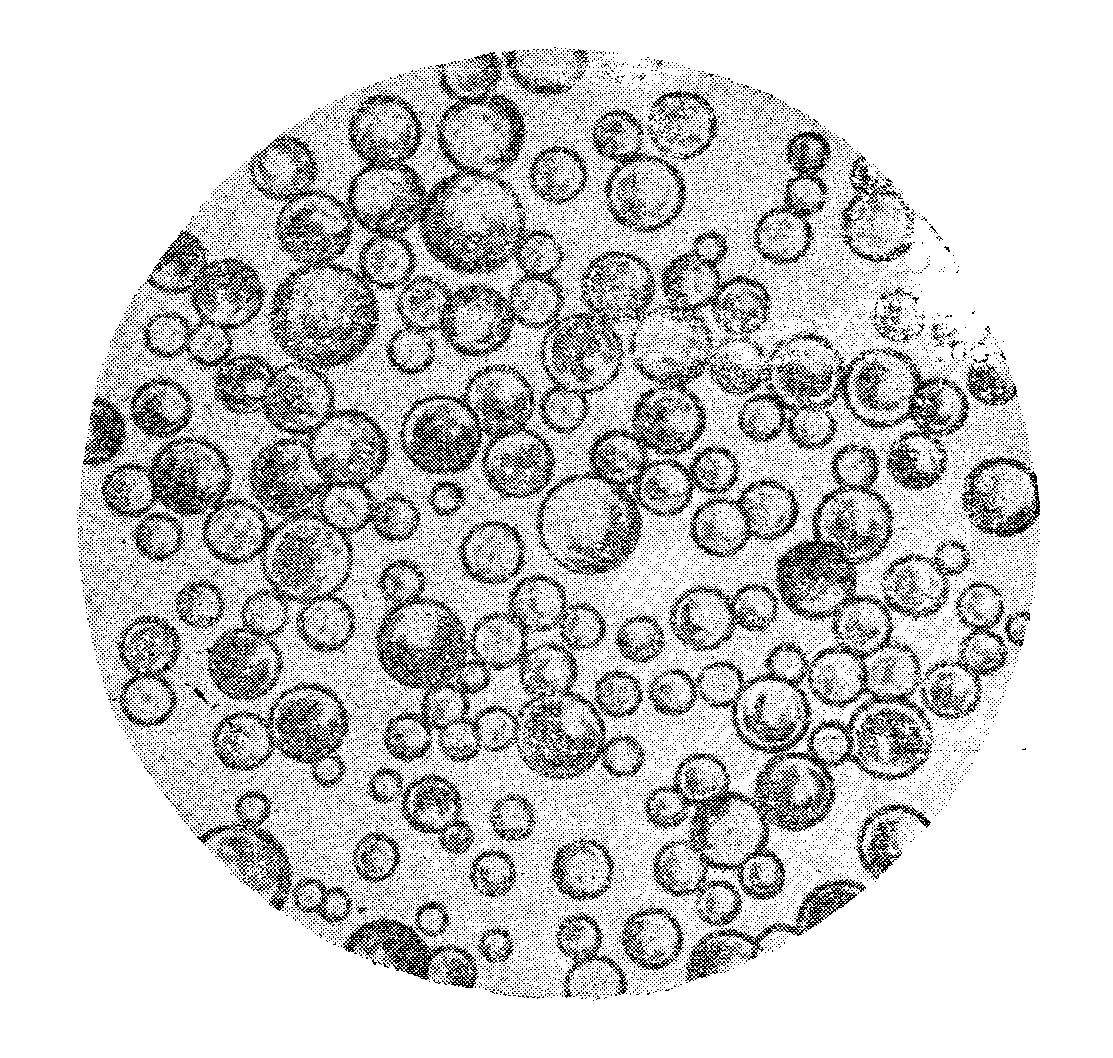
** Цель работы**. Рассмотреть жировые шарики под микроскопом и выявить разницу в размере этих шариков в отдельных пробах молока.

Рисунок 36 – Жировые шарики молока под микроскопом

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Молоко (свежее), молоко разных фракций, полученное в предыдущем опыте, микроскоп, предметные и покровные стекла, стаканчики, стеклянная палочка, дистиллированная вода.

**Ход работы**. 5 мл молока разбавить дистиллированной водой в стаканчике в 4-5 раз. Стеклянной палочкой перенести каплю разбавленного молока на предметное стекло, накрыть его покровным стеклом и рассматривать капельки жира под микроскопом. Видны жировые шарики неодинакового размера (рис. 36)

**Работа 92 Определение белков в молоке**

Казеиноген может быть выделен в виде казеина при действии на молоко кислотами (уксусной, молочной, соляной). Казеин нерастворим в воде, но легко растворяется в растворах щелочей. После удаления из молока казеина получается молочная сыворотка, в которой содержатся лактоальбумины и лактоглобулины, лактоза и минеральные соли. Жиры захватываются осадком казеина. Состав коровьего молока см. Приложение Е.

**Цель работы**. Получить из молока казеин, лактоальбумины и лактоглобулины.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Молоко, колбы, стаканчики, мерный цилиндр, воронки, фильтровальная бумага или фильтры, 2-3%-ная уксусная кислота,1%-ный раствор NaOH, 10%-ный раствор NaOH, 1%-ный раствор CuSO4.

**Определение казеина в молоке**

**Ход работы**. Отмерить в колбу 10 мл молока и 50 мл дистиллированной воды. Приливать по каплям уксусную кислоту до выпадения хлопьев казеина. Прибавлять кислоту надо очень осторожно, так как в избытке кислоты казеин легко растворяется. Выпавший осадок отфильтровать.

Выпавший осадок (казеин + жир) обработать 1%-ным раствором NaOH: казеин растворяется, жир остается во взвешенном состоянии. Жидкость отфильтровать через влажный фильтр. Жир задерживается на фильтре. С фильтратом проделать биуретовую реакцию.

**Определение лактоальбуминов и лактоглобулинов в молоке**

**Ход работы**. Взять 2 мл прозрачного фильтрата от предыдущего осадка и проделать с ним биуретовую реакцию на белки. Вскипятить 7-8 мл прозрачного фильтрата. При наличии альбуминов и глобулинов через некоторое время раствор помутнеет, а затем выпадут хлопья белка. С полученным фильтратом проделать биуретовую реакцию.

**Работа 93 Определение молочного сахара**

Наличие в молоке лактозы, которой нет в крови, является одним из показателей синтетической деятельности молочной железы. В молоке содержится от 3 до 5% молочного сахара, который по питательной ценности не уступает свекловичному сахару. Он легко усваивается и способствует нормальному росту и развитию новорожденного организма.

**Цель работы**. Определить наличие в молоке лактозы.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Молоко свежее, мерные цилиндры, пипетки на 10 мл, колбы, воронка с фильтром, 2-3%-ный раствор уксусной кислоты, дистиллированная вода, 10%-ный раствор NaOH, 1%-ный раствор СuSO4.

**Ход работы**. Проделать все этапы работы 92, или взять безбелковый фильтрат, оставшийся в предыдущем опыте и проделать с ним пробу Троммера на сахар.

**Работа 94 Определение амилазы в молоке**

В свежем молоке содержится фермент амилаза, который можно определить по его способности расщеплять крахмал.

**Цель работы**. Определить наличие в молоке фермента амилазы.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Молоко: свежее и прокипяченное, колбы, стаканчики, воронка с фильтром, термостат, пипетки мерные, 1%-ный варёный крахмал (крахмальный клейстер), раствор Люголя, 5%-ный раствор уксусной кислоты.

**Ход работы**. Взять 2 стаканчика. В один налить 10 мл свежего молока, в другой – 10 мл прокипячённого. В каждый стаканчик прибавить по 0,5 мл однопроцентного вареного крахмала. Перемешать содержимое и поставить стаканчики в термостат на один час при температуре 37-38ºС.

Охладить стаканчики в холодной воде, тщательно перемешать содержимое и прибавить в каждый стаканчик по 1-2 капли раствора Люголя и по 5 мл пятипроцентного раствора уксусной кислоты.

Через 2-3 мин сравнить цвет содержимого пробирок, а затем отфильтровать его через сухой фильтр. Сравнить окраску фильтрата в обоих стаканчиках. При наличии в молоке амилазы цвет содержимого пробирки или фильтрата будет желтым. При отсутствии амилазы – сине-фиолетовый.

**Работа 95 Определение свертываемости молока**

Устойчивость свежего молока к высокой температуре зависит от соотношения в нем лимоннокислых и фосфорнокислых солей к кальцию и магнию. Преобладание в молоке первых солей над вторыми создает устойчивость его с свертыванию.

**Цель работы**. Определить устойчивость молока к свертыванию при нагревании.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Молоко, 1%-ный раствор хлористого кальция (CaCl).

**Ход работы**. В пробирке смешать 1 мл молока и 0,5 мл 1%-ного раствора хлористого кальция. Пробирку поставить в кипящую воду на 5 мин. После охлаждения наблюдать за появлением хлопьев.

Если они образовались в пробирке, то исследуемое молоко будет неустойчивым к нагреванию.

**Работа 96 Определение скорости молокоотдачи**

Молокоотдача у коров в среднем происходит в течение 5-7 мин. Это связано с продолжительностью выделение окситоцина и действием его на молочную железу. Но у некоторых коров это время увеличивается до 12-14 мин., что связано с продуктивностью, периодом лактации, возрастом и другими условиями.

**Цель работы**. Определить время молокоотдачи у коров.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Коровы разного возраста и продуктивности, мерная посуда, секундомер, полотенце, теплая вода.

**Ход работы**. Подготавливают корову к доению. Вымя обмывают, вытирают и делают массаж. Приступают к доению. Отмечают время – начало и конец доения ручным или машинным способом. Молоко собирают в мерную посуду и регистрируют, сколько его выдоилось за 1 мин и за все время при полном выдаивании.

Полученные результаты сравнивают и анализируют, но основании чего животных разделяют на группы по скорости выделения молока.

**Работа 97 Оценка вымени для машинного доения**

Хорошо развитое вымя способно продуцировать и накапливать большое количество молока при двукратном доении коров и правильном их кормлении. По свойствам вымени судят о продуктивной способности и пригодности коров к машинному доению.

Оценку вымени необходимо проводить на 2-3 месяце лактации по величине и форме молочной железы и сосков, развитию долей, скорости молокоотдачи и другим признакам.

**Цель работы**. Освоить методику и провести оценку вымени коров на пригодность для машинного доения.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Коровы, измерительная лента, мерная посуда для молока, секундомер.

**Ход работы**. Для машинного доения наиболее желательны следующие признаки:

1) форма молочной железы – ваннообразное и чашеобразное;

2) достаточно развитые передние и задние доли вымени (определяют осмотром и по количеству выдоенного молока);

3) железистое, хорошо развитое вымя – оно после выдаивания спадает до минимальных размеров сильнее, чем жировое, - с малым количеством железистой ткани (определяют измерением обхвата вымени у основания до доения и после него);

4) емкостная система вымени (определяют по одноразовому надою молока после перерыва между дойками в пределах 12 ч);

5) скорость молокоотдачи не должна превышать 7 мин (одновременность выдаивания передних и задних долей определяют секундомером);

6) наиболее приемлемая форма сосков цилиндрическая или слегка коническая, длина 6-8 см, диаметр 2,2-2,6 см, расстояние между концами передних сосков 12-18 см, между концами задних – 6-10 см, между передними и задними сосками – 8-12 см (эти показатели можно измерить лентой или штангенциркулем).

Полученные результаты записывают в тетрадь, анализируют и делают выводы.

**Вопросы итогового занятия**

1 Строение вымени.

2 Рост и развитие молочных желез у телочек и коров.

3 Что такое сухостойный период, его продолжительность? Что происходит в молочной железе в это время?

4 Лактация.

5 Что такое молоко. Его состав.

6 Белки молока.

7 Липиды молока.

8 Углеводы молока.

9 Молозиво.

10 Физиологическое значение клеток молока.

11 Процесс секреции молока.

12 Синтез белков молока.

13 Синтез молочного жира.

14 Синтез молочного сахара.

15 Типы секреции молока.

16 Емкостная система вымени.

17 Нервная и рефлекторная регуляция образования молока.

18 Гуморальная регуляция образования молока.

19 Рефлекс образования молока.

20 Рефлекс молокоотдачи.

21 Стимуляция и торможение лактации.

22 Функциональная связь молочных желез с другими органами.

23 Физиология доения.

**Физиология мышц и нервов**

Нервная и мышечная ткани относятся к числу возбудимых тканей организма, активность которых проявляется в форме возбуждения. *Возбуждение* – активное состояние ткани, которое проявляется в специфической деятельности данной ткани. Оно характеризуется комплексом электрических, химических и функциональных изменений клеточной мембраны.

Для возникновения возбуждения необходимо раздражение возбудимой ткани. *Раздражение* – это процесс воздействия на ткань раздражителя. *Раздражитель* – это такой вид энергии, который при своём действии на клетки, ткани, органы вызывает возбуждение. Раздражители по своей энергетической природе делятся на физические (механические, электрические, температурные, световые, звуковые и др.), химические (щелочи, кислоты, соли и т. д.), физико-химические (рН, осмотическое давление и т.п.).

В мышечной ткани возбуждение проявляется сокращением волокон, в железистой – выделением секрета и т. д. В нервной ткани процесс возбуждения выражается в проведении и передаче импульса.

Для изучения процессов раздражения и возбуждения в мышцах и нервах очень удобен нервно-мышечный препарат лягушки.

**Работа 98 Приготовление нервно-мышечного препарата**

Многие физиологические опыты по изучению свойств нервной и мышечной тканей проводят на нервно-мышечном препарате, который готовят из задних лапок лягушки.

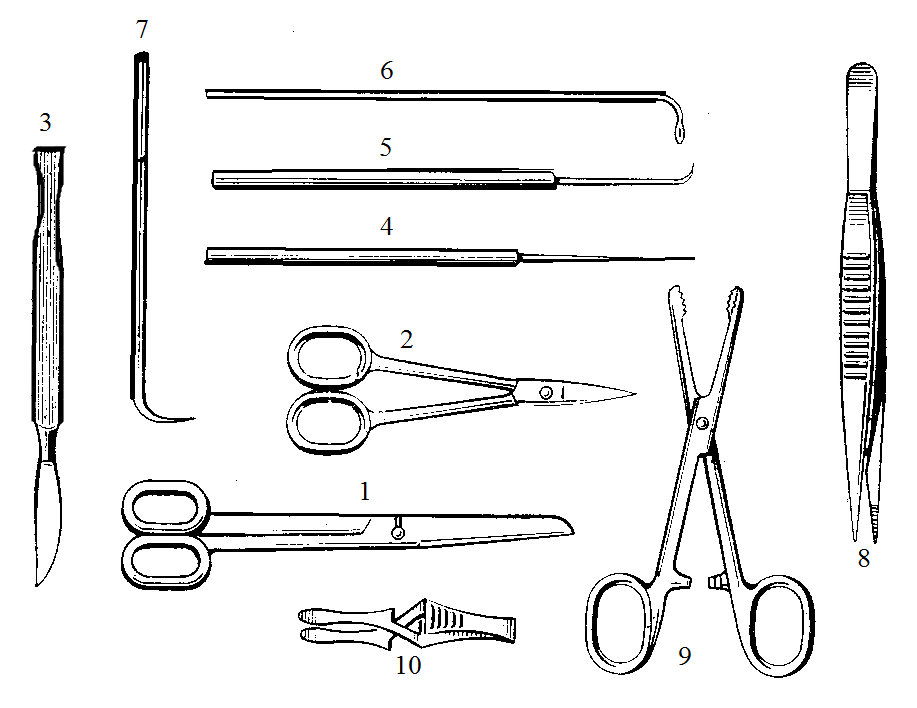
Классический препарат состоит из икроножной мышцы с подходящим к ней седалищным нервом. Для сохранения физиологических свойств нерва и удобства обращения с ним его препарируют, оставляя связь с кусочком позвоночника. Для сохранения физиологических свойств нервно-мышечного препарата его постоянно смачивают раствором Рингера для холоднокровных.

**Цель работы**. Овладеть техникой приготовления реоскопической лапки и нервно-мышечного препарата.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов (рис. 37), пластинка для фиксации лягушки, гальванический пинцет, марля, вата, пипетка, раствор Рингера для холоднокровных, чашка Петри, кюветы, ванночки, 10%-ный раствор спирта этилового.

**Ход работы**. Нервно-мышечный препарат готовят следующим образом:

1) наркотизируют лягушку опустив её в 10%-ный раствор спирта на 10-15 мин. Расслабление мускулатуры и отсутствие двигательной активности - показатели достаточного действия наркоза;

2) наркотизированную лягушку завертывают в салфетку, оставляя свободной голову. Один конец ножниц вводят в ротовую полость, другой устанавливают на 0,5 см сзади от глаз и отрезают верхнюю челюсть вместе с частью головы и глазами. При таком разрезе удаляется часть головного мозга - большие полушария;

3) ватным тампоном промокают кровь, чтобы был виден спинномозговой канал, вводят в него зонд и разрушают спинной мозг;

Рисунок 37 – Препаровальный набор для физиологических опытов на лягушке:

1 – ножницы большие; 2 – ножницы малые; 3 – скальпель; 4 – игла; 5 – тонкий крючок; 6 – лигатурный крючок; 7 – стеклянный крючок; 8 – пинцет анатомический; 9 - зажим Пеана; 10 – зажим Диффенбаха

4) приподнимают лягушку за задние лапки таким образом, чтобы туловище и головка оказались внизу. При этом туловище сгибается под прямым углом и отчетливо видны маклоки тазовых костей;

5) большими ножницами перерезают позвонки на 1 см впереди маклоков;

6) с брюшной стороны срезают часть кожи и свисающие вместе с ней внутренности;

7) остаток позвоночника захватывают пинцетом. Другой рукой с помощью салфетки захватывают часть кожи со спинной стороны и снимают её с тазового отдела и задних лапок;

8) остаток позвоночника фиксируют таким образом, чтобы лапки свисали вниз под прямым углом, подрезают конец выступающей копчиковой косточки и осторожно вырезают её, стараясь не задеть нервных стволов крестцового сплетения;

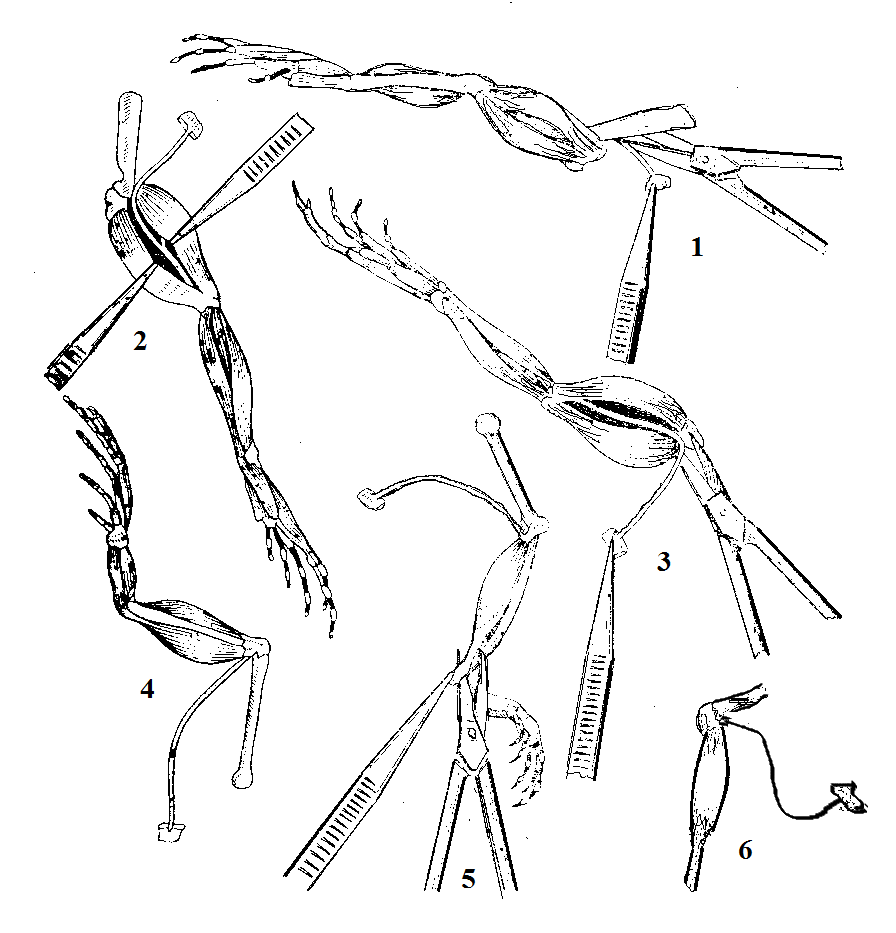
9) положить препарат на пластинку и отделить одну лапку от другой продольным разрезом через оставшийся участок позвоночника и лобковое сочленение. Одну лапку помещают в чашку Петри с раствором Рингера, с другой продолжают работу по приготовлению нервно-мышечного препарата;

10) пинцетом захватить кусочек позвоночника, приподнять седалищный нерв и малыми ножницами подрезать вокруг него все ткани, отпрепаровывая нерв до тазобедренного сочленения (рис. 38, 1);

11) препарат перевернуть латеральной стороной вверх. На бедре видны полуперепончатая, двуглавая и трехглавая мышцы. Между двуглавой и перепончатой мышцами препаровальным крючком осторожно разрывают фасцию и, раздвинув эти мышцы, в глубине находят седалищный нерв, параллельно с которым идет бедренная артерия (рис. 38, 2);

12) нерв вместе с сосудом приподнимают стеклянным крючком и отпрепаровывают его до коленного сустава, отрезая вокруг все мышечные ткани и отходящие от седалищного нерва тонкие нервные веточки (рис. 38,3);

13) от бедренной кости отрезают мышцы и перерезают бедренную кость возле коленного сустава. Препарат – *реоскопическая лапка* – готов (рис. 38 4);

14) для приготовления нервно-мышечного препарата, состоящего из кусочка позвоночника, седалищного нерва и икроножной мышцы, отрезают ахиллово сухожилие от пяточной кости и ниже коленного сустава пересекают кости голени (рис. 38, 5).

15) Нервно-мышечный препарат готов (рис. 38, 6).

Для проверки физиологической целости нерва к нему прикладывают гальванический пинцет. Если икроножная мышца сокращается, то нерв цел.

Рисунок 38 – Последовательные стадии приготовления нервно-мышечного препарата (см. пояснение в тексте)

Нервно-мышечный препарат кладут в чашку Петри и заливают раствором Рингера.

**Работа 99 Определение порога возбудимости нерва и мышцы**

Нервная и мышечная ткани могут находиться в состоянии физиологического покоя, возбуждения и торможения.

Физиологический покой – это такое состояние, когда ткань или орган не проявляют признаков присущей им деятельности.

Возбуждение – деятельное состояние нервной или мышечной ткани, в которое они приходят под действием раздражения. Возбуждение – процесс распространяющийся. Проведение возбуждения в мышцах и нервах осуществляется электрическим путём – при помощи потенциалов действия и вызываемых ими круговых токов.

Возбудимые ткани обладают свойством возбудимости. Возбудимость – свойство нервной или мышечной ткани отвечать на действие раздражителей специфическими изменениями ионной проницаемости клеточной мембраны и генерировать потенциал действия. Величина, или степень, возбудимости ткани может быть охарактеризована силой раздражителя, взывающего возбуждение, и временем действия раздражителя.

Наименьшая сила раздражителя, способная вызвать возбуждение, называется *пороговой силой*, или порогом раздражения. А так как этот порог характеризует возбудимость, то он является также и *порогом возбудимости*. Чем возбудимее ткань, тем меньше у неё порог возбудимости и, следовательно, более слабый раздражитель может вызвать возбуждение.

**Цель работы**. Определить порог возбудимости нерва и мышцы и сравнить эти показатели.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, марля, вата, чашки Петри, электростимулятор, гальванический пинцет, фиксационная дощечка, раствор Рингера.

**Ход работы**. Готовят нервно-мышечный препарат, состоящий из икроножной мышцы и седалищного нерва, кладут его на дощечку и увлажняют раствором Рингера. Гальваническим пинцетом проверяют физиологическую целостность нерва. В качестве раздражителя применяют постоянный ток электростимулятора.

Перед началом работы проверяют положение тумблеров и ручек электростимулятора: они должны стоять на нерабочих режимах. Стимулятор заземляют, включают в электрическую сеть, тумблер «Сеть» ставят в положение «Включено», при этом должна загореться лампочка. Ручку регулировки импульсов переводят на соответствующее деление. Для получения одиночных сокращений можно использовать 1 или 5 имп/с.

Для изменения напряжения тока пользуются тумблером ступенчатого переключения тока 0,01; 0,1 и 1 В, а также ручкой реостата плавной регулировки напряжения «Амплитуда В», с помощью которой напряжение тока увеличивается постепенно.

Для *определения порога возбудимости нерва* его кладут на электроды электростимулятора. Тумблер выходных электродов ставят в положение «Серия». Ручку регулировки частоты импульсов «Частота Гц» переводят на деление 1 или 5. Тумблер переключателя «Амплитуда В» устанавливают на деление «0,01 В» и ручкой плавной регулировки увеличивают ток до «0,1 В». Если мышца не сокращается, ручку плавной регулировки возвращают в положение «0», переводят тумблер переключателя на деление «0,1 В» и, ручкой плавной регулировки увеличивают ток до «1 В». Если и в этом случае мышца не сокращается, то ставят тумблер переключателя на деление «1В», а ручкой плавной регулировки увеличивают ток до «10 В».

Для *определения порога возбудимости мышцы* отрезают нерв, мышцу помещают на электроды электростимулятора. Опыт проводят в той же последовательности, как и при измерении порога возбудимости нерва.

**Работа 100 Биоэлектрические явления в мышцах**

Клетки всех живых тканей имеют электрический заряд. Поверхностная их мембрана имеет с внешний стороны положительный, а с внутренней - отрицательный заряд. В результате этого возникает мембранный потенциал или потенциал покоя. В возбужденном участке ткани поверхность мембраны приобретает отрицательный заряд. В результате образуется ток действия.

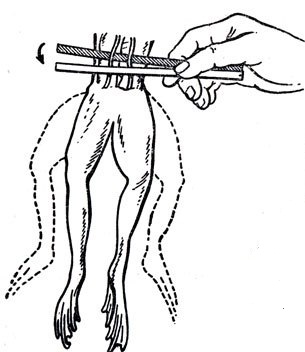
**Цель работы**. Определить на препаратах лягушки наличие электричества в живых тканях.

Рисунок 39 – Первый опыт Л. Гальвани

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, препаровальный набор, цинковая пластинка с медным крючком, стеклянные крючки или палочки, электростимулятор, спирт, марля, вата.

**Ход работы**.

**Первый опыт Гальвани**. Обездвижить лягушку и перерезать ее поперек тела в области верхних грудных позвонков. Захватив остаток позвоночника салфеточкой, снять с задних конечностей кожу, а затем пинцетом удалить остатки внутренностей. Теперь хорошо видны нервные стволики крестцового сплетения, лежащие с обеих сторон позвоночника пучками. Подведите под оба пучка нервных волокон одну пластинку пинцета Гальвани, а другой пластинкой пинцета прикоснитесь к нервам сверху. Мышцы лапок при этом сокращаются (рис. 39). Пинцет Гальвани состоит из цинковой и медной пластинок. Объясните, почему сокращаются мышцы лапок в опыте Гальвани.

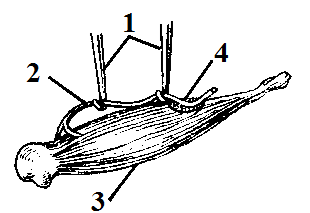
**Второй опыт Гальвани**. Готовят нервно-мышечный препарат. Для проведения опыта вырезают кусочек ткани на икроножной мышце нервно-мышечного препарата. Седалищный нерв приподнимают стеклянной палочкой и набрасывают на поврежденный участок мышцы. Свободный конец нерва накладывают не неповрежденную поверхность мышцы (рис. 40). Наблюдают сокращение мышцы в момент наложения нерва. Объяснить причину сокращения мышцы.

Рисунок 40 – Второй опыт Л. Гальвани (без металла):

1 – стеклянные крючки; 2 – седалищный нерв; 3- икроножная мышца; 4 – надрезанный участок мышцы

**Вторичный тетанус (опыт К.Маттеучи**). Готовят две реоскопические лапки, кладут их на дощечку и увлажняют раствором Рингера.

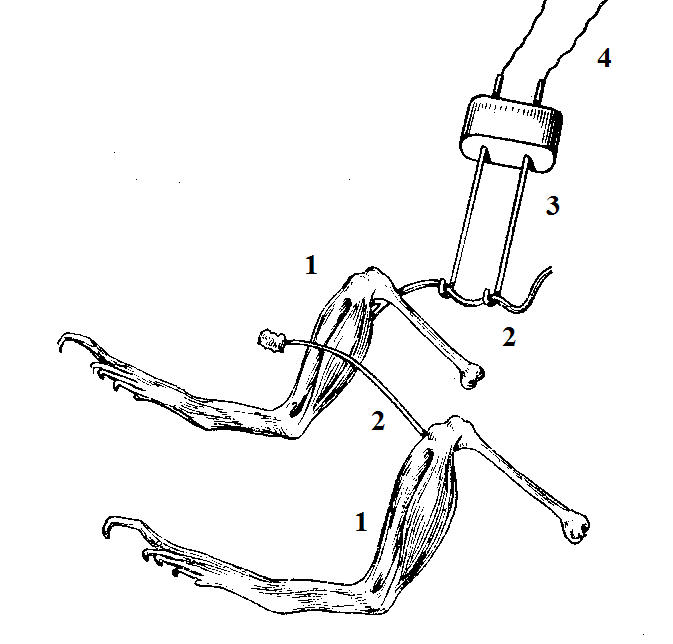
Седалищный нерв 1-ой лапки помещают на электроды электростимулятора, а на икроножную мышцу накладывают продольно нерв 2-ой лапки. Нерв 1-ой лапки раздражают током средней силы (чуть больше порога возбудимости) с частотой, вызывающей ритмические сокращения мышцы (5-10 Гц электростимулятора). Наблюдают, сокращается ли мышца 2-ой лапки при сокращении мышцы 1-ой лапки (рис. 41).

Рисунок 41 – Опыт К. Маттеучи

(вторичный тетанус):

1 – реоскопические лапки;

2 - седалищные нервы; 3 – раздражающие электроды; 4 – провод электростимулятора

Затем седалищный нерв 2-ой лапки крепко перевязывают ниткой. Повторяют раздражение нерва 1-ой лапки и наблюдают, сокращается ли мышца 2-ой лапки. Объяснить полученные результаты.

**Работа 101 Потенциал покоя скелетной мышцы**

В возбудимых тканях – нервной и мышечной – между наружной и внутренней поверхностями клеточной мембраны всегда существует разность электрических потенциалов: наружная поверхность мембраны заряжена положительно, а внутренняя – отрицательно. Разность зарядов между внутренней и наружной поверхностями клеточной мембраны в состоянии физиологического покоя клетки называется потенциалом покоя, или мембранным потенциалом (рис. 42). Если нарушить целостность ткани, то с помощью вольтметра можно обнаружить, что поврежденный участок по отношению к неповрежденному будет электроотрицательным.

**Цель работы**. Продемонстрировать и измерить мембранный потенциал на уровне мышечного волокна.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, дощечка для фиксации, марля, вата, 2 чашки Петри, гальванометр, неполяризующиеся электроды, раствор Рингера.

**Ход работы**.

1) из задних лапок лягушки готовят препарат икроножная мышца;

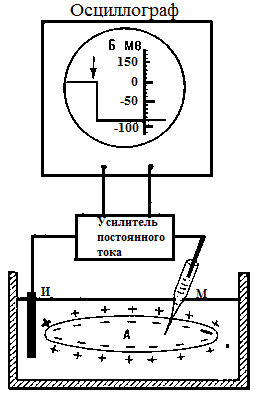
2) оба электрода гальванометра помещают на неповрежденную поверхность мышцы и убеждаются в отсутствии разности потенциалов;

3) делают надрез мышцы;

4) один из электродов кладут на поврежденный участок мышцы, другой – на неповрежденную поверхность мышцы и наблюдают за показаниями гальванометра.

Обращают внимание на знак заряда под электродами, на постоянное напряжение и длительность потенциала покоя.

**Работа 102 Парабиоз и его фазы**

Одной из важнейших характеристик нервного волокна и других возбудимых тканей является свойство лабильности или функциональной подвижности.  *Лабильность* - скорость протекания элементарных циклов возбуждения в нервной, мышечной или иной возбудимой ткани.

Характеристикой лабильности служит *мера лабильности* – наибольшее число импульсов (число электрических колебаний), которое может воспроизвести за 1 секунду данная ткань при сохранении числового соответствия с максимальным ритмом раздражений.

Лабильность связана с функциональным состоянием ткани. При действии на нерв наркотиков, некоторых солей и других веществ лабильность его снижается и, наконец, нерв утрачивает способность проводить в данном участке возбуждение. Такое состояние Н.Е. Введенский назвал парабиозом.

Рисунок 42 - Схема измерений мембранного потенциала покоя с помощью внутриклеточного стеклянного микроэлектрода (М). Второй электрод (И) помещен в омывающую клетку жидкость

*Парабиоз* – особая фазная реакция живой ткани на воздействие раздражителей (при определённой силе и длительности их действия), сопровождающаяся обратимыми изменениями основных её свойств — возбудимости и проводимости, а также нормального развития процесса возбуждения.

Парабиоз развивается постепенно, проходя три последовательные фазы: уравнительную, парадоксальную и тормозную.

**Цель работы**. Исследовать закономерности развития парабиоза в нерве лягушки.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, гальванический пинцет, дощечка для фиксации, чашка Петри, марля, вата, раствор Рингера, 0,8%-ный раствор KCl или1%-ный раствор новокаина, электростимулятор, миограф с писчиком, кимограф.

**Ход работы**. Готовят нервно-мышечный препарат – икроножную мышцу с седалищным нервом. Мышцу подвешивают на крючки миографа, нерв помещают на электроды, соединенные с электростимулятором (рис. 43, АI).

Нерв раздражают с частотой в 1 Гц и находят порог его возбудимости. Писчик подводят к барабану кимографа. Производят ритмические раздражения нерва током пороговой, средней и максимальной силы. Записывают исходные данные, показывающие зависимость тетанического сокращения мышцы от величины раздражителя.

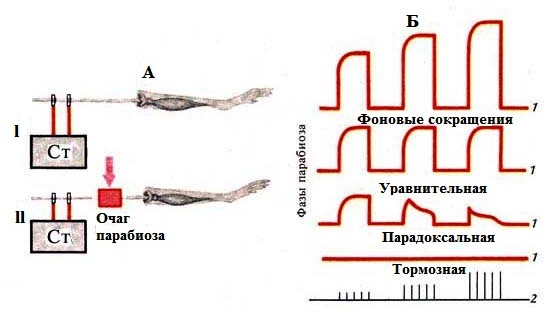
Для получения парабиотического состояния на нерв, ниже электродов, накладывают ватку, смоченную 1%-ным раствором новокаина или 0,8%-ным  раствором KCl (можно использовать также эфир, спирт и др.) (рис. 43, АII). Через каждые 1-2 мин проверяют порог возбудимости нерва и характер сокращения мышцы для того, чтобы установить момент возникновения фаз парабиоза и записать их кривые на раздражители разной силы (пороговой, средней и максимальной).

Рисунок 43 - Парабиоз (по Н. Введенскому):

А — схема опыта: I — положение электродов, II — создание очага парабиоза; Б — кривые мышечных сокращений (1) при нарастающей силе тока (2)

В период наступления уравнительной фазы парабиоза мышцы отвечают одинаковой величиной тетанического сокращения на слабые и сильные раздражения. В дальнейшем изменения в нерве усиливаются и мышца тетанически сокращается на слабые раздражения и не отвечает на сильные воздействия тока. Эти изменения характеризуют парадоксальную фазу.

Последующее влияние новокаина на нерв приводит к возникновению тормозной фазы парабиоза, при которой мышца не отвечает сокращением ни на слабые, ни на сильные раздражители. Это свидетельствует о том, что сильно измененный участок нерва под влиянием новокаина не способен пропускать импульсы (рис. 43, Б).

После наступления тормозной фазы кусочек ватки удаляют с нерва; его несколько раз ополаскивают раствором Рингера. Нерв снова раздражают током пороговой и сверхпороговой силы. Определяют, восстанавливается ли исходная величина сокращения мышцы в зависимости от силы раздражителя.

**Работа 103 Одиночное сокращение скелетной мышцы**

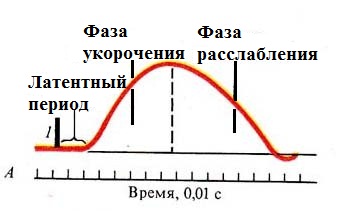
Специфической деятельностью мышечной ткани является её сокращение при возбуждении. При нанесении на мышцу одиночного раздражения она отвечает одиночным сокращением, которое у лягушки продолжается 0,1 с. На миограмме одиночного сокращения различают три последовательных фазы: латентный период, период сокращения и период расслабления.

Рисунок 44 - Одиночное сокращение мышцы:

I — момент раздражения

**Цель работы**. Рассмотреть и измерить фазы одиночного сокращения.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, дощечка для фиксации, чашки Петри, марля, вата, раствор Рингера, электростимулятор, миограф с писчиком, универсальный штатив, кимограф.

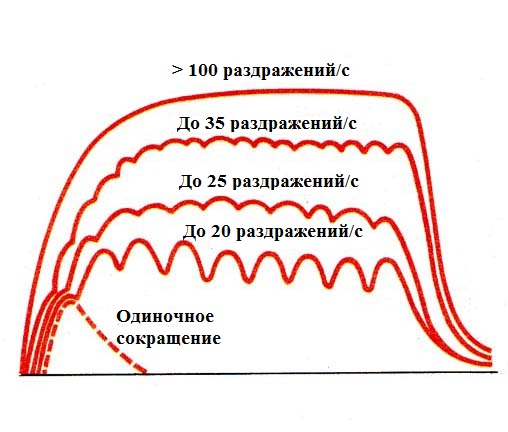
**Ход работы**. Готовят нервно-мышечный препарат. Мышцу подвешивают  на крючки миографа, седалищный нерв помещают на электроды электростимулятора.

*Запись одиночного сокращения мышцы*. Барабан кимографа переводят в режим быстрого вращения. Записывающее перо-писчик миографа подводят к барабану кимографа. Седалищный нерв в течение 5 с раздражают редкими одиночными импульсами. Для этого ручку «Частота Гц» переводят на деление «1», находят порог возбудимости нерва, вращая тумблером и ручкой «Амплитуда В». На быстро вращающемся барабане кимографа записывают сокращения мышцы. На записи одиночного сокращения мышцы отмечают фазы сокращения (рис. 44).

**Работа 104 Тетанические сокращения скелетной мышцы**

Если к мышце поступает несколько частых импульсов возбуждения, наступает длительное её сокращение, которое называется тетаническим сокращением. В зависимости от частоты возбуждения тетанус бывает зубчатым и гладким.

Зубчатый тетанус наблюдается при такой частоте, когда каждый последующий импульс действует на мышцу в тот момент, когда она уже начинает расслабляться. Если импульсы возбуждения настолько частые, что они действуют на мышцу до начала расслабления, то наблюдается длительное непрерывное сокращение – гладкий тетанус (рис. 45).

**Цель работы**. Исследовать значение частоты раздражения мышцы на величину сокращения и вид тетануса.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, дощечка для фиксации, чашки Петри, марля, вата, раствор Рингера, электростимулятор, миограф с писчиком, универсальный штатив, кимограф.

**Ход работы**. *Запись тетанических сокращений мышцы*. Барабан кимографа устанавливают на медленное вращение. Ручку электростимулятора «Частота Гц» переводят на деление «5» и раздражают нерв в течение 5 с. На медленно вращающемся барабане кимографа записывают сокращения мышцы. Затем опыт повторяют, последовательно увеличивая частоту раздражающих стимулов до 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 Гц и более. Продолжительность каждого электрического раздражения должна быть приблизительно одинаковой – 5 с, а интервалы между раздражениями – около 1 мин. Под каждой миограммой записывают частоту раздражения.

Миограммы зарисовывают в тетрадь, проводят их анализ и устанавливают, при каких частотах раздражения мышца сокращается по типу зубчатого и гладкого тетануса.

Рисунок 45 - Формирование тетануса в зависимости от частоты раздражения

**Работа 105 Локализация утомления в нервно-мышечном препарате**

Утомлением называется временное понижение или прекращение работы органа или целого организма в результате их деятельности.

В процессе работы мышцы утомляются, при этом понижается их возбудимость, лабильность и высота сокращения. В опытах на нервно-мышечном препарате Н.Е. Введенский установил, что нерв практически неутомляем, а утомляются, прежде всего, нервно-мышечные синапсы из-за их низкой лабильности. Поэтому если раздражать мышцу через нерв она вскоре перестает сокращаться. При раздражении же после этого непосредственно мышцы сокращения ее возобновляются.

**Цель работы**. Необходимо убедиться, что утомление развивается, прежде всего, в нервно-мышечном синапсе.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, дощечка для фиксации, чашки Петри, марля, вата, раствор Рингера, электростимулятор, миограф с писчиком, универсальный штатив, кимограф, коммутатор-переключатель.

**Ход работы**. Готовят нервно-мышечный препарат. Мышцу подвешивают на крючки миографа, седалищный нерв на электроды, укрепленные на миографе. К крючкам миографа и электродам через переключатель, позволяющий в ходе опыта мгновенно переключать ток на нерв или мышцу, подключают провода электростимулятора. Находят порог возбудимости нерва и порог возбудимости мышцы при прямом ее раздражении.

Переключатель ставят в положение «На нерв» и раздражают нерв с частотой 1 Гц. На медленно вращающемся барабане кимографа записывают одиночные сокращения мышцы. Когда сокращения мышцы прекратятся, не останавливая кимографа, переводят переключатель в положение «На мышцу» и продолжают записывать сокращения мышцы до полного ее утомления, то есть до прекращения сокращения.

**Вопросы итогового занятия**

1 В каких основных состояниях могут находиться возбудимые ткани, характеристика этих состояний.

2 Раздражители, их виды и классификации.

3 Биоэлектрические явления в живой ткани. История открытия и изучения этого явления.

4 Потенциал покоя.

5 Потенциал действия.

6 Проведение возбуждения.

7 Раздражимость живой ткани.

8 Возбудимость живой ткани.

9 Изменение возбудимости ткани при возбуждении.

10 Функциональная подвижность – лабильность.

11 Оптимум и пессимум ритма и силы раздражения.

12 Парабиоз.

13 Строение скелетных мышц.

14 Свойства скелетных мышц.

15 Сокращение скелетных мышц: одиночное и тетаническое.

16 Изотоническое и изометрическое сокращения мышц.

17 Сила и работа мышц.

18 Утомление и тонус скелетных мышц.

19 Возбудимость гладких мышц и проведение возбуждения.

20 Сокращение и тонус гладких мышц.

21 Автоматия, пластичность и эластичность гладких мышц.

22 Строение нейрона и нервов.

23 Свойства нервных волокон: возбудимость, лабильность, проведение возбуждения.

24 Свойства нервных волокон: двустороннее проведение и скорость проведения возбуждения.

25 Синаптическая передача возбуждения.

**Физиология центральной нервной системы**

Центральная нервная система осуществляет регуляцию и координацию деятельности всех органов и систем организма, а также обеспечивает взаимосвязь организма как единого целого с окружающей средой. Основной структурной и функциональной единицей нервной системы является нейрон - нервная клетка с отростками.

Основная форма деятельности центральной нервной системы – рефлекс. Рефлекс – ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая при участии центральной нервной системы.

**Работа 106 Анализ рефлекторной дуги**

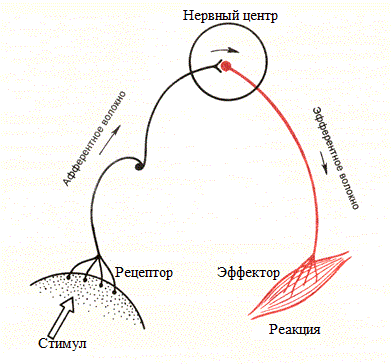
Структурный механизм рефлекса – рефлекторная дуга. Рефлекторная дуга (путь рефлекса) - это нейронная цепь от рецептора через ЦНС к эффектору (рабочему органу). Компонентами рефлекторной дуги являются воспринимающие рецепторы, афферентный (чувствительный) путь, «нервный« центр »(цен  тральные нейроны), эфферентный (двигательный) путь и эффектор (рис.46). Все эти структуры рефлекторной дуги связаны между собой с помощью синапсов. Для осуществления рефлекса необходима целостность рефлекторной дуги во всех ее звеньях.

Рисунок 46 – Схема рефлекторной дуги

**Цель работы**. Путем поэтапного выключения отдельных частей рефлекторной дуги выяснить их функциональное значение и убедиться в необходимости целостности рефлекторной дуге для осуществления рефлекса.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, штатив с зажимом и пробкой, набор препаровальных инструментов, стаканчик с 1%-ным раствором H2SO4, фильтровальная бумага, стакан с водой, марлевые салфетки, чашка Петри.

**Ход работы**. У лягушки ножницами отрезают верхнюю челюсть, позади глаз. При таком разрезе удаляется головной мозг. Лягушка без головного мозга называется спинальной. Лягушку подвешивают за нижнюю челюсть на штатив.

После удаления головного мозга возникает шок – временное снижение рефлекторной возбудимости, поэтому исследование рефлексов проводят через 5-6 мин после удаления головного мозга.

В качестве раздражителя применяют кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 1%-ным раствором серной кислоты. После каждого раздражения кислотой и ответной реакции или спустя 1-2 мин, если нет ответной реакции, раздражаемый участок ополаскивают водой.

Опыт проводят в следующей последовательности:

1) фильтровальную бумагу накладывают на кожу стопы или голени одной из задних лапок;

2) с голени данной лапки удаляют кожу и на обнаженную мышцу накладывают фильтровальную бумагу;

3) на другой лапке разрезают кожу бедра с задней стороны, отпрепаровывают седалищный нерв, перерезают его и на кожу голени или стопы этой же лапки кладут фильтровальную бумагу;

4) фильтровальную бумагу накладывают на кожу брюшка или на грудь, между передними лапками и смотрят, какими лапками лягушки будет сбрасывать бумажку;

5) в спинномозговой канал лягушки вводят иглу, разрушают спинной мозг и снова фильтровальную бумагу прикладывают к коже брюшка или на грудь между передними лапками.

**Работа 107 Зависимость времени рефлекса от силы раздражителя**

Временем рефлекса называется период от момента начала действия раздражителя до начала ответной реакции. Время рефлекса зависит от вида нервных волокон, участвующих в рефлексе, силы раздражения, площади раздражаемого рецептивного поля и структуры рефлекторной дуги. Рефлексы с многонейронной рефлекторной дугой имеют большое время, так как основная задержка проведения возбуждения происходит в синапсах.

**Цель работы**. Установить зависимость времени рефлекса от силы раздражителя.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, штатив с зажимом и пробковой дощечкой, набор препаровальных инструментов, марлевая салфетка, стаканчики с 0,1%, 0,3%, 0,5% и 1%-ным раствором серной кислоты, фильтровальная бумага, стакан с водой, чашка Петри.

**Ход работы**. Подготовить спинальную лягушку и подвесить ее за нижнюю челюсть на крючки штатива. На кожу стопы задней лапки накладывают кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,1%-ным раствором серной кислоты, и определяют время рефлекса – от момента нанесения раздражения до момента, когда лягушка сгибает лапку.

Такие же опыты проводят с использованием 0,3%, 0,5% и 1%-ных растворов серной кислоты. Определяют время рефлекса при действии раздражителя. После каждого опыта лапку лягушки обмывают, погружая ее в стакан с водой. Результаты опыта заносят в таблицу и делают вывод.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сила раздражителя | Время рефлекса | Ответная реакция | Вид раздражителя по силе |
| 0,1%-ный раствор H2SO4 |  |  |  |
| 0,3%-ный раствор H2SO4 |  |  |  |
| 0,5%-ный раствор H2SO4 |  |  |  |
| 1,0%-ный раствор H2SO4 |  |  |  |

## 

## Работа 108 Рефлексы спинного мозга и их рецептивные поля

Рефлексом называется ответная реакция организма на внешнее или внутреннее раздражение, осуществляемая при участии центральной нервной системы. Возникновение рефлекса обусловлено тем, что при раздражении рецепторов возникшее в них возбуждение передается на чувствительный (центростремительный) путь, с него через нервный центр на двигательный (центробежный) путь и затем на эффектор (рабочий орган). Участок тела, при раздражении которого возникает определенный рефлекс, называется рецептивным полем данного рефлекса. Один и тот же участок тела может быть рецептивным полем нескольких рефлексов.

**Цель работы**. Исследовать спинномозговые рефлексы и их рецептивные поля у лягушки.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, штатив с крючком или зажимом, набор препаровальных инструментов, электростимулятор, стаканчик, салфетки марлевые, волосяная кисточка, фильтровальная бумага, 0,5%-ный и 1%-ный раствор серной кислоты.

**Ход работы**. Спинальную лягушку подвешивают на штатив. Опыт начинают через 5-6 мин после исчезновения шоковых явлений и восстановления рефлекторных реакций. Каждое их описанных ниже раздражений наносить с промежутком 2-3 мин. После воздействия кислотой сразу обмыть лягушку, погружая ее в стакан с водой (вода не должна попадать на мозг).

**Наблюдение за рефлексами спинного мозга.**

- Ущипнуть пинцетом поочередно кожу одной, затем другой лапки лягушки. Лапки отдергиваются.

- Раздражая сухой кисточкой наружную поверхность стопы или голени, получить рефлекс сгибания лапки, раздражая тыльную сторону стопы или голени – разгибания.

- На кожу стопы задней лапки лягушки приложить кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,5%-ным раствором серной кислоты.

- Заднюю лапку раздражают электрическим током – одиночными импульсами.

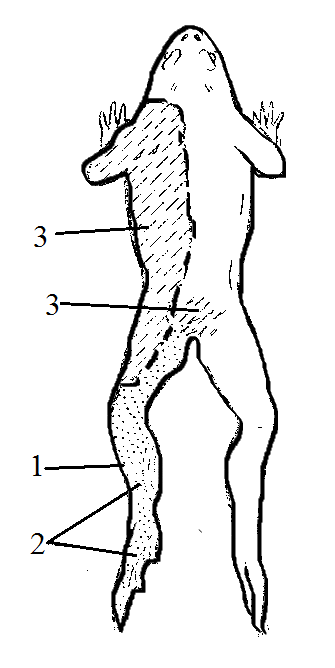
**Рецептивные поля рефлексов.**

- Приложить бумажку, смоченную 0,5%-ным раствором серной кислоты, к задней поверхности бедра одной из лапок, лягушка сбрасывает бумажку движением той же лапки (рефлекс обтирания).

- Наложить бумажку, смоченную кислотой на область вокруг анального отверстия. Обе задние лапки сгибаются и разгибаются, обтирая место раздражения голеностопными суставами.

- Наложить бумажку с кислотой на брюшко лягушки между передними лапками. Лягушка сбрасывает бумажку обеими передними лапками.

- Наложить бумажку с кислотой на боковую поверхность брюшка. Лягушка сбрасывает бумажку лапкой той же стороны.

- Повторить раздражение и придержать эту лапку пинцетом. Лягушка смахивает раздражитель лапкой противоположной стороны (перекрестный рефлекс).

- Наложить 1-2 бумажки, смоченные 1%-ным раствором серной кислоты на спинку лягушки. В результате иррадиации возбуждения в центрах спинного мозга возникает генерализованная двигательная реакция всех конечностей и туловища лягушки.

Рисунок 47 – Рецептивные поля рефлексов:

1 – сгибательного; 2 – разгибательного; 3 - обтирательного

Обратить внимание на «целесообразный», приспособительный характер рефлекторных реакций спинного мозга и на связь отдельных рецептивных полей с определённой группой мышц (рис.47).

## Работа 109 Рефлексы животных, имеющие клиническое значение

Для оценки функционального состояния центральной нервной системы и двигательного аппарата у сельскохозяйственных животных проводят исследования кожных и двигательных рефлексов.

**Цель работы**. Ознакомиться с методикой исследования рефлексов, применяемых в ветеринарной клинике.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лошадь, корова, перкуссионный молоточек.

**Ход работы**. Исследование рефлексов лучше проводить на лошадях. подходят к животному с левой стороны, соблюдая меры предосторожности.

**Исследование кожных рефлексов**

*Рефлекс холки***.** Слегка прикасаются к коже холки и наблюдают, происходит ли сокращение подкожной мышцы.

*Брюшной рефлекс*. Рукояткой перкуссионного молоточка производят штриховые раздражения кожи брюшной стенки. Наблюдают, сокращаются ли брюшные мышцы.

*Рефлекс хвоста*. Прикасаются перкуссионным молоточком к коже внутренней поверхности хвоста и смотрят, подтягивается ли хвост к промежности.

*Анальный рефлекс*. Прикасаются перкуссионным молоточком к коже в области ануса, должно быть сокращение наружного анального сфинктера.

**Исследование глубоких сухожильных рефлексов**

*Коленный рефлекс*. У животного немного приподнимают конечность, добиваясь расслабления мышц. Слегка ударяют перкуссионным молоточком несколько раз ниже коленной чашечки, по прямой ее связке. Наблюдают, происходят ли разгибательные движения коленного сустава в ответ на постукивание молоточком.

*Ахиллов рефлекс*. Чтобы вызвать рефлекс, поднимают конечность и удерживают ее в слегка отведенном кзади положении (как при ковке), добиваясь расслабления мышц. Затем перкуссионным молоточком наносят короткий удар по ахиллову сухожилию на 10-15 см выше пяточного бугра. При этом скакательный сустав должен разгибаться, а путовый и венечный суставы сгибаться.

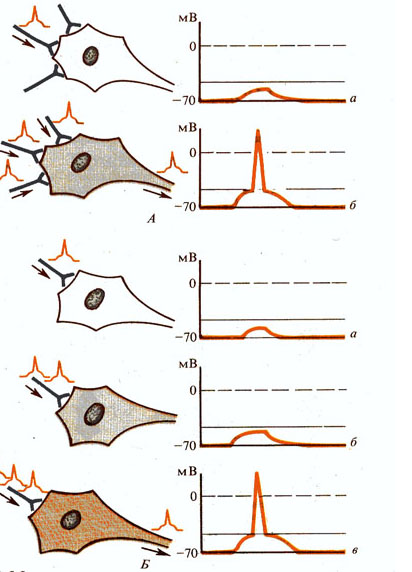
## Работа 110 Суммация возбуждения в нервных центрах

Нервный центр – группа нейронов в центральной нервной система, участвующих в регуляции какой-либо определенной функции организма. Нервные центры обладают рядом свойств, одним из которых является суммация (временная и пространственная).

Если к нейрону поступает одиночный нервный импульс небольшой величины (подпороговый), то возникает возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП) такой величины, которой недостаточно для вызова ответной реакции. Если же к нейрону поступает серия таких подпороговых импульсов и ВПСП от предыдущего импульса не успевает затухнуть, то последующие ВПСП накладываются друг на друга, то есть суммируются, достигая пороговой величины, и взывают потенциал действия и возбуждение нерва, и как следствие ответную реакцию (временная суммация) (рис. 48, Б).

Пространственная суммация наблюдается в случае одновременного поступления импульсов по нескольким аксонам к одному нейрону. Поэтому при раздражении нескольких рецептивных полей в нейроне возникает ВПСП, равный сумме отельных ВПСП, полученных при изолированном раздражении каждого рецептивного поля (рис. 48, А).

**Цель работы**. Исследовать временную и пространственную суммацию.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, штатив с крючками или зажимами, марля, вата, фильтровальная бумага, 0,1%-ный раствор серной кислоты, стакан с водой, электростимулятор, чашка Петри.

**Ход работы**.

*Суммация во времени*. Спинальную лягушка подвесить на штатив за нижнюю челюсть. К стопе задней лапки подвести электроды электростимулятора. Найти величину электрического раздражителя, вызывающего рефлекторное сгибание лапки. Затем раздражитель уменьшить до такой величины, при которой одиночный раздражитель не вызывает рефлекторного сгибания лапки. Затем действуют на лапку сначала редкими (5-10 имп/с) раздражениями, а потом частыми (50-100 имп/с) и наблюдают за реакцией лягушки.

Рисунок 48 - Явление суммации:

А — пространственная суммация в результате одновременно наносимых раздражении: а — передача возбуждения с одного аксона (уменьшение мембранного потенциала), б — передача возбуждения с трех аксонов и генерация потенциала действия;

Б — временная суммация в результате последовательно наносимых раздражении: а - одно раздражение, б - два раздражения, в - три раздражения и генерация потенциала действия.

*Суммация в пространстве*. Спинальную лягушку подвешивают на штатив. На кожу голени накладывают кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,1%-ным раствором серной кислоты, и определяют время рефлекса. Затем на кожу голени и бедра накладывают 4-5 кусочков фильтровальной бумаги, смоченных 0,1%-ным раствором серной кислоты. Наблюдают за реакцией лягушки.

## Работа 111 Иррадиация возбуждения в нервных центрах

Импульсы, поступающие в центральную нервную систему при сильном раздражении, вызывают возбуждение не только в участке, с которого они поступают, но и в других нервных центрах. Распространение процесса возбуждения на другие нервные центры называется *иррадиация*.

Иррадиация возбуждения в центральной нервной системе обусловлена ветвлениями аксонов и дендритов нервных клеток и многочисленными вставочными нейронами, объединяющими друг с другом различные нервные центры. Чем сильнее раздражение и чем выше возбудимость окружающих нейронов, тем больше нейронов охватывает процесс иррадиации.

Иррадиации возбуждения препятствуют многочисленные тормозные нейроны, входящие в состав центров.

**Цель работы**. Исследовать процесс иррадиации возбуждения в нервных центрах лягушки.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, штатив с крючками или зажимами, марлевые салфетки, вата, раствор Рингера, электростимулятор, чашка Петри.

**Ход работы**. Спинальную лягушку подвешивают на штативе за нижнюю челюсть. К стопе задней лапки подводят электроды электростимулятора. находят величину одиночного электрического раздражителя, вызывающего рефлекторное сгибание лапки. Затем постепенно ток увеличивают до максимальной величины и наблюдают за реакцией лягушки на раздражение током разной силы.

## Работа 112 Влияние нервных центров на тонус скелетных мышц

В результате электрофизиологических исследований было показано, что их нервных центров непрерывно поступают на периферию редкие импульсы, обусловливающие тонус скелетных мышц, гладких мышц конечностей, сосудистый тонус. [*Тонус*](http://slovari.yandex.ru/%D1%82%D0%BE%D0%BD%D1%83%D1%81%20%D1%81%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%BC%D1%8B%D1%88%D1%86/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%A2%D0%BE%D0%BD%D1%83%D1%81/) – длительное стойкое возбуждение нервных центров и мышечной ткани, не сопровождающееся утомлением.

Тонус скелетных мышц поддерживается эфферентными импульсами, поступающими непрерывно от нервных центров на периферию. В свою очередь, тонус нервных центров поддерживается афферентными импульсами, исходящими от проприорецепторов и кожных рецепторов. Следовательно, между нервными центрами и периферией четко выступает кольцевое взаимодействие.

**Цель работы**. Исследовать влияние нервных центров на тонус скелетных мышц.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, штатив с крючками или зажимами, пластинка для фиксации, булавки, марлевые салфетки, вата, чашка Петри.

**Ход работы**. Спинальную лягушку подвешивают на штативе, прикрепляя ее за нижнюю челюсть. Наблюдают за задними лапками лягушки, обращают внимание на то, что обе лапки слегка полусогнуты в коленном и скакательном суставах, а пальцы обеих лапок находятся на одном уровне.

Лягушку снимают со штатива, прикрепляют ее булавками на дощечке спинкой вверх. На одной из задних лапок разрезают кожу бедра, отпрепаровывают седалищный нерв и перерезают его. Лягушку снова подвешивают на штатив. Наблюдают за тоническим сгибанием денервированной лапки, сравнивая со сгибанием другой нормальной лапки. Отмечают, имеются ли различия в положении лапок.

В спинномозговой канал лягушки вводят длинную иглу и разрушают спинной мозг. Наблюдают за тоническим сгибанием денервированной и нормальной лапок. Отмечают, имеется ли ризница в положении лапок.

## Работа 113 Наблюдение тонических рефлексов у животных

В связи с перераспределением мышечного тонуса у позвоночных животных образовались особые тонические   рефлексы.  Они осуществляются в ответ на возбуждение рецепторов, находящихся в мышцах, сухожилиях, коже, глазах и органах равновесия, и вызывают деятельность различных мышц.

Тонические рефлексы делятся на две группы: 1) статические и 2) статокинетические.

Статические рефлексы возникают при пассивных и активных изменениях положения тела, не связанных с его перемещением в пространстве. К их числу относятся рефлексы положения (позотонические) и выпрямительные.

Позотонические рефлексы возникают при изменениях положения головы по отношению к туловищу, т. е. при наклонах головы вперед, назад и в стороны. Эти рефлексы приводят к перераспределению тонуса мышц шеи, туловища и конечностей, что обеспечивает поддержку той части тела, куда сместился центр тяжести.

Выпрямительные рефлексы в первую очередь связаны с раздражением вестибулярных рецепторов. Когда голова находится в [неестественном](http://www.zoovet.ru/text.php?newsid=116) положении, возникают выпрямительные рефлексы.

Статокинетические рефлексы возникают в результате активного или пассивного перемещения тела в пространстве и направлены на сохранение равновесия. В зависимости от характера движения эти рефлексы подразделяются на две группы. Одни возникают под влиянием линейного ускорения во время поступательного движения ("лифтные" рефлексы - рефлексы спуска и подъема, рефлексы приземления), другие - под влиянием углового ускорения во время вращения.

**Цель работы**. Наблюдать у животных статические и статокинетические рефлексы.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лошадь, корова, коза, овца, кошка, кролик, морская свинка, мягкая подстилка, твердая площадка.

**Ход работы:**

*Рефлексы позы*:

1) Наблюдают за положением головы и конечностей у животного при спокойном стоянии.

2) Затем голову животного приподнимают вверх и опускают вниз. Наблюдают за положением передних и задних конечностей в первом и во втором случаях.

При поднимании головы вверх передние конечности вытягиваются и подгибаются задние. Если у животного наклонять голову вниз, то сгибаются передние, а задние выпрямляются.

3) Поворачивают голову животного в сторону, наблюдают за положением конечностей той стороны, куда повернута голова, и положением конечностей противоположной стороны.

При повороте головы конечность той стороны, куда повернута голова, выпрямляется, а конечность противоположной стороны сгибается.

*Выпрямительные рефлексы:*

1) Животное кладут на мягкую подстилку спиной и теменем вниз и в течение 10-15 с удерживают в этом положении. Затем освобождают голову. Голова поворачивается теменем вверх – *рефлекс с лабиринтов на шею*.

У животного освобождают передние конечности и плечевой пояс. Передняя часть туловища с передними лапками поворачивается в ту сторону, куда повернулась голова – *рефлекс с шеи на туловище*. Освобождают заднюю часть туловища и отпускают животное, отмечают, что восстанавливается нормальная поза.

2) Животное кладут на бок и удерживают при этом голову в боковом положении. Как только отпускают голову, она принимает нормальное положение - теменем вверх. После этого перестают удерживать животное за таз в лежачем положении, оно моментально принимает обычную позу – вскакивает на все четыре конечности.

3) Выпрямительные рефлексы можно наблюдать при падении животного с высоты. Мелкое животное удерживают руками за задние и передние лапы спиной вниз. С высоты 1-1,5 м животное отпускают. При падении «на лету» оно успевает перевернуться и встать на ноги. Отмечают, что в начале падения происходит первым поворот головы и шеи.

4) Выпрямительные рефлексы у лошади и коровы появляются, когда они из положения лежа встают на ноги. При этом отмечают последовательные изменения положения головы и конечностей в процессе вставания.

*Статокинетические рефлексы:*

1) Помещают морскую свинку на площадку. Быстро перемещают животное вместе с площадкой то вверх, то вниз. Отмечают, что в начале быстрого спуска передние и задние лапки у свинки выпрямляются, а туловище и голова приподнимаются. В момент внезапной остановки в конце спуска лапки сгибаются, голова и туловище прижимаются к плоскости опоры. При подъеме описанные выше рефлекторные реакции чередуются в обратном порядке.

2) Приподнимают морскую свинку и удерживают ее в воздухе: лапки ее полусогнутые и свисают. Затем быстро продвигают ее по направлению к земле. Отмечают, что во время движения передние и задние лапки животного разгибаются и вытягиваются вперед, а пальцы расходятся веером. Это рефлекс приземления.

## Работа 114 Взаимное торможение рефлексов спинного мозга

Двигательные рефлексы можно затормозить, если в центрах встретятся возбуждения, идущие от двух рецептивных полей. Так, рефлекс отдергивания (сгибания) лапки на раздражение ее слабым раствором серной кислоты тормозиться при сильном сжимании пинцетом другой лапки.

**Цель работы**. Убедиться в том, что одновременное раздражение двух рецептивных полей вызывает в центральной нервной системе процесс торможения.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, штатив с крючками или зажимом, набор препаровальных инструментов, марлевые салфетки, вата, фильтровальная бумага, 0,5%-ный раствор серной кислоты, стакан с водой, чашка Петри.

**Ход работы**. Спинальную лягушку подвешивают на штативе, прикрепляя ее за нижнюю челюсть. К коже задней лапки прикладывают кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,5%-ным раствором серной кислоты, и определяют время рефлекса. Ополаскивают раздражаемый участок водой.

Вновь прикладывают кусочек фильтровальной бумаги к коже первой лапки и одновременно с этим другую заднюю лапку сдавливают пинцетом. Определяют время рефлекса первой лапки.

## Работа 115 Центральное торможение по И.М. Сеченову

Торможение – это процесс ослабления или прекращения какой-либо деятельности. Это самостоятельный нервный процесс, который вызывается возбуждением и проявляется в подавлении другого возбуждения. Торможение в центральной нервной системе открыл в 1862 г. И.М. Сеченов в опытах на лягушках.

В центральной нервной системе существует несколько видов торможения, имеющих разную природу: первичное, вызывается тормозными нейронами, и вторичное, возникает при определенных условиях в тех же самых нейронах, в которых происходит возбуждение.

**Цель работы**. Воспроизвести опыт И.М. Сеченова, доказывающий, что раздражение промежуточного мозга тормозит двигательные рефлексы.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Лягушка, набор препаровальных инструментов, штатив с крючками или зажимом, дощечка для фиксации, булавки, марлевые салфетки, вата, 0,5%-ный раствор серной кислоты, кристаллики хлористого натрия, раствор Рингера, стаканчик с водой, 10%-ный этиловый спирт, чашка Петри.

**Подготовка работы**. Лягушку слегка наркотизируют 10%-ным раствором этилового спирта, завертывают ее в марлевую салфетку так, чтобы голова оставалась свободной.

Лягушку берут в левую руку и одновременно подпирают указательным пальцем той же руки голову снизу. Малыми остроконечными ножницами делают поперечный разрез кожи, отступив несколько назад от носовых отверстий. После этого надрезают кожу спереди назад вначале над одной, а затем над другой боковой поверхностью головы до места соединения головы с туловищем. Откидывают кожный лоскут назад и отрезают его поперечным разрезом. Ватой протирают обнаженные кости черепа и рассматривают просвечивающие через них отделы головного мозга.

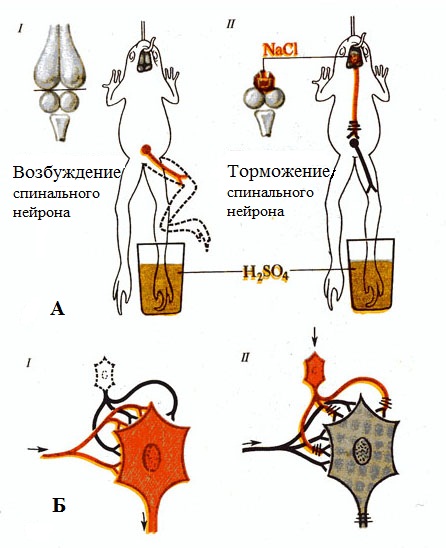
Ножницами делают поперечный разрез черепной коробки позади носовых отверстий, по переднему краю разреза кожи. Затем конец бранши малых остроконечных ножниц осторожно вводят во вскрытую поперечным разрезом полость черепа над мозгом, прижимая острие бранши ножниц к боковой поверхности крышки черепа. Разрезают кости черепа до заднего конца полости черепа сначала с одной, а затем с другой верхнебоковых поверхностей. Пинцетом захватывают передний свободный край костной пластинки, приподнимают его вверх и отрезают по заднему краю. При помощи этой операции, не повреждая головного мозга, обнажают поверхность больших полушарий, промежуточный и частично средний мозг.****

Рисунок 49 - «Сеченовское торможение»:

А - схема опыта: I - определение времени рефлекса у бесполушарной лягушки, II - увеличение времени рефлекса у той же лягушки после наложения кристаллика NaCI на область зрительных долей;

Б - предполагаемый механизм торможения: I - проведение возбуждения но мотонейрону, II - нисходящее тормозное влияние на мотонейрон (возбуждающие синапсы обозначены красным, тормозящие — черным).

Поверхность головного мозга осушают ватными шариками, рассматривают отделы головного мозга. Глазным скальпелем перерезают мозг поперек по заднему краю больших полушарий. Удаляют из полости черепа большие полушария головного мозга (рис. 49).

**Ход работы**. Лягушку подвешивают на штативе за обе челюсти и оставляют висеть, пока не кончится действие наркоза.

Опыт проводят после окончания действия наркоза в следующей последовательности. К коже задней лапки прикладывают кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,5%-ным раствором серной кислоты. Определяют время рефлекса. После ответной реакции лапку ополаскивают водой.

Поверхность разреза мозга и черепную полость тщательно осушают ватными шариками и на зрительные бугры кладут кристаллик хлорида натрия (рис. 49). Через 1 мин к коже задней лапки вновь прикладывают кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,5%-ным раствором серной кислоты. Определяют время рефлекса.

После ответной реакции ополаскивают лягушку водой, удаляют кристаллик хлорида натрия и несколько раз поверхность мозга обмывают раствором Рингера. Спустя 5-10-15 минут опыт повторяют, раздражая заднюю лапку лягушки 0,5%-ным раствором серной кислоты. В каждом случае определяют время рефлекса.

**Вопросы итогового занятия**

1 Какие классы нейронов существуют в зависимости от выполняемых функций, их характеристика?

2 Строение и классификация межнейрональных синапсов.

3 Что такое рефлекс? Какие учение были основоположниками учения о рефлексе?

4 Строение рефлекторной дуги.

5 Обратная связь, или обратная афферентация, что это такое?

6 Что такое нервный центр, какими свойствами обладают нервные центры?

7 Что такое торможение в ЦНС? Кто открыл торможение в ЦНС? Опишите опыт?

8 Классификация торможения в ЦНС.

9 Дайте характеристику постсинаптического поступательного торможения.

10 Дайте характеристику постсинаптического возвратного торможения.

11 Дайте характеристику пресинаптического торможения.

12 Вторичное торможение, его классификация и характеристика.

13 Спинной мозг и его функции.

14 Продолговатый мозг и его функции.

15 Средний мозг и его функции.

16 Тонические рефлексы ствола мозга: рефлексы позы. Дайте их характеристику.

17 Тонические рефлексы ствола мозга: выпрямительные рефлексы. Дайте их характеристику.

18 Статокинетические рефлексы, дайте их характеристику.

19 Мозжечок и его функции.

20 Таламус и его функции.

21 Гипоталамус и его функции.

22 Базальные ганглии и их функции.

23 Ретикулярная формация и ее функции.

24 Лимбическая система и ее функции.

25 Вегетативная нервная система.

# Физиология анализаторов

*Анализатор* - это совокупность рецепторов и нейронов мозга, участвующих в обработке информации о сигналах внешнего или внутреннего мира и в получении о них представления (ощущения, восприятия). Учение об анализаторах было создано И.П. Павловым.

Все анализаторы состоят из трех основных отделов: периферического (в нем происходит превращение сигнала внешнего мира в электрический процесс), проводникового - в нем происходит обработка информации и проведение ее в высшие отделы мозга и, наконец, центрального или коркового отдела, в котором происходит окончательная обработка сенсорной информации и возникает ощущение - субъективный образ сигнала.

Работа любого анализатора начинается с восприятия рецепторами определенного вида физической или химической энергии. Раздражение рецепторов вызывает возникновение местного рецепторного потенциала. При достижении рецепторным потенциалом определенной величины он вызывает в афферентных волокнах проводниковой части анализатора потенциалы действия, благодаря которым и передаются сенсорные сигналы в корковый центр анализатора. Процесс передачи сенсорных сигналов сопровождается многократным их преобразованием и перекодированием.

## Работа 116 Определение реакции глаза на свет

Зрачок – отверстие в центре радужной оболочки, через которое луч света проходит внутрь глаза. Зрачок регулирует поток света в глаз в результате рефлекторного сужения или расширения. В радужной оболочке имеются кольцевые и радиальные мышечные волокна. Кольцевые волокна иннервируются парасимпатическими волокнами глазодвигательного нерва, радиальные - симпатическими нервами. При сокращении кольцевых мышц зрачок суживается, радиальных мышц – расширяется.

**Цель работы**. Исследовать влияние света на величину зрачка.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Крупные и мелкие животные (кролик, лошадь, корова), 0,5%-ный раствор атропина или раствор адреналина 1 : 1000, глазная пипетка, источник света.

**Ход работы**.

1) Животное фиксируют в затемненном помещении и определяют исходную величину зрачка. Затем к глазу подносят источник света и наблюдают за отверстием зрачка. Обращают внимание сначала на продолжительность его расширения, а после прекращения действия света на сужение.

2) Осматривают оба глаза и обращают внимание на величину зрачка. Один глаз закрывают рукой на 2-3 мин, а затем отнимают ее и наблюдают за изменением диаметра зрачка.

3) У мелкого животного (кролик) проводят осмотр зрачка глаза, а затем в один из них вводят 1-2 капли раствора адреналина или атропина, под влиянием которого зрачок расширяется и проводят те же манипуляции, что в пунктах 1,2.

## Работа 117 Аккомодация глаза

Аккомодация – свойство глаза видеть отчетливо предметы, находящиеся на разном от него расстоянии. Достигается она путем изменения кривизны хрусталика и его преломляющей способности.

В состоянии покоя или при рассматривании удаленных предметов ресничные мышцы расслаблены, цинновы связки натянуты, в результате чего, хрусталик имеет небольшую выпуклость и лучи удаленных предметов фокусируются на сетчатке. Предметы, находящиеся вдали, хорошо видны, а близкие кажутся расплывчатыми.

При рассматривании близких предметов сокращается ресничная мышца, цинновы связки расслабляются и хрусталик вследствие эластичности делается более выпуклым, увеличивается его преломляющая сила. Поэтому близкие предметы будут видны хорошо, а удаленные плохо, они кажутся расплывчатыми.

**Цель работы**. Исследовать аккомодацию при рассматривании удаленных и близких предметов.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Рамка, затянутая сеткой, линейка, лист бумаги с отверстием и буквами на нем.

**Ход работы**. 1) Перед глазами помещают тонкую сетку и через нее смотрят на удаленный предмет. При этом отчетливо будет виден объект, на котором фокусируется взор, а нитей, образующих сетку, видеть четко невозможно. С другой стороны, если сосредоточить внимание на сетке, то расплывчатым становится предмет.

2) В листе плотной бумаги вырезать отверстие, а вокруг него расположить буквенные знаки или цифры. Эту модель поместить перед глазами на расстоянии 25-30 см и смотреть через отверстие в бумаге на какой-либо предмет, расположенный вдали. При таком условии хорошо виден предмет, а знаки вокруг отверстия становятся плохо различимыми. И, наоборот, если фиксировать взор на знаках, которые теперь отчетливо видны, то удаленный предмет будет расплывчатым.

Происходит это потому, что при рассматривании близкого предмета отраженные от него лучи собираются на сетчатке, в результате изменения формы хрусталика, а лучи, идущие от предмета, не фиксируемого взглядом, собираются за сетчаткой глаза.

## Работа 118 Опыты с обманом зрения

При сосредоточении зрения на каком-либо предмете основная часть образа может ускользать, и внимание фокусируется на второстепенных деталях рассматриваемого объекта.

**Цель работы**. Исследовать обман зрения при рассмотрении различных предметов.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Белый шарик или пуговица на нитке, проволочный куб на стержне, картинки для воспроизведения обмана зрения.

**Ход работы**. 1) К белой нитке привязать круглый белый шарик или пуговицу. Перед глазами испытуемого (расстояние 1-1,5 м) равномерно раскачивать предмет в одном направлении. После этого необходимо убедиться, что движение шарика, подвешенного на нитке, происходит в одной плоскости.

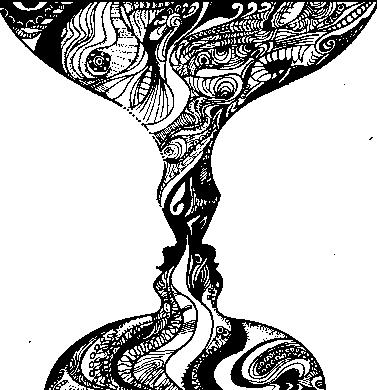
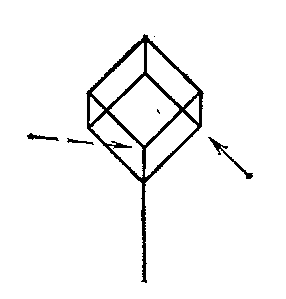
После этого один глаз закрыть темным стеклом и смотреть на предмет обоими глазами. При внимательном наблюдении становится заметным качание шарика в другой плоскости, он как бы движется по кругу. Если темное стекло переместить на другой глаз, то круговые движения шарика будут казаться в противоположном направлении. Это ощущение приближается к обману зрения, механизм его связан со стереоскопическим зрением.

Рисунок 50 – Каркас куба для проведения опыта с обманом зрения

2) Готовят каркас куба на стержне (рис. 50). Куб необходимо держать за стержень и внимательно смотреть на его дальний угол. Через некоторое время будет казаться, что куб «выворачивается», в результате чего дальний угол становится самым близким. Если куб медленно вращать на стержне вправо, то создается ощущение, что он «переворачивается» влево.

3) Для работы взять картинки для воспроизведения обмана зрения, например как на рисунке 51.

Рисунок 51 – Фигура для воспроизведения обмана зрения

## Работа 119 Последовательные зрительные образы

Зрительные образы не исчезают сразу после прекращения действия раздражителя, оно продолжают ощущаться спустя некоторое время, а затем постепенно угасают. Такое явление называется последовательными образами, оно свойственно не только органам зрения, но и другим анализаторам.

**Цель работы**. Исследовать явления образования последовательных образов.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Ярко светящийся предмет, окрашенные предметы, белый экран.

**Ход работы**. 1) В затемненном помещении перед глазами ставят ярко светящийся предмет (лампочка, фонарик), а затем его убирают. Несмотря на это, предмет остается видимым еще некоторое время после прекращения действия света.

2) Внимательно смотрят на какой-либо окрашенный предмет, а затем переводят взгляд на белый фон. Через несколько секунд становится заметным последовательный образ, имеющие нечеткие границы предмета и его цвет.

## 

## Работа 120 Определение слепого пятна на сетчатке (опыт Мариотта)

В месте вхождения зрительного нерва в сетчатую оболочку глаза нет светочувствительных клеток. Этот участок сетчатки называется слепым пятном.

****Например, у лошади общая область слепого пятна имеет треугольную форму и сзади она слегка шире, чем спереди. Сзади эта область продолжается неопределённо при условии, что лошадь стоит неподвижно.

Важно понимать о существование слепого пятна для того, чтобы не находиться в этой области долго. Лошадь может потерять наш след, когда мы перемещаемся сзади с одной стороны на другую. И это может ее встревожить, когда мы вдруг появляемся в поле другого глаза. Нахождение в зоне слепого пятна лошади может привести человека к травмам.

**Цель работы**. Определить наличие слепого пятна на сетчатке глаза.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Человек, рисунок Мариотта.

**Ход работы**. Готовят рисунок Мариотта, для чего на черный фон бумаги наносят два белых изображения – кружок и крестик (рис. 52). Рисунок помещают перед глазами на расстоянии 30-40 см. Правый глаз закрывают, а левым рассматривают правое изображение. Если приближать рисунок к глазу, то становится заметным, что левое изображение исчезает в результате попадания его на слепое пятно сетчатки. Аналогичным путем рассматривают изображение при закрытом левом глазе.

Рисунок 52 – Рисунок для проведения опыта

Мариотта

## Работа 121 Определение остроты слуха

Острота слуха, или слуховая чувствительность, - минимальная сила звука, который слышат человек и животное. Острота слуха изменяется в зависимости от высоты звука. Обычно острота речевого слуха определяется по расстоянию слышимости речи шепотом. Нормальное ухо слышит ее на расстоянии 15–20 м. Это расстояние в значительной степени зависит от состава слов: те слова, в которых преобладают звуки низких частот, слышны на расстоянии 5 м; слова же дискантовой характеристики составляющих их фонем слышны на расстоянии 20–25 м.

**Цель работы**. Определить остроту слуха.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Человек.

**Ход работы**. Проверяющий стоит на некотором расстоянии (5-6 м) от испытуемого, при этом испытуемому запрещается смотреть в сторону проверяющего. Во время исследования каждое ухо проверяют по отдельности, для чего противоположное ухо «выключается» путем закрывания наружного слухового прохода ватой. Затем проверяющий произносит цифры нормальным голосом и шепотом. Острота слуха определяется расстоянием, на котором испытуемый слышит шепотную или разговорную речь проверяющего. Например, человек с нормальным слухом слышит шепот на расстоянии 10 м.

## Работа 122 Определение локализации источника звука

Человек и животные способны определять положение источника звука в пространстве. Данное свойство основано на наличии двух симметричных половин слухового анализатора. Это явление называется бинауральным, или двуушным эффектом. Его основой служит способность слухового анализатора оценивать различия звуков по времени их прихода к каждому уху и по интенсивности. Если источник звука находится в стороне от средней линии головы, звуковая волна приходит к одному уху раньше и большей силы, чем к другому.

**Цель работы**. Исследовать бинауральный эффект.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Человек, фонендоскоп с одинаковой и разной длиной трубок, камертон.

**Ход работы**. 1) Испытуемому завязывают глаза и за его спиной ставят какое-либо звучащее тело. Перемещают источник звука в различных направлениях (вверх, вниз, вправо, влево), испытуемый должен определить, в какую сторону он сместился. Определяют, на какое минимальное расстояние должен быть перемещен звук, чтобы это было замечено испытуемым. Затем закрывают одно ухо ватным тампоном и проделывают то же самое.

2) Испытуемый вставляет в уши оливы от одинаковой длины трубок фонендоскопа, а его мембрана располагается позади испытуемого. За спиной испытуемого, у мембраны фонендоскопа, создаётся какой-либо звук, который слышится по средней линии. Затем капсулу фонендоскоп перемещают в стороны вверх, вниз, влево, вправо не меняя расположение источника звука. Испытуемый должен определить, куда сместился источник звука.

Опыт повторяют, заменив фонендоскоп на другой, у которого одна трубка короткая, а вторая – длинная.

## Работа 123 Определение адаптации кожи к раздражителям

По скорости адаптации при длящемся действии раздражителя большинство кожных рецепто­ров разделяют на быстро- и медленноадаптирующиеся. Наиболее быстро адаптируются тактильные рецепторы, расположенные в во­лосяных фолликулах, а также пластинчатые тельца. Адаптация кожных механорецепторов приводит к тому, что человек перестает ощущать постоянное давление одежды или при­выкаем носить на роговице глаз контактные линзы.

**Цель занятие**. Исследовать способность адаптации кожи к различным раздражителям.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Человек, лошадь, морская свинка, волосяная кисточка, вода разной температуры (10º, 25º, 40ºС).

**Ход работы**. 1) *Адаптация тактильных рецепторов*. Волосяной кисточкой прикасаются к шерстному покрову животного и включают секундомер. Когда раздражитель достигает пороговой величины, отмечают легкое подергивание кожи животного. Если продолжить раздражение кожи кисточкой, тогда животное адаптируется к раздражителю. Определить время адаптации.

2) *Адаптация температурных рецепторов*. В 3 сосуда наливают воду, температурой 10, 25, 40оС. В первый сосуд (10оС) помещаю левую руку, а в третий сосуд (40оС) – правую, держат до тех пор, пока не произойдет адаптация, затем переносят обе руки во второй сосуд (25оС).

В результате опыта выясняется, что в левой руке при действии средней температуры возникает ощущение тепла, а в правой руке – возникает ощущение холода. Кроме того в результате адаптации к теплу резче ощущается холод и наоборот.

## Работа 124 Определение пространственных порогов тактильной

## чувствительности

Тактильные рецепторы – осязательные тельца Мейсснера, диски Меркеля, пластинчатые тельца Пачини – воспринимают прикосновение и давление. раздражитель вызывает ощущение прикосновения или давления в том случае, когда он деформирует поверхность кожи. Различные участки обладают неодинаковой тактильной чувствительностью, так как рецепторы в коже распределены неравномерно.

**Цель работы**. Измерить пространственные пороги тактильной чувствительности.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Человек, циркуль, линейка, круглый объект (шарик, ручка).

**Ход работы**. 1) *Определение порогов тактильной чувствительности*. Испытуемый сидит с закрытыми глазами. Исследователь раздвигает ножки циркуля на 1 мм и прикасается без нажима двумя ножками к коже пальцев рук. Затем постепенно раздвигает ножки циркуля, прибавляя каждый раз по 1 мм, и прикасается к коже. Отмечают, при каком расстоянии между ножками испытуемый различает двойное прикосновение.

Опыт повторяют, определяя, при каком расстоянии испытуемый различает двойное прикосновение не коже ладони, носа, шеи, холки, губ. Результаты записывают в таблицу и делают выводы.

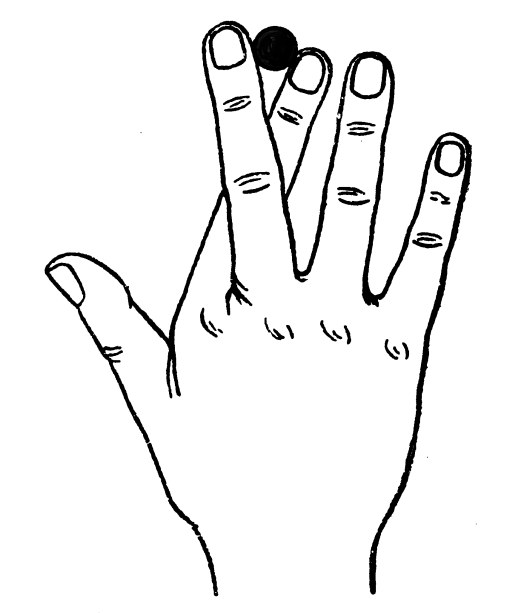
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пальцы | Ладонь | Нос | Губы | Шея | Холка |
|  |  |  |  |  |  |

2) *Опыт Аристотеля* (иллюзия Аристотеля) — иллюзия осязания, суть которой заключается в том, что, если между двумя скрещенными пальцами руки (указательным и средним или другими) поместить маленький круглый предмет (например, горошину), то возникает ощущение прикосновения не одного, а двух объектов (рис. 53). Иллюзия усиливается от легкого скольжения скрещенных пальцев по объекту.

В настоящее время нет убедительных объяснений опыта Аристотеля. Не выяснено также, на каком уровне нервной системы (периферическом или центральном) возникает эта иллюзия.

Рисунок 53 – Опыт Аристотеля

## Работа 125 Пороги вкусовой чувствительности

При помощи вкусового анализатора человек и животные производят опробование пищи,

определяя её пригодность или непригодность для употребления. Рецепторы вкуса - вкусовые луковицы – расположены в сосочках языка, мягком нёбе, задней стенке глотки, миндалинах и надгортаннике. Вкусовой анализатор воспринимает различные вкусовые вещества, но обладает неодинаковой чувствительностью к ним.

**Цель работы**. Определить порог вкусовой чувствительности к кислому, сладкому, горькому и соленому и определить участки локализации вкуса к этим веществам.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Стеклянная палочка с закругленным концом или глазная пипетка, кипяченная или дистиллированная вода, 0,01%, 0,1%, 1% и 10%-ный раствор лимонной кислоты, 0,01%, 0,1%, 1% и 10%-ный раствор сахара, 0,01%, 0,1%, 1% и 10%-ный раствор левомицетина, 0,01%, 0,1%, и 1%-ный раствор хлористого натрия (поваренная соль).

**Ход работы**. 1) *Определение порога вкусовой чувствительности*. Испытуемому поочередно, наносят на язык растворы веществ, начиная с наименьшей концентрации, и определяют их вкус. При переходе от раствора одной концентрации к другой ротовую полость прополаскивают водой. Интервал между пробами 1-2 мин.

2) *Определение участков локализации вкуса на языке*. Испытуемому наносят каплю раствора сахара на кончик языка, на края, на среднюю часть и корень языка. В каждом случае выясняют, какой ощущается вкус. Такие манипуляции проделывают с растворами других вкусовых веществ. Перед нанесением очередного раствора ротовую полость прополаскивают водой. Таким путем устанавливают, какие участки языка наиболее чувствительны к определенным вкусовым веществам.

Кончик языка должен быть более чувствителен к сладкому, края его – к кислому, кончик языка и края – к солёному, корень языка – к горькому. Средняя часть спинки языка вкусовых раздражений не воспринимает.

## 

## Работа 126 Определение порогов обоняния

Обонятельный анализатор воспринимает запахи. Рецепторы обоняния (обонятельные клетки) находятся в носовой полости в области верхнего носового хода и в задней части носовой перегородки. Молекулы пахучего вещества проникают к обонятельным рецепторам при вдыхании воздуха через нос и при еде.

При длительном воздействии пахучих веществ на рецепторы обоняния происходит постепенное снижение или прекращение ощущения запаха. Такое явление называется обонятельная адаптация.

**Цель работы**. Определить порог обоняния и адаптацию к различным пахучим веществам.

**Объект исследования, материалы и оборудование**. Флаконы с растворами пахучих веществ: 0,0001%, 0,001%, 0,01%, 0,1 и 1%-ный раствор камфары, 0,0001%, 0,001%, 0,01%, 0,1%, 1%, 2% и 3%-ный раствор спирта, 0,0001%, 0,001%, 0,01%,, 0,1% и 1%-ный раствор ванилина, 0,0001%, 0,001%, 0,01%,, 0,1% и 1%-ный раствор аммиака.

**Ход работы**. 1) *Определение порогов обоняния*. Открывают пробку флакона с определяемым пахучим веществом, подносят флакончик к носу и делают несколько «нюхательных» вдохов. Начинают нюхать вещества с наименьшей концентрации. Определяют пороговую концентрацию запаха для разных веществ.

2) *Обонятельная адаптация*. Пахучее вещество многократно нюхают из флакончика. Через некоторое время наступает «привыкание» рецепторов обоняния к нему, и ощущение запаха становится слабым, а затем оно совсем исчезает. Если в это время поднести к носу флакончик с другим веществом, то его запах воспринимается довольно хорошо. Опыт повторяют с другими веществами и определяют время адаптации.

## Работа 127 Основные отделы анализаторов

Каждый анализатор состоит из трех отделов: рецепторного (воспринимающего), проводящего (нервные волокна) и центрального (подкорковые и корковые центры).

**Цель работы**. Рассмотреть все отделы анализаторов и занести их в таблицу.

**Ход работы**. Заполнить приведенную ниже таблицу сведениями обо всех отделах анализаторов:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Анализатор | Рецепторный  отдел | Проводниковый  отдел | Центральный  отдел |
| Зрительный |  |  |  |
| Слуховой |  |  |  |
| Кожный |  |  |  |
| Обонятельный |  |  |  |
| Вкусовой |  |  |  |
| Вестибулярный |  |  |  |
| Двигательный |  |  |  |
| Висцеральный |  |  |  |

**Вопросы итогового занятия**

1 Методы исследования функций коры.

2 Функциональные и структурные особенности различных областей коры больших полушарий.

3 Отличие условных рефлексов от безусловных.

4 Методики выработки условных рефлексов.

5 Процесс образования условного рефлекса.

6 Классификация условных рефлексов.

7 Иррадиация и концентрация возбуждения и торможения в коре больших полушарий.

8 Положительная и отрицательная индукция корковых процессов.

9 Виды торможения в коре: безусловное торможение.

10 Виды торможения в коре: условное, или внутреннее, торможение.

11 Динамический стереотип.

12 Типы нервной системы: свойства нервных процессов.

13 Основные типы высшей нервной деятельности по И.П.Павлову.

14 Этология - Формы поведения животных.

15 Что такое анализатор, строение анализатора, классификации анализаторов.

16 Общие свойства анализаторов.

17 Кожный анализатор.

18 Обонятельный анализатор.

19 Зрительный анализатор: строение, механизм аккомодации.

20 Зрительный анализатор: структура и функции сетчатки, фотохимические реакции в сетчатке.

21 Слуховой анализатор: функции уха.

22 Слуховой анализатор: механизм восприятия звука, локализация звука.

23 Вестибулярный анализатор.

24 Вкусовой анализатор.

25 Интерорецептивный и двигательный анализаторы.

# Список использованных источников

1 Битюков И.П. и др. Практикум по физиологии сельскохозяйственных животных /И.П. Битюков, В.Ф. Лысов, Н.А. Сафонов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 256 с.

2 Георгиевский В.И. Практическое руководство по физиологии сельскохозяйственных животных. Учеб. пособие для с.-х. вузов. М., «Высшая школа», 1976. – 352 с.

3 Жеребцов П.И. и др. Практикум по физиологии сельскохозяйственных жи вотных /П.И. Жеребцов, В.И. Георгиевский, И.И. Поляков, Е.В. Бурченко,

Г.В. Филатов. - М., «Высшая школа», 1959. – 446 с.

4 Сысоев А.А., Битюков И.П. Практикум по физиологии сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1981. – 239 с.

5 Павлов Г.Н. и др. Практикум по физиологии животных/ Г.Н. Павлов, П.И.

Никитин, И.С. Бреслав. – М., «Высшая школа», 1961. – 260 с.

6 Физиология сельскохозяйственных животных. Методические указания к лабораторным и практическим занятиям для студентов ветеринарного, ветеринарно-биологического, зооинженерного факультетов в факультета товароведения животного сырья /А.Н. Голиков, Н.А. Сафонов, Н.И. Иванова, Г.Е. Аленичкина, В.Д. Фомина. – М; МВА, 1988. – 88с.

# Приложение А

Таблица А1 – Основные физиологические показатели крови животных

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Лошадь | КРС | Овца | Свинья | Кролики | Птица | Собаки | Кошки |
| Объем крови, % к весу тела | 8-10 | 7,5-8,2 | 7-9 | 4,5-6,5 | 5,5-6,5 | 6,5 | 8,5 | - |
| Показатель гематокрита (об%) | 32-48 | 24-46 | 27-45 | 36-43 | 33-50 | 32-37 | 37-55 | 30-45 |
| Плотность крови | 1,054 | 1,055 | 1,046 | 1,048 | 1,051 | 1,052 | 1,05 | - |
| Кислородная емкость по Неводову (мг%) | 550 | 510 | 520 | 500 | 490 | 410 | 500 | - |
| Число эритроцитов, млн/мкл | 6-9 | 5-7,5 | 7-12 | 6-7,5 | 5-7,5 | 3-4 | 5,2-8,4 | 4,1 |
| Число лейкоцитов, тыс/мкл | 7-12 | 4,5-12 | 6-14 | 8-16 | 5,5-9 | 20-40 | 6-17 | 5,5-19 |
| Число тромбоцитов, тыс/мкл | 200-500 | 260-700 | 270-500 | 180-300 | 190 | 32-190 | 250-550 | 407 |
| Содержание гемоглобина, г/л | 80-140 | 90-120 | 70-110 | 90-110 | 100-125 | 80-120 | 110-170 | 420 |
| Осмотическая устойчивость эритроцитов (%NaCl) | 0,54 | 0,53 | 0,65 | 0,64 | 0,43 | 0,40 | 0,54 | 0,58 |
| рН крови | 7,3-7,5 | 7,2-7,5 | 7,4-7,5 | 7,4-7,5 | 7,4 | 7,4 | 7,3-7,6 | 7,4-7,5 |
| СОЭ в мм через:  15 мин  30 мин  45 мин  60 мин | 35  54  58  64 | 0,15  0,35  0,50  0,7 | 0,2  0,4  0,0  0,6 | 1,0  3,0  5,0  8,0 | 0  0,3  0,9  1,5 | 0,5  2,0  3,5  4,0 | 0,5  0,9  1,7  2,5 | 0,15  0,20  0,25  0,30 |
| Лейкоцитарная формула:  базофилы  эозинофилы  палочкоядерные нейтрофилы  сегментоядерные  нейтрофилы  лимфоциты  моноциты | 0,5  4,0  4,5  54  34  3,0 | 1,0  6,5  3,0  28  57  4,5 | 0,5  7,5  4,0  40  45  3,0 | 0,5  2,0  4,0  44  45  4,5 | 1,0  2,0  7,0  36  52  2,0 | 2,0  8,0  -  30  54  6,0 | 0-2  2-10  0-3  60-77  12-30  3-10 | Редко  0-4  0-3  35-75  20-55  1-4 |
| Скорость свертывания крови (мин) | 10-12 | 7-9 | 4-5 | 3-4 | 5-6 | 2-3 | 4-8 | 2-4 |
| Резервная щелочность (мкмоль/л) | 50-65 | 45-65 | 48-60 | 45-55 | 48 | 38-39 | 40-60 | 40-50 |

# Приложение Б

Таблица Б1 – Некоторые физиологические показатели у животных

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Лошадь | КРС | Овца | Свинья | Кролики | Птица | Собаки | Кошки |
| Кругооборот крови, с | 31,5 | 31,5 | 23,6 | 27,0 | 9 | 8 | 21,0 | - |
| Артериальное давление в мм. ртутного столба:  а) максимальное  б) минимальное | 110-120  35-50 | 110-140  30-50 | 100-120  50-65 | 135-155  45-55 | 80-110  30-35 | 160-200  100-130 | 120-140  30-40 | 120  60 |
| Частота сердечных сокращений в минуту в покое | 24-42 | 50-80 | 70-80 | 60-90 | 120-200 | 150-200 | 70-120 | 140 |
| Частота дыхания в минуту в покое | 8-16 | 12-25 | 16-30 | 15-20 | 50-60 | 12-30 | 14-24 | 17-23 |
| Температура тела | 37,5-38,5 | 37,5-39,5 | 38,5-40,0 | 38,0-40,0 | 38,5-39,5 | 40,5-42,0 | 37,5-39,0 | 38,0-39,5 |
| Продолжительность жизни, лет |  |  | 8-12 | 15 | 5-7 | 7-8 | 15-20 | 10-12 |
| Время наступления половой зрелости, мес. | 15-18 | 6-10 | 6-10 | 5-8 | 4-5 | - | 5-6 | 6-8 |
| Время спаривания, мес. | 36-48 | 16-18 | 12-18 | 9-11 | 8-10 | - | 18-24 | 6-8 |
| Продолжительность полового цикла, дни | 20-22 | 19-21 | 17 | 19-21 | 5-9 | - | - | 15-20 |
| Продолжительность половой охоты | 5-7 дней | 17-20 часов | 30-38 часов | 40-60 часов | 3-5 дней | - | 20-25 дней | 3-12 |
| Продолжительность беременности, дни | 340 | 285 | 150 | 114 | 30 | - | 62 | 56 |
| Число детенышей, шт. | 1 | 1 | 1-3 | 10-16 | 7-9 | - | 4-6  (до 15) | 4-5 |
| Продолжительность лактации, дней | 270 | 240-305 | 130-150 | 60-70 | 80-110 | - | 28-42 | 30 |

# Приложение В

Таблица В1 – Калорический эквивалент 1 л кислорода при разных

величинах дыхательного коэффициента

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ДК** | **кДж** | **ккал** | **ДК** | **кДж** | **ккал** |
| 0,71 | 19,636 | 4,690 | 0,86 | 20,411 | 4,875 |
| 0,72 | 19,686 | 4,702 | 0,87 | 20,461 | 4,887 |
| 0,73 | 19,736 | 4,714 | 0,88 | 20,515 | 4,900 |
| 0,74 | 19,791 | 4,727 | 0,89 | 20,566 | 4,912 |
| 0,75 | 19,841 | 4,739 | 0,90 | 20,616 | 4,924 |
| 0,76 | 19,896 | 4,752 | 0,91 | 20,666 | 4,936 |
| 0,77 | 19,946 | 4,764 | 0,92 | 20,716 | 4,948 |
| 0,78 | 19,996 | 4,776 | 0,93 | 20,766 | 4,960 |
| 0,79 | 20,050 | 4,789 | 0,94 | 20,821 | 4,973 |
| 0,80 | 20,101 | 4,801 | 0,95 | 20,871 | 4,985 |
| 0,81 | 20,151 | 4,813 | 0,96 | 20,921 | 4,997 |
| 0,82 | 20,201 | 4,825 | 0,97 | 20,976 | 5,010 |
| 0,83 | 20,256 | 4,838 | 0,98 | 21,027 | 5,022 |
| 0,84 | 20,306 | 4,850 | 0,99 | 21,076 | 5,034 |
| 0,85 | 20,360 | 4,863 | 1,00 | 21,131 | 5,047 |

\* 1 ккал = 4,1876 кДж; 1 Дж = 0,2388 кал

# Приложение Г

Таблица Г1 – Средняя температура тела и температура поверхности

кожи животных

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид животного | Температура тела при измерении  в прямой кишке | | Средняя  температура  кожи |
| средняя | колебания |
| Лошадь | 38,0 | 37,5 – 38,5 | 27,0 – 32,0 |
| Корова | 39,0 | 37,5 – 39,5 | 32,0 – 35,0 |
| Овца | 40,0 | 38,0 – 41,0 | 26,2 – 30,0 |
| Свинья | 39,5 | 38,0 – 40,0 | 35,0 – 38,0 |
| Кролик | 39,0 | 38,5 – 39,7 | 32,0 – 36,0 |
| Собака | 38,5 | 37,5 – 39,0 | 26,2 – 28,7 |
| Курица | 41,0 | 40,3 – 41,7 | - |

# Приложение Д

Таблица Д1 – Средний химический состав молока самок разных видов

млекопитающих, %

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вид животного** | **Вода** | **Белки** | **Жиры** | **Лактоза** | **Зола** |
| Корова | 88,0 | 3.0 | 3,5 | 4,9 | 0,8 |
| Коза | 88,9 | 3,3 | 4,1 | 4,4 | 0,8 |
| Овца | 83,6 | 5,1 | 6,2 | 4,2 | 0,9 |
| Буйволица | 82,9 | 4,6 | 7,5 | 4,2 | 0,8 |
| Самка яка | 84,0 | 5,0 | 6,5 | 5,6 | 0,9 |
| Кобылица | 89,7 | 2,2 | 1,9 | 5,8 | 0,3 |
| Верблюдица | 86,5 | 4,0 | 3,0 | 5,7 | 0,8 |
| Ослица | 90,0 | 1,9 | 1,4 | 6,2 | 0,5 |
| Самка зебу | 86,2 | 3,0 | 4,8 | 5,3 | 0,7 |
| Оленуха | 67,7 | 10,9 | 17,1 | 2,8 | 1,5 |
| Свинья | 86,0 | 7,2 | 4,6 | 3,1 | 1,1 |
| Слониха | 67,8 | 3,1 | 19,6 | 3,8 | 0,6 |
| Самка дельфина | 48,8 | 5,6 | 45,0 | 1,4 | 0,6 |
| Самка кита | 45,7 | 12,0 | 42,0 | 1,5 | 0,9 |

# Приложение Е

Таблица Е1 – Химический состав коровьего молока

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели | Единицы СИ | Минимальное и максимальное значения |
| Жир | г/л | 30,0-54,0 |
| Лактоза | « | 29,8-69,8 |
| Общий белок | « | 28,0-65,0 |
| *α*3-казеин | % | 45,0-55,0 |
| x-казеин | « | 8,0-15,0 |
| *β*-казеин | « | 25,0-35,0 |
| γ-казеин | « | 3,0-7,0 |
| Сывороточный альбумин | « | 0,7-0,3 |
| α-лактальбумин | « | 2,0-5,0- |
| *β*-лактальбумин | « | 7,0-12,0 |
| Иммуноглобулин G1 | « | 1,9-3,0 |
| Иммуноглобулин G2 | « | 0,2-0,7 |
| Иммуноглобулин А | « | 0,2-0,7 |
| Иммуноглобулин М | « | 0,1-0,7 |
| Лактоферрин | г/л | 0,02-0,35 |
| Кальций | ммоль/л | 26,3-38,0 |
| Фосфор | « | 19,4-40,7 |
| Калий | « | 27,9-46,1 |
| Натрий | « | 15,4-29,3 |
| Магний | « | 3,7-6,2 |
| Железо | мкмоль/л | 3,6-93,1 |
| Цинк | « | 3,06-84,2 |
| Медь | « | 0,79-8,79 |
| Кобальт | « | 0,017-0,047 |
| Марганец | « | 0,36-1,82 |
| Молибден | « | 0,177-0,426 |
| Йод | « | 0,047-3,48 |
| Витамин А | « | 0,19-2,87 |
| Каротин | « | 0,15-1,32 |
| Витамин Е | « | 0,92-4,6 |
| Витамин D | нмоль/л | 0,26-0,6 |
| Витамин В1 | мкмоль/л | 0,59-2,4 |
| Витамин В2 | « | 2,18-29,3 |
| Витамин В3 | « | 7,65-28,8 |
| Витамин В4 | ммоль/л | 0,49-3,85 |
| Витамин В5 | мкмоль/л | 3,64-15-7 |
| Витамин В6 | « | 0,92-5,25 |
| Витамин В12 | нмоль/л | 1,18-8,88 |
| Витамин Вс | мкмоль/л | 0,085-0,166 |
| Витамин Н | « | 0,03-0,36 |
| Витамин С | ммоль/л | 0,025-0,2 |