

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный аграрный университет»

А.А. Ряднов

# ФИЗИОЛОГИЯ И ЭТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Издание 2-е, дополненное

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Волгоград  
Волгоградский ГАУ  
2015

УДК 636.03:591.4: 591.1  
ББК 45.2  
Р-98

Рецензенты:

заведующий кафедрой нормальной физиологии ФГОУ ВПО Волгоградский государственный медицинский университет, доктор медицинских наук, профессор *С. В. Клаучек*; Ученый секретарь Поволжского ГНУ НИММП, доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А. И. Сивков*

Р-98                    **Ряднов, Алексей Анатольевич**

Физиология и этология животных : учебное пособие / А. А. Ряднов. – Издание 2-е, дополненное. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. – 196 с.

Представленное учебное пособие составлено для проведения лабораторно-практических занятий по дисциплине «Физиология и этология животных» студентам факультета биотехнологий и ветеринарной медицины специальности 36.05.01 – «Ветеринария».

Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 36.05.01 Ветеринария (уровень специалитета) и рабочей программы по дисциплине «Физиология и этология животных».

Данное издание может использоваться студентами для самостоятельной работы.

УДК 636.03:591.4: 591.1  
ББК 45.2

- © ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный аграрный университет», 2015
- © Ряднов А. А., 2015

# **ВВЕДЕНИЕ**

## **Цели освоения дисциплины**

Целью изучения физиологии и этологии животных при подготовке специалистов высшей квалификации по направлению подготовки (специальности) 36.05.01 Ветеринария (квалификация (степень) «специалист»), является формирование фундаментальных и профессиональных знаний о физиологических процессах и функциях в организме млекопитающих и птиц, о их качественном своеобразии в организме продуктивных сельскохозяйственных животных, домашних, лабораторных и экзотических животных, необходимых ветеринарному врачу для научного обоснования мероприятий, связанных с созданием оптимальных условий содержания, кормления и эксплуатации животных, предупреждением заболеваний, оценкой здоровья, характера и степени нарушений деятельности органов и организма, определением путей и способов воздействий на организм в целях коррекции деятельности органов.

Задачами физиологии и этологии животных являются:

- познание частных и общих механизмов и закономерностей деятельности клеток, тканей, органов и целостного организма, механизмов нейрогуморальной регуляции физиологических процессов и функций у млекопитающих и птиц, качественного своеобразия физиологических процессов у продуктивных животных, поведенческих реакций и механизмов их формирования;

- приобретение навыков по исследованию физиологических констант функций и умений использования знаний физиологии и этологии в практике животноводства и ветеринарии.

## **Место дисциплины в структуре ООП**

Общепрофессиональный ветеринарно-биологический цикл. При изучении дисциплины «Физиология и этология животных» студенты должны знать особенности строения клеток, тканей, органов, их биохимический состав, уметь пользоваться микроскопической техникой, препаровать ткани и органы, готовить и окрашивать гистологические препараты. Данная дисциплина является предшествующей для изучения следующих дисциплин: «Патологическая физиология», «Клиническая физиология», «Клиническая диагностика», «Внутренние незаразные болезни», «Болезни молодняка», «Ветеринарная фармакология. Токсикология», «Кормление животных с основами кормопроиз-

водства», «Ветеринарная генетика», «Разведение животных», «Зоогиена», «Иммунология», «Оперативная хирургия с топографической анатомией», «Акушерство и гинекология».

### **Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью и готовностью анализировать закономерности функционирования органов и систем организма, использовать знания морфо-физиологических основ, основные методики клинко-иммунологического исследования и оценки функционального состояния организма животного для своевременной диагностики заболеваний, интерпретировать результаты современных диагностических технологий по возрастно-половым группам животных с учетом их физиологических особенностей для успешной лечебно-профилактической деятельности (ПК-4).

### **В результате изучения дисциплины студент должен:**

Знать: Закономерности осуществления физиологических процессов и функций и их качественное своеобразие в организме млекопитающих и птиц, продуктивных сельскохозяйственных животных, домашних, лабораторных и экзотических животных, на уровне клеток, тканей, органов, систем и организма в целом, в их взаимосвязи между собой и с учетом влияния условий окружающей среды, технологии содержания, кормления и эксплуатации, механизмы их нейрогуморальной регуляции, сенсорные системы; высшую нервную деятельность; поведенческие реакции и механизмы их формирования, основные поведенческие детерминанты.

Уметь: Использовать знания физиологии и этологии при оценке состояния животного; самостоятельно проводить исследования на животных.

Владеть: Знаниями и навыками по исследованию физиологических констант функций, методами наблюдения и эксперимента.

### **ИНСТРУКТАЖ СТУДЕНТОВ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ**

1. Все студенты должны присутствовать на занятиях в халатах.
2. При работе с электроприборами перед включением в сеть переменного тока заземлить электроприбор, убедиться в исправности соединения сетевого шнура и штепселя.

3. При работе с электроприборами не разливать растворы на электропровода.

4. При работе с пипетками следить, чтобы растворы кислот или щелочей не попадали на кожу и слизистые оболочки. При попадании растворов кислот или щелочей на кожу и слизистые оболочки промыть проточной водой и обратиться в медпункт академии.

5. При использовании химических веществ (кислоты, щелочи, спирта, аммиака и т.д.) в некоторых работах запрещается пробовать их на язык и вдыхать их пары из флаконов.

6. При работе с растворами серной кислоты соблюдать осторожность. Не погружать лапки лягушки в кислоту, чтобы предотвратить разбрызгивание серной кислоты и попадание ее в глаза.

7. При работе с режущими инструментами не наносить ранений себе или соседям, не размахивать ножницами, скальпелями, иглами.

8. При кипячении растворов на спиртовке не поворачивать пробирку в лицо себе или соседям.

9. При работе с кроликами, особенно в момент их фиксации на столе и при взвешивании на весах, брать животное за кожу спины и шеи, опасаться задних лап кролика, так как ими он может сильно травмировать (нанести сильные удары, оцарапать и т.д.).

10. После работы с животными (лягушки, кролики, мыши, собаки) тщательно мыть руки с мылом.

11. Запрещается выполнять работы, не предусмотренные заданием или изменять установленный порядок выполнения лабораторных занятий.

12. После окончания занятий привести в порядок рабочее место.

После окончания инструктажа студент обязан расписаться в журнале по технике безопасности, который хранится на кафедре.

## **ЗАНЯТИЕ 1. ЗНАКОМСТВО С ОСНОВНОЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АППАРАТУРОЙ**

**Цель занятия:** ознакомиться с аппаратами, приборами, инструментами, которые применяются для изучения физиологических функций.

**Для работы необходимы:** аппаратура и приборы, используемые в физиологических исследованиях.

Используемую в физиологии аппаратуру можно разделить на четыре группы: стимулирующую, регистрирующую, вспомогательную и специальную.

**Стимулирующая аппаратура.** В настоящее время широко применяются *электростимуляторы*. Они пришли на смену аккумулятору, индукционной катушке, метроному-прерывателю, реохорду и другим приборам. Электростимулятор не только заменяет эти приборы, он позволяет более точно и тонко дозировать раздражающий стимул по силе, длительности и частоте и является наиболее удобным по технике применения.

Электростимулятор УЭС-1М чаще всего применяется для нанесения ритмического раздражения. Преимущество этого прибора заключается в том, что он позволяет широко варьировать силу, частоту и длительность раздражения, а также наносить одиночный стимул.

Электростимулятор состоит из задающего генератора, формирователя импульсов и выходного усилителя, которые выполнены на транзисторах. Напряжение питания поддерживается стабилизатором. На лицевой панели прибора расположены ручки переключателя частоты «Гц», регулировки амплитуды выдаваемых импульсов и другие узлы управления. Этот прибор используют для определения возбудимости нервов и мышц, получения одиночных и тетанических сокращений мышц (в комплексе с фаль-аппаратом), изучения влияния силы раздражения на величину эффекта и в других целях.

В практике могут использоваться и другие электростимуляторы, генерирующие ритмические стимулы. Например, *селеновый выпрямитель* ВС-4 можно использовать для питания электрических схем и установок силой до 3 А и напряжением до 12 В, а также для зарядки аккумуляторов. Недостаток данного прибора заключается в том, что он не позволяет изменять напряжение тока.

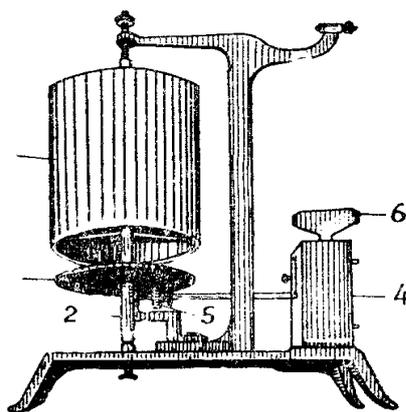


Рисунок 1 – Кимограф Цунтца:

1 – вращающийся барабан; 2 – ось; 3 – металлический диск;  
4 – коробка с часовым механизмом; 5 – ролик; 6 – регулятор вращения

**Регистрирующая аппаратура.** Важно не только получить, но и зарегистрировать различные физиологические показатели с помощью специальных приборов.

*Кимограф* (рис. 1) представляет собой аппарат, регистрирующий сокращения мышц, сердца, желудка и других органов. Прибор состоит из съемного вращающегося барабана, который одевается на ось штатива.

*Рычажки* используются для записи различных видов движений.

Состоят они из небольшого стерженька, закрепленного на оси. Это обеспечивает движение рычага в какой-либо одной плоскости. Стерженек несет на себе писчик, который подводится к барабану кимографа под небольшим углом, что создает непрерывную запись, особенно при подъеме рычажка вверх.

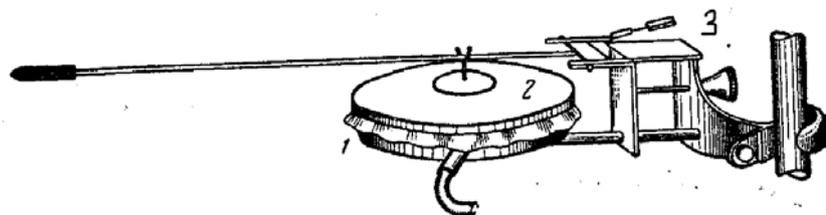


Рисунок 2 – Капсула Маррея

1 – капсула; 2 – резиновая крышка; 3 – писчик

*Капсула Маррея* (рис. 2) представляет собой металлическую чашечку с отводной трубкой. Одна сторона капсулы обтянута тонкой резиной. В центре резиновой перепонки вмонтирована небольшая пластинка из металла, на которую опирается рычажок с писчиком. Капсула соединяется с передаточной пневматической системой, представленной резиновыми трубками и баллончиками. Принцип работы прибора основан на том, что движение органа вызывает изменение давления в воздушной системе, через которую оно передается на капсулу. Резиновая мембрана капсулы, колеблясь, приводит в движение пишущий механизм, регистрирующий функцию органа.

*Электрокардиограф* применяется для записи биопотенциалов сердца. В его корпус вмонтированы: блок стабилизатора, лентопротяжный механизм, индикаторы, записывающее устройство, вибраторы, тумблеры и кнопки управления. Во время работы электроды соединяются с переключателями отведений и фиксируются на конечностях в области пясти и плюсны животного или человека. Возникающие биопотенциалы сердца усиливаются в приборе и передаются на писчик, который регистрирует их на специальной термобумаге.

***Вспомогательная аппаратура.*** К этой группе относятся метрономы, микроскопы, центрифуги, инструменты, штативы, электроды.

***Специальная аппаратура.*** К этой группе относятся приборы для измерения кровяного давления, тонометры, аппарат Панченкова (для определения СОЭ), гемометр Сали (для определения количества гемоглобина), камеры Горяева и Предтеченского (для подсчета форменных элементов крови), меланжеры лейкоцитарный и эритроцитарный и др.

## ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

**Кровь** – это жидкая ткань, которая заполняет сосуды и обеспечивает связь между тканями в организме. Кровь состоит из:

- 1) плазмы – 60 %;
- 2) форменных элементов крови – 40 %.

Если в кровь добавить стабилизаторы, то она расслоится на 3 слоя: внизу красный слой – эритроциты; над этим слоем – слой лейкоцитов и красных кровяных пластинок; самый верхний слой светло-желтый – слой плазмы.

Если кровь свертывается, то получается темный сгусток, состоящий из белка фибрина и всех форменных элементов крови, а также прозрачной жидкости – сыворотки крови.

Таким образом, сыворотка отличается от плазмы тем, что в ней нет фибрина.

**Плазма крови.** Содержит 90-92 %  $H_2O$ , остальное приходится на долю сухого вещества. Сухое вещество представлено:

1. **Белки** – примерно 6-8 %. Это альбумины и глобулины. Их отношение называют белковым коэффициентом, и оно примерно равно 1. Белки плазмы образуются в печени и оттуда поступают в кровь. Их функции: создают онкотическое давление, которое удерживает воду в плазме. Величина его 20-25 мм рт.ст. Помимо этого, альбумины участвуют в обмене белка, транспорте нуклеиновых кислот. Глобулины подразделяются на  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  глобулины;  $\alpha$  и  $\beta$  – транспортная группа,  $\gamma$  – защитная функция, из них образуются антитела. Фибриноген обеспечивает свертывание крови.

2. **Азотсодержащие небелковые вещества** (остаточный азот) – это промежуточные продукты белкового обмена (мочевина, аминокислоты, полипептиды, креатинин). Эта часть сыворотки является показателем белкового обмена в организме.

3. **Углеводы** – представлены в крови глюкозой (80-100 мг %), используются как энергетический материал.

4. **Фосфолипиды и нейтральный жиры** – это материал для синтеза.

5. **Минеральные вещества:** K, Ca, Mg, Fe и др. На их долю приходится 0,9 %, из них 0,6 % на долю NaCl. Эти вещества создают осмотическое давление, которое регулирует переход воды из крови в ткани и наоборот. Величина осмотического давления в крови составляет 7-8 атм., и оно соответствует концентрации минеральных веществ 0,9 %. Исходя из этого, растворы, содержащие концентрацию 0,9 %, называют изотоническими или физиологическими (Рингера, Рингера-Локка).

### **Свойства крови:**

1. Вязкость плазмы = 2, крови = 5 и зависит от количества воды.
2. Удельный вес: плазмы = 1,02; форменных элементов 1,09; крови – 1,04-1,05. Из-за этого происходит разделение крови.
3. Реакция рН – слабощелочная, 7,4-7,45, поддерживается буферными системами: карбонатной, фосфатной, белковой, гемоглобиновой. Чтобы вызвать смещение рН крови в кислую сторону к крови, надо прибавить кислот в 327 раз больше, чем к воде, а чтобы в щелочную сторону – в 70 раз больше, чем к воде. За счет буферных систем в крови создается щелочной резерв, который повышает устойчивость к заболеванию организма. Чем он выше, тем выносливее организм.

По отношению к массе организма крови у лошади – 9 %, КРС, овцы – 8 %, свиньи – 4 %, собаки – 6 %, человек – 7 %.

Не вся кровь циркулирует в сосудистом русле. Половина крови депонируется. Депо крови – это селезенка, 30-40 %, печень – 20 %, кожа – 10 %.

### **Функции крови:**

1. **Транспортная** – заключается в том, что кровь транспортирует к тканям кислород, питательные вещества и от тканей продукты обмена.
2. **Поддержание гомеостаза**, т.е. относительного динамического постоянства внутренней среды организма и устойчивости его основных физиологических функций.
3. **Теплорегуляторная** – кровь аккумулирует в себе тепло, т.к. обладает высокой удельной теплоемкостью и равномерно распределяет его по органам.
4. **Защитная** – в крови образуются антитела, которые разрушают микроорганизмы, попадающие в организм.
5. **Коррелятивная** – через кровь регулируется деятельность всех внутренних органов и систем организма.

## **ЗАНЯТИЕ 2.**

### **ПОДСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЭРИТРОЦИТОВ В КРОВИ**

Эритроциты (красные кровяные клетки) млекопитающих лишены ядра и имеют форму двояковогнутых дисков. Такая форма увеличивает поверхность эритроцитов и способствует быстрой и равномерной диффузии кислорода через их оболочку. Количество эритроцитов в крови определяют с помощью счётных камер.

Эритроциты выполняют следующие функции: переносят кислород от лёгких к тканям, участвуют в транспорте углекислого газа от тканей к лёгким, на своей поверхности транспортируют аминокислоты, гормоны, витамины и другие продукты обмена веществ.

Эритроциты образуются и созревают в красном костном мозге. В процессе созревания они теряют ядро и после этого поступают в кровяное русло. Разрушаются эритроциты в печени и селезёнке.

**Цель занятия:** освоить методику и произвести подсчет эритроцитов у разных видов животных.

**Для работы необходимы:** подопытное животное (овца, собака, кролик и т.д.), микроскоп, камера Горяева, покровное стекло, смеситель для эритроцитов (меланжер эритроцитарный), 3 %-ый раствор хлорида натрия, этиловый спирт, вата, скарификатор, ножницы, плакат «Схема камеры Горяева».

### Ход работы

1. Обезжирить покровное стекло и камеру Горяева спиртом, вытереть насухо ватой.

2. Притереть покровное стекло к боковым площадкам камеры до появления радужных колец.

3. Под малым увеличением микроскопа сфокусировать и рассмотреть сетку Горяева (рис. 22).

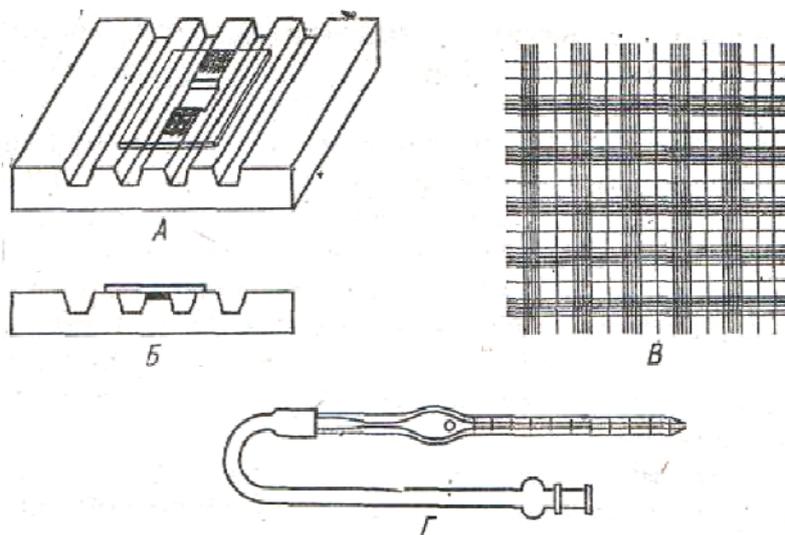


Рисунок 22 – Счетная камера Горяева:  
А – вид сверху; Б – вид сбоку, В – сетка камеры;  
Г – смеситель для эритроцитов

4. С помощью скарификатора произвести прокол ушной вены у подопытного животного, помассировать близлежащие участки кожи до появления капельки крови.

5. Исследуемую кровь набрать в смеситель до метки 0,5 и, вслед за этим, 3 %-ый раствор поваренной соли – до метки 101.

6. Заправленный смеситель зажать между большим и указательным пальцами и встряхивать в течение 2-3 минут для смешивания крови.

7. Удалить из смесителя первые 2-3 капли на вату, а следующей каплей зарядить камеру.

8. Камеру поместить на столик микроскопа и через 1-2 мин под малым увеличением произвести подсчет клеток, находящихся на фоне пяти больших квадратов, расположенных по диагонали сетки и состоящих из 16 маленьких каждый. Считать клетки, расположенные внутри малого квадрата, а также на его верхней и левой границах.

9. Произвести расчет количества эритроцитов в исследуемой крови по формуле:

$$X = a \cdot 10\,000,$$

где X – количество эритроцитов 1 мм<sup>3</sup> крови; а – сумма клеток в 80 квадратах; 10 000 – постоянный коэффициент.

### **Оформление результатов работы**

1. Начертите в тетради проекцию пяти больших квадратов, используемых в подсчёте эритроцитов, где в малых квадратах укажите цифрами число обнаруженных клеток.

2. Произведите необходимые расчёты, укажите результаты.

## **ЗАНЯТИЕ 3.**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГЕМОГЛОБИНА В КРОВИ**

**Гемоглобин** – сложное химическое соединение (хромопротеид), находится в эритроцитах. Он состоит из двух частей: белка глобина и четырёх молекул гема. Молекула гема, содержащая атом двухвалентного железа, обладает способностью присоединять и отдавать кислород. В капиллярах лёгких гемоглобин присоединяет кислород и становится оксигемоглобином, а в капиллярах тканей отдаёт кислород и превращается в восстановленный гемоглобин.

При действии на гемоглобин сильных окислителей (бертолетова соль, феррицианид, нитробензол и т.д.) железо окисляется и переходит из двухвалентного в трёхвалентное, а гемоглобин превращается в метгемоглобин и приобретает коричневую окраску. В случае образования в крови большого количества метгемоглобина кислород тканям не отдаётся и наступает смерть от удушья.

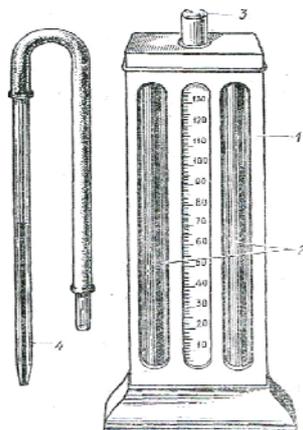


Рисунок 23 – Гемометр FC-3:

1 – корпус прибора; 2 – запаянные пробирки со стандартным раствором;  
3 – градуированная пробирка; 4 – пипетка для взятия крови

Гемоглобин очень легко соединяется с угарным газом, при этом образуется карбоксигемоглобин. Это соединение очень прочное, и гемоглобин перестает быть переносчиком кислорода.

Количество гемоглобина в крови зависит от вида животного, возраста, пола, породы, кормления, а также высоты над уровнем моря.

**Цель занятия:** определить содержание гемоглобина в крови разных видов животных.

**Для работы необходимы:** гемометр Сали в комплекте, дистиллированная вода, исследуемая кровь, 0,1 н. раствор соляной кислоты.

#### Ход работы

1 В градуированную пробирку налить пипеткой до нижней круговой метки 0,1 н раствор соляной кислоты (0,2 мл).

2 В капиллярную пипетку набрать кровь до метки 0,02 мл.

3 Конец пипетки вытереть ватой, опустить на дно пробирки в раствор соляной кислоты и осторожно выдуть кровь, подслаивая ее под кислоту.

4 Не вынимая пипетки из пробирки, промыть ее несколько раз верхней частью раствора (чтобы в капилляре не осталось крови).

5 Содержимое пробирки тщательно перемешать стеклянной палочкой и оставить в штативе на 5 мин для полного *гемолиза* эритроцитов.

6 По истечении указанного времени в пробирку по каплям при постоянном помешивании стеклянной палочкой добавлять дистиллированную воду до тех пор, пока цвет жидкости не совпадет с цветом стандартного раствора в запаянных пробирках.

### **Оформление результатов работы**

1. По малой шкале (от 0 до 23) и нижнему мениску жидкости определите содержание гемоглобина в крови в г %, а по большой шкале (от 0 до 140) на этой же пробирке – количество гемоглобина в относительных единицах гемометра (ед. Сали).

2. Рассчитайте количество гемоглобина в ед. Сали: путём умножения на 6 полученного количества гемоглобина в г %. Результат запишите в тетрадь.

### **2 Реакция оседания эритроцитов (РОЭ)**

В стабилизированной крови, т.е. крови, предохранённой от свёртывания, проверяют скорость оседания эритроцитов, которая зависит как от самих эритроцитов, так и от физико-химических свойств плазмы. У животных разных видов эритроциты оседают с разной скоростью. Быстро оседают эритроциты лошади, медленно – у жвачных. Во время беременности, при инфекционных болезнях, воспалительных процессах РОЭ повышена.

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой определения и провести определение реакции оседания эритроцитов у разных животных.

**Для работы необходимы:** аппарат Панченкова (рис. 24), часовые стекла (смесительные чашечки), 5 %-ый раствор цитрата натрия, капиллярная пипетка, подопытное животное или исследуемая кровь.

#### **Ход работы**

1. Дважды промыть капиллярную пипетку 5 %-ым раствором цитрата натрия.

2. Набрать цитрат натрия в пипетку до отметки «Р» (50) и выдуть его на смесительную чашечку.

3. Дважды набрать кровь в капиллярную пипетку до метки «К» (0) и оба раза выдуть на смесительную чашечку, перемешав тщательно с цитратом натрия.

4. Заполнить капиллярную пипетку полученной цитратной кровью до метки «К» и установить ее в аппарат Панченкова.

5. Зарегистрировать время начала исследования и отмечать скорость оседания эритроцитов через каждые 15 мин. Заключительный учет результатов провести через 1 ч.

### **Оформление результатов работы**

Полученные во время опыта данные занесите в тетрадь, сделайте вывод.

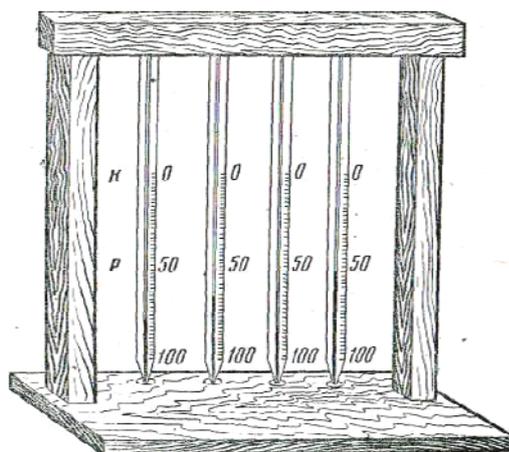


Рисунок 24 – Аппарат Панченкова

**ЗАНЯТИЕ 4.**  
**ГЕМОЛИЗ КРОВИ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ.**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСМОТИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ**  
**ЭРИТРОЦИТОВ**

**1 Гемолиз крови под влиянием различных веществ**

**Цель занятия:** убедиться, что гемолиз может быть вызван разными факторами, имеющими неодинаковый механизм действия.

**Для работы необходимы:** микроскоп, штатив с пробирками, предметные и покровные стекла, исследуемая кровь, вата, пипетки, 0,9-, 0,3-, 3,0 %-ые растворы хлористого натрия, 1 % раствор соляной кислоты, аммиак, 5 %-ый раствор лимоннокислого натрия, дистиллированная вода, настойка йода, спирт.

**Ход работы**

**1 Гемолиз крови под влиянием различных веществ**

1. Пронумеровать 5 пробирок и поставить их в штатив.
2. Заполнить пробирки в соответствии со схемой.

Содержимое пробирок	Номера пробирок				
	1	2	3	4	5
Физиологический раствор, мл	5			2,5	2,5
0,3 %-ый раствор хлористого натрия, мл		5			
Дистиллированная вода, мл			5		
Раствор аммиака, мл				2,5	
0,1 %-ый раствор соляной кислоты, мл					2,5
Кровь, капли	2	2	2	2	2
Гемолиз					

3. В каждую пробирку добавить по 2 капли крови и перемешать содержимое.

4. Рассмотреть содержимое пробирок на свет и отметить, где произошел гемолиз (прозрачный раствор).

5. Каплю стабилизированной крови поместить на предметное стекло, накрыть покровным стеклом и рассмотреть эритроциты при малом, а затем при большом увеличении микроскопа.

6. Подвести под покровное стекло тонкой пипеткой 1-2 капли дистиллированной воды, наблюдать за изменением формы эритроцитов.

7. Под покровное стекло другого препарата подвести 1-2 капли 3 %-го раствора хлористого натрия и наблюдать за изменением формы эритроцитов.

## **2 Определение осмотической резистентности эритроцитов**

Резистентность эритроцитов – это свойство эритроцитов противостоять разрушительным воздействиям осмотических, механических, химических, токсических, физических, температурных, световых и серологических факторов. В условиях физиологических опытов прибегают к наиболее распространённому методу определения осмотической резистентности эритроцитов, сущность которого основана на определении устойчивости их к гипотоническим растворам поваренной соли.

Если поместить кровь животного в физиологический раствор, то между эритроцитами и раствором устанавливается равновесие, при котором количество воды, поступающей в эритроцит, равно количеству воды, выходящей в среду. При таких условиях форма и объём эритроцита остаются неизменными.

Эритроциты, помещённые в гипертонический раствор, сморщиваются и приобретают вид звёздчатых клеток. В гипотонических растворах эритроциты набухают, разрушаются и гемоглобин выходит в раствор. Этот процесс называется гемолизом.

Резистентность эритроцитов различных животных определяют по скорости разрушения их в растворах определённой концентрации.

**Цель занятия:** определить осмотическую резистентность у разных видов животных.

**Для работы необходимы:** штатив, бюретка на 10-20 мл, 10 пробирок, карандаш по стеклу, 1,0 %-ный раствор натрия хлорида, дистиллированная вода, стаканчики, пипетки, дефибринированная кровь.

### Ход работы

1. Пронумеровать карандашом и расставить по порядку в штативе 10 пробирок.

2. Заполнить пробирки дистиллированной водой и 1 %-ым раствором хлорида натрия в соответствии со схемой, приведенной ниже. Содержимое пробирок перемешать.

3. Добавить в каждую пробирку по 5 капель исследуемой крови и перемешать содержимое.

4. Через 10 мин наблюдать результат:

а) *отсутствие гемолиза* – содержимое пробирки непрозрачно, красного цвета;

б) *частичный гемолиз* – содержимое пробирки полупрозрачно, слабо-розового цвета;

в) *полный гемолиз* – содержимое пробирки прозрачно, ярко-красного цвета.

### Оформление результатов опыта

1. Начертите в тетради и заполните таблицу-схему заполнения пробирок жидкостями. Отметьте, в каких пробирках гемолиз отсутствует (ОГ), а в каких произошёл частичный гемолиз (ЧГ) или полный гемолиз (ПГ).

Содержимое пробирок	Номера пробирок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дистиллированная вода	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1%-й р-р хлорида натрия, мл	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Всего, мл	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Концентрация хлорида натрия, %	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
Дефибринированная кровь, капли	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Гемолиз										
Резистентность										

2. Определите по результатам опыта и запишите:

а) *минимальную осмотическую резистентность* – концентрация хлорида натрия в первой пробирке слева с частичным гемолизом;

б) *максимальную осмотическую резистентность* – концентрация хлорида натрия в последней пробирке справа с частичным гемолизом.

## ЗАНЯТИЕ 5. ПОДСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЛЕЙКОЦИТОВ В КРОВИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ ФОРМУЛЫ

**Лейкоциты.** Количество 8-14 тыс. в 1 мкл крови, у человека 6-7 тыс. Это полноценные клетки со всеми органоидами. Длительность жизни до 25 дней. Вырабатываются в костном мозге, лимфоузлах, селезенке. Увеличение количества лейкоцитов – лейкоцитоз. Уменьшение – лейкопения.

Функции:

1. Лейкоциты обладают фагоцитозом, т.е. способностью захватывать чужеродные тела и переваривать их.

2. Выработка антител.

3. Разрушение и удаление из организма токсинов.

Лейкоциты подразделяются на:

1) зернистые (гранулоциты);

2) незернистые (агранулоциты).

Зернистые образуются в костном мозге, а по окрашиванию красками делятся на:

а) базофилы (окрашиваются в синий цвет) – 1 % от общего количества лейкоцитов (синтез гепарина, гистамина);

б) эозинофилы – 1-4 % (в красный цвет кислыми красками) – расщепляют гистамин, разрушают чужеродный белок;

в) нейтрофилы – основная группа до 10 % (фиолетовый цвет).

Функция – фагоцитоз, продукция антител.

По степени зрелости ядра нейтрофилов подразделяются на:

– юные – самые молодые, бобовидное ядро, не способны обладать фагоцитозом (0 %);

– палочкоядерные – ядро вытянутое, полностью фагоцитоз не выполняют;

– сегментоядерные – зрелые клетки. Ядро разделено на сегменты, количество до 60 % (фагоцитоз).

Незернистые:

а) моноциты – 4-10 % вырабатываются в костном мозге, лимфоузлах имеют большое ядро, большой размер. Основная функция фагоцитоз. Это макрофаги;

б) лимфоциты – 50 % от общего количества. Вырабатываются в лимфоузлах и селезенке. Участвует в выработке иммунитета, регенерации ткани.

Процентное отношение различных форм лейкоцитов называется *лейкоцитарной формулой*.

## 1 Подсчет количества лейкоцитов в крови

**Цель занятия:** освоить методику и произвести подсчет лейкоцитов у разных видов животных.

**Для работы необходимы:** подопытное животное (овца, собака, кролик и т.д.), микроскоп, камера Горяева, покровное стекло, смеситель для эритроцитов (меланжер эритроцитарный), 0,3 %-ый раствор уксусной кислоты с генцианвиолетом (5-6 капель спиртового раствора генцианвиолета на 100 мл раствора), этиловый спирт, вата, скарификатор, ножницы, плакат «Схема камеры Горяева».

### Ход работы

1. Набрать в смеситель кровь (как в предыдущем занятии) до метки 0,5, дополнить раствором уксусной кислоты до метки 11.
2. Содержимое смесителя тщательно перемешать, после чего выдуть 2-3 капли жидкости на вату, а следующую каплю поместить в камеру Горяева под предварительно притертое покровное стекло.
3. Поместить камеру Горяева на столик микроскопа, найти сетку и сосчитать число лейкоцитов в 25 больших квадратах.
4. Произвести расчет количества лейкоцитов в  $1 \text{ мм}^3$  исследуемой крови по формуле:

$$X = a \cdot 200,$$

где  $X$  – количество лейкоцитов в  $1 \text{ мм}^3$  исследуемой крови,  $a$  – сумма клеток в 25 квадратах, 200 – постоянный коэффициент.

### Оформление результатов работы

В строчку напишите 25 чисел, соответствующих числу клеток в квадратах. Произведите соответствующие вычисления, укажите результат.

## 2 Определение лейкоцитарной формулы

**Цель занятия:** определить лейкоцитарную формулу (лейкограмму) в мазках крови разных видов домашних животных.

**Для работы необходимы:** мазки крови, окрашенные по методу Романовского-Гимзы, микроскоп с препаратоводителем, подсветка, иммерсионное масло, атлас клеток крови.

### Ход работы

1. На сухой окрашенный мазок крови нанести каплю иммерсионного масла.
2. Поместить мазок на столик микроскопа и укрепить его в препаратоводителе, включить подсветку.

3. Обеспечить хорошую освещенность поля зрения, для чего широко открыть диафрагму и поднять кверху до упора конденсор.

4. Под визуальным контролем в каплю иммерсионного масла погрузить объектив х 90 (при окуляре 7 (10)), с помощью микровинта добиться лучшей видимости и резкости.

5. Мазок условно разделить на 4 участка и, отступив от края мазка на 3-4 поля зрения, внимательно просмотреть его зигзагообразно (в каждом углу 3-4 поля зрения к середине, 2 поля вправо, 3-4 к краю и т.д.).

6. Произвести подсчет 200 лейкоцитов (по 50 в каждом углу мазка), указать количество всех обнаруженных форм лейкоцитов (Б – базофилы, Э – эозинофилы, ЮН – юные нейтрофилы, ПН – палочкоядерные нейтрофилы, СН – сегментоядерные нейтрофилы, Л – лимфоциты, М – моноциты).

7. Подсчитанную сумму отдельных форм лейкоцитов разделить пополам и, получив их процентное содержание, вывести лейкоцитарную формулу.

#### **Оформление результатов работы**

Начертите в тетради разграфленную сетку 10x10 квадратов, где в процессе опыта указывайте количество подсчитанных форм лейкоцитов. Четыре верхних ряда – для сегментоядерных нейтрофилов, пятый – для палочкоядерных, 6-9-й ряды – для лимфоцитов и последний ряд – для прочих клеток.

## ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ

В организме позвоночных кровь циркулирует по замкнутой системе сосудов или полостей, называемой **системой кровообращения**.

Центром системы является сердце, которое обеспечивает движение крови в одном направлении, периферическим отделом системы служит сеть кровеносных сосудов: артерий, артериол, капилляров, венул, артериовенозных анастомозов и вен.

У птиц и млекопитающих сердце состоит из 4-х отделов. Левая и правая половина сердца разобщены сплошной перегородкой. В левой половине сердца находится артериальная кровь, а в правой – венозная. Предсердия сообщаются с желудочками посредством атриовентрикулярных отверстий и клапанов, причем в правой половине находится трехстворчатый, а в левой – двухстворчатый атриовентрикулярные клапаны.

Левая половина сердца обеспечивает насосную функцию для циркуляции по большому кругу кровообращения, правая – для циркуляции по малому кругу кровообращения, причем смешивания артериальной и венозной крови не происходит.

При сокращении левого предсердия кровь перекачивается в левый желудочек, а при сокращении желудочка закрываются атриовентрикулярные клапаны, и кровь нагнетается в аорту, затем поступает по артериям к органам и тканям, проходит микроциркуляторное русло, и по венам (передней и задней полым) возвращается в правое предсердие.

Путь крови от левого желудочка через капилляры до правого предсердия называется **большим или системным кругом кровообращения**.

При сокращении правого предсердия кровь попадает в правый желудочек, а при сокращении желудочка кровь выбрасывается в легочную артерию, попадает в капилляры легочных альвеол, где отдает углекислый газ и обогащается кислородом. Артериальная кровь по легочным венам направляется в левое предсердие.

Участок сосудистой системы, по которому кровь движется от правого желудочка до левого предсердия сердца, называется **малым (легочным) кругом кровообращения**.

### Сократительная функция сердца

Основу сердца составляет сердечная мышца – миокард, состоящая из сердечной поперечно-полосатой мышечной ткани.

Мышцы сердца имеют ряд особенностей:

- 1) неодинаковая толщина миокарда в разных отделах сердца;
- 2) обособленность мышц предсердий от мышц желудочков;
- 3) существование общих мышечных пластов в обоих предсердиях и в обоих желудочках;
- 4) наличие сфинктерообразных пучков мышечных волокон в области венозных устьев в предсердиях;
- 5) наличие двух морфофункциональных типов мышечных волокон: волокна рабочего миокарда и волокна проводящей системы.

Снаружи миокард сращен с сердечной оболочкой эпикардом и покрыт сумкой – перикардом. Внутренняя оболочка сердца – эндокард, образующий клапаны сердца.

## **ЗАНЯТИЕ 6. НАБЛЮДЕНИЕ И ГРАФИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ СОКРАЩЕНИЙ СЕРДЦА ЛЯГУШКИ**

Характерной особенностью сердца является непрерывная ритмическая деятельность: сокращение – систола и расслабление – диастола.

В работе сердца выделяют циклы, которые повторяются.

**Сердечный цикл** – это совокупность электрических, механических и биохимических процессов, происходящих в сердце в течение одного полного сокращения и расслабления.

Один цикл соответствует одному сердечному толчку или одному пульсовому удару и включает одну систолу и одну диастолу предсердий и желудочков.

**Систола обоих предсердий** происходит практически одновременно. Давление внутри предсердий возрастает до 5-6 мм рт.ст., кровь раскрывает отверстия клапанов и проходит в желудочки, заполняя их. Обратного тока крови из предсердий в вены не происходит, т.к. сжимаются сфинктерообразные пучки мышечных волокон в устьях вен. При продолжительности цикла 0,8 с систола предсердий составляет 0,1 с.

**Диастола предсердий** длится 0,7 с, совпадая с большей частью диастолы желудочков. Предсердия в это время заполняются кровью.

**Систола обоих желудочков** совпадает с началом диастолы предсердий. Различают два периода: а) период напряжения и б) период изгнания.

Длительность систолы желудочков 0,33 с, периода напряжения – 0,08 с, изгнания – 0,25 с.

В период напряжения желудочки сокращаются без изменения объема сердца (изометрическое сокращение), давление достигает до 100-120 мм рт.ст. и открываются полулунные клапаны аорты к легочной артерии.

В период изгнания давление достигает 160-180 мм рт.ст., и кровь изгоняется в аорту и легочную артерию.

**Диастола желудочков** (0,47 с) начинается с захлопывания аортального клапана легочной артерии и включает два периода: период расслабления (0,12 с) и периода наполнения (0,35 с).

Когда давление в желудочках становится ниже давления в предсердиях, открываются створчатые клапаны и кровь поступает из предсердий в желудочки.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что ритмичная работа сердца заключается в строго последовательном сокращении и расслаблении предсердий и желудочков. Одностороннему движению крови только в одном направлении способствует ритмичная деятельность сердца и наличие створчатых и полулунных клапанов сердца.

При физической нагрузке частота сердечных сокращений возрастает и это называется **тахикардией** – уменьшается общая продолжительность сердечного цикла и изменяется его временная структура.

Может наблюдаться и **брадикардия** – уменьшается частота сердечных сокращений в пределах физиологической нормы.

Работа сердца сопровождается механическими (сердечный толчок) и звуковыми (сердечные тоны) явлениями. Сердечный толчок проявляется в области переднего участка грудной клетки при сокращении сердца в 3-5 межреберном промежутках слева.

Тон сердца – это частотные звуковые колебания. Их всего 2.

Первый тон – систолический – глухой, низкий и протяжный, второй тон – диастолический – более высокий и отрывистый. Первый тон соответствует захлопыванию створчатых клапанов и периоду напряжения желудочков обусловлен колебанием створок клапана и напряжением сухожильных нитей. Второй тон возникает при закрытии полулунных клапанов аорты и легочной артерии и обусловлен колебаниями крови при ее отдаче.

**Цель занятия:** пронаблюдать фазы сердечной деятельности лягушки и овладеть методикой графической регистрации сокращений сердца.

**Для работы необходимы:** лягушка, препаровальный набор, препаровальный столик, раствор Рингера для холоднокровных, чашка Петри, штатив универсальный с писчиком, кимограф, булавки, нитки, пипетка.

### Ход работы

1. С помощью препаровальной иглы, введя ее в затылочное отверстие, разрушить у лягушки головной и спинной мозг. Поместить обездвиженную лягушку на препаровальную пластину брюшком вверх, приколоть ее булавками.

2. Произвести Т-образный разрез кожи от середины брюшка вверх по средней линии и в обе стороны плечевого пояса. Лоскуты кожи удалить.

3. Удалить грудную кость.

4. Перерезать ключицу.

5. Приподнять пинцетом сердечную сорочку (перикард) и с помощью ножниц разрезать ее. Обнажить сердце.

6. Подвести под сердце нитку, перевязать сердечную уздечку и перерезать так, чтобы нитка осталась прикрепленной к сердцу.

7. С помощью нитки перевернуть сердце в краниальном направлении и пронаблюдать последовательность сокращений венозного синуса, предсердий и желудочка.

8. Соединить верхушку сердца посредством крючка и нитки с писчиком.

9. К писчику подвести вращающийся барабан кимографа и записать кардиограмму.

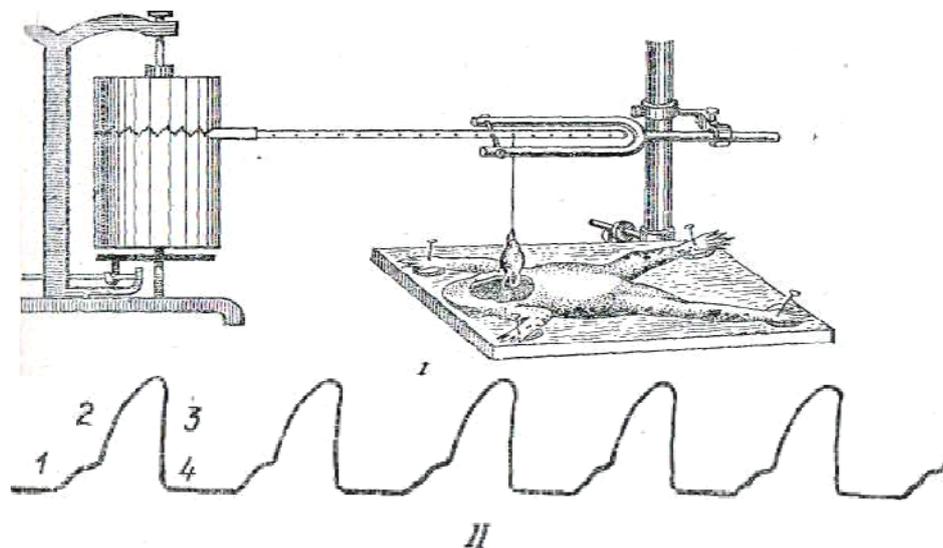


Рисунок 10 – Схема установки для графической регистрации сокращений сердца лягушки (I); запись сокращений сердца лягушки (кардиограмма) (II): 1 – систола предсердий; 2 – систола желудочка; 3 – период расслабления мускулатуры желудочка; 4 – общая диастола сердца

### **Оформление результатов работы**

1. Подсчитайте по кардиограмме и запишите в тетрадь частоту сердечных сокращений, т.е. число сердечных циклов в 1 минуту.
2. Зарисуйте в тетрадь кардиограмму, полученную на кимографе, укажите ее элементы (малый зубец, большой зубец, впадина) и фазы сердечной деятельности, которые они отражают.

## **ЗАНЯТИЕ 7. РЕФРАКТЕРНЫЙ ПЕРИОД. ЭКСТРАСИСТОЛА**

**Цель занятия:** пронаблюдать фазовые изменения возбудимости сердечной мышцы лягушки.

**Для работы необходимы:** лягушка, препаровальный набор, кимограф, штатив универсальный с писчиком, раствор Рингера, нитки, электростимулятор, плакат «Экстрасистолия».

### **Ход работы**

Произвести препаровку сердца.

1. Собрать кимограф как в предыдущем занятии.
2. Собрать электрическую цепь, замкнув электроды стимулятора на желудочке, установив силу тока 200 мВ и частоту 5 Гц.
3. Соединить верхушку сердца с писчиком, подвести к нему кимограф и записать кардиограмму в течение 10-15 с. Убедиться в наличии всех фаз сердечной деятельности.
4. Включить серию стимулятора, пронаблюдать изменения в сердечной деятельности, предполагая, что сверхсильное раздражение поступает в сердце в различные фазы.
5. После появления на кардиограмме, **записываемой** кимографом, экстрасистолы и компенсаторной паузы выключить серию.

### **Оформление результатов работы**

В тетради как можно более точно нарисуйте кардиограмму, полученную на кимографе, включая участки с естественной записью и после действия электротока. Стрелками укажите периодичность действия сверхсильных импульсов. На нормальной кардиограмме укажите фазы сердечной деятельности и соответствующие им периоды абсолютной и относительной рефрактерности. Выделите экстрасистолу и компенсаторную паузу, возникающие после начала действия электротока.

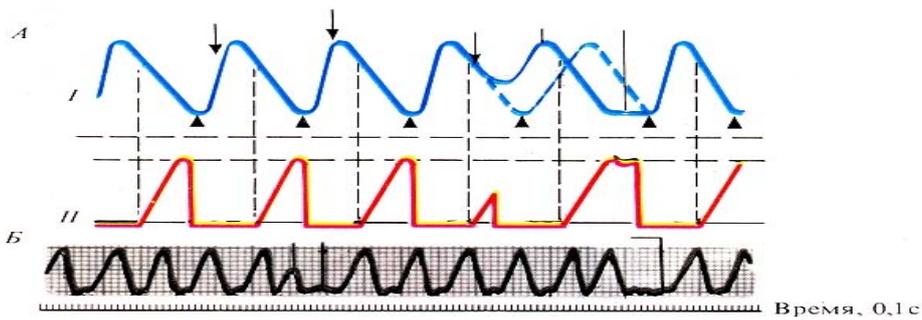


Рисунок 11 – Экстрасистола

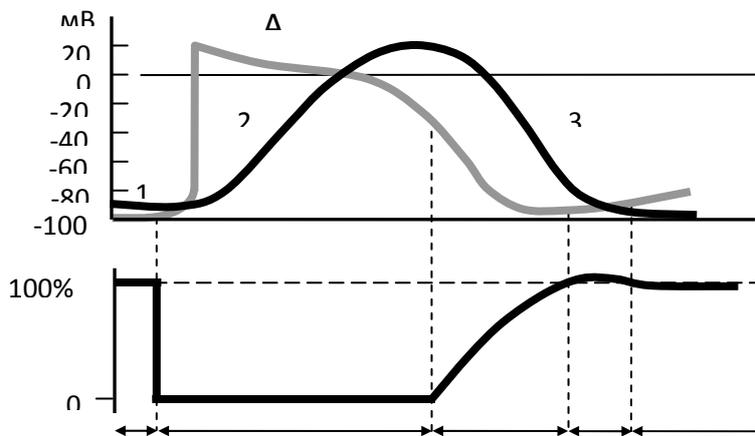


Рисунок 12 – Соотношение кривых возбуждения, сокращения и возбудимости сердечной мышцы

## ЗАНЯТИЕ 8.

### ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА СЕРДЦА. ЛИГАТУРЫ СТАННИУСА

Автоматия сердца – это способность сердца ритмически сокращаться под влиянием импульсов, зарождающихся в нем самом.

Морфологическим субстратом автоматии сердца служат атипичные мышечные клетки, способные к периодической самогенерации мембранного потенциала действия и высокой скорости проведения возбуждения. Возникновение потенциала возможно при изменении концентрации ионов натрия внутри волокон и ионов калия, выходящих из волокон. Этот самопроизвольный, спонтанный процесс бесконечно повторяется, обеспечивая ритмическую деятельность сердца.

Эти клетки образуют в сердце высших позвоночных животных специализированную, анатомически обособленную проводящую систему, которая включает: синусно-предсердный узел или узел Кейт-Флека, расположенный в правом предсердии; межузловые пучки,

идущие ко второму узлу; предсердно-желудочковый узел (атриовентрикулярный) или узел Ашофф-Тавара, расположенный на границе предсердий и желудочков; пучок Гисса и его ножки – правую и левую; волокна Пуркинью, которые контактируют с волокнами сердечной мышцы (рис. 13).

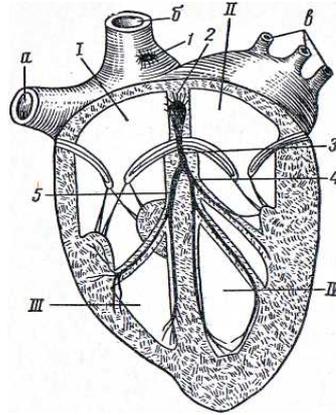


Рисунок 13 – Схема проводящей системы сердца млекопитающих  
 I – правое и II – левое предсердия сердца; III – правый и IV – левый желудочки сердца; 1 – синоатриальный узел; 2 – атриовентрикулярный узел; 3 – пучок Гисса; 4 – его левая и 5 – правая ножки; а – краниальная и б – каудальная полые вены; в – легочные вены

Водителем ритма называют узел Кейт-Флека; узел Ашофф-Тавара проявляет автоматию лишь тогда, когда нет импульсов со стороны синусного узла.

Потенциал действия атипичного кардиомиоцита показан на рис. 14 и клеток проводящей системы (рис. 15).

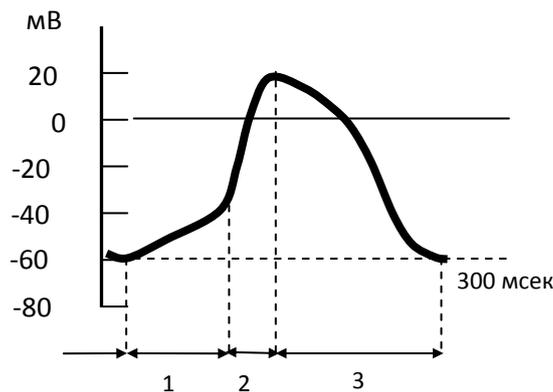


Рисунок 14 – Потенциал действия атипичного кардиомиоцита  
 (клетки водителя ритма)

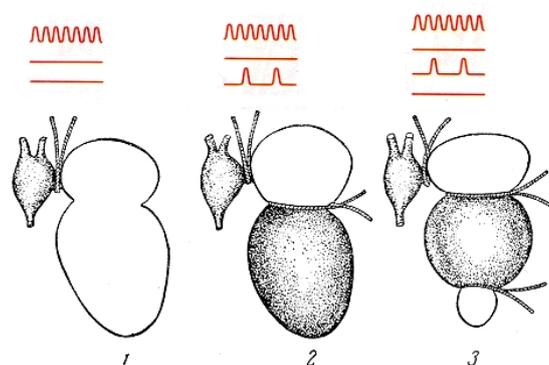


Рисунок 15 – Потенциал действия атипичного кардиомиоцита (клеток проводящей системы)

Скорость проведения возбуждения в сердце различна: в синусно-предсердном узле – 0,05-0,20 м/с, в атриовентрикулярном узле – 0,02-0,05 м/с, в волокнах и Пучке Гисса – 2-3, м/с в миокарде возбуждение проводится со скоростью около 1 м/с.

Импульсы, возникающие в синусном узле, вначале распространяются по волокнам к рабочему миокарду обоих предсердий, и они сокращаются. К желудочкам импульсы поступают от синусно-предсердного узла только по волокнам проводящей системы предсердий, через атриовентрикулярный узел, где импульсы проходят с задержкой на 10-20 м/с, что позволяет последовательно сокращаться отделам сердца.

Далее от атриовентрикулярного узла возбуждение передается по пучку Гисса и его ножкам к волокнам Пуркинье и мышечным волокнам миокарда желудочков. В результате они ритмично сокращаются.

У лягушки синусный узел (узел Ремака) находится в стенке венозного синуса. Его местоположение у некоторых лягушек можно наблюдать в стенке венозного синуса при откинутах сердцем верхушкой в сторону головы в виде появления белого пятнышка в момент сокращения венозного синуса.

Предсердно-желудочковый узел (узел Биддера) находится на границе между предсердиями и желудочком. Ниже этого узла расположены узлы Догеля, принадлежащие парасимпатической нервной системе.

Для доказательства первых двух узлов в автоматической деятельности сердца необходимо повторить опыт Станниуса, который заключается в последовательном наложении трёх лигатур (перевязок нитками), разобщающих между собой различные отделы сердца лягушки (рис. 16).

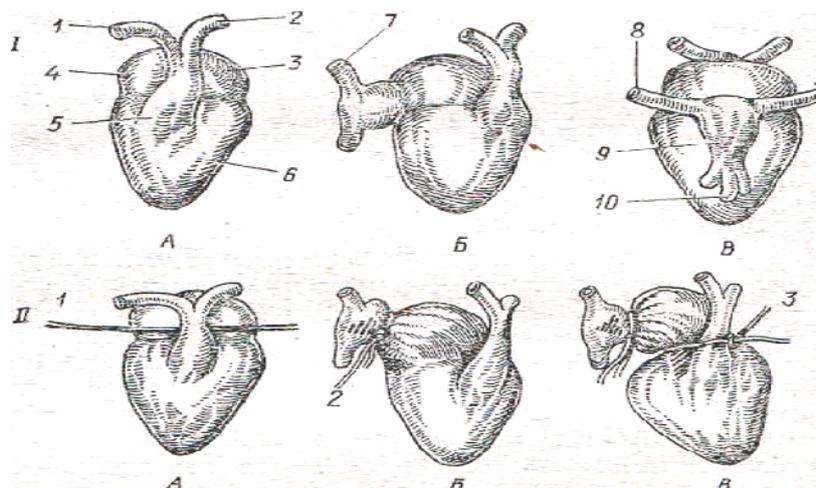


Рисунок 16 – Схема строения сердца лягушки и наложения лигатур Станниуса: I – строение сердца (А – вид с брюшной стороны, Б – вид сбоку, В – вид со спины): II – правая дуга аорты; 2 – левая дуга аорты; 3 – левое предсердие; 4 – правое предсердие; 5 – конус аорты; 6 – желудочек; 7 – правая передняя полая вена; 8 – левая передняя полая вена; 9 – венозный синус; 10 – задняя полая вена; II – наложение лигатур: 1 – лигатура подведена под дуги аорты; 2 – затянута первая лигатура и венозный синус отделен от предсердий; 3 – затянута вторая лигатура

**Цель занятия:** пронаблюдать фазы сердечной деятельности лягушки при наложении лигатур Станниуса.

**Для работы необходимы:** лягушка, препаровальный набор, препаровальный столик, раствор Рингера для холоднокровных, чашка Петри, часовое стекло, булавки, нитки, глазная пипетка, плакаты «Проводящая система сердца» и «Схема наложения лигатур по Станниусу».

### Ход работы

1. Обездвижить лягушку и произвести препаровку сердца. Подсчитать частоту сердечных сокращений в 1 минуту.

2. Перевязать и перерезать сердечную уздечку. Протянуть нитку у основания сердца и перевернуть его в краниальном направлении. Видна периодичность сокращений отделов сердца, начиная с венозного синуса и заканчивая желудочком.

3. Наложить лигатуру между венозным синусом и предсердиями. Предсердия и желудочек прекращают свою работу вследствие изоляции синоатриального узла (узел Ремака). Венозный синус продолжает сокращаться.

4. Подвести нитку под сердце, придать ему естественное положение и наложить лигатуру между предсердиями и желудочком, которые восстанавливают свою работу, но в синхронном и более медленном ритме вследствие раздражения атриовентрикулярного узла (узел Биддера).

5. Наложить лигатуру на верхушку желудочка – она прекратит сокращения, так как лишена элементов проводящей системы.

6. Результаты наблюдений занести в таблицу.

### Оформление результатов работы

1. Изобразить схематично сердце лягушки, указав все его отделы и элементы проводящей системы. Зарисовать в тетрадь последовательность наложения лигатур Станниуса.

2. Изобразите схему проводящей системы сердца млекопитающих, отметив узлы Кейс -Флека, Ашофа-Тавара, пучок Гисса, волокна Пуркинье и потенциал действия атипичного кардиомиоцита и заполните таблицу.

Отделы сердца	Частота сокращений сердца, мин			
	в норме	после наложения лигатур		
		1	2	3
Венозный синус				
Предсердия				
Желудочек				
Верхушка желудочка				

## ЗАНЯТИЕ 9.

### ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

Запись электрической активности сердечной мышцы называется *электрокардиограммой* (ЭКГ) (рис. 17), а методика ее регистрации – *электрокардиографией*.

Биопотенциалы, возникающие в сердце, создают в окружающем его пространстве динамическое электрическое поле. Живой организм – хороший проводник; поэтому потенциалы работающего сердца могут быть зафиксированы, если отводящие электроды прикладывают не только непосредственно к сердцу, но и к поверхности тела. Это позволяет без сложных процедур и неприятных ощущений записывать ЭКГ человека. В I отведении регистрируется разность потенциалов между правой и левой рукой, во II – между правой рукой и левой ногой, в III – между левой рукой и левой ногой.

Электроды присоединяются к регистрирующему прибору – электрокардиографу, в котором слабые потенциалы сердца преобразуются в полифазную кривую, отражающую морфологическое и функциональное состояние сердечной мышцы.

В электрокардиограмме различают пять зубцов: *P*, *Q*, *R*, *S*, *T* и пять интервалов: *P-Q*, *QRS*, *S-T*, *OT*, *R-R* (рис. 17).

О состоянии сердца судят по амплитуде зубцов (она измеряется по расстоянию от изоэлектрической линии до вершины зубца) и интервалов.

**Зубец *P*** является алгебраической суммой потенциалов действия, возникающих в предсердиях, причем потенциал правого предсердия положительный, а левого – отрицательный. Амплитуда зубца *P* колеблется от 0,5 до 2,5 мм. В III отведении он может быть отрицательным.

За зубцом *P* следует **интервал *P-Q***, длительностью 0,12-0,20 с. За это время возбуждение распространяется к атриовентрикулярному узлу и проводящей системе желудочков.

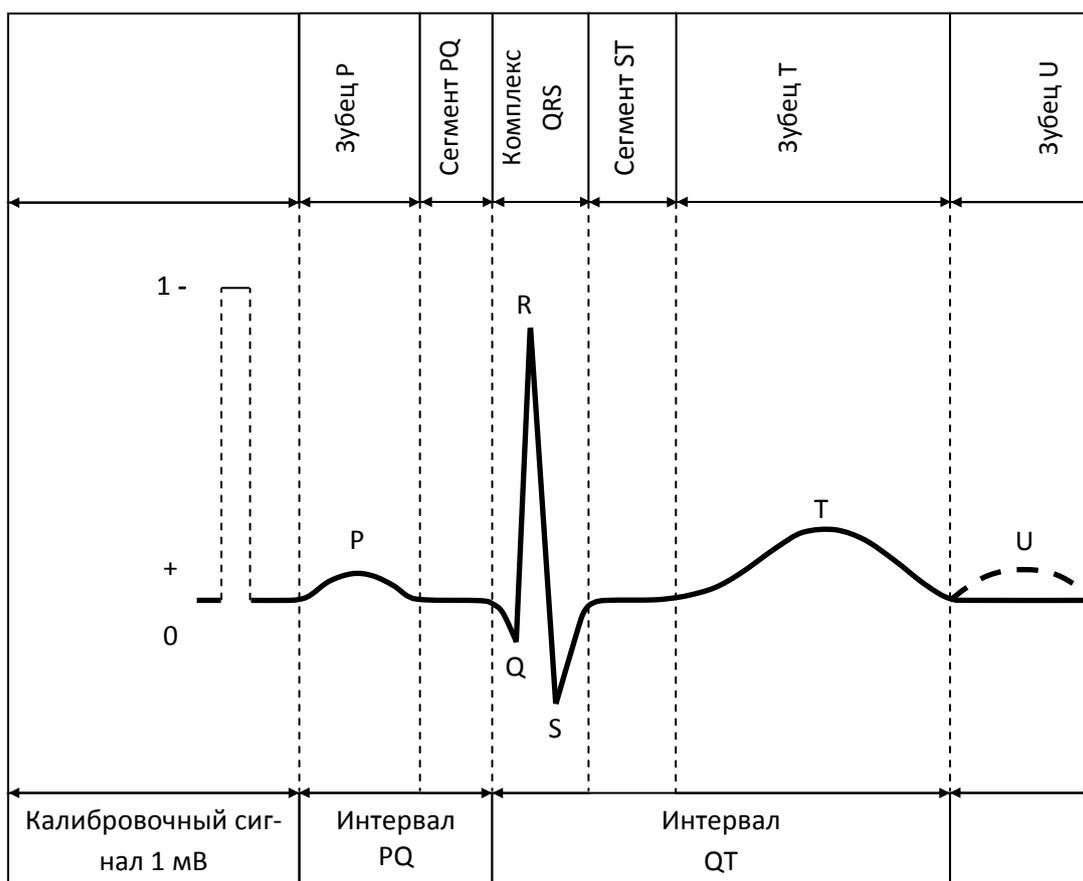


Рисунок 17 – Схема нормальной ЭКГ человека

Далее следует **потенциал QRS** (так называемый желудочковый комплекс), характеризующий возбуждение желудочков. Зубец *Q* – первый зубец желудочкового комплекса – всегда обращен книзу. Это наиболее непостоянный зубец из всех зубцов ЭКГ – он может отсутствовать во всех отведениях. Его амплитуда в среднем равна 2 мм.

**Зубец R** – самый высокий, направленный вверх зубец желудочкового комплекса. Он отражает время распространения возбуждения по боковым стенкам и поверхности обоих желудочков и основанию левого желудочка. Его амплитуда колеблется от 3 до 10 мм.

**Зубец S** – третий зубец желудочкового комплекса. Он свидетельствует о том, что возбуждение охватило всю мускулатуру желудочков. Зубец *S*, так же как и зубец *Q*, непостоянен и направлен вниз.

Весь процесс от начала и до полного возбуждения желудочков характеризуется интервалом *QRS* и длится в среднем от 0,04 до 0,09 с.

По окончании **комплекса QRS** регистрируется изоэлектрический интервал *S-T*, который характеризует исчезновение разности потенциалов на поверхности желудочков и во время их полного охвата возбуждением. Длительность интервала *S-T* колеблется от 0 до 0,15 с и зависит от всего желудочкового комплекса.

**Зубец T** – пятый зубец ЭКГ – направлен вверх и ассиметричен: его восходящее колено пологое, а нисходящее – крутое. Он характеризует течение восстановительных процессов в желудочках. Амплитуда зубца *T* колеблется от 2,5 до 7 мм. В III отведении он может быть отрицательным.

**Интервал Q-T** от начала зубца *Q* до конца зубца *T* (электрическая систола) соответствует времени, в течение которого желудочки находятся в электрически активном состоянии. Продолжительность электрической систолы изменяется в зависимости от частоты сердечных сокращений. Установлена математическая зависимость между частотой сокращений сердца и длительностью интервала *Q-T*. Это так называемая должная электрическая систола. Она выражается формулой Базетта:

$$Q = T_{\text{должн.}} = K\sqrt{R - R},$$

где *K* – константа, равная для мужчин 0,37, а для женщин – 0,39.

**Интервал R-R** отражает длительность сердечного цикла в секундах.

Несмотря на то, что зубец *R* находится в середине ЭКГ, его используют для расчета длительности сердечного цикла, так как он является наиболее выраженным. Для определения длительности сердечного цикла измеряют расстояние между вершинами двух зубцов *R-R* и

в зависимости от скорости движения ленты, на которой записывают ЭКГ, рассчитывают время между двумя зубцами. Например, расстояние между зубцами равно 40 мм. Если скорость движения ленты 50 мм/с, то время прохождения 1 мм будет равно 0,02 с. Следовательно, время  $R-R = 40 \text{ мм} \times 0,02 \text{ с} = 0,58 \text{ с}$ . Отсюда можно рассчитать и частоту сердечных сокращений (ЧСС). Если длительность одного сокращения сердца равна 0,08 с, то в течение 60 с оно сделает 75 сокращений.

Для статистически удовлетворительной точности измерения пульса среднюю величину  $R-R$  следует рассчитывать из 10 циклов подряд.

При нормальном состоянии сердца расхождения между фактической и должной систолой составляют не более 15 % в ту или другую сторону. Если эти величины укладываются в данные параметры, то это говорит о нормальном распространении волн возбуждения по сердечной мышце.

Распространение возбуждения по сердечной мышце характеризуется не только длительностью электрической систолы, но и так называемый систолический показатель (СП), представляющий отношение длительности электрической систолы к продолжительности всего сердечного цикла (в процентах).

Отклонение от нормы, которая определяется по той же формуле с использованием  $Q-T_{\text{должна}}$  не должно превышать 5 % в обе стороны. Таким образом, определение амплитуды основных зубцов и длительности интервалов электрокардиограммы дает возможность судить о состоянии сердца.

Существует три классических отведения ЭКГ (рис. 18).

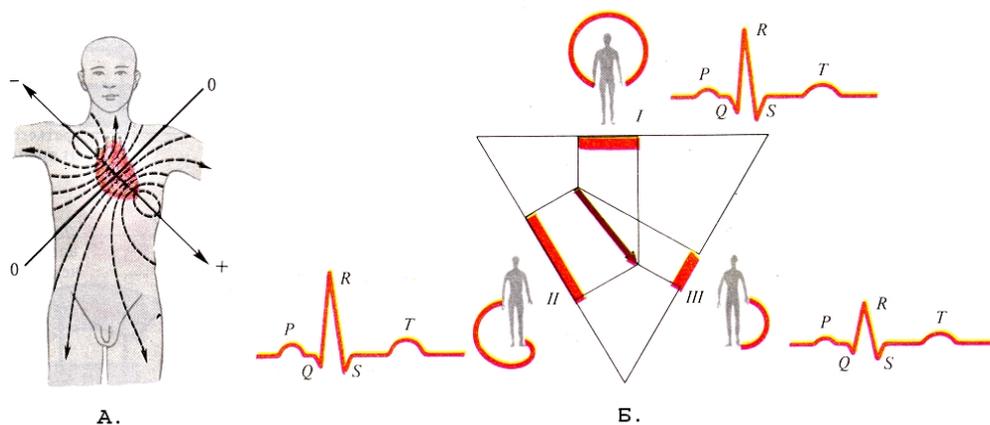


Рисунок 18 – Электрокардиография (биполярные отведения).

Распределение амплитуд зубцов ЭКГ в трех стандартных отведениях по сторонам треугольника Эйнтховена

**Цель занятия:** усвоить основные данные об особенностях физиологических свойств мышцы сердца, электрокардиографии, нагнетательной функции сердца и уметь применять их для объяснения сердечной деятельности.

**Для работы необходимы:** электрокардиограф, электроды, спирт, вата, математические таблицы Брадиса.

### **Ход работы**

1 Ознакомьтесь с устройством электрокардиографа и принципами его работы. Протереть спиртом участки кожи, к которым прикрепляются электроды (с целью их обезжиривания для уменьшения сопротивления). Закрепить электроды с помощью резинового бинта на правой и левой руках и левой ноге.

2 Электрокардиограф включить в сеть (для прогрева) за 5-10 мин до начала работы.

3 Провести калибровку прибора, для чего записать милливольт (мВ). В зависимости от усиления, которое в приборе достигается продвижением ручки потенциометра, амплитуда колебаний пистика, а следовательно, и запись на бумаге будут различными. Постепенно увеличивая усиление, кратковременно нажимать на кнопку калибратора прибора; записывать амплитуду колебаний пистика до тех пор, пока она не будет равна 10 мм (это международный стандарт усиления: 1 мВ=10 мм).

4 Установив усиление, записать ЭКГ последовательно в трех стандартных отведениях. В каждом отведении зарегистрировать 12-15 сердечных циклов. Испытуемый может находиться в положении лежа или стоя (при полном расслаблении мышц конечностей).

### **Оформление результатов работы**

Проведите полную расшифровку электрокардиограммы:

1. Определите ЧСС (пульс) по данным интервала  $R-R$ .
2. Рассчитайте величину основных зубцов ЭКГ, сравните их с принятыми стандартными величинами.
3. Рассчитайте длительность интервалов ЭКГ и проведите ее анализ.
4. Рассчитайте должную систолу и сравните ее с величиной фактической систолы.
5. Определите величину систолического показателя.

Для получения статистически точных данных все величины рассчитывайте из 10 циклов, определите средние значения и ошибку средней.

### Основные показатели состояния сердца испытуемого

Стандартное отведение	<i>P R T P-Q QRS Q-T</i>	Должная систола	СП	Фактическая систола	<i>R-R</i>	ЧСС
I						
II						
III						

Полученные результаты внесите в таблицу и сделайте общий вывод о состоянии сердца испытуемого. ЭКГ вклейте в тетрадь.

### ЗАНЯТИЕ 10.

#### НАБЛЮДЕНИЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ В МЕЛКИХ СОСУДАХ

Скорость течения крови в сосудах зависит от суммарной величины их диаметра, поэтому наибольшей она будет в аорте – 400-500 мм/сек, меньшей – в артериях – 150-200 мм/сек и минимальной в капиллярах – 0,5 мм/сек.

Кровообращение в капиллярах имеет ряд особенностей. Стенки их состоят из одного слоя плоских эндотелиальных клеток. Через них происходит отдача питательных веществ и кислорода и поглощение продуктов обмена. Количество капилляров очень большое. Длина каждого капилляра 0,3-0,7 мм, диаметр 6-8 мкм. Магистральные капилляры формируют кратчайший путь между артериолами и венами. Капилляры, образующие капиллярные сети, представляют собой боковые ответвления от магистральных капилляров. Скорость кровотока в магистральных капиллярах больше, чем в капиллярной сети.

**Цель занятия:** наблюдение особенностей движения крови по сосудам плавательной перепонки лягушки.

**Для работы необходимы:** лягушка; препаровальный набор; препаровальный столик; раствор Рингера для холоднокровных; чашка Петри; деревянная пластинка с отверстием, вокруг которого вбиты гвоздики; булавки; глазная пипетка; салфетка; нитки; микроскоп с подсветкой; подставка; раствор адреналина 1:1000.

#### Ход работы

1. Лягушку зафиксировать с помощью салфетки на деревянной дощечке, оставив свободной одну заднюю лапку, как показано на рис. 19.
2. Расправить плавательную перепонку лапки лягушки над отверстием деревянной пластинки, привязав конечные фаланги пальцев с помощью ниток к гвоздикам.

3. Поместить пластинку с лягушкой на предметный столик микроскопа так, чтобы отверстие с растянутой перепонкой находилось под объективом. Включить подсветку и под малым увеличением рассмотреть крово- и лимфоток в сосудах перепонки.

4. Нанести каплю адреналина на поверхность плавательной перепонки лапки лягушки и понаблюдать за сосудами и скоростью движения крови в них.

### Оформление результатов работы

Детально зарисуйте видимое в окуляр микроскопа и отметьте периферические артерии и вены, артериолы и венулы, артериовенозные анастомозы, капилляры, лимфатическую сеть, направление тока артериальной и венозной крови.

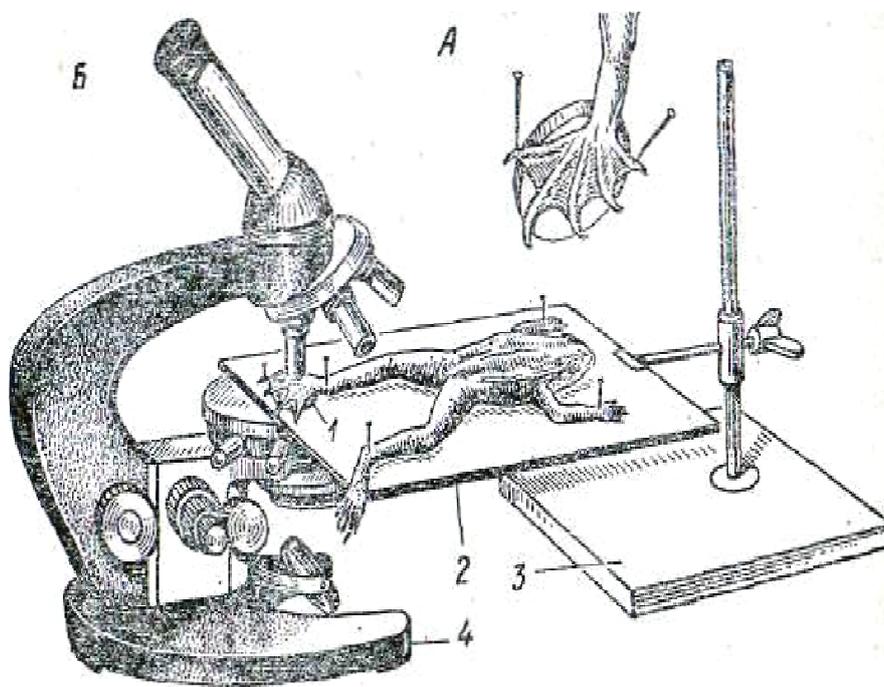


Рисунок 19 – Схема установки для наблюдения кровообращения в плавательной перепонке лапки лягушки:

А – растянутая плавательная перепонка лапки лягушки над отверстием в пробковой дощечке (увеличено); Б – лягушка приколота к пробковой дощечке; 1 – плавательная перепонка лапки растянута над отверстием в пробковой дощечке; 2 – пробковая дощечка; 3 – штатив, на котором укреплена пробковая дощечка; 4 – микроскоп

## ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ И НЕРВОВ

Нервная и мышечная ткани в организме функционально взаимосвязаны, на действие раздражителей они отвечают определённой реакцией, обеспечивая проявление различных видов движения, поэтому они называются возбудимыми тканями. Для возникновения возбуждения необходимо раздражение возбудимой ткани. Раздражитель – это фактор внешней или внутренней среды, 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.) и химические (гормоны, щёлочи, кислоты и т.д.).

**Биоэлектрические явления.** Обязательным и общим признаком возбуждения возбудимых тканей является возникновение биологического тока действия, т.е. биоэлектрических явлений.

Живая клетка в результате обмена веществ и осуществления своей специфической деятельности непрерывно генерирует электрические потенциалы – биологический ток. По условиям возникновения в живых тканях различают потенциал покоя и потенциал возбуждения, или биологический ток покоя и биологический ток действия.

Между протоплазмой клетки и окружающей клетку средой в живых возбудимых клетках тканей существует ионное неравновесие. В состоянии физиологического покоя внутри клеток больше ионов калия (в 30-50 раз), чем снаружи, а снаружи больше ионов натрия (в 10-20 раз), чем внутри. Такое ионное неравновесие обеспечивает положительный заряд наружной поверхности и отрицательный заряд внутренней поверхности мембраны клетки, так как большая концентрация ионов натрия ( $\text{Na}^+$ ) обеспечивает положительный заряд, а большая концентрация ионов калия ( $\text{K}^+$ ) – отрицательный заряд. Если электроды соединить с гальванометром и наложить один электрод на поверхность клетки, а другой ввести внутрь ее, то обнаружится разность потенциалов (биологический ток), равная 15...90 милливольт (мВ). Ток, регистрируемый в возбудимых тканях в состоянии покоя, называется *биологическим током покоя*, или *потенциалом покоя*.

При действии раздражителя на ткань происходит колебание потенциала покоя, а возникающий в этих условиях ток называется *током действия*, или *потенциалом действия* (рис. 3). Причиной его возникновения является изменение ионной проницаемости мембраны в участке, на который действует раздражитель: увеличивается поступление ионов натрия во внутрь, а ионов калия – наружу клетки. Это ве-

дет к тому, что поверхность мембраны клетки на месте раздражения становится электроотрицательной, создается разность потенциалов между соседними участками поверхности мембраны клетки, возникает биологический ток, который бежит по мембране клетки. Это и есть *биологический ток действия*, или *потенциал действия*.

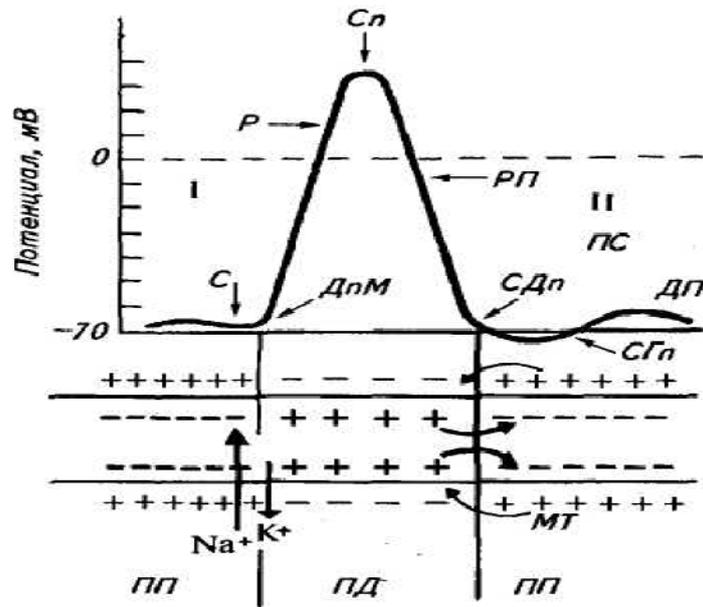


Рисунок 3 – Нарушение деятельности натрий-калиевой помпы, изменение проницаемости мембраны, обуславливающее вхождение ионов  $\text{Na}^+$  внутрь клетки, деполяризация, потенциал действия:

ПП – потенциал покоя; ПД – потенциал действия; I – восходящая и II – нисходящая кривая ПД; МТ – местные токи (показаны стрелками). Прямые стрелки указывают направление пассивного движения ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  по градиенту концентрации; С – стимул (раздражитель); ДпМ – деполяризация мембраны; Р – реверсия или овершут (перезарядка мембраны); Сп – спайк (пик ПД); РП – реполяризация; ПС – потенциалы следовые; СДп – следовая деполяризация; СГп – следовая гиперполяризация; ДП – деполяризующий потенциал

Восстановление ионного неравновесия в клетках тканей обеспечивает специальная система, которая называется *калий-натриевый насос*. Он представлен специальными переносчиками ионов калия и натрия, которые транспортируют ионы калия внутрь клеток, а ионы натрия из клетки во внешнюю среду и восстанавливают ионное неравновесие в клетке. Переносчиками служат белки-ферменты, локализованные в мембране клеток.

В результате раздражения в тканях возникает процесс возбуждения, который сопровождается специфической функцией, свойственной для каждой ткани. Так, при раздражении мышечной ткани происходит сокращение волокна, а при раздражении нервной ткани возникают импульсы, которые передаются на соответствующие органы. Для изучения этих процессов наиболее удобной моделью является нервно-мышечный препарат, сочетающий в себе два филогенетически связанных вида тканей.

## **ЗАНЯТИЕ 11.**

### **ПРИГОТОВЛЕНИЕ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО ПРЕПАРАТА**

Многие физиологические опыты по изучению свойств нервной и мышечной тканей проводятся на нервно-мышечном препарате, приготовленном из задних лапок лягушки. Обычно классический препарат представляет собой выделенную из организма икроножную мышцу с подходящим к ней седалищным нервом. Для сохранения физиологических свойств нерва и удобства обращения с ним его препарируют, оставляя связь с кусочком позвоночника, и постоянно смачивают раствором Рингера для холоднокровных.

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой приготовления нервно-мышечного препарата.

**Для работы необходимы:** лягушка, препаровальный набор, раствор Рингера.

#### **Ход работы**

1. Лягушку декапитировать, т.е. отрезать верхнюю челюсть вместе с мозгом и разрушить спинной мозг, введя препаровальную иглу в спинно-мозговой канал.
2. Положить лягушку на препаровальный столик брюшком вверх, вскрыть продольным разрезом брюшную полость и удалить внутренние органы.
3. Разрезать лягушку поперек, оставляя 3 позвонка со стороны задних конечностей.
4. Снять кожу с задней части тела, вырезать копчиковую кость.
5. Заднюю часть тела разрезать вдоль точно посередине и в дальнейшем использовать одну из задних конечностей.
6. Отпрепарировать седалищный нерв от позвоночника до коленного сустава с помощью стеклянного крючка.

### Оформление результатов работы

Зарисовать в тетрадь последовательность приготовления нервно-мышечного препарата (рис. 4).

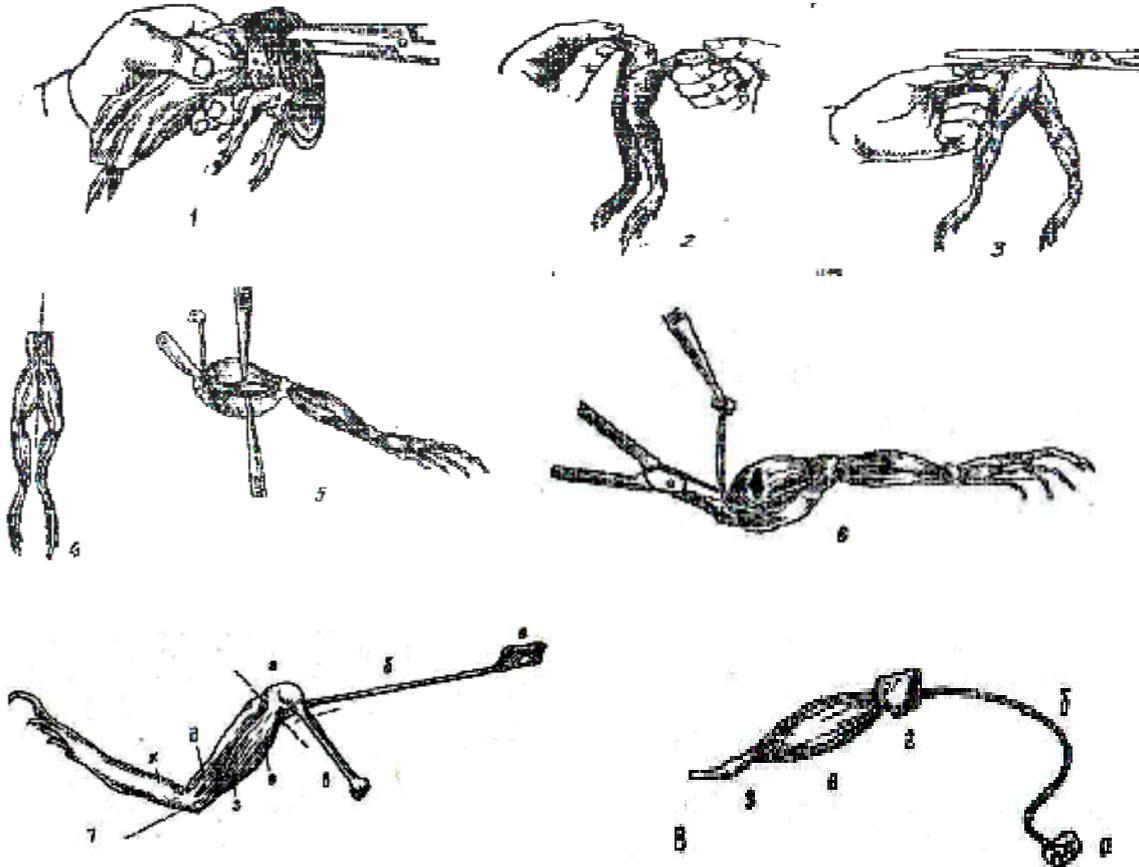


Рисунок 4 – Приготовление нервно-мышечного препарата:

1 – перерезка позвоночного столба и мягких тканей; 2 – снятие кожи с задних лапок; 3 – срезание копчиковой кости; 4 – разрезание по средней линии позвоночника и костей таза по лонному сочленению; 5 – раздвигание крючком полуперепончатой и двуглавой мышцы бедра и обнажение седалищного нерва; 6 – препаровка седалищного нерва до коленного сустава; 7 – реоскопическая лапка; 8 – нервно-мышечный препарат; а – остаток позвоночника; б – седалищный нерв; в – бедренная кость; г – коленный сустав; д – мышцы голени; е – икроножная мышца; ж – мышцы стопы; з – ахиллово сухожилие. Пунктирные линии – места перерезки бедренной кости, костей голени и отделение ахиллова сухожилия от пяточной кости

7. Удалить тазовые кости и бедренную группу мышц, оставляя бедренную кость.
8. Отделить икроножную мышцу от берцовой кости.
9. Отрезать ахиллово сухожилие ближе к лапке.
10. Отрезать берцовую кость ниже коленного сустава.
11. Готовый нервно-мышечный препарат смочить раствором Рингера.

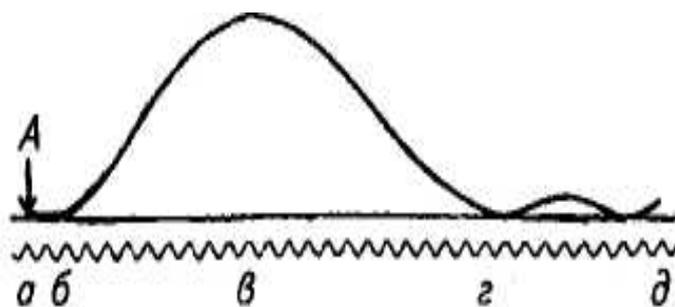
Приготовленный нервно-мышечный препарат должен состоять из седалищного нерва, подходящего к икроножной мышце, икроножной мышцы с ахилловым сухожилием.

## ЗАНЯТИЕ 12.

### ЗАВИСИМОСТЬ МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ОТ ЧАСТОТЫ И СИЛЫ РАЗДРАЖЕНИЙ. ТИПЫ СОКРАЩЕНИЙ МЫШЦ

Поперечнополосатым скелетным мышцам присущи следующие основные свойства возбудимых тканей – возбудимость и проводимость, а также в определенной степени упругость, растяжимость, эластичность, пластичность. Возбуждение в белых волокнах распространяется со скоростью 12...15 м/с, а в красных – 3...4 м/с.

Возбуждение мышцы внешне проявляется в сокращении. В ответ на одиночное раздражение мышца отвечает одиночным сокращением. Оно осуществляется очень быстро (за 0,09...0,1 с). В одиночном сокращении различают три фазы: скрытую, укорочения и расслабления (рис. 5).



??

Рисунок 5 – Одиночное сокращение мышцы:

А – момент раздражения мышцы, а...б – скрытый период;  
 б...в – укорочение, в...г – расслабление, г...д – последовательные эластические колебания

В естественных условиях к мышце поступает, как правило, не один импульс, а серия импульсов. На серию импульсов мышца отвечает длительным сокращением (рис. 6). Оно называется *тетаническим*, или длительным, *сокращением*. Различают *гладкий тетанус*, который возникает при частых ритмах раздражения, и *зубчатый тетанус*, возникающий при редких ритмах раздражения. Если на мышцу действуют два быстро следующих друг за другом импульса возбуждения, то мышца не успевает расслабиться полностью и следующее сокращение как бы наслаивается на предыдущее. Происходит *суммация сокращений (суперпозиция)*.

Сокращение мышцы при постоянной нагрузке, сопровождающееся одним и тем же напряжением, называется *изотоническим*. Сокращение мышцы, когда она развивает силу, но не может укорачиваться из-за чрезмерной нагрузки, называется *изометрическим*.

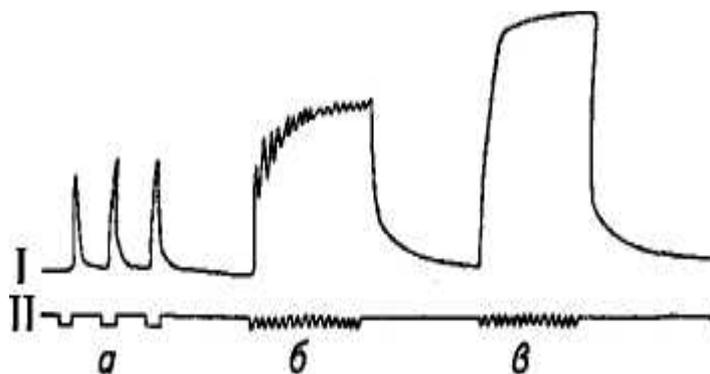


Рисунок 6 – Сокращение скелетной мышцы при разной частоте раздражения: I – сокращение мышцы; II – отметка частоты раздражения; а – одиночные сокращения, б – зубчатый тетанус, в – гладкий тетанус

Поперечнополосатые скелетные мышцы относятся к произвольным мышцам, т. е. они сокращаются по воле животного. В эту группу мышц входят скелетные мышцы головы, шеи, туловища и конечностей, мышцы гортани и языка. Сократительная деятельность различных групп мышц очень разнообразна. Их согласованная деятельность обуславливает движение тела, а всякое движение вызывается сокращением большого количества мышц. Основная деятельность скелетных мышц связана с обеспечением перемещения отдельных частей и организма в целом, принятия позы. Отдельные группы мышц осуществляют свою сократительную деятельность в связи с определенными приспособительными реакциями.

**Цель занятия:** установить зависимость типа мышечного сокращения от частоты раздражения.

**Для работы необходимы:** лягушка, препаровальный набор, раствор Рингера, две чашки Петри, электростимулятор, кимограф, штатив универсальный с писчиком, плакат «Типы сокращений мышц».

### **Ход работы**

Приготовить нервно-мышечный препарат без лапки, состоящий из икроножной мышцы и седалищного нерва.

1. Зафиксировать нервно-мышечный препарат вертикально в универсальном штативе, укрепив головку бедренной кости в зажиме и соединив ахиллово сухожилие с писчиком посредством крючка (рис. 7). К месту прикрепления мышцы подвесить грузик массой 30-40 г.

2. Собрать электроцепь для прямого раздражения. Определить порог возбудимости и установить силу тока выше него на 25 % при частоте 1 Гц.

3. К писчику подвести вращающийся барабан кимографа, на электростимуляторе включить серию. Записать 3-4 *одиночных сокращения*, выключить серию.

4. Установить на электростимуляторе частоту 5 Гц, включить серию на 5-7 с и записать *зубчатый тетанус*.

5. Установить на электростимуляторе частоту 10 Гц, включить серию на 5-7 с и записать *сплошной тетанус*.

6. Произвести запись сплошного тетануса в течение 15 с, выключить серию и записать *контрактуру от переутомления*, т.е. остаточное мышечное сокращение.

7. Смочить нервно-мышечный препарат раствором Рингера и спустя 5-6 минут при частоте 20-30 Гц и силе тока, превышающей пороговую в 2 раза, включить серию на максимально возможное короткое время и записать *суперпозицию*, т.е. суммацию сокращений.

### **Оформление результатов работы**

Нарисовать в тетради схемы записанных на кимографе всех пяти миограмм, где отметить периоды полученных типов мышечных сокращений.

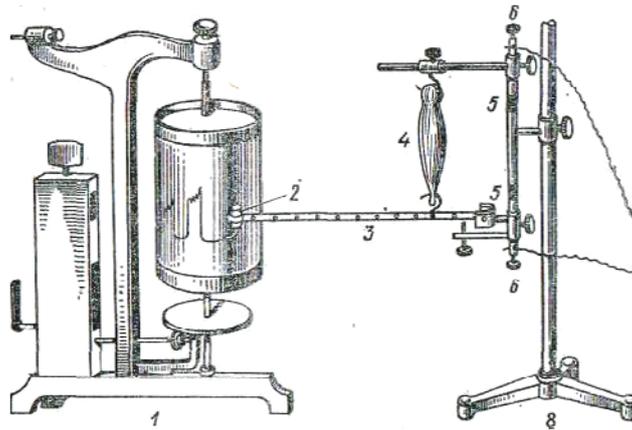


Рисунок 7 – Схема установки для записи сокращений икроножной мышцы лягушки: 1 – кимограф; 2 – записывающее устройство (писчик); 3 – подвижной рычаг миографа; 4 – икроножная мышца; 5 – изолирующие прокладки-изоляторы; 6 – клеммы для подключения проводов; 7 – провода от электростимулятора; 8 – штатив

### ЗАНЯТИЕ 13.

#### ЗАВИСИМОСТЬ РАБОТЫ МЫШЦЫ ОТ НАГРУЗКИ

**Работа мышц.** Под работой мышц понимают удержание или перемещение тяжести за счет их сокращения. Если мышцы обеспечивают позу – то это *статическая работа*, если движение – это *динамическая работа*. Обе работы дополняют друг друга.

Сокращаясь, мышца действует на кость как на рычаг и производит *механическую работу*. Величину механической работы определяют как произведение массы груза на расстояние, на которое перемещен груз, и измеряют в кг/м.

Величина работы мышцы зависит от массы нагрузки и ритма работы. Увеличение массы перемещаемого груза повышает производимую работу, но до известного предела, после которого величина работы уменьшается. Наиболее производительной оказывается работа, совершаемая при средней нагрузке и среднем ритме сокращений. При частых или редких сокращениях, а также при слишком большой или малой нагрузке механическая работа мышц снижается. Законы средней нагрузки и среднего ритма мышц были установлены И. М. Сеченовым.

**Сила мышц.** Мышца характеризуется определенной силой. Она измеряется по максимальному грузу, который мышца в состоянии поднять, либо по максимальному напряжению, которое она может развить в условиях изометрического сокращения. Сила мышцы зависит от ее поперечного сечения. Отношение максимальной силы к ее анатомическому поперечнику называется *относительной силой*. От-

ношение максимальной силы мышцы к ее физиологическому поперечнику (поперечный разрез мышцы перпендикулярен ходу ее волокон) называется *абсолютной силой* мышцы. Мощность силы равна произведению мышечной силы на скорость укорочения.

**Цель занятия:** определить величину работы мышцы при различных нагрузках.

**Для работы необходимы:** лягушка, препаровальный набор, раствор Рингера, две чашки Петри, электростимулятор, кимограф, штатив универсальный с писчиком, линейка, набор грузов массой от 50 до 500 г.

### Ход работы

1. Приготовить препарат икроножной мышцы без нерва и лапки, зафиксировать его в универсальном штативе, соединив мышцу с запи-сывающим рычажком.

2. Собрать электроцепь для прямого раздражения. Установить силу тока, в два раза превышающую пороговую, и раздражать мышцу при частоте в 1 Гц.

3. Подвести к писчику остановленный барабан кимографа и записать сокращения мышцы без грузика.

4. Рукой повернуть барабан кимографа на 1-2 см; к рычажку миографа, в месте прикрепления мышцы, подвесить грузики в 50 г, нанести раздражение током и записать высоту сокращения мышцы на остановленном барабане кимографа.

5. Опыт повторить, последовательно увеличивая массу груза (P) на 50 г. Найти предельный груз, который мышца в состоянии поднять. Эта максимальная величина груза и будет *силой мышцы*.

6. Измерить линейкой высоту поднятия груза на кимографе, т.е. высоту сокращения мышцы (H), длину писчика от оси вращения до кончика (L), писчик от оси вращения до места прикрепления мышцы и грузиков (l).

7. Вычислить истинную высоту сокращения мышцы (h) по формуле:

$$h = (H \cdot l) / L.$$

8. Вычислить работу мышцы (W) при подъеме грузов разной массы по следующей формуле:

$$W = P \cdot h.$$

### Оформление результатов работы

1. Полученные в процессе работы данные представить в виде таблицы.

Масса груза (P), г	Высота мышечных сокращений (H), мм	Истинная высота сокращений мышцы (h), мм	Работа мышцы (W), г/мм
0			
50			
100			
150			
200			
250			

2. Начертить график зависимости работы мышцы от нагрузки, где отметить оптимальную нагрузку для исследуемой мышцы.

3. Определить, при каких нагрузках мышца выполняет максимальную работу.

#### **ЗАНЯТИЕ 14. УТОМЛЕНИЕ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ**

Мышцы не могут работать непрерывно. Длительная работа приводит к снижению их работоспособности.

Временное понижение работоспособности мышцы, наступающее при длительной работе и исчезающее после отдыха, называется *утомлением мышцы*. Принято различать два вида утомления мышц: ложное и истинное. При ложном утомлении утомляется не мышца, а особый механизм передачи импульсов с нерва на мышцу, называемый *синапс*. В синапсе истощаются резервы медиатора. При истинном утомлении в мышце происходят следующие процессы: накопление недоокисленных продуктов распада питательных веществ вследствие недостаточного поступления кислорода, истощение запасов источников энергии, необходимой для мышечного сокращения.

Утомление проявляется уменьшением силы сокращения мышцы и степени расслабления мышцы.

Если мышца на некоторое время прекращает работу и находится в состоянии покоя, то восстанавливается работа синапса, а с кровью удаляются продукты обмена и доставляются питательные вещества. Таким образом мышца вновь приобретает способность сокращаться и производить работу.

**Цель занятия:** получить утомление мышцы; убедиться, что утомление развивается быстрее в нервно-мышечном синапсе.

**Для работы необходимы:** две лягушки, препаровальный набор, раствор Рингера, две чашки Петри, электростимулятор, кимограф, штатив универсальный с писчиком, глазная пипетка, набор грузов массой от 50 до 100 г.

### **Ход работы**

#### **1 Влияние частоты раздражения на скорость наступления утомления**

1. Приготовить два препарата с икроножной мышцей. Один из них положить в чашку Петри и залить раствором Рингера, другой – подвесить на крючки миографа.

2. На записывающий рычажок миографа (под икроножную мышцу) подвесить грузик в 50 г.

3. К мышце прикрепить электроды электростимулятора. Найти порог возбудимости мышцы.

4. Мышцу раздражать с частотой в 1 Гц.

5. На медленно вращающемся барабане кимографа записать сокращения мышцы до полного их прекращения.

6. Определить, сколько времени сокращалась мышца.

7. На крючки миографа подвесить другой препарат и повторить опыт, увеличив частоту раздражений до 5 Гц.

8. Определить, сколько времени сокращалась мышца, работавшая в более частом режиме.

#### **2 Влияние величины нагрузки на скорость наступления утомления**

1. Приготовить два препарата икроножной мышцы. Один из них положить в чашку Петри и залить раствором Рингера, другой – подвесить на крючки миографа (условия те же, что и в первом опыте).

2. На записывающий рычажок миографа (под икроножную мышцу) подвесить грузик в 50 г.

3. Мышцу раздражать с частотой 1 Гц.

4. На медленно вращающемся барабане кимографа записать сокращения мышцы до полного их прекращения.

5. Определить, сколько времени сокращалась мышца.

6. На крючки миографа подвесить другой препарат и повторить опыт, увеличив груз до 100 г и раздражая мышцу с частотой в 5 Гц.

7. Определить, сколько времени сокращалась мышца, поднимавшая более тяжелый груз.

## Оформление результатов работы

1. Полученные во время работы данные занести в таблицу.

Показатель	Частота раздражения мышцы		Масса груза	
	1 Гц	5 Гц	50 г	100 г
Время сокращения мышцы				

2. Сформулировать и записать соответствующие выводы.

## ЗАНЯТИЕ 15. РЕФЛЕКСЫ СПИННОГО МОЗГА И АНАЛИЗ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ БЕЗУСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА

**Рефлекс** (от лат. reflexus – отраженный) – это ответная реакция организма на то или иное раздражение (внешнее или внутреннее воздействие), которая происходит при участии центральной нервной системы (ЦНС).

Материальную основу рефлексов составляет рефлекторная дуга с её прямыми и обратными связями. Рефлекторная дуга – это путь, по которому проходит возбуждение в процессе осуществления рефлекса. Состоит она из рецептора, афферентного (чувствительного) нейрона, промежуточного (вставочного) нейрона, эфферентного (двигательного) нейрона и эффектора, связанных между собой синапсами. Центральное звено рефлекторной дуги может находиться в спинном или головном мозге.

При действии раздражителя ответная реакция наступает не сразу. Период времени от начала действия раздражителя до начала рефлекса называют временем рефлекса. Складывается оно из времени, необходимого для возбуждения рецепторов, времени проведения импульсов по нейронам и через нейронные синапсы, а также латентного периода рабочего органа – мышцы. Время рефлекса зависит от силы раздражителя, площади раздражаемого рецептивного поля, структуры рефлекторной дуги.

Рефлексы с многонейронной дугой имеют большое время рефлекса, так как основная задержка проведения импульсов происходит в синапсах.

Каждый рефлекс имеет свое рецептивное поле – это тот участок тела, раздражение которого вызывает определенный рефлекс.

**Классификация рефлексов.** Рефлексы классифицируют относительно принципов строения их рефлекторных дуг и осуществления физиологических актов.

I. В зависимости от наличия или отсутствия нервной связи центра рефлекторной дуги с корой больших полушарий головного мозга рефлексы подразделяются на две группы:

1) безусловные рефлексы – связь с корой больших полушарий головного мозга отсутствует, врожденные, передаются по наследству, сохраняются в процессе всей жизни, осуществляют реакцию на конкретный адекватный безусловный раздражитель (свет – сужение зрачка);

2) условные рефлексы – центры рефлекторных дуг связаны временными связями с корой больших полушарий головного мозга, приобретаются в процессе жизни; могут исчезать, осуществляют реакцию на неадекватный раздражитель.

II. В зависимости от частей тела, где расположены рецепторы:

1) экстерорецептивные рефлексы – рецепторы находятся на наружной поверхности тела, т.е. на слизистых оболочках, коже и ее производных;

2) интерорецептивные рефлексы – рецепторы находятся на внутренних органах;

3) проприорецептивные рефлексы – рецепторы находятся на опорно-двигательном аппарате и связочном аппарате (мышцы, связки и сухожилия).

III. В зависимости от эффектора, вступающего в работу:

1) двигательные – возникает движение мышц;

2) сосудодвигательные – сужение или расширение сосудов;

3) секреторные – железы выделяют экскрет или инкрет.

IV. В зависимости от отдела ЦНС, в котором располагаются центры рефлекторной дуги, рефлексы подразделяются на:

1) спинальные рефлексы – центр рефлекторной дуги в спинном мозге;

2) бульбарные рефлексы – центр рефлекторной дуги в продолговатом мозге;

3) межэнцефальные рефлексы – центр рефлекторной дуги в среднем мозге;

4) кортикальные рефлексы – центр коры больших полушарий головного мозга (условные рефлексы).

V. В зависимости от биологического назначения рефлексы подразделяются на:

1) защитные;

2) пищедобывающие;

3) оборонительные;

- 4) половые;
- 5) локомоторные;
- 6) голосовые и др.

**Рефлекторная дуга** – это путь прохождения возбуждения при осуществлении какого-либо рефлекса. Начинается она рецептором, который преобразует энергию различных раздражителей в энергию возбуждения. Импульс передается по центростремительному нейрону и по его аксону (центробежному нерву) доходит до эффектора (мышце или железе). Таким образом, рефлекторная дуга имеет 5 элементов (рис. 8).

Все рефлекторные дуги обладают следующими свойствами:

- 1) осуществление рефлекса возможно лишь при раздражении рецепторов, т.е. при наличии раздражителя;
- 2) право- и левосторонние рефлексы осуществляются независимо друг от друга;
- 3) латентный (скрытый) период рефлекса зависит от силы и длительности действия раздражителя;
- 4) рефлексы могут осуществляться без участия коры больших полушарий головного мозга;
- 5) рефлекс может осуществляться лишь при наличии всех элементов рефлекторной дуги;
- 6) обратная афферентация – возникновение и передача вторичных нервных импульсов от эффектора к центру рефлекторной дуги после осуществления какого-либо рефлекса.

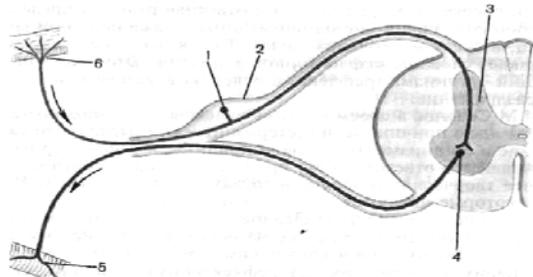


Рисунок 8 – Простейшая (двухнейронная) рефлекторная дуга (схема):  
 1 – афферентный (чувствительный) нейрон; 2 – спинномозговой узел;  
 3 – серое вещество спинного мозга; 4 – эфферентный (двигательный) нейрон; 5 – двигательное нервное окончание в мышце; 6 – чувствительное нервное окончание в коже

**Цель занятия:** путем выключения отдельных частей рефлекторной дуги выяснить их функциональное значение и убедиться в необходимости целостности рефлекторной дуги для осуществления рефлекса.

**Для работы необходимы:** лягушка, препаровальный набор, 0,3; 0,5 и 1 % растворы соляной кислоты, две чашки Петри, штатив простой с металлическим крючком, большой сосуд с холодной водой, стаканчики, кусочки фильтровальной бумаги, плакаты со схемами рефлекторных дуг.

### Ход работы

1. У лягушки ножницами отрезать верхнюю челюсть, произведя разрез за линией глаз.

2. Подвесить оперированную (спинальную) лягушку за нижнюю челюсть на крючок штатива (рис. 9), обмыть холодной водой и выждать 10 мин. до восстановления рефлекторной деятельности.

3. Ущипнуть лягушку пинцетом поочередно за каждую лапку, они отдергиваются в соответствии с раздражением (таким образом, доказываем свойства рефлекторной дуги: рефлекс осуществляется при наличии раздражителя; без коры головного мозга; право- и левосторонние рефлексы осуществляются независимо).

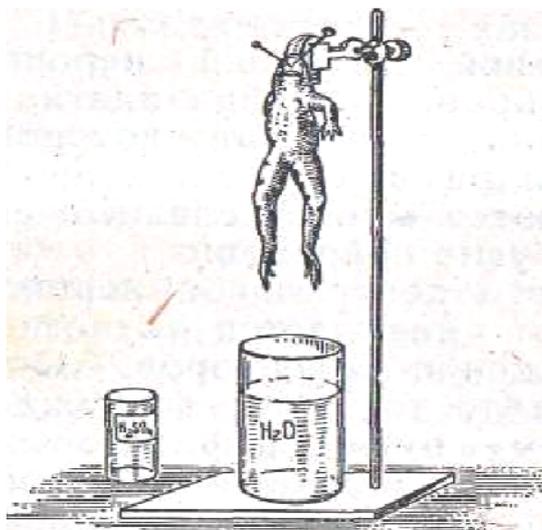


Рисунок 9 – Установка для изучения спинномозговых рефлексов на спинальной лягушке

4. Приложить фильтровальную бумажку, смоченную 0,3 % раствором серной кислоты, в икроножной области одной из задних лапок лягушки, зафиксировать время до начала ответной реакции. Прodelать то же самое, но используя 0,5 и 1,0 %-ые растворы. Данные показывают уменьшение времени до ответной реакции с увеличением концентрации раствора (свойство рефлекторной дуги: латентный период рефлекса зависит от силы раздражителя).

5. Снять с одной из задних лапок лягушки кожу и приложить к мышцам фильтровальную бумажку с 1,0 %-ым раствором соляной кислоты. Рефлекс отсутствует, т.к. удалены рецепторы, т.е. 1-й элемент рефлекторной дуги.

6. На другой конечности в области бедра отпрепарировать и перерезать седалищный нерв. При действии 1,0 %-ым раствором соляной кислоты на кожу голени или стопы этой же лапки рефлексы отсутствуют, т.к. разрушены 2-й и 4-й элементы рефлекторной дуги – центростремительный и центробежный нервные пути.

7. Введя препаровальную иглу в спинномозговой канал, разрушить спинной мозг. Приложить фильтровальную бумагу с 1,0 %-ым раствором соляной кислоты на кожу брюшка или передних лапок. В результате все рефлексы отсутствуют, т.к. разрушен 3-й элемент рефлекторной дуги – центральные нейроны. При этом мышцы конечности (5-й элемент рефлекторной дуги – эффектор) с поврежденным седалищным нервом будут расслаблены, а на всех других – напряжены.

### **Оформление результатов работы**

1. Сформулировать и записать свойства рефлекторной дуги.
2. Нарисовать схему рефлекторной дуги двигательного безусловного рефлекса с указанием всех её элементов.

## **ЗАНЯТИЕ 16. СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ**

Нервные центры обладают рядом свойств, которые определяются структурой нейронов, образующих центр, и особенностями проведения нервных импульсов.

**Одностороннее проведение возбуждения через нервные центры.** В ЦНС импульсы проходят только в одном направлении: с афферентного нейрона на эфферентный. Причем это направление никогда не меняется на обратное.

**Задержка проведения в синапсах и время рефлекса.** Замедление проведения возбуждения по нервным центрам получило название центральной задержки. Она обусловлена более медленным проведением нервных импульсов через синапсы, т.к. затрачивается время на следующие процессы: выделение медиатора окончаниями аксона в ответ на пришедший нервный импульс; диффузию медиатора через синаптическую щель к постсинаптической мембране; возникновение возбуждающего постсинаптического потенциала под действием медиатора.

**Иррадиация возбуждения.** Это свойство особенно характерно для нервных центров. Под иррадиацией возбуждения понимают способность возбуждения широкой волной разливаться по ЦНС от центра к центру. Это распространение возбуждения во всех направлениях, по всем этажам ЦНС обусловлено наличием огромного количества коллатералей. Каждый аксон дает коллатерали к целому ряду нейронов. От последних коллатерали идут к еще большему количеству нейронов, и получается, таким образом, что импульс, пришедший в центральный нейрон, может иррадиировать по многим направлениям ко многим центрам.

**Конвергенция.** Схождение, или сужение, – особенность проведения возбуждения по нервным центрам противоположной иррадиации. Она обусловлена тем, что в ЦНС афферентных путей в 4-5 раз больше, чем эфферентных. Поэтому к эфферентному нейрону возбуждение подходит по многим путям.

**Циркуляция нервных импульсов по замкнутым нейронным цепям.** Кольцевой ритм – также одна из особенностей прохождения возбуждения по нервным центрам. Нервные импульсы от одного из нейронов, который пришел в возбужденное состояние, передаются как к другим нейронам, так и по коллатералиям их аксонов вновь возвращаются на первый нейрон.

**Инертность** – способность нервных центров длительно сохранять в себе следы возбуждений.

**Временная и пространственная суммация** открыта И. М. Сеченовым в опыте в 1886 г. Если к одному и тому же синапсу идут быстро следующие один за другим допороговые импульсы, происходит суммирование порций медиатора, и наконец его количество становится достаточным для возникновения возбуждающего постсинаптического потенциала, а затем и потенциала действия. Пространственная суммация характеризуется тем, что если раздражить одно афферентное волокно раздражителем допороговой силы, то ответной реакции не будет, а если раздражить несколько афферентных волокон раздражителем той же допороговой силы, то возникает рефлекс, т.к. импульсы, приходящие с нескольких афферентных волокон, могут суммироваться в нервном центре.

**Последствие** возникает в случае, когда мышца возбуждается рефлекторно путем раздражения афферентного нерва, сократительный акт длится еще некоторое время после того, как раздражение нерва прекращено. Это обусловлено тем, что нервные импульсы обычно достигают афферентных нейронов не все одновременно. Идущие по более прямым путям – быстрее, по не прямым – значительно медленнее.

**Трансформация ритмов и сила импульсов.** Нервные центры характеризуются способностью трансформировать ритм приходящих к ним афферентных импульсов в иной «центральный ритм». В центрах или повышается, или понижается ритм импульсов, приходящих с периферии.

**Облегчение.** После каждого, даже самого слабого, раздражения в нервном центре повышается возбудимость. Так, если в ЦНС идут два потока импульсов, разделенных небольшим интервалом времени, то они вызывают значительно больший эффект, чем можно было ожидать в результате простого суммирования. Один поток импульсов как бы облегчает действие другого.

**Окклюзия.** При одновременном раздражении афферентных входов двух соседних взаимодействующих нервных центров значительно меньше, чем арифметическая сумма возбужденных нейронов при отдельном раздражении каждого афферентного входа в отдельности. Таким образом, снижается сила суммарной ответной реакции. Это обусловлено перекрытием синаптических полей, образуемых афферентными частями взаимодействующих рефлексов.

**Утомляемость в нервных центрах.** Полагают, что утомление нервных центров вызывается прежде всего нарушением проведения возбуждения в межнейронных синапсах. Это нарушение связано с тем, что при утомлении сильно уменьшаются запасы медиатора в окончаниях аксонов, падает чувствительность к медиатору постсинаптической мембраны, понижаются энергетические ресурсы нервной клетки. Тонус – состояние незначительного постоянного возбуждения, в котором обычно находятся все центры, имеющие рефлекторный характер.

**Пластичность нервных центров.** Функции нервных центров при изменении условий могут меняться, т.е. им свойственна пластичность. Изменение функции центров происходит в том случае, если рабочий орган, с которым данный центр связан, заменить другим.

**Доминанта.** Временное, достаточно стойкое возбуждение центра, занимающего господствующее положение в ЦНС, называют доминантой. Причем этот центр способен усиливать, накапливать в себе возбуждение даже за счет импульсов, адресованных другим центрам: он как бы перехватывает данные импульсы. Поэтому все сильнее становится возбуждение доминантного центра, а другие реакции выражены слабо или совсем не возникают. Основные черты доминанты следующие: повышенная возбудимость; способность к суммированию

возбуждений, т.к. не сила возбуждения, а именно способность к длительному его увеличению под влиянием приходящих импульсов делает центр доминантным; инертность. Учение о доминанте разработал А. А. Ухтомский (1923).

**Торможение** – процесс, характеризующийся ослаблением или прекращением какой-либо деятельности. Однако по своей природе это такой же активный процесс, как и возбуждение. И в филогенезе, и в онтогенезе торможение развивается постепенно и значительно позднее возбуждения. Утомление – состояние длительное, углубляющееся постепенно и оставляющее глубокие следы. Торможение – не упадок трудоспособности, а активный нервный процесс, результатом которого служит ограничение, задержка возбуждения. В настоящее время в ЦНС выделяют два различных вида торможения: торможение, являющееся результатом активации специальных тормозных нейронов (первичное) и торможение, осуществляющееся без участия специальных тормозных структур в тех же самых нейронах, что и возбуждение (вторичное).

*Первичное торможение.* Торможение, возникающее на постсинаптической мембране тормозного синапса, называют *постсинаптическим торможением*.

*Вторичное торможение* происходит в тех же нейронах, что и возбуждение. *Пессимальное торможение* возникает в тех нервных структурах, к которым подходят чрезвычайно частые и сильные импульсы, превышающие функциональные возможности и подвижность (лабильность) структур. Примером этого вида торможения служит торможение центра вдоха, когда вдох достиг максимума. *Парабиотическое торможение* развивается при патологических состояниях, когда лабильность структур ЦНС снижается или происходит очень массивное одновременное возбуждение большого количества афферентных путей, как, например, при травматическом шоке. *Торможение вслед за возбуждением* развивается в нейронах после окончания возбуждения в результате сильной следовой гиперполяризации мембраны.

**Цель занятия:** наблюдать способность нервных центров к временной и пространственной суммации, иррадиации возбуждения.

**Для работы необходимы:** лягушка, препаровальный набор, электростимулятор, препаровальный столик, штатив простой, фильтровальная бумага, 0,1 %-ый раствор серной кислоты, стакан с водой, чашка Петри.

## **Ход работы**

### **1 Суммация во времени**

1. Спинальную лягушку подвесить за нижнюю челюсть на крючок штатива.
2. К стопе задней лапки подвести электроды, соединенные с электростимулятором.
3. Найти величину электрического раздражителя, вызывающего рефлекторное сгибание лапки.
4. Раздражитель уменьшить до такой величины, при которой одиночный раздражитель не вызывает рефлекторного сгибания лапки.
5. Подействовать на лапку сначала редкими раздражениями, а затем частыми.
6. Понаблюдать за реакцией лягушки. Полученные данные занести в тетрадь. Сделать вывод.

### **2 Суммация в пространстве**

1. Спинальную лягушку подвесить за нижнюю челюсть на крючок штатива.
2. На кожу голени наложить кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,1 %-ым раствором серной кислоты, и определить время рефлекса.
3. На кожу голени и бедра наложить 4-5 кусочков фильтровальной бумаги, смоченных 0,1 %-ым раствором серной кислоты, и определить время рефлекса.
4. После каждого воздействия на лягушку раствором кислоты обмывать место раздражения водой.

### **3 Иррадиация возбуждения в нервных центрах**

1. Спинальную лягушку подвесить за нижнюю челюсть на крючок штатива.
2. Пинцетом слабо сдавить кончики пальцев задней лапки лягушки и наблюдать слабое рефлекторное движение раздражаемой лапки.
3. Постепенно усиливая раздражение, отметить порядок вовлечения в рефлекторную деятельность остальных конечностей.
4. К стопе задней лапки подвести тонкие провода, соединенные с электростимулятором.
5. Найти величину одиночного электрического раздражителя, вызывающего рефлекторное сгибание лапки.
6. Постепенно увеличивая ток до максимальной величины, наблюдать за реакцией лягушки на раздражение током разной силы.

### Оформление результатов работы

1 Полученные данные занести в таблицу.

2 Сформулировать и записать вывод.

Концентрация раствора серной кислоты	Время ответной реакции			В среднем
	1	2	3	
0,1%				

## ФИЗИОЛОГИЯ ДВИЖЕНИЯ

Движение животных представляет собой совокупность сложных координированных двигательных актов, обуславливающих передвижение тела в пространстве (локомоцию) или направленных на выполнение конкретной работы при добывании корма и его приеме, осуществлении половых, поведенческих и многих других физиологических отправлениях. Ч. Дарвин доказал, что в процессе эволюции закрепились формы движения, наиболее полезные для данного вида животных.

Совершенствование органов движения, а также необычайное разнообразие двигательных актов у различных животных необходимы для приспособления к среде обитания на суше, в воде или воздухе. В процессе филогенетического развития совершенствовались одни функции, например ярко выраженная способность быстрого бега у лошадей, северных оленей, а другие – постепенно утрачивались или видоизменялись. Выработка наиболее совершенного способа передвижения происходила в результате длительной эволюции двигательного аппарата.

Движения положительно *влияют на обмен веществ и продуктивность* животных. Показателем интенсивности движения служит уровень потребления кислорода. Например, лошадь в покое за 1 мин потребляет 1,2-1,8 л кислорода, а после бега – 6-8 л. Мышечная работа вызывает ускорение сердечной деятельности и дыхания, изменяет состав крови и лимфы.

Постоянное движение животных *приводит к усиленному развитию мышц* и других работающих органов. Например, у горских коров, выполняющих повышенную физическую нагрузку при движении по крутым склонам гор, относительная масса сердца и легких равна 2,12 % к массе тела, а у коров костромской породы только 1,3 %. В результате активного движения у молодняка повышается газообмен, увеличивается число эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина, улучшаются рост и развитие. Число эритроцитов возрастает до 13-14 млн в 1 мм крови (Л. С. Пирогов).

Движение животных в виде движения *улучшает процессы пищеварения и усвоения кормов, повышает резистентность организма, положительно влияет на мясную и молочную продуктивность*. В механизме действия двигательных актов важная роль принадлежит повышению уровня газоэнергетического обмена, способствующего крово- и лимфообращению, обеспечивающему трофику всех тканей и органов.

Изучение движения лошади начато значительно раньше, чем было открыто кровообращение, законы сердца и др. Ксенофон (около 430 г. н. э.) наблюдал за движениями тела лошади и выделил понятие «физиология движения». Гален (130-200 г. н. э.) подробно изучал строение скелета у лошадей, ослов, телят, овец, свиней и обезьян. Он обосновал биомеханику с позиций анатомического строения скелета. Глубокие научные исследования движений лошади провел Леонардо да Винчи (1452-1519). Он создал атлас двигательных актов лошади и четко описал аллюры. Его рисунки, дошедшие до нас, характеризуются точностью наблюдения и высоким качеством исполнения.

Однако обстоятельное изучение физиологии движения стало возможным лишь с появлением фотографии и кино. Ускоренная киносъемка – рапид-кино – позволила получить кадры, которые при пропуске через обыкновенный киноаппарат замедляются в 15 раз, что дало возможность изучить фрагменты и последовательность смены фаз локомоций лошадей и других животных.

Физиология движения рассматривает двигательные акты как целостную реакцию организма на различные внешние и внутренние сигналы в неразрывной связи с регулирующей функцией центральной и вегетативной нервной системы, периферических нервов. Поскольку каждая двигательная реакция включает сокращение групп мышц и связана со строением костей, связок и суставов, все элементы конечностей имеют важное значение для движения. Для обеспечения двигательной активности тела не менее существенно постоянное кровоснабжение и отток крови из вен и лимфы от функционирующих мышц, а также обмен веществ в них: ресинтез АТФ, гликолиз, окислительное фосфорилирование и др.

#### **Виды движения животных.**

Стояние и движение на месте. В акте стояния большое значение имеет рефлекс «поддержки», связанный с центрами красного ядра. Данный акт заключается в рефлекторном перераспределении тонуса мышц сгибателей и разгибателей. Мышцы находятся преимущественно в статическом состоянии, то есть в длительном тоническом напряжении, поэтому стояние требует затраты значительной мышечной энергии. Лошади в стоячем положении могут оставаться очень долго, что связано с анатомо-физиологическими особенностями их организма. Так, суставы передней конечности расположены на одной отвесной линии, вследствие чего для опоры конечности не нужно большого напряжения мышц. Бедренный и коленный суставы испытывают

большее напряжение, поскольку они должны фиксироваться под углом  $150^\circ$ , и животное периодически облегчает ту или другую конечность. При стоянии важную функцию выполняют сухожилия.

Многие движения осуществляются на месте: животное ложится, встает, поднимается на дыбы, делает садку при половом акте и др. Это сложные, многозвеньевые рефлексy, в основе которых лежит деятельность лабиринтных, мозжечковых и шейных нервных центров, регулирующих тонус мышц и координацию движения. Ложась, лошадь сперва опускает голову, затем подбирает под себя конечности как передние, так и задние, сгибает спину. Тонус мышц конечностей, куда повернута голова, повышается, а с противоположной стороны несколько снижается. Лошадь валится в ту сторону, где тонус мускулатуры ослаблен.

Жвачные ложатся так же, как и лошади, но ведущим моментом в их движениях является изменение положения головы и спины, связанное с лабиринтными, шейными и спинными рефлексами.

Вставание – сложный, многозвеньевой рефлекс. Лошадь вначале поднимает голову и вытягивает передние конечности, вслед за этим выпрямляет и поднимает переднюю часть туловища и голову. Потом животное переносит центр тяжести на переднюю половину туловища и голову и быстро поднимает заднюю часть тела. Крупный рогатый скот вначале встает на тазовые конечности, затем, разгибая суставы грудных конечностей, поднимает переднюю часть туловища и голову.

Сложные движения – лягание, вставание на дыбы, садки самца – координируются импульсами коры полушарий мозга и характеризуют поведение животных в конкретной обстановке. В осуществлении этих рефлексов участвуют рецепторы лабиринтов, шейных мышц и кожной поверхности тела.

Согласно закономерностям, выявленным Магнусом, в таких рефлексax осуществляется принцип «ведущей роли головы» – движения тела облегчаются, если им предшествует соответствующее движение головы.

Движение с места. Наиболее медленный вид движения – это шаг. При ширине шага 1,4-1,8 м лошадь проходит 6-7 км в час. Перемещение конечностей происходит следующим образом: одна передняя поднимается, другая выносится вперед, третья опирается и четвертая отталкивается.

При шаге сокращаются мышцы-синергисты при одновременном торможении антагонистов, в результате туловище плавно или толчкообразно выносится вперед. Различают две фазы движения шагом: фазу опирания и фазу висения конечности, или фазу опоры и фазу пере-

носа конечности. Шаг считается правильным, если задние копыта попадают в следы передних. Он будет коротким, если следы задних конечностей не доходят до передних, и длинным, когда следы задних конечностей перекрывают следы передних. Последний – это хороший шаг. Во время рыси происходит одновременный подъем передней и задней конечностей, расположенных по диагонали.

Поступательная сила при шаге связана с толкательными стимулами задних конечностей.

Фазу опирания подразделяют на два отрезка: передний и задний, причем у здоровых лошадей эти отрезки равны между собой. В передний отрезок происходит активное сокращение мышц разгибателей конечности, задний – характеризует время опирания и отрыв копыта от почвы. В осуществлении последнего имеют значение эластические свойства пальцевого мякиша, мякишных хрящей, сращенных с ветвями копытной кости, а также упругость рогового башмака и стрелки копыта лошади.

Шаг следует рассматривать как основной аллюр лошади. При других аллюрах – рыси, галопе, карьере – происходят лишь различные сочетания движений конечностей, характерных для этих видов движения.

Особое движение лошади – *иноходь* характеризуется одновременным движением конечностей тазовой и грудной соответствующей части тела, а не перекрестно. Поэтому у иноходца во время бега слышны не четыре такта, а только два.

При движении *рысью* конечности движутся приблизительно одновременно. Ширина шага до 3,3 м, скорость движения 18 км в час. При *галопе* ширина шага возрастает до 3-8 м, а при длинном шаге в скаковом галопе наблюдается свободный полет лошади. Скорость движения более 1 км в минуту.

Аллюры. Аллюры – это сложно-рефлекторные акты. Они приобретаются в результате систематического тренинга.

Прыжок – один из видов сложных движений, совершенствующихся и изменяющихся в результате систематических упражнений нарастающей сложности.

Прыжки могут быть горизонтальными – через ров, вверх – через барьер, импровизированную стенку или вниз – с уступа через невидимый ров (немецкая ловушка), через реку и др. Прыжок состоит из фазовых движений: разбег, замедление у препятствия, отталкивание, полет, приземление. Вначале лошадь отталкивается от почвы передними конечностями, при этом голова закидывается слегка назад, а туловище

становится в положение «стойки». Затем происходит быстрый, сильный удар тазовыми конечностями с одновременным опусканием головы и броском тела вперед и вверх. Этот толчок осуществляется всеми мышцами тазового пояса и разгибательной группой тазобедренных, коленных и скакательных суставов. В результате лошадь перелетает через препятствие с согнутыми конечностями. Приземление происходит на обе грудные конечности при поднятой голове. Положение конечностей при толчке и полете связано с тонусом мускулатуры и зависит от сигналов, подаваемых всадником. Несвоевременное и неправильное вмешательство в движение лошади при прыжке может отразиться на положении туловища и головы и привести к рефлекторному изменению положения конечностей. Поэтому существует правило «не мешай лошади при прыжке». В прыжке исключительную роль отводят зрительному анализатору, что указывает на большую сложность этого аллюра, поэтому близорукие лошади обычно не могут «взять препятствие» и не допускаются к тренингу.

Лошади поддаются выездке и показывают сложные фигуры, например *пируэт* – вращательный тип движения с полным оборотом вокруг своей оси и *лансаду* – крутой высокий прыжок, смена ног на галопе; два элемента – пассаж и пиаффе могут выполнять только некоторые, хорошо выдрессированные лошади.

Определенный интерес представляют особенности движения лактирующих коров и молодняка. При движении вперед у тяжелой молочной коровы нижняя часть тазовой конечности вращается внутрь, а затем наружу. В первой стадии шага, когда суставы, расположенные дистально к коленному сочленению, сгибаются, тазобедренный сустав вращается так, что и коленное сочленение направлено наружу, а дистальная часть конечности внутрь. Затем, когда коленное сочленение разгибается, а тазобедренный сустав сгибается, конечность еще больше вытягивается и дистальная ее часть отклоняется наружу, описывая дугу (рис. 28). Такой своеобразный вынос тазовых конечностей связан с условно-приспособительными реакциями высокоудойных коров к наличию большого вымени. При этом возникает значительная абдукция конечности, которая удерживается в заднем положении больше, чем в норме. После нескольких лактаций у коров развивается X-образная постановка тазовых конечностей, которая может влиять на равномерность распределения массы на тазовые конечности. У молодняка крупного рогатого скота и нестельных коров вращение конечности наружу выявляется редко. У них конечности движутся почти прямолинейно вперед, как у лошадей.

При поворотах у коров имеются некоторые особенности движения. Так, момент поворота включает такие виды движения, как абдукция, аддукция и поворот наружу и внутрь. При сочетании этих движений происходит вращение конечности (циркумдукция), в результате чего дистальная часть конечности описывает дугу, а проксимальная – конус. Например, при повороте налево правая тазовая конечность описывает дугу, а проксимальная – конус. Способность грудных конечностей к абдукции, аддукции, ротации и циркумдукции более ограничена, чем тазовых конечностей.

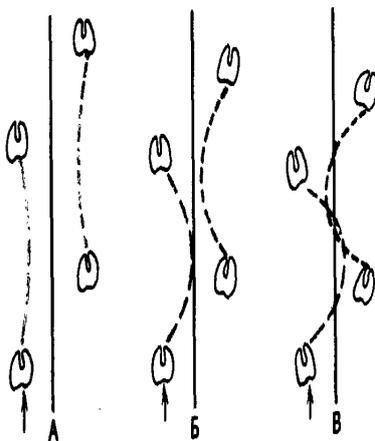


Рисунок 28 – Схема движения тазовых конечностей крупного рогатого скота: А – у молодняка и нелактирующей коровы; Б – у коровы со средним удоем (из П. Гринафа); В – у высокоудойной молочной коровы

### **Механизм изменения конфигурации копыта и пальцев при движении**

Под *механизмом копыта* понимают фазовые периодические изменения конфигурации копыта (расширение, сужение, ротация) при опирании конечности о почву и в фазе висения. Тяжесть туловища и головы лошади распределяется по всей конечности, но копыто как опорный буфер ослабляет и в значительной степени гасит толчки и сотрясения силы тяжести всей массы животного.

Сухожильно-связочный аппарат, особенно пальца, также амортизирует сотрясение и толчки, причем сила тяжести распределяется на все мелкие кости карпального и скакательного суставов. В копыте имеются специализированные ткани: пальцевый мякиш, венчик, роговая капсула, вогнутая подошва со стрелкой и заворотными углами, которые в значительной степени способствуют ослаблению ударов о почву, особенно каменистую, и защищают мягкие ткани от повреждения.

В фазе опирания конечности тяжесть тела лошади быстро и сильно переваливается на задний участок копыта, на область открытой стороны стенки, иначе говоря, на область мякиша. Происходит сильное переразгибание путового сустава (дорсальная флексия), путовая и венечная кости принимают более горизонтальное положение; они как бы продавливаются вниз. Наибольшее напряжение испытывают сухожилие поверхностного пальцевого сгибателя и межкостный мускул с волярными связками.

Пальцевый мякиш, испытывая давление сверху и снизу, становится более плоским и широким и вместе с мякишными хрящами раздается в стороны. Вследствие этого эластичная, упругая роговая стенка расширяется в пяточных частях. Челночная часть также вдавливается в мякиш, что имеет существенное значение в расширении копыта при опоре.

В фазе висения конечности или последовательного сгибания суставов растянутый мякиш постепенно освобождается от давления, приходит к исходному эластичному состоянию и подобно упругой резине, механически отталкивает копыто от почвы, способствуя сгибанию суставов пальца и помогая сухожилиям мышц сгибателей.

У парнокопытных животных в фазе опирания пальцы расходятся в стороны, что ведет к расширению межкопытной щели. В этот момент межпальцевые крестовидные связки растягиваются, а пальцевые мякиши сдавливаются, амортизируя опирание. Сила тяжести животного в фазе опирания конечности о почву передается на сухожильно-связочный аппарат, мякиши и роговую капсулу с многочисленными листочками; все эти элементы конечности выполняют роль дистального амортизатора. В фазе висения конечности потенциальная энергия, заложенная в растянутых сухожилиях, связках и сжатом мякише, способствует ее поднятию и сближению пальцев.

### **Движение птиц**

Особенности движения птиц связаны с полетом и с передвижениями на местности. Стояние кур требует большего напряжения мышц конечностей, чем у четвероногих. Центр тяжести проходит у них вне площади опоры, несколько спереди от тазобедренного сустава. Большую роль в поддержании равновесия играют хвост, крылья и длинная шея; они помогают увеличивать массу той или иной части тела, и птицы пользуются этим, изменяя положение шеи или крыла. Особенности расположения сухожильно-связочного аппарата птиц при сидении на ветке или насесте обеспечивают прочное сгибание

пальцев, надежный хват ветки без напряжения мышечной силы. У водоплавающих птиц плавательные перепонки выполняют роль гребных весел, а перемещение головы определяет направление движения. Плаванию способствует устройство суставов пальцев, при их разгибании происходит одновременное растяжение плавательных перепонок. Плавание и полет птиц – это сложно-координированные физиологические акты, регулируемые центрами головного и спинного мозга, мозжечка и высокоразвитой периферической нервной системы.

### **ЗАНЯТИЕ 17.**

#### **НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ДВИЖЕНИЕМ ЖИВОТНЫХ**

**Цель занятия:** провести наблюдение за движением животных.

**Для работы необходимы:** площадка с рыхлым грунтом, животные (лошадь, корова, собака).

#### **Ход работы**

По площадке с рыхлым грунтом прогнать животных разными аллюрами.

#### **Оформление результатов работы**

1. Схематично зарисовать в тетради расположение следов грудных и тазовых конечностей, оставленных животными на грунте.
2. Сформулировать соответствующие выводы.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

Гормоны, или инкреты, характеризуются следующими основными свойствами.

**Дистантный характер действия.** Гормоны действуют на функции органов, расположенных на значительном расстоянии от той железы, в которой они образовались.

**Специфичность действия гормонов.** Определенные гормоны оказывают регулирующее влияние на определенные процессы.

**Высокая биологическая активность гормонов.** Гормоны образуются эндокринными железами и проявляют свое действие в очень малых количествах.

**Небольшой размер молекул гормонов.** Это обстоятельство позволяет им легко проникать через эндотелий капилляров и мембраны клеток.

**Сравнительно быстрое разрушение гормонов тканями.** Гормоны быстро разрушаются тканями, поэтому железы внутренней секреции должны вырабатывать их постоянно.

**Отсутствие у большинства гормонов видовой специфичности.**

### ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНАЯ СИСТЕМА

В регуляции деятельности желез внутренней секреции участвуют кора больших полушарий, промежуточный мозг и другие отделы головного мозга. Непосредственным регулятором желез внутренней секреции служит гипоталамус – область головного мозга, расположенная в промежуточном мозге.

Гипоталамус осуществляет регуляцию деятельности периферических желез внутренней секреции как через гипофиз, так и минуя гипофиз. Связь гипоталамических ядер с гипофизом осуществляется посредством нейросекреторных путей. Вдоль аксонов этих путей продвигаются секреты – нейросекреты ядер гипоталамуса. Аксоны гипоталамических нейронов оканчиваются на кровеносных сосудах, по которым кровь поступает в переднюю долю гипофиза.

Гипоталамо-гипофизарная система испытывает влияние со стороны желез внутренней секреции (желез-мишеней) по системе обратных связей. В гипоталамусе образуются высокоактивные гормональные вещества – пептидные гормоны. По аксонам нейросекреторных клеток они поступают в воротную систему кровообращения гипоталамуса и гипофиза и с током крови приносятся в переднюю долю гипофиза.

Нейросекреты гипоталамуса, или пептидные гормоны, – **либерины и статины**. Либерины – ускоряющие, стимулирующие, активирующие; статины – ингибирующие, угнетающие, замедляющие. На каждый гормон гипофиза в гипоталамусе вырабатывается соответствующий либерин, однако статины обнаружены не для всех гормонов.

Таким образом, орган центральной нервной системы – гипоталамус – выполняет эндокринные функции и является образованием, где нервные импульсы трансформируются, преобразуются в гормональные стимулы.

**Гипофиз**. Нижний мозговой придаток, или гипофиз, расположен в турецком седле задней клиновидной кости черепа. Выделяют три доли гипофиза: переднюю (аденогипофиз), среднюю и заднюю (нейрогипофиз).

**Аденогипофиз** состоит из скоплений эпителиальных железистых клеток, между которыми расположены соединительнотканые прослойки и кровеносные сосуды.

Передняя доля гипофиза продуцирует ряд гормонов. В чистом виде выделены шесть гормонов: гормон роста, или соматотропин (СТГ); кортикотропин (АКТГ); тиротропин (ТТГ); фоллитропин (ФСГ); лютропин (ЛГ); пролактин (ЛТГ). Окончание «тропин», включенное в наименование гормона, указывает на направленность и специфичность действия, оказываемого гормоном на определенный эффектор.

**Соматотропин** регулирует развитие и рост животных. Стимуляция роста происходит за счет усиления деления клеток и увеличения синтеза белка.

**Кортикотропин** вызывает рост пучковой и сетчатой зон коры надпочечников, стимулирует синтез и секрецию глюкокортикоидов.

**Тиротропин** стимулирует функцию щитовидной железы; способствует накоплению йода в клетках железы, увеличивает число и активность этих клеток, усиливает синтез гормонов.

**Пролактин** является стимулятором разнообразных процессов, связанных с воспроизведением и воспитанием потомства. Он стимулирует образование молока, действуя непосредственно на ферментные системы железистых клеток альвеол молочных желез. У млекопитающих пролактин стимулирует также секрецию прогестерона желтыми телами яичников.

**Фоллитропин и лютропин** действуют непосредственно на мужские и женские половые железы и потому называются гонадотропными гормонами гипофиза.

Недавно обнаружен новый гормон гипофиза – **липотропин**. Имеются две формы этого гормона:  $\alpha$ - и  $\beta$ -липотропины, обладающие специфическим жиромобилизирующим действием. Хотя гормоны аденогипофиза отличаются выраженной специфичностью, их действие в ряде случаев может дублироваться. Например, гонадотропные гормоны (фоллитропин и лютропин), действующие на половые железы, дублируются действием плацентарных гормонов, хотя последние и отличаются от гонадотропинов по химической природе.

**Средняя (промежуточная) доля гипофиза.** У большинства млекопитающих средняя доля гипофиза представлена узкой пластинкой многослойного эпителия. Функциональное значение средней доли выяснено недостаточно. Здесь вырабатывается гормон **меланотропин**. У млекопитающих меланотропин участвует в сезонных изменениях пигментации кожи и меха, влияет на образование меланина в радужке и пигментных клетках сетчатки глаза.

**Задняя доля гипофиза.** Это вырост третьего мозгового желудочка, образованный разрастанием нейроглии. В задней доли гипофиза заканчиваются нервные волокна – аксоны гипоталамо-гипофизарного пучка, берущие начало в нервных клетках супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса. По этим аксонам нейросекреты смещаются в заднюю долю гипофиза, где они накапливаются и аккумулируются. Данные нейросекреты названы гормонами задней доли гипофиза – окситоцином и вазопрессинном. Вазопрессин образуется в супраоптических, а окситоцин – в паравентрикулярных ядрах гипоталамуса. Данные гормоны обозначаются как **нейрогормоны**, а нейросекреторные клетки характеризуют как «нейроны, обладающие железистой активностью».

**Вазопрессин**, антидиуретин (АДГ), обладает антидиуретическим действием. Он стимулирует реабсорбцию воды из первичной мочи в почечных канальцах и собирательных трубках. Он влияет и на минеральный обмен: тормозит реабсорбцию калия, натрия и хлоридов из первичной мочи. Кроме того, АДГ повышает артериальное давление, вызывая сужение артериол и капилляров при непосредственном действии на их сократительные элементы.

**Окситоцин** вызывает сокращения гладкой мускулатуры матки и миоэпителия молочных желез. Наибольшую чувствительность к нему отмечают во время течки. Женские половые гормоны (эстрогены) повышают чувствительность матки. Выделение окситоцина в кровь во время спаривания увеличивает амплитуду и частоту сокращений мат-

ки, что способствует перемещению эякулированной спермы в матку и яйцеводы. Гормон желтого тела прогестерон понижает чувствительность матки.

Во время родов окситоцин играет большую роль в проявлении родовых схваток и изгнании плода. Вызывая сокращения миоэпителия в молочной железе, он повышает давление в потоках, что стимулирует молокоотдачу.

У самцов окситоцин действует на какие-то другие эффекторы. Полагают, что у них окситоцин во время спаривания способствует сокращению гладкой мускулатуры спермопроводящих путей, вызывая эякуляцию. В умеренных дозах он действует антагонистически по отношению к вазопрессину.

Гипоталамус и гипофиз участвуют в регуляции функций центральной нервной системы. Из гипоталамуса и гипофиза выделены пептиды, действующие подобно морфину. Они были названы **энкефалинами** и **эндорфинами** (эндорфины – эндогенные морфины). Последние представляют собой фрагменты липотропина, гормональное действие которого еще точно не установлено. Эндорфины влияют на функцию нейронов центральной нервной системы, участвуют в регуляции поведения и вегетативных интегральных процессов.

## ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА

Щитовидная железа – это самая крупная из эндокринных желез млекопитающих, расположена на шее по обеим сторонам трахеи в виде двух долей – правой и левой, соединенных между собой перешейком. Тироксин и трийодтиронин стимулируют окислительные процессы в тканях. Они усиливают поглощение клетками кислорода и выделение двуокси углерода, и вследствие этого повышаются основной обмен и образование тепла. Усиливается расщепление белков, жиров, углеводов и выведение из организма воды и солей.

Гормоны щитовидной железы регулируют рост, развитие и дифференцировку тканей. Гормоны щитовидной железы стимулируют окостенение эпифизов трубчатых костей, созревание хряща и таким образом ускоряет развитие костей. Гормоны щитовидной железы влияют на рост и развитие кожи и ее производных (волос и перьев). При гипофункции щитовидной железы волосы становятся тусклыми, ломкими, выпадают. Кожа делается шершавой.

Тиреоидные гормоны повышают продукцию молока и содержание жира в нем. Гормоны щитовидной железы оказывают большое влияние на развитие нервной ткани.

Тиреокальцитонин называют гормоном, сберегающим в организме кальций. Он понижает уровень ионов кальция и фосфора в плазме крови. Тиреокальцитонин действует на содержание кальция в плазме крови противоположно гормону околощитовидных желез – паратгормону. Деятельность щитовидной железы регулируется центральной нервной системой двумя путями: по эфферентным нервам и через гипофиз.

## ОКОЛОЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Околощитовидные, или парашитовидные, железы имеются у всех классов позвоночных животных, за исключением рыб. Основная функция околощитовидных желез – поддержание гомеостаза кальция и фосфора. Гормон околощитовидных желез – **паратгормон**. Паратгормон усиливает активность остеокластов – клеток, разрушающих кости. При этом ионы кальция высвобождаются из костных депо и поступают в кровь. Одновременно с кальцием в кровь выводится и фосфор. Паратгормон также усиливает всасывание кальция из кишечника и реабсорбцию этого иона в почечных канальцах, что способствует повышению его концентрации в плазме крови.

Образование и выделение паратгормона в крови определяются концентрацией ионов кальция в плазме крови.

## НАДПОЧЕЧНИКИ

Надпочечники – парные образования, расположенные над почками. Они окружены плотной соединительной капсулой и состоят из двух слоев: коркового и мозгового.

**Корковый слой.** Этот слой состоит из трех зон: клубочковой, пусковой и сетчатой. Это не только морфологически обособленные структуры, но и физиологически они выполняют разные функции.

По основному физиологическому действию на организм гормоны коры надпочечников делят на три группы: глюкокортикоиды, влияющие преимущественно на обмен углеводов; минералокортикоиды, действующие главным образом на минеральный и водный обмен; половые гормоны – андрогены, эстрогены и прогестерон.

**Минералокортикоиды** регулируют преимущественно минеральный и водный обмен. Истинный гормон этой группы – **альдостерон**. Альдостерон участвует в регуляции водно-солевого обмена у животных, он усиливает активную реабсорбцию натрия из первичной мочи.

**Глюкокортикоиды.** К глюкокортикоидам относят **кортизол** (гидрокортизон), **кортизон** и **кортикостерон**. Кортизон и кортикостерон образуются в пучковой зоне коры надпочечников, а кортизон – из кортизола вне надпочечников.

В сетчатой зоне коры надпочечников вырабатываются мужские и женские половые гормоны. К мужским половым гормонам – **андрогенам** – относятся **андростендин**, **андростерон** и др. Активность их значительно меньше, чем тестостерона – гормона мужских половых желез. Андрогены вырабатываются у животных обоего пола, но в небольших количествах. Женские половые гормоны – **эстрогены: эстрон и эстрадиол**, а также **прогестерон**.

**Мозговой слой.** В мозговом слое надпочечников вырабатываются гормоны **адреналин и норадреналин**, относящиеся к катехоламинам. В группу катехоламинов входит также предшественник норадреналина – **дофамин**. Физиологическое действие адреналина и норадреналина на многие органы и ткани подобно действию постганглионарных волокон симпатических нервов. Оно характеризуется повышением энергетического обмена и функции сердечно-сосудистой системы, усилением кровообращения скелетной мускулатуры, торможением деятельности желудочно-кишечного тракта и т.д.

Адреналин повышает возбудимость центральной нервной системы, стимулирует поглощение глюкозы тканью мозга и усиливает дыхание нервной ткани. Гормон оказывает возбуждающее действие на некоторые центры гипоталамуса.

Действие адреналина и норадреналина на сердечно-сосудистую систему в основном аналогично эффектам раздражения симпатической нервной системы. Адреналин повышает возбудимость и силу сокращения сердечной мышцы, непосредственно влияя на миокард и проводящую систему.

Адреналин и норадреналин, активируя липазу жировой ткани, вызывают мобилизацию жирных кислот и их окисление. Секреция адреналина и норадреналина регулируется гипоталамусом, в котором находятся высшие вегетативные центры.

## **ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА**

Поджелудочная железа – железа двойной секреции: внешней и внутренней. Эндокринную функцию поджелудочной железы выполняют островки Лангерганса, названные по имени автора, описавшего их в 1869 г. Островки состоят из  $\alpha$ - и  $\beta$ -клеток;  $\alpha$ -клетки крупнее

$\beta$ -клеток и расположены преимущественно по периферии островков. Основную массу островков составляют  $\beta$ -клетки (75 %). Открыты также клетки типа Д.

**Гормоны поджелудочной железы.** Гормон **инсулин** секретируется  $\beta$ -клетками и состоит из двух пептидных цепей. В  $\beta$ -клетках инсулин находится в гранулах, где он связан с цинком. Это обеспечивает его депонирование. Инсулин регулирует обмен веществ, и прежде всего углеводный. Он является единственным гормоном, при помощи которого происходит использование глюкозы в организме. Инсулин участвует также в обмене жиров и белков.

**Глюкагон** образуется  $\alpha$ -клетками островков Лангерганса и представляет собой полипептид с молекулярной массой 3485. Глюкагон участвует в регуляции углеводного обмена. Он активирует фермент фосфоорилазу, который расщепляет гликоген печени до глюкозы. По влиянию на концентрацию глюкозы в крови глюкагон выступает как антагонист инсулина. Но их можно рассматривать и как гормоны-синергисты. Глюкагон влияет на жировой обмен.

**Соматостатин** образуется в клетках типа Д (кроме поджелудочной железы, он образуется нейросекреторными клетками гипоталамуса). Этот гормон угнетает выделение соматотропина гипофизом, тормозит секрецию глюкагона и инсулина поджелудочной железой.

## ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

**Эндокринные функции семенников.** Мужские половые гормоны носят название андрогенов (andros – мужчина). Различают несколько гормонов, относящихся к андрогенам, из которых наиболее важен **тестостерон**. Тестостерон участвует в стадиях завершения спермиогенеза. При его отсутствии подвижных зрелых спермиев не образуется. Половые гормоны заметно влияют на обмен веществ в организме, увеличивая образование белка и в то же время уменьшая количество жира.

**Эндокринные функции яичников.** Яичники синтезируют эстрогены, или женские половые гормоны: **эстрадиол, эстрон и эстриол**. Все три гормона сходно влияют на организм самки, но наиболее активен эстрадиол.

У молодых, еще неполовозрелых самок эстрогены стимулируют рост яйцеводов, матки, влагалища, молочных желез, развитие сосков. У половозрелых самок они вызывают гиперемию и пролиферативные процессы в слизистой матки, влагалища и яйцеводах. Этим они спо-

собствуют циклическим изменениям эндометрия, подготавливая его к восприятию спермы и яйцеклетки; активизируется функция желез, продуцирующих влагалищные секреты, активно отторгаются устаревшие клетки эпителия.

## **ЭПИФИЗ**

В эпифизе синтезируется гормон **мелатонин** серотонина, источником образования которого является аминокислота триптофан. Мелатонин замедляет синтез фоллиберина и люлиберина в гипоталамусе и гонадотропных гормонов (фоллитропина и лютропина) в гипофизе, тем самым угнетая половое созревание. Мелатонин – это универсальный регулятор биологических циклов и ритмов. Поскольку цикл биологических процессов в эпифизе отражает смену периодов дня и ночи, то считают, что эта циклическая активность представляет собой своеобразные биологические часы организма.

Мелатонин контролирует процессы деления и дифференцировки клеток. Мелатонин, кроме эпифиза, синтезируется в клетках желудочно-кишечного тракта, печени, почках.

## **ЗАНЯТИЕ 18.**

### **ВЛИЯНИЕ АДРЕНАЛИНА НА ДИАМЕТР ЗРАЧКА ГЛАЗА И ИЗОЛИРОВАННОЕ СЕРДЦЕ ЛЯГУШКИ**

**Цель занятия:** пронаблюдать, как изменяется диаметр зрачка и работа изолированного сердца лягушки под влиянием адреналина.

**Для работы необходимы:** лягушка, препаровальный набор, раствор Рингера для холоднокровных, две чашки Петри, три часовых стекла, глазная пипетка, раствор адреналина 1:1000.

#### **Ход работы**

1. Отрезать у лягушки верхнюю челюсть, делая разрез позади глаз. Разрушить спинной мозг с помощью препаровальной иглы.

2. Осторожно вырезать оба глаза и поместить их на отдельные часовые стёкла в раствор Рингера.

3. Часовые стёкла поставить на 20 минут на яркий свет.

4. К раствору Рингера на одном стекле добавить 0,5 мл адреналина 1:1000 и через 10 мин рассмотреть оба глаза, обращая внимание на величину зрачка.

5. Лягушку приколоть булавками к препаровальной дощечке брюшком вверх.

6. Вскрыть полость тела в грудной области, вырезать сердце и положить его на часовое стекло в раствор Рингера.

7. Спустя 3-5 мин подсчитать число сердечных сокращений в 1 минуту.

8. Пипеткой добавить в раствор Рингера каплю адреналина и через 1-2 мин подсчитать сокращения сердца в минуту. Обратит внимание на силу сокращений.

### **Оформление результатов работы**

1. Подсчитать и записать в тетрадь число сердечных сокращений до и после действия на сердце раствором адреналина.

2. Зарисовать в тетрадь форму зрачка глаза до действия раствора адреналина и после.

3. Сформулировать и записать соответствующие выводы.

## ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

**Дыхание** – совокупность процессов, обеспечивающих потребление кислорода и выделение двуокиси углерода в атмосферу. В основе дыхательной функции лежат тканевые окислительно-восстановительные процессы, обеспечивающие обмен энергии в организме.

Сущность дыхания заключается в обеспечении процессов, при помощи которых животные и растительные клетки потребляют кислород, отдают двуокись углерода и переводят энергию в форму, доступную для биологического использования. Поступающий из окружающей среды кислород доставляется к клеткам, где он связывается с углеродом и водородом, которые отщепляются от высокомолекулярных веществ, включенных в цитоплазму. Конечные продукты превращений веществ, удаляемых из организма, двуокись углерода, вода и другие соединения содержат большую часть кислорода, поступающего в организм, остальной кислород входит в состав цитоплазмы. Кислород обеспечивает основные биохимические окислительные процессы, освобождающие энергию, поэтому нормальная жизнь и здоровье животных невозможны при недостаточном снабжении организма кислородом. При прекращении окислительных процессов животные погибают через несколько минут.

В процессе дыхания различают: обмен воздуха между внешней средой и альвеолами (внешнее дыхание или вентиляция легких), перенос газов кровью, потребление кислорода клетками и выделение ими двуокиси углерода (клеточное дыхание).

У млекопитающих газообмен почти полностью совершается в легких. Дыхание совершается ритмически, что обеспечивает поддержание постоянства напряжения двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) концентрации водородных ионов ( $\text{H}^+$ ) и напряжения  $\text{O}_2$  в артериальной крови. Весь процесс газообмена протекает в легочных альвеолах, тесно соприкасающихся с сосудистыми капиллярами и эритроцитами.

**Механизм вдоха и выдоха.** Процесс дыхания обусловлен движением грудной клетки и растяжением легких. При спокойном дыхании при вдохе (инспирации) вдыхательная мускулатура сокращается, все ребра, поскольку они фиксированы в суставах, описывают дугу кверху и вперед, и грудная клетка расширяется в продольном и поперечном направлениях. Расширению грудной клетки спереди назад способствует и сокращение диафрагмы. При вдохе положение сухожильного центра ее остается неизменным, а увеличиваются лишь мышечные участки. Диафрагма становится конусовидной.

Прекращение вдоха создает предпосылки для выдоха (экспирации): межреберные мышцы расслабляются, и грудная клетка в силу эластичности и собственной тяжести возвращается в исходное положение, а оттесненные назад диафрагмой брюшные внутренности подаются вперед, и купол диафрагмы становится выпуклым. Спадающая грудная клетка равномерно сдавливает легкие, выжимая из них воздух. Участие различных мышц в дыхательном акте было выяснено с помощью регистрации их биопотенциалов (электромиография).

Выдох осуществляется обычно пассивно вследствие расслабления указанной мускулатуры. Однако при форсированном выдохе сокращаются внутренние межреберные и задние нижние зубчатые мышцы, а также мышцы живота. Вдох совершается несколько быстрее, чем выдох. У коров соотношение вдоха к выдоху по времени составляет 1:1,2.

Для регистрации дыхательных движений применяют метод реопневмографии. Он заключается в изменении электропроводности тканей, находящихся между двумя электродами: грудь – тазовая конечность. В момент вдоха сопротивление тканей достигает максимума (1-2 Ом), а при выдохе – минимума. По данным реопневмограммы можно судить о частоте дыхательных движений, глубине дыхания, длительности вдоха и выдоха, что необходимо для оценки функционального состояния животного.

**Типы дыхания.** У животных различают три типа дыхания: реберный, или грудной, – при вдохе преобладает сокращение наружных межреберных мышц; диафрагмальный, или брюшной – расширение грудной клетки происходит преимущественно за счет сокращения диафрагмы; реберно-брюшной – вдох обеспечивается в равной степени межреберными мышцами, диафрагмой и брюшными мышцами. Последний тип дыхания свойственен сельскохозяйственным животным. Изменение типа дыхания может свидетельствовать о заболевании органов грудной или брюшной полости. Например, при заболевании органов брюшной полости преобладает реберный тип дыхания, так как животное оберегает больные органы.

**Жизненная ёмкость лёгких.** В покое собаки выдыхают в среднем 0,3-0,5, лошади – 5-6 л воздуха. Этот объем называют дыхательным воздухом. Сверх данного объема собаки и овцы могут вдохнуть еще 0,5-1, а лошади – 10-12 л воздуха. После нормального выдоха животные могут выдохнуть приблизительно такое же количество воздуха.

При нормальном, неглубоком дыхании у животных грудная клетка не расширяется до максимального предела, а находится на некотором оптимальном уровне, при необходимости объем ее может увеличиваться за счет максимального сокращения мышц инспираторов.

*Дыхательный, дополнительный и резервный объемы* воздуха составляют жизненную емкость легких. У собак она составляет 1,5-3 л, у лошадей – 26-30, у крупного рогатого скота – 30-35 л воздуха. При максимальном выдохе в легких еще остается немного воздуха, этот объем называют остаточным. Жизненная емкость легких и остаточный воздух составляют общую емкость легких. Величина жизненной емкости легких может значительно уменьшиться при некоторых заболеваниях, что приводит к нарушению газообмена.

Определение жизненной емкости легких имеет большое значение для выяснения физиологического состояния организма в норме и при патологии. Ее можно определить с помощью специального аппарата, называемого водяным (спирометром). К сожалению, эти способы трудно применимы в производственных условиях. У лабораторных животных жизненную емкость определяют под наркозом, при вдыхании смеси с высоким содержанием  $\text{CO}_2$ . Величина наибольшего выдоха примерно соответствует жизненной емкости легких. ЖЕЛ изменяется в зависимости от возраста, продуктивности, породы и других факторов.

Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Атмосферный воздух содержит 20,82 % кислорода, 0,03 % двуокиси углерода и 79,03 % азота. В воздухе животноводческих помещений обычно содержится больше двуокиси углерода, водяных паров, аммиака, сероводорода и др. Количество кислорода может быть меньше, чем в атмосферном воздухе.

Выдыхаемый воздух содержит в среднем 16,3 % кислорода, 4 % двуокиси углерода, 79,7 % азота (эти показатели приведены в пересчете на сухой воздух, то есть за вычетом паров воды, которыми насыщен выдыхаемый воздух). Состав выдыхаемого воздуха непостоянен и зависит от интенсивности обмена веществ, объема легочной вентиляции, температуры атмосферного воздуха и др.

Азот в газообмене не участвует, но процентное содержание его во вдыхаемом воздухе несколько ниже, чем в выдыхаемом и альвеолярном. Это объясняется тем, что объем выдыхаемого воздуха несколько меньше, чем вдыхаемого.

Предельно допустимая концентрация двуокиси углерода в скотных дворах, конюшнях, телятниках – 0,25 %; но уже 1 %  $\text{CO}_2$  вызывает заметную одышку, и легочная вентиляция увеличивается на 20 %. Содержание двуокиси углерода выше 10 % ведет к смерти.

Дыхание – саморегулирующийся процесс, в котором ведущее значение имеет дыхательный центр, расположенный в ретикулярной формации продолговатого мозга, в области дна четвертого мозгового желудочка. Он является парным образованием и состоит из скопления нервных клеток, формирующих центры вдоха (инспирация) и выдоха (экспирация), которые регулируют дыхательные движения.

В коре головного мозга имеется центр, регулирующий и приспособляющий дыхание к изменяющемуся состоянию организма. Таким образом, дыхательный центр в целом состоит из созвездия нейронов, расположенных на различных этажах центральной нервной системы.

От легких по блуждающим нервам дыхательному центру передаются центростремительные импульсы. Рецепторы, расположенные в легких, и респираторные мышцы ритмически возбуждаются при растяжении и сжатии легких во время вдоха и выдоха. Импульсы, возникающие в легких во время вдоха, поступают в дыхательный центр и тормозят вдох, а при выдохе тормозят выдох. В этом заключается механизм саморегуляции дыхания. После перерезки блуждающего нерва указанная саморегуляция дыхания прекращается, и животные начинают дышать глубоко и очень редко.

Дыхательный центр функционирует по принципу рефлекса с обратной связью. Недостаток кислорода и накопление двуокиси углерода в крови приводят к возбуждению дыхательного центра и, следовательно, к ускорению ритма дыхания, что обеспечивает постоянство снабжения организма  $\text{O}_2$  и удаление из него  $\text{CO}_2$ . Двуокись углерода, водородные ионы и состояние гипоксии вызывают усиление и ускорение дыхания, что связано с их воздействием через кровь на нейроны дыхательного центра, а также специальные хеморецепторы, стимулирующие напряжение двуокиси углерода и снижение напряжения кислорода. Они находятся в каротидных синусах и стенке дуги аорты.

Дыхательный центр может возбуждаться не только в результате поступления в него крови, насыщенной двуокисью углерода, но и под влиянием раздражений, идущих из сосудистых рефлексогенных зон, приходящих в состояние возбуждения при изменении химического состава крови (накопление  $\text{CO}_2$ , недостаток кислорода, изменение концентрации водородных ионов).

## ЗАНЯТИЕ 19. ФРАКЦИИ ЛЕГОЧНОГО ВОЗДУХА. СПИРОМЕТРИЯ

**Цель занятия:** ознакомиться с устройством спирометра и методикой определения легочных объемов и жизненной емкости легких.

**Для работы необходимы:** испытуемый, спирометр лопастной, спирт, вата, вода.

### Ход работы

1. Протереть мундштук прибора ватным тампоном, смоченным спиртом, и поставить прибор в нулевое положение.

2. В прибор произвести обычный выдох после кратковременной задержки на вдохе при спокойном дыхании и зафиксировать показания прибора. Это *дыхательный воздух*, т.е. объем воздуха, вдыхаемый и выдыхаемый в состоянии физиологического покоя.

3. Установить прибор в нулевое положение и произвести в него полный выдох после кратковременной задержки дыхания, без вдоха. Зафиксировать показания прибора – это *резервный воздух*, т. е. объем воздуха, который можно выдохнуть после спокойного выдоха. По объему резервный воздух равен *дополнительному*, т. е. объему воздуха, который можно вдохнуть после спокойного вдоха.

4. Шкалу спирометра установить на нуль и после глубокого вдоха сделать максимальный выдох в спирометр. Показания прибора соответствуют *жизненной емкости легких*, т. е. сумме объемов дыхательного, резервного и дополнительного воздуха.

### Оформление результатов работы

Полученные в ходе опыта данные занести в таблицу и рассчитать остальные показатели.

Фракции легочного воздуха	Должные величины	Экспериментальные данные	
		Юноши	Девушки
Дыхательный воздух, мл			
Дополнительный воздух, мл			
Резервный воздух, мл			
Остаточный воздух, мл			
Альвеолярный воздух, мл			
Число дыхательных движений в минуту			
Минутный объем воздуха			

Окончание таблицы

Коэффициент легочной вентиляции			
Жизненная емкость легких, мл			
Общая емкость легких, мл			

1. Произвести расчет должной величины жизненной емкости легких по формуле:

для юношей

$$\text{ЖЕЛ}_{\text{муж.}} = [(\text{рост (см)} \times 0,052) - (\text{возраст (лет)} \times 0,022)] - 3,60;$$

для девушек

$$\text{ЖЕЛ}_{\text{жен.}} = [(\text{рост (см)} \times 0,041) - (\text{возраст (лет)} \times 0,018)] - 2,68.$$

2. Рассчитать максимальную легочную вентиляцию по формуле:

для юношей

$$\text{ЖЕЛ}_{\text{муж.}} = [(\text{рост (см)} \times 1,34) - (\text{возраст (лет)} \times 1,26)] - 21,4;$$

для девушек

$$\text{ЖЕЛ}_{\text{жен.}} = [(71,3 - \text{возраст (лет)}) \times [\text{площадь поверхности тела (м}^2\text{)}].$$

3. Изобразить графически соотношение фракций легочного воздуха в виде вертикального столбика или диаграммы, учитывая при этом, что в легких всегда имеется остаточный воздух, т.е. 25 % объема жизненной емкости.

4. Сравнить полученные данные, сделать выводы.

## **ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ**

**Пищеварение** – это физиологический процесс, заключающийся в превращении сложных химических соединений корма в более простые, доступные для усвоения организмом.

Процесс пищеварения происходит в системе органов пищеварения или пищеварительном тракте, который условно разделяют на три отдела: передний, средний и задний. К переднему отделу относят ротовую полость, глотку и пищевод; к среднему – желудок и отдел тонких кишок; к заднему – отдел толстых кишок. Пищеварительный тракт также включает застенные пищеварительные железы – слюнные, поджелудочную и печень, секреты которых изливаются в просвет желудочно-кишечного тракта.

### **Основные типы пищеварения**

Различают три основных типа пищеварения: внутриклеточное, внеклеточное и мембранное.

Внутриклеточное пищеварение осуществляется у простейших и у фагоцитов крови (лейкоцитов) при помощи фагоцитозных вакуолей.

Внеклеточное пищеварение осуществляется в полости желудочно-кишечного тракта.

Мембранное или пристеночное пищеварение осуществляется ферментами, локализованными на структурах клеточной мембраны, слизистых оболочек желудка и кишок.

Важнейшая роль в процессе пищеварения принадлежит ферментам. Ферменты – это биологические катализаторы, ускорители переваривания пищевых веществ. По своей химической природе они относятся к белкам, по физической – к коллоидным веществам. Большая часть ферментов вырабатывается клетками в виде проферментов, которые активизируются при помощи ряда физических и химических активаторов. Например, пепсиноген превращается в пепсин при помощи соляной кислоты желудочного сока.

### **Пищеварение в полости рта**

Пищеварение в полости рта состоит из трех этапов: приема корма, собственно ротового пищеварения и глотания.

Прием корма осуществляется губами, языком и зубами, причем у разных видов животных он осуществляется по-разному.

Собственно ротовое пищеварение осуществляется при пережевывании пищевого кома при помощи слюны. Слюна – это продукт секреции трех пар слюнных желез: подъязычных, подчелюстных и околоушных. Образование слюны – это секреторный процесс, осуще-

ствляемый клетками слюнных желез, который включает синтез составных частей секрета, формирование гранул секрета, выведение секрета из клетки и восстановление первоначальной ее структуры. Подъязычные и подчелюстные железы являются смешанными, т. к. выделяют слюну густую, содержащую большое количество глюкопротеида (муцина) и лишь немного серозного секрета. Околоушные железы относят к серозным железам, т.к. выделяют жидкий серозный секрет. Паренхима этих клеток содержит серозные клетки.

Слюна – это вязкая жидкость слабощелочной реакции с плотностью 1,002-1,012 содержит 99-99 % воды и 0,6-1 % сухих веществ, которые представлены белками, мочевой кислотой, мочевиной и минеральными веществами: хлоридами, фосфатами, карбонаты кальция, натрия, калия, магния.

Слюна содержит следующие ферменты:  $\alpha$ -амилазу и  $\alpha$ -глюкозидазу.  $\alpha$ -амилаза (птиалин), – действует на крахмал, расщепляя его до декстринов и мальтозы;  $\alpha$ -глюкозидаза действует на мальтозу, превращая этот дисахарид в глюкозу.

Кроме ферментов, слюна содержит бактерицидные вещества (ингибан и лизоцим).

Функции слюны:

- 1) смачивание пищи и формирование при помощи муцина пищевого кома;
- 2) расщепление крахмала;
- 3) регуляция кислотно-щелочного равновесия;
- 4) участие в терморегуляции;
- 5) бактерицидное действие.

Слюноотделение у разных видов животных:

– лошадь – возникает периодически, только при приеме корма, причем, чем суше корм, тем больше ее выделение. В сутки – до 40 литров, содержит мало ферментов;

– жвачные – околоушная железа секретирует постоянно, подчелюстная -периодически. В сутки образуется у коров 90-190 литров слюны, у овец: 6-10 литров;

– свиньи – слюноотделение периодическое, при приеме корма. За сутки слюны выделяется до 15 литров и примерно половина ее – секрет околоушной железы, рН слюны 8,1-8,47. Содержит ферменты птиалин и мальтазу.

Регуляция слюноотделения осуществляется под действием безусловного и условного рефлексов. Глотание осуществляется в две фазы: произвольную и непроизвольную.

## ЗАНЯТИЕ 20. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОЙ ЕМКОСТИ СЛЮНЫ

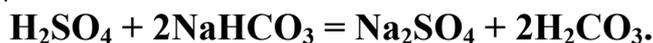
**Цель работы:** определить активную реакцию и кислотную емкость слюны различных животных.

**Для работы необходимы:** колбы, бюретка на 25 мл для титрования, градуированные пипетки на 1-2 мл, ионметр, 0,01 н. раствора  $H_2SO_4$ , индикатор метилоранж, слюна.

### Ход работы

С помощью ионметра определить рН слюны. В колбу отмерить 1 мл слюны, добавить 2 капли метилоранжа и титровать 0,01 н. раствором  $H_2SO_4$  до красновато-оранжевого оттенка. Вычислить кислотную емкость слюны в %  $NaHCO_3$  по количеству миллилитров  $H_2SO_4$ , пошедших на титрование.

**Пример расчета.** На титрование 1 мл слюны пошло 8 мл 0,01 н. раствора  $H_2SO_4$ :



При этом 1 мл 0,01 н.  $H_2SO_4$  свяжет 1 мл 0,01 н.  $NaHCO_3$  или по массе 0,00084 г  $NaHCO_3$ .

Так как на титрование пошло 8 мл  $H_2SO_4$ , то в 1 мл слюны содержится  $8 \cdot 0,00084$  г  $NaHCO_3$ , а щелочность слюны, выраженная в процентах  $NaHCO_3$ , будет составлять  $8 \cdot 0,00084 \cdot 100$  %, т.е. 0,67 %  $NaHCO_3$ .

Щелочность околоушной слюны у телят 8-12 месяцев и взрослых овец в среднем составляет 0,5-0,7, свиней – 0,30-0,35, собак и человека – 0,15-0,25 %  $NaHCO_3$ .

Указанные операции проделать со слюной различных животных, результаты записать в протокол опыта по следующей форме:

Слюна	рН	Количество кислоты, пошедшей на титрование, мл	Кислотная ёмкость, % $NaHCO_3$

## ЗАНЯТИЕ 21. ДЕЙСТВИЕ ЖЕЛУДОЧНОГО СОКА НА БЕЛОК

Проглоченный корм поступает в желудок, где продолжается его механическая и химическая обработка. Стенка желудка имеет серозную, мышечную и слизистую оболочку. В разных зонах слизистой оболочки содержатся кардиальные, фундальные (собственные) и пи-

лорические железы. Обычно преобладают фундальные железы, которые построены из трех видов секреторных клеток: главных, обкладочных и добавочных.

Главные клетки образуют гранулы ферментов пепсиногена и ренина.

Обкладочные – вырабатывают соляную кислоту.

Добавочные клетки – слизь (мукоид).

Кардиальные железы состоят из добавочных клеток, а железы пилорической области – из главных и добавочных.

Желудочный сок – это бесцветная, прозрачная жидкость кислой реакции, содержащая органические и неорганические вещества.

**Неорганические вещества желудочного сока.** Это хлористоводородная кислота, хлористые соли калия, натрия, кальция, аммония и магния, а также сульфаты и фосфаты. Соляная кислота, находящаяся в свободном и связанном состоянии с белками, играет важную роль в процессе желудочного пищеварения. Ее концентрация в желудочном соке зависит от вида пищи. Соляная кислота активирует профермент пепсиноген, превращая его в пепсин; вызывает денатурацию и набухание белков; способствует растворению некоторых минеральных веществ; участвует в регуляции моторной деятельности желудка и кишечника.

**Органические вещества желудочного сока.** К ним относятся белки, значительную часть которых составляют ферменты желудочного сока; молочная, фосфорная и аденозинтрифосфорная кислоты, а также вещества межклеточного обмена веществ: аминокислоты, креатинин, мочевая кислота.

**Ферменты желудочного сока.** К ним относят протеазы, расщепляющие белки, и липаза, расщепляющая жиры. Протеазы представлены пепсинами, желатиназой и химозином (ренином).

Пепсины – протеолитические ферменты, синтезируются главными клетками в неактивном состоянии в форме пепсиногенов, которые под действием соляной кислоты переходят в пепсин I (оптимум действия pH 1,8-2,2) и пепсин II (оптимум действия pH 3-3,5). Они обладают широкой субстратной специфичностью и активны по отношению ко всем белкам растительного и животного происхождения. Быстро гидролизуют пептидные связи карбоксильных групп фенилаланина, триптофана, тирозина и медленнее остальных аминокислот. При этом образуются в основном полипептиды, низкомолекулярные пептиды и аминокислоты. Подобно другим протеазам, пепсины вызывают створаживание молока.

Химозин (ренин) образуется из проренина, действует на молочный белок казеиноген, превращая его в казеин, и тем самым створаживает молоко. Активность химозина проявляется в слабокислой, нейтральной и слабощелочной средах и только в присутствии солей кальция. Желатиназа – фермент с протеолитическим свойством; воздействует на желатин.

Липаза расщепляет нейтральные жиры на жирные кислоты и глицерин. Особенно хорошо выражено ее действие на эмульгированный жир (жир молока).

Кроме сока в желудке, добавочными клетками вырабатывается слизь, особенно в кардиальной и фундальной зонах, а также поверхностным эпителием слизистой оболочки. Мукоиды обладают буферными свойствами и предохраняют слизистую от механических повреждений и действия кислых протеаз. Самопереваривание стенки желудка вероятно не происходит еще и из-за щелочной реакции крови, которая циркулирует между железистыми клетками и подавляет действие пепсина, а также наличия в стенке желудка особого фермента – антипепсина.

#### **Секреция желудочного сока.**

Весь период работы желудочных желез состоит из двух фаз: рефлекторной и гуморальной.

**Рефлекторная фаза.** Корм возбуждает рецепторы ротовой полости, от которых импульс по афферентным нервам (язычный, языкоглоточный) передается в центр пищеварения продолговатого мозга. Далее по эфферентным волокнам блуждающего нерва возбуждение передается ганглиозным клеткам, находящимся в стенке желудка.

Секреция желудочного сока начинается обычно до начала приема корма благодаря действию раздражителей, извещающих о корме. Это аппетитный или запальный сок. Аппетит как проявление возбуждения корковых (психических) центров вызывает секрецию желудочного сока.

**Гуморальная фаза или нейрохимическая фаза.** Обуславливается действием на желудочные железы химических веществ корма и продуктов их расщепления, всосавшихся в кровь. Местом наиболее активного всасывания химических агентов в желудке считается привратник (пилорус), в стенке которого вырабатывается особое вещество – гастрин. Под его воздействием вырабатывается в железах дна желудка гистамин, вызывающий в свою очередь секрецию обкладочных клеток.

**Моторика желудка.** В желудке имеются 3 слоя гладких мышц: продольный, круговой и косой. Сокращения этих мышц вызывают движения, или моторику, желудка. Различают два вида сокращения желудка: тонические и ритмические.

**Ритмические сокращения.** Гладкие мышцы периодически сокращаются и расслабляются. Эти сокращения начинаются обычно в кардиальной части желудка и распространяются по направлению к пилорической.

Тонические сокращения происходят из-за длительного напряжения мускулатуры фундальной части желудка.

Сокращение косых мышц малой кривизны желудка при приеме воды или жидкой пищи сближает кардиальную и пилорическую части желудка. Образуется так называемая желудочная бороздка, по которой жидкие вещества могут поступать сразу в кишечник.

**Цель работы** – изучить специфичность действия пепсина, роль HCl и pH в желудочном пищеварении.

**Для работы необходимы:** штатив с пробирками, мерные пипетки, термостат (водяная баня), спиртовка, белок куриного яйца (сырой и варёный), мясо (варёное), 10 %-ый NaOH, 1 %-ый CuSO<sub>4</sub>, 0,2 %-ый раствор HCl, 1 %-ый раствор крахмального клейстера, раствор Люголя, желудочный сок, лакмусовая бумага.

### Ход работы

Пронумеровать семь пробирок и поставить их в штатив. Заполнить пробирки следующим образом:

- № 1 – 3 мл желудочного сока + 1 мл крахмального клейстера;
- № 2 – 3 мл прокипячённого и охлаждённого желудочного сока + мясо варёное;
- № 3 – 3 мл желудочного сока, нейтрализованного содой + мясо варёное;
- № 4 – 3 мл желудочного сока + мясо варёное;
- № 5 – 3 мл желудочного сока + белок куриного яйца (варёный);
- № 6 – 3 мл желудочного сока + 1 мл белка куриного яйца (сырого);
- № 7 – 3 мл 0,2 % HCl, мясо варёное.

Все пробирки поместить на 1 час в термостат или водяную баню при температуре 37-39 °С. Периодически встряхивать. Через 1 час с содержимым всех пробирок, кроме № 1, сделать биуретовую реакцию на присутствие альбумоз и пептонов. Для этого в каждую из них добавить по 1 мл 10 %-го NaOH и 2-3 капли 1 % CuSO<sub>4</sub>. В пробирках с

нерасщеплённым белком появляется при взбалтывании фиолетовое окрашивание, а в пробирках, содержащих продукты распада белков, – разной интенсивности розовое. С содержимым пробирки №1 сделать йодную пробу на крахмал (с раствором Люголя).

Сделать выводы о своих наблюдениях, записать их в тетрадь.

## **ЗАНЯТИЕ 22.**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КИСЛОТ РУБЦОВОГО СОДЕРЖИМОГО**

При сбраживании сахаров появляются молочная, уксусная, пропионовая и масляная кислоты.

Интенсивность бродильных процессов очень велика, за сутки в рубце коровы образуется до 4 л летучих жирных кислот (ЛЖК). В небольшом количестве ЛЖК могут образовываться в рубце и в результате расщепления белка (изомасляная, изовалериановая и 2-метилмасляная кислоты).

Общее количество ЛЖК и соотношение отдельных кислот зависят от рациона. В большинстве случаев в рубце преобладает уксусная кислота. Наибольшее количество ее образуется при даче рациона, содержащего много клетчатки. Использование рационов, богатых крахмалом и сахаристыми кормами, способствует образованию пропионовой кислоты. Дача кислых силосованных кормов способствует уменьшению концентрации пропионовой и увеличению уксусной и масляной кислот, что нередко приводит к заболеваниям типа ацидоза и кетоза. ЛЖК почти полностью всасываются в преджелудках. Всосавшиеся ЛЖК используются организмом животных в качестве главного источника энергии и как исходные компоненты в различных ассимиляторных процессах: они служат одним из источников образования жира.

**Цель работы:** исследовать пищеварительные процессы рубца.

**Для работы необходимы:** профильтрованное рубцовое содержимое, пробирки, штатив, пипетки глазные и мерные, колбочки для приготовления эфирной вытяжки, лакмусовая бумага, спирт этиловый, вода дистиллированная, 1 %-ый раствор хлорного железа, эфир, универсальный индикатор.

#### **Ход работы**

##### **1 Определение рН содержимого рубца**

В фарфоровую чашку отмерить 1 мл содержимого рубца, 4 мл воды и добавить 2 капли универсального индикатора. По окраске растворов определить величину рН содержимого в соответствии со следующей шкалой.

pH	Окраска	pH	Окраска
3	Розовая	7	Желтая
4	Красная	8	Бледно-зеленая
5	Оранжевая	9	Зеленая
6	Желто-зеленая	10	Сине-зеленая

## 2 Реакции на кислоты брожения

К 20 мл дистиллированной воды прибавить 3 капли 1 %-го хлористого железа. Вода приобретает слегка желтоватый цвет. Разлить в 2 пробирки и в одну из них приливать по каплям содержимое рубца. В присутствии молочной кислоты жидкость окрашивается в канареечный цвет. В пробирку налить 5-7 мл фильтрата рубцового содержимого и нагревать на пламени горелки. Над пробиркой, не касаясь ее, держать синюю лакмусовую бумажку. В присутствии летучих жирных кислот лакмусовая бумага краснеет.

В колбочку отмерить 5 мл фильтрата рубцового содержимого и добавить 5 мл эфира, тщательно взболтать и дать отстояться. В пробирку налить 3 мл H<sub>2</sub>O, добавить 2 капли 1 %-го раствора хлорного железа и на этот раствор наслаивать пипеткой эфирную вытяжку из колбы. На границе жидкостей появляется темно-красное окрашивание. Это реакция на уксусную кислоту.

Из колбочки эфирную вытяжку перенести в пробирку и добавить несколько капель спирта. При наличии масляной кислоты вытяжка окрашивается в оранжевый цвет.

## Оформление результатов работы

Результаты работы записать в таблицу по следующей форме:

Образец рубцовой жидкости	Определение pH		Качественные реакции на кислоты			
	цвет	pH	молочную	ЛЖК	уксусную	масляную

## ЗАНЯТИЕ 23.

### ФЕРМЕНТАТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОДЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

Поджелудочный сок вырабатывается поджелудочной железой и через проток поступает в двенадцатиперстную кишку. Это прозрачная бесцветная жидкость щелочной реакции, pH 7,2-8,0. Поджелудочный сок содержит ферменты, которые переваривают белки, полипептиды, нуклеиновые кислоты, жиры и углеводы.

Ферменты, переваривающие белки, полипептиды и жиры, синтезируются в неактивном виде.

Трипсин активен в щелочной среде. Он действует на пептидные связи белков, расщепляя их до пептидов и свободных аминокислот.

Химотрипсин выделяется в неактивном состоянии в виде химотрипсиногена и активируется трипсином.

Панкреатопепсидаза (эластаза) осуществляет гидролиз специфических белков соединительной ткани и мукополисахаридов, расщепляя их на пептиды и аминокислоты.

Карбоксипептидаза – эндофермент, отщепляет от пептидов свободные аминокислоты со стороны карбоксильной группы.

Дезоксирибонуклеаза осуществляет гидролиз нуклеиновых кислот.

Липаза расщепляет жиры на глицерин и жирные кислоты.

Гликолитические ферменты амилаза расщепляет крахмал, гликоген и амилопектин, глюкозидаза – мальтозу, фруктофуридаза – сахарозу.

**Цель работы** – исследовать переваривающее действие поджелудочного сока на белки, жиры, углеводы.

**Для работы необходимы:** термостат, штатив с пробирками, пипетки мерные, пипетки глазные, поджелудочный сок, желчь, вытяжка из соскоба 12-перстной кишки, 1 %-ый раствор варёного крахмала, масло растительное, физраствор, мясо варёное.

### **Ход работы**

Пронумеровать 6 пробирок и заполнить следующим образом:

№ 1 – 3 мл поджелудочного сока + 3 капли вытяжки из 12-перстной кишки + кусочки варёного мяса;

№ 2 – 3 мл физраствора + кусочки варёного мяса;

№ 3 – 3 мл поджелудочного сока + 2 мл крахмального клейстера;

№ 4 – 3 мл физраствора + 2 мл крахмального клейстера;

№ 5 – 3 мл поджелудочного сока + 10 капель растительного масла + 3 капли фенолфталеина + 3-4 капли желчи;

№ 6 – 3 мл физраствора + 10 капель растительного масла + 3 капли фенолфталеина + 3-4 капли желчи.

Внимание! Если после прибавления желчи розовая окраска содержимого пробирок № 5 и 6 исчезнет, необходимо добавить  $\text{NaHCO}_3$  до восстановления одинаковой розовой окраски в обеих пробирках. Поставить пробирки на 45 минут в термостат, затем извлечь и проделать соответствующие реакции и записать результат.

1. С содержимым пробирок № 1 и 2 проделать биуретовую реакцию (действие желудочного сока на белок).

2. С содержимым пробирок № 3 и 4 проделать йодную пробу (к содержимому пробирок прибавляют по 2-3 капли раствора Люголя). Появление синей окраски свидетельствует о присутствии крахмала.

3. В пробирках № 5 и 6 установить изменение интенсивности розового окрашивания (происходит при изменении рН).

Сделать выводы о своих наблюдениях, записать их в тетрадь.

## **ЗАНЯТИЕ 24.**

### **ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЧИ НА ФИЛЬТРАЦИЮ ЖИРА**

Желчь вырабатывается в лизосомах гепатоцитов печени и отводится по желчным внутрипеченочным путям и общему протоку в желчный пузырь. У лошадей, верблюдов, крыс, голубей желчный пузырь отсутствует и его роль выполняет желчная цистерна.

Желчь секретируется печенью непрерывно, в кишечник она выделяется либо во время пищеварения, либо постоянно.

Желчь различают пузырную и печеночную. Первая более темная, густая, вязкая из-за муцина, который выделяется стенками пузыря. Содержание воды в ней достигает 85 %, рН 5,5-6,5. У печеночной желчи воды 97,5 %, рН 7,4-8,0. Сухое вещество представлено солями желчных кислот (1 %), минеральными солями 0,8 %, желчными пигментами 0,2 %, муцином 0,3 %, жирными кислотами 0,14 %, холестерином и лецитином 0,08 %.

Соли желчных кислот (холевой, дезоксихолевой, хенодезоксихолевой) в кишечнике соединяются с жирными кислотами и образуют при участии холестерина мицеллы, в составе которых жиры транспортируются в эпителиоциты. Всосавшись, соли переносятся в печень и снова выводятся с желчью.

Значение желчи в процессах пищеварения многообразно. Она понижает поверхностное натяжение растворов и облегчает превращение жиров в тонкую эмульсию, в виде которой они легче перевариваются липазой. Благодаря своей щёлочности, желчь способствует нейтрализации кислого содержимого, поступающего из желудка в кишечник. Под влиянием желчи усиливается действие липазы, амилазы и протеолитических ферментов поджелудочного и кишечного соков. Желчь обладает бактерицидным и дезодорирующим свойствами.

**Цель занятия:** исследовать эмульгирующее жир свойство желчи.

**Для работы необходимы:** штатив с градуированными пробирками, стеклянные воронки, пипетки, бумажные фильтры, растительное масло, желчь, дистиллированная вода.

### Ход работы

В градуированные пробирки вставить воронки с бумажными фильтрами, один фильтр смочить водой, а другой – желчью. Налить в каждую воронку около 2 мл растительного масла. Через 45 минут проверить результаты, записать их в тетрадь.

## ЗАНЯТИЕ 25. ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ РАЦИОНА

**Цель работы:** изучение потребности организма в энергии, белках, жирах и углеводах.

**Материалы и оборудование:** таблицы калорийности питательных веществ и их химического состава.

### Ход работы

Рассчитать затраты энергии для человека или животного с учетом основного обмена и выполняемой работы или продуктивности животного (на 1 кг/м работы идет 0,012 ккал, на образование литра молока – 1000 ккал). Определяют потребность организма в белках (на сутки), т.е. учитывают белковый минимум (максимальное количество белка для человека в сутки составляет 118-120 г, из них 40 % белков должно быть животного происхождения, т.е. полноценных).

Жира в рационе должно быть 56-60 г, из них 40 % животного происхождения.

Углеводами дополняют рацион с учетом общей калорийности.

При составлении рациона необходимо учитывать его объем, наличие клетчатки, минеральных веществ, витаминов, белков, жиров и других углеводов.

Рацион составляют на сутки или отдельно на обед, завтрак, ужин. На завтрак требуется 1/3 энергии от суточной потребности, на обед – 1/2, на ужин – 1/6.

Рацион для человека составляет примерно на 3000 ккал общим весом 2 кг. Белка должно быть 118-120 г, жира – 56-60 г.

Схема составления рациона

Наименование продуктов	Количество продуктов, кг	Количество белка, г	Количество жира, г	Калорийность взятого количества продуктов, ккал
Итого	2	118-120	56-60	3000



## ФИЗИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ

Размножение, или репродукция, – это биологический процесс, обеспечивающий продолжение вида.

В период половой зрелости начинают функционировать органы размножения: у рогатого скота – с 6-10-го месяца, у свиней – с 5-8, у лошадей – с 16-18-го месяца. В это время начинают созревать в яичниках у самок фолликулы, а у самцов – сперматозоиды в семенниках.

Физиологическая зрелость у тёлочек наступает в возрасте 16-18, у овец и коз – 12-15, у свиней – 9-10 месяцев, у кобыл – 3 лет.

К органам размножения самцов относятся семенники с придатками, спермиопроводы, придаточные половые железы и совокупительный орган.

*Семенники* – парные половые железы, в них образуются половые клетки – спермии. Семенники при рождении опускаются из брюшной полости в мошонку через паховые кольца. Если семенники задерживаются в брюшной полости, то это явление называется крипторхизмом, который бывает одно- и двусторонним, а животные называются крипторхами.

Сперматогенез происходит непрерывно, но неравномерно. Сперматогенез начинается с того, что сперматогонии – первичные половые клетки – превращаются в более крупные клетки (сперматоциты первого порядка). Сперматоциты делятся (митоз) на две сперматиды второго порядка. Далее идёт второе митотическое деление и образуются одинаковые сперматиды, имеющие гаплоидное число хромосом.

*Придаток семенника* имеет головку, тело и хвост. Канал придатка – это сильно извитая трубочка, длина которой 50 м у баранов и 85 м у жеребцов. Сперматиды, попадая в канал придатка, созревают, приобретают отрицательный заряд. Скорость движения половых клеток по каналу около 50 дней. В хвосте придатка спермии сохраняют оплодотворяющую способность 1-2 месяца.

Процесс созревания сперматозоидов проходит при температуре на 3-4 °С ниже температуры тела. Это необходимо для уменьшения подвижности спермиев, снижения обмена веществ, снижения энергии. Повышение температуры ведёт к гибели спермиев (38-40°) и прекращению полноценного сперматогенеза.

*Спермиопроводы* (парные) – это продолжение канала придатков семенников. Спермиопроводы в составе семенных канатиков проникают через паховые кольца в брюшную полость, в области мочевого пузыря сближаются и впадают в тазовую часть мочевого канала.

Спермиопроводы имеют ампулообразные расширения, в стенке которых имеются особые железы, секрет которых выделяется в момент спаривания.

В тазовую часть мочеполового канала открываются протоки придаточных половых желёз: пузырьковидных, предстательной, купферовых и многочисленных уретральных.

Половая функция самцов – это сложный комплекс рефлексов. Половое влечение возникает в результате восприятия анализаторами самца раздражений, исходящих от самки, и влияния гормона тестостерона, который обуславливает половое влечение к самке. Кора больших полушарий головного мозга, суммируя все раздражители, посылает импульсы в промежуточный мозг, а далее – в центр эрекции и эякуляции, расположенный в спинном мозге на уровне крестцовых и поясничных позвонков. Осуществление половых рефлексов происходит при наличии условных рефлексов, которые вырабатываются очень быстро. Эрекция полового члена возникает вследствие усиленного притока крови в пещеристые тела. В результате половой член увеличивается в размерах и делается упругим, что способствует введению его в половые пути самок.

Совокупление – введение во влагалище самки полового члена и ряд движений. Подготавливающих выбрасывание спермы. У быков и баранов совокупление происходит очень быстро. У лошадей и свиней – более длительно.

Эякуляция – это выделение продуктов половых желёз – спермы и секретов через мочеполовой канал под действием гормона окситоцина, который вызывает сокращение гладкой мускулатуры канала придатков, спермиопроводов и мочеполового канала.

Эякулят – это сперма, выделенная при одном спаривании.

Сперма состоит из двух частей: спермиев и жидкости – плазмы, представляющей собой смесь секретов придаточных половых желёз. Белка в сперме 2,5-10 %, есть липиды, фруктоза, калий, хлор, натрий, фосфор.

Семенная плазма – продукт секреции придаточных половых желёз и является стабилизирующей, разбавляющей, активирующей и питательной средой для спермиев.

Объём эякулята у быка 4-8 мл, у жеребца – 30-150 мл, у барана – 0,8-1,2 мл, у хряка – 150-500 мл.

К органам размножения самок относятся: яичники, яйцепроводы, матка, влагалище, клитор и половые губы.

Яичники – парные органы, в которых происходит образование женских половых клеток – яйцеклеток.

Яйцепроводы – тонкие, извитые трубочки, по ним яйцеклетки поступают в матку. Длина яйцепровода 10-30 см, он имеет воронкообразное расширение с бахромкой.

Матка состоит из тела, рогов и шейки.

Процесс образования и созревания женских половых клеток называется овогенезом. Он включает три стадии: размножение, рост и созревание. Стадия размножения происходит у самки в утробный период в яичниках, где многократно увеличивается число диплоидных половых клеток оогоний. Их в яичнике 120-160 тысяч. Это непополняемый запас.

В стадии роста, в конце эмбрионального развития животного, половая клетка утрачивает способность делиться и превращается в ооцит 1 порядка, окруженный слоем мелких фолликулярных клеток.

Различают фазы медленного и быстрого роста ооцитов. Фаза медленного роста продолжается годами и идет только за счет процессов ассимиляции. Фаза быстрого роста связана с половым созреванием животных. В яичнике образуются вторичные и третичные фолликулы. Эти процессы идут под влиянием фолликулостимулирующего гормона. Зрелые фолликулы выпячиваются над поверхностью яичника и последние напоминают виноградные грозди.

Перед овуляцией ооцит 1 порядка претерпевает первое деление мейоза и превращается в ооцит 2 порядка с половинным набором хромосом и первое направительное тельце. Во время овуляции (разрыва стенки фолликула) ооцит попадает в воронку яйцевода и продвигается по его просвету. Стадия созревания овогенеза происходит в яйцеводе. В момент, когда в яйцеклетку начинает проникать спермий, ооцит 2 порядка подвергается второму делению мейозо-митотическому. В результате образуется зрелая яйцеклетка, способная к оплодотворению, и второе направительное тельце, которое затем редуцируется.

Главное отличие овогенеза от спермиогенеза в том, что в процессе первого образуется одна яйцеклетка, в процессе второго – четыре спермия.

*Течка* (эструс) – комплекс сложных морфологических и функциональных изменений, происходящих в организме самки, направленных на сохранение и оплодотворение яйцеклетки. Во время течки увеличиваются рога матки, сокращаются мышцы матки, раскрывается канал шейки матки.

Эстрогены стимулируют клетки слизистой оболочки матки, влагалища, и особенно шейки матки к секреции прозрачной жидкой слизи, которая мутнеет во вторую половину охоты.

Течка наступает за 24-36 ч до начала половой охоты и длится у коров 2-3 суток.

*Половая охота.* Под влиянием эстрогенов повышается возбудимость нервной системы, что проявляется отказом от еды, беспокойством, снижением продуктивности. Наиболее ярко половые рефлекс у самок всех видов проявляются в присутствии самца.

Продолжительность охоты у кобыл – 5-7 дней, у коров – 10-12 ч. Овуляция происходит через 7-15 ч после окончания охоты. После овуляции на месте лопнувшего фолликула образуется *жёлтое тело*, которая является временной железой, которая продуцирует гормон прогестерон. Прогестерон влияет на слизистую матки, эндотелий эндометрия набухает и разрастается, задерживается развитие новых фолликулов, охота и течка прекращаются и сменяются половым покоем.

Жёлтое тело рассасывается через несколько дней, если не произошло оплодотворения.

Комплекс физиологических и морфологических процессов, протекающих в организме самки в период от начала одной течки и охоты до другой, называют *половым циклом* или половой периодичностью. Половой цикл в среднем длится 19-22 дня.

Ведущая роль в регуляции половых функций принадлежит центральной нервной системе, которая регулирует секрецию гормонов. Центры регуляции находятся в гипоталамусе, где нервные импульсы преобразуются в гуморальные факторы, способствующие выделению гормонов гипофиза: фолликулостимулирующего (ФСГ), который вызывает рост и развитие фолликулов, лютеинизирующего (ЛГ), который стимулирует овуляцию и превращение места лопнувшего фолликула в жёлтое тело.

ФСГ в большом количестве выделяется перед наступлением течки и охоты. Процесс спаривания рефлекторно ведёт к выделению из задней доли гипофиза окситоцина, который вызывает сокращение мышц матки и яйцепроводов у самок. А это способствует быстрому проникновению спермиев в яйцепровод, где и происходит оплодотворение яйца. Возбужденный гипоталамус через ретикулярную формуляцию индуцирует в кору головного мозга, вызывая в ней сексуальную настроенность в поведении самки или самца, т.е. половую доминанту – временный господствующий очаг возбуждения в ЦНС.

После овуляции при образовании в яичнике жёлтого тела и усилении продукции гормона прогестерона наступает материнская доминанта, подавляющая половую. Если беременность не наступает, то такое состояние называется ложной беременностью, которая после рассасывания жёлтого тела снова сменится половой доминантой.

При спаривании у овец, коз и коров сперма попадает во влагалище, а у кобыл и свиней – в матку. Перемещение спермиев через шейку, тело и рога матки происходит в результате сокращения мускулатуры этих органов, Спермии могут достичь воронки яйцевода коровы в течение 2-4 мин, а у овец – 6 мин. Продолжительность жизни спермиев в среднем составляет у животных 36-48, в том числе у свиней и кобыл – 24-48 ч, а у человека – до 6-7 дней.

*Оплодотворением* называют проникновение спермиев в цитоплазму яйца, слияние ядер спермия и яйца и образование зиготы. Сперматозоиды встречаются с яйцеклеткой в верхней трети яйцевода и внедряются в её лучистый венец благодаря ферменту гиалуронидазе. Затем спермии попадают в прозрачную оболочку и околожелточное пространство и затем происходит второе мейотическое деление ооцита, и в этот момент в ооцит проникает только один сперматозоид. Образовавшаяся зигота постепенно продвигается по направлению к матке и попадает в неё спустя 4-7 суток. Зигота достигает матки в стадии морулы.

Морула имеет два слоя клеток светлые и тёмные, т.е. трофобласт и эмбриобласт. Образующуюся полость в моруле называют бластоцистой – зародышевым пузырьком. Постепенно формируются и околоплодные оболочки: водная – амнион, мочева – аллантоис и сосудистая – хорион. Их формирование у крупных животных заканчивается через 2 месяца, а у мелких – через месяц.

Наружная оболочка – хорион, у большинства млекопитающих вместе со слизистой оболочкой матки образует плаценту или детское место.

Плацента – это сложный временный орган самки, состоящий из изменённой слизистой оболочки матки и хориона. На хорионе образуются ворсинки, а в слизистой матки – крипты.

У животных хорион имеет участки детской плаценты – котиледоны, где сгруппированы ворсинки (80-100 котиледонов), а на слизистой матки соответственно котиледонам развиваются материнские части плаценты – карункулы – грибовидные образования, в которых отсутствует эпителий. Различают несколько типов плацент: десмохориальная (жвачные), эндотелиохориальная (хищники, грызуны), эмбриотрофная (эпи-телиохориальная) (кобылы, свиньи).

В эмбриональном периоде развития животного выделяют три периода: зародышевый (формируется бластоциста), предплодный – переходный от зародышевого к плодному (первая треть беременности), плодный – от конца предплодного до рождения.

У лошадей и свиней между эпителием слизистой матки и хориона есть пространство, заполненное эмбриотрофом. Эмбриотроф всасывается и перерабатывается хорионом. У других животных питательные вещества поступают с кровью матери. Через плаценту легко проходят гормоны, некоторые антитела, но не проходит большинство микробов и паразитов.

Избирательная способность эпителия хориона пропускать одни вещества из крови матери в кровь плода и задерживать или подвергать биохимической обработке другие называется *плацентарным барьером*.

Эстрогены обуславливают рост мускулатуры матки. Пролиферацию её слизистой. Прогестерон жёлтого тела способствует скреплению плода с маткой и понижает чувствительность к окситоцину.

В печени происходит накопление гликогена, в крови повышается количество нейтральных жиров, липидов и холестерина, увеличивается СОЭ, К, а Са и Р – уменьшается.

*Роды* – это сложный физиологический процесс. Роды не бывают внезапными, организм самки подготавливается к этому акту. Ткани, окружающие шейку матки, влагалище и вульву, набухают. За 3-4 недели до родов наблюдается отёк вымени. Начинается секреция молока. Расслабляются связки таза под влиянием релаксина. Жёлтое тело, а затем и плацента вырабатывают гормон прогестерон, концентрация которого падает к окончанию срока беременности. В это время начинает активно действовать яичник, продуцируя эстрогенные гормоны, которые способствуют повышению чувствительности мускулатуры матки к ацетилхолину, образуемому в окончаниях парасимпатических нервных волокон и служащего раздражителем гладкой мускулатуры. Возрастает чувствительность и к окситоцину, который вызывает сокращение мускулатуры матки.

Матка раздражается импульсами, которые исходят от созревшего плода, и мускулатура матки ритмически сокращается, вызывая родовые схватки. Роды протекают в три фазы: раскрытие родовых путей, выведение плода, послеродовая фаза.

В первую фазу родовых схваток раскрываются родовые пути, разрываются плодные пузыри, околоплодная жидкость увлажняет родовые пути.

Вторая фаза – выведение плода – длится у коров 0,3-2 ч, у кобыл – 5-20 мин, у овец – до 2 ч, у свиней – 4-5 ч и более.

Третья фаза – выведение последа. У коров отделение последа происходит через 8-10 ч, у овец и коз – через 7-8 ч, у кобыл – через 0,5-1 ч. У свиней и собак отделение последа происходит после рождения каждого плода.

## **ЗАНЯТИЕ 26.**

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ БЕРЕМЕННОСТИ**

**Цель занятия:** ознакомиться с методами диагностики беременности у животных.

**Для работы необходимы:** крысы, лягушки, лабораторная посуда, СЖК, химреактивы.

Лабораторные методы ранней диагностики беременности у животных основаны или на биологических и химических анализах содержания гормонов в крови и моче, или на исследовании физико-химических свойств секрета матки и влагалища.

Для диагностики жеребости кобыл используют *иммунологический метод, биологический тест с СЖК на неполовозрелых крысах, лягушках, петушках и тест на содержание эстрогенов в моче.*

#### **1 Тест с СЖК на неполовозрелых крысах**

В крови кобыл с 40-го по 120-й день жеребости (с максимумом на 70-й день) содержатся в значительном количестве гипофизарные гонадотропины. С мочой они не выделяются благодаря крупному размеру молекул. Однократное введение СЖК инфантильным самкам крыс вызывает реакцию со стороны их полового аппарата.

#### **Ход работы**

Взять кровь от кобылы с указанными сроками беременности и от нежеребой кобылы. Получить сыворотку, которую хранить при 4°C (в научных экспериментах сыворотку подвергают очистке соляной кислотой и сульфатом аммония). Трех крысам в возрасте 19-23 дней с живой массой 35-55 г ввести однократно под кожу 3 мл СЖК (или вводить по 1,0 мл в течение трех дней). Контрольным крысам того же веса ввести сыворотку нежеребой кобылы. Крыс взвесить в начале и конце опыта, забить через 72 ч после первой инъекции. Извлечь матку и яичники, взвесить и сравнить их массу у контрольных и подопытных крыс. При обработке СЖК масса генитальных органов увеличи-

вается в 4-5 раз по сравнению с контролем; матка и яйцеводы набухшие, гипертрофированные. Вырезать яичники, просветлить их в смеси глицерина и воды и рассмотреть под бинокулярной лупой. У подопытных крыс они сильно васкуляризированы, содержат фолликулы разных стадий зрелости, кровяные точки и желтые тела.

## **2 Тест с СЖК на самцах лягушки**

### **Ход работы**

Взрослым самцам озерной (зеленой) лягушки или обыкновенной жабы ввести в спинной лимфатический мешок (через прокол кожи бедра) 3 мл СЖК. Через 2, 3 и 4 ч после инъекции глазной пипеткой взять по капле содержимого клоаки. Нанести каплю на предметное стекло, накрыть покровным и рассматривать под микроскопом при большом увеличении в затемненном поле зрения.

Результат считается положительным при появлении сперматозоидов в содержимом клоаки в течение 4 ч после инъекции.

## **3 Тест на стельность коров**

### **Ход работы**

1. Из устья канала шейки матки и с прилегающих участков влагалища стельных и холостых коров с помощью пластмассовой трубки с наконечником диаметром 3 мм извлечь небольшое количество слизи.

2. В пробирку налить 2 мл 25 %-го раствора NaOH, внести небольшой комочек слизи из наконечника (примерное отношение слизи к раствору 1: 5) и кипятить в течение 1-2 мин. У нестельной коровы секрет при кипячении становится светло-желтым, у стельных приобретает более интенсивную окраску.

3. В стаканчик на 50-100 мл налить раствор  $\text{CuSO}_4$  плотностью 1,008. Кусочек слизи величиной с кукурузное зерно опустить в раствор. Если секрет в течение 5 с не тонет, то реакция считается отрицательной, если погружается на дно – положительной.

4. Кусочек слизи шейки матки нанести на предметное стекло и сделать тонкий равномерный мазок, который высушить при комнатной температуре. При отсутствии стельности в высохшем мазке образуются кристаллы причудливой формы в виде папоротника. При наличии стельности обнаруживается аморфная слизь, мазок имеет вид засохшего слоя яичного белка (изменения связаны с разным содержанием в секрете солей, образуемых галогенами).

### **Оформление результатов работы**

Записать полученные результаты и сформулировать выводы.

## ФИЗИОЛОГИЯ ЛАКТАЦИИ

**Лактация** – это образование и накопление молока в молочных железах самок и периодическое его выведение при сосании и доении.

*Лактационный период* – это период времени, в течение которого животное лактирует, т.е. продуцирует молоко. Продолжительность лактации у коров – 305 дней в году, у свиней – 60 дней, у овец – 120-150, у кобыл – 180-210 дней.

**Химический состав молока.** Основные части молока – белки, жиры, углеводы, минеральные соли, вода. Всего в нём найдено около 200 компонентов, в том числе 60 жирных кислот, около 40 минеральных элементов, 20 аминокислот, 17 витаминов, а также различные ферменты, гормоны, пигменты.

*Молоко* – это дисперсная система, состоит из дисперсионной среды и распределённых в ней частиц разной степени дисперсности, имеющая белый (эмульсия жиров) или желтоватый цвет (каратиноидные пигменты). рН молока – 6,5-6,7, плотность – 1,028-1,04, вязкость – 1,6-2,2, осмотическое давление 6,6 атм. Парное молоко обладает и бактерицидными свойствами из-за наличия в нём иммуноглобулинов, лизоцима, лактоферрина, лактопероксидаз.

К белкам молока относятся: казеин (82 %) и белки сыворотки молока (18 %), в числе которых: бета-лактоглобулин (10 %), альфа-лактоальбумин (3 %), иммунные глобулины (2 %), альбумины (1 %) (аналог сыворотки крови), альбумозопептоновая фракция (2 %).

Казеин – это смесь альфа-, бета-, гамма- и каппа-казеина, связывает кальций и фосфор, легко гидролизруется ферментами пищеварительных соков и служит источником незаменимых аминокислот.

Имуноглобулины синтезируются в молочной железе плазматическими клетками. Остальные белки служат источниками незаменимых аминокислот.

В молоке содержатся и ферменты: липаза, протеиназа, щелочная фосфатаза, альфа-амилаза и другие.

Углеводы молока представлены в основном лактозой, которая является источником энергии, придаёт молоку сладковатый вкус.

Молочный жир – это смесь триглицеридов, диглицеридов и моноглицеридов, свободных жирных кислот, фосфолипидов, холестерина. В комплексе в них содержатся более 60 жирных кислот, в том числе и все основные насыщенные жирные кислоты (от масляной до стеариновой).

Минеральные вещества молока представлены кальцием, фосфором, калием, натрием, серой, магнием, железом, медью, цинком и др. в виде солей и металлоорганических соединений.

Витамины молока представлены всеми жирорастворимыми и водорастворимыми витаминами. Особенно много рибофлавина, биотина, холина, витаминов группы В.

*Молозивом* называют секрет молочных желёз, вырабатываемый незадолго до родов и в первые 5-7 дней лактации. Его желтоватый цвет обусловлен высоким содержанием каротина. От молока оно отличается высоким содержанием белков, каротина, натрия, хлоридов, железа, витамина D, E и меньшим количеством лактозы и калия.

Слабительный эффект молозива обусловлен большим количеством минеральных веществ. Белки молозива представлены в основном иммуноглобулинами, в которые входят все активные вещества крови матери.

Всасывание антител в кишечнике новорождённого распределяется следующим образом: сразу после рождения – 50 %, через 20 ч – 15 %, через 36 ч – 1-2 %. Молозиво превращается в молоко через 5-7 дней после родов.

*Образование молока.* Секреция молока осуществляется непосредственно в клетках эпителия альвеол и мелких протоков.

Образование молока – это сложный процесс, в котором выделяют следующие этапы: 1) поглощение альвеолярными клетками так называемых предшественников молока из крови и тканевой жидкости; 2) синтез специфических составных частей молока в органеллах клетки; 3) выход составных частей молока в полость альвеолы и формирование секрета в целом.

Биосинтез белков молока осуществляется из свободных аминокислот крови, которые поглощаются системами активного транспорта клеток альвеол.

Биосинтез лактозы осуществляется тканью молочной железы из молекул D-глюкозы плазмы в аппарате Гольджи.

Биосинтез молочного жира состоит из процессов создания фонда жирных кислот и включения их в триглицериды молока. Жирные кислоты частично переходят из плазмы крови, а основная их масса синтезируется в молочной железе.

Процесс секреции молока длительный и сложный. Так, средняя скорость образования молока составляет 1 мл на 1 г железистой ткани в сутки. Жировые капельки секреторируются по апокриновому типу (за счет выростов клетки, которые затем отрываются). Основные белки

молока синтезируются в эндоплазматическом ретикулуме, связанном с рибосомами по мерокриновому типу (без нарушения целостности мембраны).

**Лактопоэз** – процесс образования молока в ходе установившейся лактации – регулируется у всех животных, кроме жвачных, пролактином, а у жвачных – соматотропином, а также кортизолом, тироксином, инсулином и подчиняется гипоталамо-гипофизарной системе.

*Выведение молока.* Правая и левая половины вымени коровы дают примерно одинаковое количество молока, но каждая задняя четверть вследствие лучшего развития секретирует 30 %, а передняя – 20 % всего молока.

Молоко, находящееся в наполненной четверти вымени, условно можно разделить на две фракции: цистернальную и альвеолярную. Для извлечения цистернального молока необходимо лишь преодолеть сопротивление соскового сфинктера. Для получения альвеолярного молока необходимо вызвать рефлекс молокоотдачи. После выдаивания остаётся примерно 15 % молока в альвеолах. Это так называемое остаточное молоко, или рефлекторная порция.

**Рефлекс молокоотдачи** – сложный акт, основанный на двух фазах молоковыведения: выведение цистернального и альвеолярного молока. Определяющим фактором в двигательной реакции молочной железы является сокращение миоэпителия и расслабление сфинктера. Начальное звено рефлекса молокоотдачи – рецепторный аппарат молочной железы: механо- и терморепцепторы кожи соска, интерорецепторы слизистой оболочки цистерн и протоков. Раздражаются они при доении или сосании. Далее импульсы передаются в стволочную часть мозга, затем в гипоталамус, а от него – в заднюю долю гипофиза, где освобождается окситоцин. Окситоцин с током крови попадает в альвеолы, вызывает их сокращение и повышение внутривыменного давления. Это приводит к движению молока по маточным протокам и его выведению.

## **ЗАНЯТИЕ 27.**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЖИРОВЫХ ШАРИКОВ МОЛОКА. ПОДСЧЁТ ЖИРОВЫХ ШАРИКОВ В МОЛОКЕ**

#### **1 Определение величины жировых шариков молока**

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой определения величины жировых шариков в разных порциях молока.

**Для работы необходимы:** молоко из разных частей вымени, микроскоп с окуляром-микрометром, стакан, пробирки, пипетки, предметные и покровные стекла, дистиллированная вода.

### **Ход работы**

1. В пробирки налить по 1 мл цистернальной, альвеолярной и остаточной порции молока.
2. В каждую пробирку добавить по 5 мл дистиллированной воды и смешать жидкость.
3. Каплю смеси из каждой порции поместить на предметное стекло, накрыть покровным стеклом и препарат поставить на столик микроскопа.
4. Исследовать жировые шарики, расположенные в пределах шкалы окуляра-микрометра, и определить их диаметр. При этом необходимо учитывать, что величина каждого деления шкалы окуляра-микрометра при использовании объектива с увеличением «40» составляет 3 мкм.

### **Оформление результатов работы**

1. Сравнить величину жировых шариков в каждой порции молока и рассчитать их процентное соотношение.
2. Сформулировать и записать в тетрадь соответствующие выводы.

## **2 Подсчёт жировых шариков в молоке**

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой подсчета жировых шариков в разных порциях молока.

**Для работы необходимы:** молоко из разных частей вымени, микроскоп или целлоскоп, мерный стакан на 250 мл, пипетка, счетная камера Горяева, покровные стёкла, дистиллированная вода, вата, марля.

### **Ход работы**

1. Свежевыдоенную порцию молока в количестве 1 мл налить в мерный стакан, развести её дистиллированной водой до 200 мл и смешать.
2. В счетную камеру Горяева внести каплю разбавленного молока и накрыть её покровным стеклом.
3. Камеру поместить на столик микроскопа и подсчитать в ней жировые шарики в 5 больших квадратах, расположенных в разных участках камеры.

### **Оформление результатов работы**

1. Сравнить результаты подсчета жировых шариков в каждой порции молока.
2. Результаты подсчета записать в тетрадь и сделать выводы.

## АНАЛИЗАТОРЫ (СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ)

Приспособление деятельности органов и организма к меняющимся условиям внешней и внутренней среды может осуществляться только в том случае, если эти изменения будут восприниматься и оцениваться. Восприятие изменений условий внешней и внутренней среды рецепторами и передача информации в ЦНС, восприятие ее сенсорными нейронами коры больших полушарий головного мозга называется *рецепцией*. Рецепция осуществляется определенными структурными образованиями – *сенсорными системами* (анализаторами).

Сенсорная система (анализатор) – это совокупность рецепторов и нейронов, обеспечивающих восприятие раздражителей (изменений условий внешней и внутренней среды) и проведение импульсов (информации) с рецепторов в ЦНС, а также сенсорные (чувствительные) нейроны коры больших полушарий головного мозга, воспринимающие эту информацию. Сенсорная система состоит из трех звеньев: рецептор, афферентный проводник и сенсорные нейроны коры (сенсорная зона).

Рецепторами служат воспринимающие раздражители нервные окончания или специализированные клетки, или специализированные органы. Рецепторы очень разнообразны. Им присущи определенные свойства: высокая возбудимость (чувствительность); высокая приспособляемость (адаптация); кодирование информации; специфичность и др.

Рецепторные процессы на животных изучают методом условных рефлексов, электрофизиологическим, морфологическим и биохимическим методами. Рецептор составляет первое звено сенсорной системы, воспринимающее изменения внешней или внутренней среды. Второе звено – рецепторный нейрон, или афферентный проводник, – проводит информацию от рецепторов в ЦНС. Третье звено – корковое звено, сенсорные нейроны коры – воспринимает информацию.

Рецепторы и рецепции разнообразны. Их подразделяют на две большие группы: внутренние (интерорецепторы и интерорецепция) и внешние (экстерорецепторы и экстерорецепция).

**Интерорецепция** осуществляется с различных специальных интерорецепторов. Она обеспечивает приспособительные реакции организма к изменениям условий внутренней среды (состояния внутренних органов, мышц, суставов, сухожилий и фасций, положения тела и отдельных его частей в пространстве). Интерорецепция включает в себя три вида рецепций: висцерорецепция, проприорецепция и вестибулорецепция.

**Висцерорецепция.** Это восприятие висцерорецепторами, расположенными в сосудах и внутренних органах, изменений состава и свойств внутренней среды и состояния внутренних органов, передача информации в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами коры больших полушарий. К висцерорецепторам относятся *механорецепторы, хеморецепторы, осморецепторы, барорецепторы, волюморецепторы* и др.

**Вкусовая рецепция** обеспечивает вкусовые ощущения и за счет этого осуществление большого ряда пищевых рефлексов вызывает образование и выделение слюны, желудочного и других пищеварительных соков, сокращение желудка и кишечника.

**Обонятельная рецепция.** Это восприятие обонятельными хеморецепторами пахучего вещества (запаха), передача информации в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами коры. Обонятельные рецепторы – это биполярные нервные клетки с ресничками, расположенные в слизистой оболочке верхних половин носовых раковин между опорными клетками. За счет ресничек создается большая поверхность обоняния. Обонятельные реснички погружены в жидкую среду, вырабатываемую боуменовыми железами. Рецепторы высоковозбудимы. Интенсивность обоняния зависит от структуры пахучего вещества, концентрации его в воздухе, скорости тока воздуха через носовые ходы, функционального состояния рецепторов обоняния. Молекулы пахучего вещества адсорбируются на мембране рецептора, взаимодействуют со специализированными белками мембраны, изменяя ее проницаемость. Это ведет к генерации потенциала. Каждый обонятельный рецептор воспринимает несколько пахучих веществ. Один рецептор может быть возбужден одной молекулой пахучего вещества. Возбуждение 40 рецепторных клеток обеспечивает возникновение ощущений. Считают, что основных запахов семь: камфорный, мускусный, цветочный, мятный, эфирный, острый, гнилостный и множество их комбинаций. Обонятельная рецепция обеспечивает целый ряд приспособительных реакций: пищевых, половых, оборонительных и исследовательских.

**Слуховая рецепция.** Это восприятие слуховыми рецепторами слуховых раздражений (звука), передача информации в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами коры.

Слуховые рецепторы – специальные волосковые клетки, объединенные в кортиева орган. Кортиев орган расположен в средней части улитки (внутреннем ухе) на основной мембране. Над кортиевым орга-

ном находится покровная пластинка. Слуховая рецепция связана также с деятельностью вспомогательного аппарата. Кортиев орган и вспомогательный аппарат вместе образуют орган слуха, называемый *ухо*.

Ухо состоит из наружного уха (ушная раковина, наружный слуховой проход), среднего уха (барабанная перепонка и ряд косточек) и внутреннего (улитка). Каждый структурный компонент уха играет свою роль, что и обеспечивает восприятие звука.

Через наружный слуховой проход звуковая волна достигает барабанной перепонки и вызывает ее колебания. Косточки – молоточек, наковальня, чечевицеобразная косточка и стремечко передают эти колебания на мембрану овального окна улитки, мембрана то вдавливается, то оттягивается назад, вызывая колебания жидкости внутреннего уха. Улитка имеет три канала, образованных вестибулярной и базальной мембранами: верхний, средний, нижний. Колебания мембраны овального окна улитки передаются на перилимфу верхнего и нижнего каналов. Колебания перилимфы передаются на эндолимфу среднего канала, на базальной мембране которого располагаются волосковые клетки. Колебания жидкости вызывают колебания слуховых рецепторов, волоски их касаются покровной пластинки, деформируются, в связи с чем возникают потенциалы (возбуждение), которые передаются на слуховой нерв и в сенсорную зону. Сенсорные слуховые нейроны расположены в височных долях мозга. Слуховая рецепция обеспечивает пищевые, половые, оборонительные и другие поведенческие приспособительные реакции, пространственную ориентацию.

**Зрительная рецепция.** Это восприятие зрительными рецепторами световых раздражений (света, цвета, предметов, перемещения их), передача информации в ЦНС и восприятие ее сенсорными нейронами коры.

Зрительные рецепторы – это специальные клетки, называемые *«палочки»* и *«колбочки»*, расположенные в сетчатке глаза. Зрительных рецепторов миллионы. Зрительная рецепция связана с деятельностью вспомогательных приспособлений, которые вместе со зрительными рецепторами формируют орган зрения, называемый *глаз* (рис. 25). Вспомогательные системы глаза – это оптическая система и защитный аппарат глаза.

Оптическая система глаза включает в себя роговицу, зрачок, хрусталик, стекловидное тело, переднюю и заднюю камеры. Она обеспечивает дозирование светового потока на сетчатку глаза, а также преломление световых потоков, идущих от предметов, и изображение

этих предметов на сетчатке в уменьшенном и обратном виде. Изменение размеров зрачка и кривизны хрусталика обеспечивает приспособление преломляющей силы оптической системы для ясного видения разноудаленных предметов (аккомодация). В зрительном восприятии важную роль играют движения глаз и головы – «сканирование».

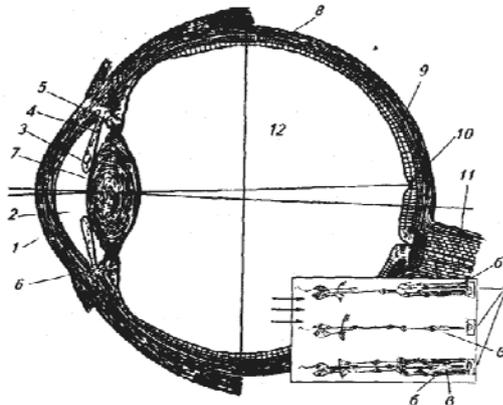


Рисунок 25 – Схема строения глаза.

Оптическая система глаза и зрительные рецепторы:

- 1 – роговица; 2 – передняя камера; 3 – радужная оболочка; 4 – задняя камера; 5 – цилина связка; 6 – ресничная мышца; 7 – хрусталик; 8 – склера; 9 – сетчатка; 10 – центральная ямка; 11 – зрительный нерв; 12 – стекловидное тело; зрительные рецепторы сетчатки глаза:  
а – пигментный эпителий; б – палочки; в – колбочки

Свет, воспринимаемый животными, представляет собой электромагнитное излучение в диапазоне 400-750 нм.

Основу зрения составляет восприятие контраста между светлым и темным. *Контрастом* называется разность в интенсивности света, отраженного от прилегающих друг к другу поверхностей. В зрительном восприятии важную роль играют движения головы и глаз (обзор, сканирование, осмотр).

Зрительные рецепторы воспринимают зрительные раздражения, что сопровождается химическими превращениями находящегося в них родопсина, который распадается на белок опсин и ретинен под действием света. Синтез новых молекул родопсина связан с использованием новых молекул витамина А. Палочки обеспечивают восприятие света в сумерках, а колбочки – зрение в дневное время суток. Фотохимическая реакция зрительного пигмента при действии света сопровождается возбуждением зрительных рецепторов, потоком импульсов в зрительном нерве.

Защитный аппарат глаза составляют веки, железы по краям век, выделяющие глазную смазку, слезные железы.

## **ЗАНЯТИЕ 28. АНАЛИЗАТОРЫ**

### **1 Определение остроты осязания**

**Цель работы:** установить порог пространственной чувствительности для различных участков поверхности кожи.

**Для работы необходим** циркуль Вебера.

#### **Ход опыта**

Испытуемый сидит с закрытыми глазами. С помощью циркуля Вебера (штангенциркуля) касаются кожи испытуемого попеременно одной или обеими ножками. Испытуемый каждый раз сообщает, чувствует он одно или два прикосновения. Сближают ножки циркуля до прекращения правильных ответов. Минимальное расстояние между двумя точками, при которых ощущается раздельное раздражение, называется пространственным порогом различения. Исследуют кожную поверхность различных участков.

### **2 Определение вкусовой чувствительности**

**Цель работы:** установление топографии и порога чувствительности рецепторов, воспринимающих кислое, горькое и сладкое.

**Для работы необходимы:** растворы солянокислого хинина в концентрации 0,001; 0,01; 0,1; 1,0; 10 %; растворы сахарозы в концентрации 0,01; 0,1; 1,0; 10 %; растворы лимонной (уксусной) кислоты в концентрации 0,01; 0,1; 1,0 %; стеклянные палочки, стакан для воды.

#### **Ход работы**

Испытуемому на различные участки языка стеклянной палочкой наносят исследуемые вещества, начиная с меньшей концентрации. Испытуемый сообщает свои ощущения вкуса. Между пробами рот ополаскивают кипяченой или дистиллированной водой. Интервал между пробами 1-2 мин.

#### **Оформление результатов работы**

Нарисовать схему полей вкусовой чувствительности.

### **3 Аккомодация глаза**

Свойство глаза видеть отчетливо предметы, находящиеся на различном от него расстоянии, называется аккомодацией. Достигается она путем изменения кривизны хрусталика и его преломляющей способности. В состоянии покоя или при рассматривании удаленных

предметов ресничные мышцы расслаблены, цинновы связки натянуты, хрусталик имеет небольшую выпуклость и лучи от 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.

**Для работы необходимы:** рамка (20x20 см), натянутая проволочной сеткой, линейка; нитка, пуговица или шарик, темное стекло, каркас куба. Объект исследования – человек.

#### **Ход работы**

Берут рамку, натянутую сеткой, и держат ее перед глазами на расстоянии 25-30 см. Смотрят через сетку на отдаленный предмет или проволочки сетки. Определяют, можно ли одновременно видеть отчетливо и отдаленный предмет, и проволочки сетки.

### **4 Опыты с обманом 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. Вначале необходимо убедиться, что движение шарика, подвешенного на нитке, происходит в одной плоскости. После этого один глаз закрывают темным стеклом и смотрят предмет обоими глазами. При внимательном наблюдении становится заметным качание шарика в другой плоскости, и он как бы движется по кругу. Если темное стекло поставить и перед вторым глазом, то круговое движение шарика будет казаться в противоположном направлении. Это ощущение приближается к обману зрения, но механизм его связан со стереоскопическим эффектом.

2. На темном фоне листа бумаги изобразить фигуру белого цвета (рис. 26). При рассматривании рисунка в первую очередь фиксируется взор на белой фигуре, имеющей вид вазы, а затем становятся заметными два силуэта лица человека.

3. Приготовить каркас куба и к одному из его углов прикрепить палочку или металлический стержень (рис. 27). 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.

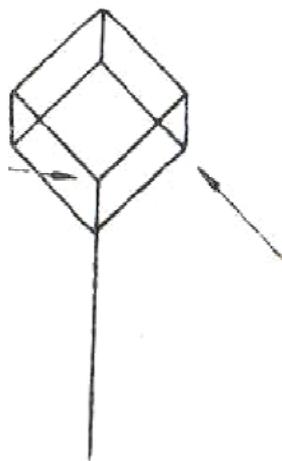


Рисунок 26 – Фигура для воспроизведения обмана зрения

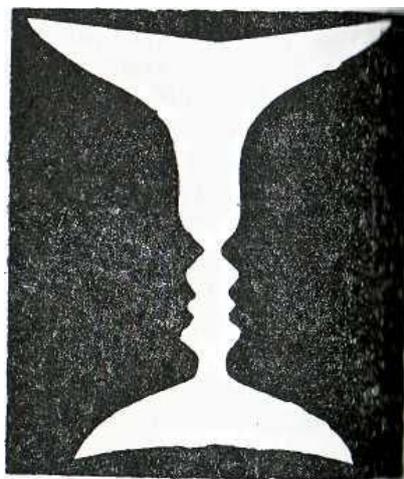


Рисунок 27 – Каркас куба для проведения опыта с обманом зрения

### **5 Последовательные зрительные образы**

Зрительные образы не исчезают сразу после прекращения действия раздражителя, они продолжают ощущаться, спустя некоторое время, а затем постепенно угасают. Такое тление называется последовательным образом, оно свойственно для органа зрения и других анализаторов.

### **Ход работы**

1. В затемненном помещении поместить перед глазами ярко светящийся предмет, а затем убрать его. Несмотря на это, он становится видимым определенный промежуток времени после прекращения действия света.

2. Внимательно посмотреть на какой-либо окрашенный предмет, а затем перевести взор на белый фон. Через несколько секунд становится заметным последовательный образ, имеющий нечеткие границы предмета и его цвет. Для опыта можно брать объекты различной окраски и разного цвета фоны.

### **6 Наблюдение за величиной зрачка в зависимости от освещения**

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 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.

**Для работы необходимы:** животные (кролик, собака, лошадь, корова), 0,5 %-ый раствор атропина, глазная пипетка, источник света.

### **Ход работы**

1. Рассматривают глаз животного и обращают внимание на величину зрачка. Затем закрывают глаз рукой, и через несколько секунд руку отнимают. Обращают внимание на изменение размера зрачка сразу же после снятия руки с глаза.

2. К глазу животного подносят зажженную электрическую лампочку. Через некоторое время лампочку отводят в сторону и снова приближают к глазу животного. Отмечают изменение зрачка при различном освещении глаза.

2. Закапывают в глаз животному 1-2 капли 0,5 %-го раствора атропина и проделывают те же манипуляции.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### Экзаменационные вопросы по дисциплине

##### «Физиология животных»

1. Методы исследования в физиологии.
2. Понятие о гомеостазе, его регуляция. Действие стресса на гомеостаз.
3. Клетка как основа структурной организации животных. Функции основных клеточных органоидов. Специализация клеток.
4. Структура и функции клеточных мембран.
5. Нейрогуморальная система и ее роль в регуляция функций организма.
6. Соматическая и вегетативная нервные системы. Локализация центров, их функции и отличия.
7. Возбудимость и возбуждение. Законы раздражения (силы, длительности, градиента, «всё или ничего»).
8. Продукты обмена как факторы гуморальной регуляции (углекислый газ, аминокислоты и др.).
9. Межклеточная передача нервного возбуждения. Строение и функции синапсов.
10. Типы мышечных сокращений.
11. Скелетные мышцы. Их ультраструктура и молекулярный механизм сокращения.
12. Строение и функции центральной нервной системы.
13. Строение, функции и специализация нейронов.
14. Понятие о нервном центре. Свойства нервных центров.
15. Продолговатый мозг и его функции.
16. Средний мозг, его структура и функции.
17. Промежуточный мозг. Его структура и функции.
18. Концевой мозг, кора больших полушарий. Строение и функции.
19. Кора больших полушарий. Сенсорные зоны и их функции.
20. Спинной мозг. Строение и функции.
21. Интеграция нейронных связей (конвергенция, дивергенция, реципрокность и др.).
22. Классификация безусловных рефлексов.
23. Учение о высшей нервной деятельности И.П. Павлова. Понятие об инстинктах и рефлексах. Примеры.
24. Типы высшей нервной деятельности по И.П. Павлову. Их значение в животноводстве.

25. Условные рефлексы. Механизм образования и отличия от безусловных рефлексов.
26. Условные и безусловные рефлексы, их характеристика, примеры.
27. Вкусовой анализатор. Строение, иннервация, восприятие вкусовых ощущений у животных.
28. Зрительный анализатор. Строение и функции. Особенности зрения у с.-х. животных.
29. Первая и вторая сигнальные системы высшей нервной деятельности по И.П. Павлову.
30. Этология. Сложные формы поведения животных (метаболические, комфортные, социальные, родительские и др.).
31. Доминанта. Понятие и классификация доминант.
32. Значение торможения в условно-рефлекторной деятельности.
33. Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы. Их расположение и функции.
34. Основные функции крови.
35. Объем крови и химический состав плазмы. Роль белков и углеводов в поддержании гомеостаза.
36. Форменные элементы крови. Их состав и физиологическая роль. Сыворотка и плазма крови, методы их получения.
37. Лейкоциты. Лейкоцитарная формула. Роль лейкоцитов в организме животных.
38. Эритроциты. Их свойства и функции в организме животных.
39. Буферные системы крови.
40. Гемостаз - процесс свертывания крови и остановки кровотечения (биохимический механизм).
41. Сердце. Строение и функции.
42. Артериальное давление крови и его регуляция. Артериальный пульс.
43. Строение миокарда. Механизм сокращения сердца. Сердечный цикл.
44. Нейрогуморальная регуляция деятельности сердца. Уровни регуляции.
45. Биоэлектрические явления в сердце. Электрокардиография.
46. Регуляция кровообращения (нервная и гуморальная).
47. Автоматия сердца. Интрамуральная иннервация сердца.
48. Вентиляция лёгких. Жизненная ёмкость. Газовый состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха.

49. Сущность дыхания. Этапы лёгочного дыхания.
50. Механизмы лёгочного дыхания. Обмен газов в лёгких и тканях.
51. Нейрогуморальная регуляция дыхания.
52. Моторная функция желудка и его регуляция.
53. Строение и функции многокамерного желудка жвачных животных.
54. Механизмы всасывания продуктов пищеварения в тонком отделе кишечника.
55. Механизм секреции желудочного сока. Факторы сокоотделения. Фазы желудочной секреции.
56. Роль соляной кислоты в пищеварении. Состав и свойства желудочного сока.
57. Микрофлора преджелудков и её роль в пищеварении жвачных.
58. Переваривание углеводов в рубце (клетчатки, крахмала, растворимых сахаров) и продукты переваривания.
59. Промежуточный обмен белка. Незаменимые и заменимые аминокислоты, обновление белка, биологическая ценность белка.
60. Превращение азотистых веществ (белков, аминокислот) в преджелудках жвачных. Гепаторуменальная система.
61. Образование, состав и функции желчи.
62. Сущность и механизм переваривания белков, жиров и углеводов.
63. Пищеварение в ротовой полости. Состав и функции слюны. Регуляция слюноотделения.
64. Механизмы переваривания белков и всасывания аминокислот. Полостное и пристеночное пищеварение.
65. Пищевое поведение животных. Механизмы регуляции потребления корма и воды.
66. Жвачный процесс. Его особенности и биологическое значение.
67. Кишечный сок. Пищеварительные ферменты сока тонкого отдела кишечника и их действие.
68. Строение толстого отдела кишечника и его функции.
69. Строение и функции желудка. Пищеварение в желудке моногастричных животных (собака, свинья).
70. Поджелудочный сок, состав и функции.
71. Особенности строения пищеварительной системы и пищеварения у птиц.

72. Водно-солевой обмен. Роль воды, Na, K, P, Ca в организме животных.
73. Теплопродукция и теплоотдача. Механизмы терморегуляции.
74. Обмен энергии. Превращение энергии в организме. АТФ, методы изучения обмена энергии у животных.
75. Энергетическая ценность кормов (валовая, переваримая, обменная, чистая энергия) Методы определения.
76. Механизм образования мочи. Состав первичной и вторичной мочи.
77. Гипоталамо-гипофизарная система, структура и функции.
78. Гормоны пищеварительного тракта и их функции (гастрин, холецистокинин, вилликинин и др.).
79. Гормоны гипофиза и их функции.
80. Эндокринные функции почек.
81. Гормоны поджелудочной железы и их функции.
82. Гормоны щитовидной железы и их функции.
83. Женские половые гормоны и их функции.
84. Половая и физиологическая зрелость с.-х. животных.
85. Строение и функции половых органов самцов. Сперматогенез.
86. Строение и функции половых органов самок. Овогенез.
87. Процесс оплодотворения яйцеклетки. Капацитация спермиев.
88. Беременность, её стадии и регуляция.
89. Роды и их регуляция.
90. Яйцеобразование у птиц и его регуляция.
91. Строение и функции почек. Строение и функции нефрона.
92. Нейрогуморальная регуляция молокообразования и молокоотдачи.
93. Лактогенез, лактопоез, лактационная кривая, инволюция и регенерация молочной железы. Организация и значение сухостойного периода.
94. Состав молока с.-х. животных (корова, свинья, овца).
95. Синтез молока. Предшественники молочного белка, жира, сахара и др. веществ.
96. Состав молока и молозива коров. Роль молозива в создании пассивного иммунитета у новорожденных.

## Приложение Б

Таблица А1 – Морфологический состав крови  
сельскохозяйственных животных

Вид животного	Кол-во эритроцитов млн./мкл	Гемоглобин по Сали, %	Кол-во тромбоцитов, тыс./мкл	Кол-во лейкоцитов, тыс./мкл	Лейкоцитарная формула, %					
					Базофилы	Эозинофилы	Нейтрофилы палоч- коядерн.	Нейтрофилы сегмен- тояд.	Лимфоциты	Моноциты
Крупный ро- гатый скот	5-7,5	60-80	450	6-10	1,0	6,5	3,0	28	57	4,5
Лошадь	6-9	65-75	350	7-12	0,5	4,0	4,5	54	34	3,0
Овца	7,5-12,5	59-76	350	6-11	0,5	7,5	4,0	40	43	3,0
Коза	13-17	58-84	500	8-12	0,5	5,0	0,6	34,4	55	4,5
Свинья	6-7,5	55-90	210	8-16	0,5	2,0	4,0	44	45	4,5
Кролик	5-7,5	50	190	6-9	1,0	1,5	6,5	33,5	55	2,5
Курица	3-4	60	130	23-35	3,0	5,0	-	-	60	2,0

Таблица А 2 – Средние показатели величин систолического и  
минутного объёма сердца у взрослых животных в покое

Животные	Систолический объём, мл	Минутный объём, мл
Бык	700	45
Лошадь	700	23
Овца	70	5
Свинья	60	4,5
Курица	2,5	0,4

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ)**

***АНАЛИЗАТОРЫ (СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ)***

1. Анализатор – это:  
образования, воспринимающие, передающие и анализирующие действие раздражителей;  
орган чувств;  
нервный центр;  
совокупность рецепторов;  
проводящие афферентные нервные пути.
  
2. Палочки сетчатки глаз отвечают за:  
сумеречное и ночное зрение;  
дневное зрение;  
остроту зрения;  
дневное и сумеречное зрение;  
цветное зрение.
  
3. Колбочки сетчатки глаз обеспечивают:  
дневное зрение;  
сумеречное зрение;  
ночное зрение;  
дневное и сумеречное зрение.
  
4. «Куриная слепота» – это:  
нарушение остроты сумеречного и ночного зрения;  
болезнь птиц;  
потеря зрительного цветоощущения;  
нарушение остроты зрения;  
разновидность близорукости.
  
5. Для синтеза родопсина необходим витамин:  
А;  
С;  
D;  
Е;  
К.

6. Сокращение круговой мышцы радужки глаза вызывает:

сужение зрачка;  
расширение зрачка;  
нарушение остроты зрения;  
нарушение светопреломления;  
нарушение цветоощущения.

7. Корковый центр слухового анализатора расположен в следующих долях коры головного мозга:

височных;  
лобных;  
затылочных;  
теменных.

8. Корковый центр вкусового анализатора располагается в следующих долях коры головного мозга:

теменных;  
затылочных;  
височных;  
лобных.

9. Какие функции выполняет слуховой анализатор?

воспринимает слуховые колебания;  
определяет тональность (частоту) звука;  
определяет громкость звука;  
все вышеперечисленное.

10. На каком участке тела пространственные пороги тактильной чувствительности наибольшие?

кончики пальцев рук;  
ладонь;  
плечо;  
спина.

### ***ФИЗИОЛОГИЯ ЛАКТАЦИИ***

1. Характерным признаком млекопитающих является:

наличие молочных желез;  
наличие двухкамерного желудка;  
хорошо развитый головной мозг;  
внешнее дыхание.

2. Продолжительность лактации у коров:

305 дней;

100 дней;

65 дней;

60 дней.

3. У коровы вымя имеет:

4 железы;

2 железы;

8 железы;

3 железы.

4. У кобылы молочная железа имеет:

2 доли;

3 доли;

4 доли;

6 долей.

5. Свины имеют:

12-16 молочных желез;

две молочные железы;

четыре молочные железы;

20 молочных желез.

6. Молочная железа состоит из:

железистого аппарата, выводных протоков и соединительнотканной стромы;

кожи, жира и соединительной ткани;

кровеносных сосудов и альвеол;

железы и соска.

7. Отверстие, через которое подкожная брюшная вена входит в грудную полость, называется:

молочный колодец;

овальное отверстие;

запертое отверстие;

венозное отверстие.

8. Дольки молочной железы состоят из:

альвеол;

ацинусов;

клубочков;

извитых канальцев;

нефронов.

9. Емкостной системой вымени называется:  
общий объем всех полостей молочной железы;  
объем железистой и сосковой цистерны;  
объем крупных молочных каналов;  
объем молока в альвеолах вымени.

10. Когда в конце беременности коровы перестают лактировать, этот период называется:  
сухостойным;  
безмолочным;  
ремонтным;  
периодом накопления питательных веществ;  
подготовительным.

11. Плотность цельного молока составляет в г на мл:  
1,03-1,04;  
0,88-0,99;  
1,61-1,74;  
2,01-2,15.

12. Содержание сухого вещества в коровьем молоке составляет:  
12,5 %;  
6 %;  
3,6 %;  
30 %.

13. Содержание жира в коровьем молоке составляет в среднем:  
3,6 %;  
6 %;  
2,5 %;  
30 %.

14. Содержание лактозы в коровьем молоке составляет:  
5 %;  
2,5 %;  
3,6 %;  
15 %.

15. Содержание белка в коровьем молоке составляет:  
3,3 %;  
12 %;  
20 %;  
0,6 %.

16. Содержание жира в кобыльем молоке составляет:

1,3 %;

6 %;

3,6 %;

12 %.

17. pH свежего коровьего молока составляет:

5,6-6,7;

7,0;

7,2-7,4;

4,2-5,2.

18. Секрет молочных желез, вырабатываемый незадолго до родов и в первые дни лактации, называют:

предмолозивом и молозивом;

молоком;

сливками;

предшественником молока;

обратом.

19. Содержание сухого вещества в молозиве:

28 %;

10 %;

12,5 %;

40 %.

20. Содержание белка в молозиве:

20 %;

3,3 %;

3,6 %;

40 %.

21. Лактогенез – это:

начало секреции молока в конце беременности;

процесс образования молока при лактации;

развитие молочной железы;

выделение молока из молочной железы.

22. Лактопоз – это:

образование молока в процессе установившейся лактации;

наступление лактации в конце беременности;

выделение молока из молочной железы;

развитие молочной железы.

23. В первую фазу молокоотдачи выделяется молоко из:  
цистерн вымени (припуск);  
альвеол;  
цистерн и альвеол;  
мелких протоков;  
крупных протоков.

24. Во вторую фазу молокоотдачи происходит:  
сокращение миоэпителия, выход молока из альвеол;  
выход цистернального молока;  
секреция молока железой;  
расслабление сфинктеров сосков.

### ***ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ) ФИЗИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ***

1. Размножение у высших животных происходит:  
половым путем;  
бесполом путем;  
прямым делением;  
почкованием.

2. Половое созревание у коровы происходит в возрасте:  
7,5 месяцев;  
7 месяцев;  
16 месяцев;  
6 месяцев;  
10 месяцев.

3. Половое созревание у свињи происходит в возрасте:  
6 месяцев;  
7,5 месяцев;  
7 месяцев;  
16 месяцев;  
10 месяцев.

4. Сперматогенез условно делится на следующие стадии:  
размножение, рост, созревание, формирование;  
деление, рост, развитие, созревание;  
размножение, развитие, рост, формирование;  
размножение, рост, созревание.

5. Физиологическая зрелость у коровы наступает в возрасте:

- 17 месяцев;
- 4 месяцев;
- 10 месяцев;
- 8 месяцев;
- 36 месяцев;
- 12 месяцев.

6. Физиологическая зрелость у свиньи наступает в возрасте:

- 10 месяцев;
- 36 месяцев;
- 12 месяцев;
- 17 месяцев;
- 4 месяцев;
- 8 месяцев.

7. Овогенез условно делится на следующие стадии:

- размножение, рост, созревание;
- деление, рост, развитие, созревание;
- размножение, развитие, рост, формирование;
- размножение, развитие, созревание.

8. Временная железа внутренней секреции – желтое тело – выделяет гормон:

- прогестерон;
- ренин;
- тестостерон;
- альдостерон;
- тироксин.

9. К органам размножения самок не относятся:

- семенники, придаточные половые железы, мочевого пузыря;
- яичники;
- яйцеводы с воронками;
- матка;
- вагина;
- преддверие влагалища и наружные половые органы.

10. Разрыв стенки фолликула и выход яйцеклетки из яичника называется:

- овуляцией;
- эякуляцией;
- копуляцией;
- капацитацией.

11. Животные, размножающиеся в течение всего года и половые циклы которых повторяются многократно, называются:

+ полициклическими;  
моноциклическими;  
гетероциклическими;  
циклическими.

12. Продолжительность полового цикла в днях у коровы, свиньи и кобылы составляет:

20-21;  
120-140;  
17-19;  
40-60.

13. Удаление с поверхности спермия ингибиторов ферментов акросомы называется:

капацитацией;  
копуляцией;  
эякуляцией;  
овуляцией;  
оплодотворением.

14. Оплодотворение – это:

процесс слияния мужских и женских половых клеток;  
введение спермы в половые пути самки;  
внедрение бластоциста в слизистую матки;  
выход яйцеклетки из яичника.

15. Матка коровы имеет:

два рога;  
три рога;  
один рог;  
не имеет рогов;  
четыре рога.

16. Плацента – это:

орган, связывающий организм матери и зародыша;  
наружный слой клеток зародыша;  
внутренняя оболочка матки;  
сосуды матки в период беременности;  
сосудистая оболочка плода.

## ***ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ***

1. Суть пищеварения состоит в:  
гидролизе белков, жиров, полисахаридов до мономеров;  
ощущении вкуса пищи;  
поступлении пищи в ротовую полость и желудок;  
образовании и выделении кишечных газов;  
пережевывании пищи.
2. Части тонкого отдела кишечника:  
двенадцатиперстная кишка, тощая и подвздошная кишки;  
слепые отростки;  
прямая кишка;  
ободочная кишка;  
слепая кишка.
3. Части толстого отдела кишечника – это:  
ободочная кишка, слепая кишка, прямая кишка;  
подвздошная кишка и тощая кишка;  
12-перстная кишка;  
глотка и пищевод.
4. Эндокринные образования желудочно-кишечного тракта не секретизируют:  
соматотропин;  
гастрин;  
холецистокинин;  
желчь;  
мотилин;  
вилликинин;  
адреналин.
5. Гастрин усиливает:  
моторику желудка и тонкого отдела кишечника;  
секрецию слюны;  
моторику пищевода;  
секрецию поджелудочной железы;  
молокоотдачу.
6. Холецистокинин не контролирует:  
секрецию молока;  
чувство сытости (афагию);  
стимулирует опорожнение желчного пузыря;  
секрецию поджелудочного сока.

7. Чувство голода (гиперфагию) контролируют нейропептиды:  
нейропептид Y;  
холецистокинин;  
гастрин;  
соматотропин;  
бомбезин.

8. Многокамерный желудок есть у:  
коров, овец, верблюдов;  
лошадей, ослов, мулов;  
свиней, кроликов;  
собак, кошек, песцов.

9. Двухкамерный желудок есть у:  
птиц;  
коров;  
лошадей;  
пушных зверей.

10. В слизистой желудка различают зоны:  
кардиальную, фундальную и пилорическую;  
нижнюю, среднюю и верхнюю;  
безжелезистую и железистую;  
шероховатую и гладкую.

11. Соляную кислоту выделяют следующие клетки слизистой желудка:  
обкладочные;  
главные;  
добавочные;  
эпителиальные;  
мышечные.

12. Пепсиноген синтезируется в клетках слизистой желудка:  
главных;  
обкладочных;  
добавочных;  
бороздчатых;  
мышечных.

13. Пепсиноген активируется в пепсин с помощью:  
соляной кислоты;

мукоида;  
гастрина;  
воды;  
химозина.

14. Пепсин гидролизует:  
белок;  
крахмал;  
клетчатку;  
жиры;  
лигнин.

15. Мукоидная слизь в желудке:  
защищает слизистую от действия ферментов;  
расщепляет питательные вещества;  
способствует раскрытию пилорического сфинктера;  
повышает аппетит животного;  
смачивает и размягчает корм.

16. Денатурация белка в желудке под действием соляной кислоты – это:  
изменение конфигурации белковой молекулы;  
расщепление белка до аминокислот;  
разложение белка;  
перевод белка в неусвояемую форму;  
уплотнение белковой молекулы.

17. Основной смысл существования симбиотной системы у жвачных «макроорганизм – микроорганизм» состоит в:  
преобразовании питательных веществ для себя и хозяина;  
загнивании корма в рубце;  
уничтожении вредных веществ;  
усилении поступления слюны в рубец;  
повышении температуры тела животных.

18. Сложный желудок жвачных не состоит из:  
дивертикула;  
рубца;  
сетки;  
книжки;  
сычуга.

19. Телятам пищеводный желоб необходим для того, чтобы:  
минуя рубец молоко поступало в сычуг;  
выпаиваемое молоко поступало сразу в рубец;  
молоко попадало сразу в тонкий отдел кишечника;  
молоко не прокисало;  
молоко не испарялось.

20. В результате сбраживания клетчатки бактериями в рубце образуются:  
летучие жирные кислоты;  
аминокислоты;  
крахмал;  
мочевина;  
лигнин.

21. Не является летучей жирной кислотой:  
аспарагиновая;  
уксусная;  
пропионовая;  
масляная.

22. Микроорганизмы не могут синтезировать:  
гемоглобин;  
незаменимые аминокислоты;  
заменимые аминокислоты;  
витамины группы В;  
белки.

23. Гепато-руминальная система обеспечивает:  
возвращение в рубец мочевины в составе слюны;  
дезактивацию рубцовой микрофлоры в интервалах между кормлениями;  
выделение аммиака и мочевины с мочой;  
поражение печени аммиаком.

24. Клетчатка переваривается под действием:  
целлюлазы;  
амилазы;  
липазы;  
нуклеазы;  
протеазы.

25. Слюна у жвачных:  
нормализует рН содержимого рубца;  
разжижает содержимое рубца;  
усиливает моторику рубца;  
гидролизует питательные вещества в рубце;  
повышает температуру содержимого рубца.
26. Жвачный процесс – это:  
отрывание корма из преджелудков и повторное пережевывание;  
процесс поедания травы на пастбище;  
процесс поедания грубых кормов;  
длительное нахождение во рту сладкого корма.
27. Соляная кислота желудка не:  
расщепляет белки, жиры и углеводы;  
активирует пепсиноген в пепсин;  
денатурирует белки;  
создает необходимую по кислотности среду;  
обладает бактерицидным действием.
28. Панкреатический сок не содержит ферменты:  
целлюлозолитические;  
протеолитические;  
амилолитические;  
липолитические.
29. Трипсиноген и химотрипсиноген активируются:  
энтерокиназой;  
соляной кислотой;  
гастрином;  
фосфолипазой.
30. К протеолитическим ферментам поджелудочной железы не относятся:  
пепсин;  
трипсин;  
химотрипсин;  
карбоксипептидаза;  
карбоксиполипептидаза.
31. Сок тонкого кишечника не содержит:  
химозин;

рибонуклеазу  
дезоксирибонуклеазу;  
щелочную фосфатазу;  
мальтазу;  
амилазу.

32. Секретия панкреатического сока не регулируется:  
инсулином и глюкагоном;  
гормонами кишечника (гастрином, секретинном, холецистокинином);  
видом, вкусом и запахом корма (рефлекторная фаза);  
поступлением пищи в желудок (желудочная фаза);  
поступлением пищи в кишечник (кишечная фаза).

33. Пищеварение (гидролиз) не осуществляется:  
в лимфатических сосудах ворсинок;  
в полости тонкой кишки;  
надмембранном слое слизистой (гликокаликсе);  
в самих мембранах ворсинок.

34. К особенности пищеварения у птиц не относится:  
слаборазвитые печень и поджелудочная железа;  
отсутствие зубов;  
наличие зоба;  
наличие двух слепых отростков;  
укороченный кишечник.

35. Включение в рацион коров небелковых источников азота способствует образованию:  
белков;  
углеводов;  
жира клетчатки.

36. Нет такой фазы секреции поджелудочного сока:  
цереброспинальной;  
сложнорефлекторной;  
желудочной;  
кишечной.

37. К методам изучения пищеварения не относится:  
пищеводное зондирование;  
фистулирование желудка или рубца;  
наложение фистул на кишечник;  
наложение кишечных анастомозов;  
биохимическое исследование крови.

## ***ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ***

1. Гематокрит – это:

соотношение плазмы и форменных элементов крови;  
количество плазмы;  
количество форменных элементов в единице объема крови;  
сумма белков плазмы.

2. Процентное содержание воды в плазме крови составляет:

90-92 %;

70 %;

50 %;

30 %.

3. Форменные элементы циркулирующей крови – это:

эритроциты, лейкоциты, тромбоциты;  
эритроциты, гепатоциты, гистиоциты;  
ретикулоциты, промиелоциты, лимфобласты;  
гранулоциты, агранулоциты.

4. Сыворотка крови – это:

плазма крови, лишенная белка фибриногена;  
вода с минеральными веществами;  
жидкая часть крови;  
форменные элементы крови.

5. Содержание эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови крупного рогатого скота равно:

5-7 млн;

10-12 млн;

3-4 млн;

20-30 тысяч.

6. Лейкоцитозом (лейкозом) называется:

повышение количества лейкоцитов в крови выше нормы;  
процесс лейкопоза;  
появление в периферической крови незрелых форм лейкоцитов;  
снижение количества лейкоцитов в крови.

7. Функция лейкоцитов крови – это:

защитная;

выделительная;

трофическая;  
дыхательная;  
гемостатическая.

8. Главная функция тромбоцитов – это:  
обеспечение процесса свертывания крови;  
фагоцитоз;  
выработка гепарина;  
участие в противосвертывающей системе крови.

9. Сущность иммунной реакции заключается в:  
нейтрализации антигена;  
распознавании антигена;  
усилении выработки иммуноглобулинов;  
выработке антител.

10. Белками плазмы крови являются:  
альбумины, глобулины, фибриноген;  
мочевина;  
креатинин;  
адреналин;  
тироксин.

11. Сущность процесса свертывания крови состоит в:  
превращении растворимого фибриногена в нерастворимый фибрин;  
замедлении кровотока;  
выделении тромбoplastина;  
агрегации тромбоцитов;  
ретракции тромба.

12. Лейкоцитарная формула – это:  
формула, отражающая процентное соотношение разных видов лейкоцитов;  
отношение гранулоцитов к агранулоцитам;  
количество незрелых форм лейкоцитов;  
процентное соотношение лейкоцитов и эритроцитов.

13. Буферные системы крови обеспечивают:  
постоянство рН и осмотическое давление крови;  
постоянство количества глюкозы;  
постоянство уровня белков в плазме крови;  
постоянство объема крови.

14. Органами образования лимфоцитов не являются:  
головной и спинной мозг;  
миндалины, слепые отростки кишечника;  
селезенка, тимус, пейеровы бляшки;  
лимфатические узлы и костный мозг.

15. Наиболее высокой способностью к фагоцитозу обладают:  
моноциты;  
эозинофилы;  
лимфоциты;  
базофилы.

16. Клеточный иммунитет обеспечивается следующими иммунокомпетентными клетками:  
Т-лимфоцитами;  
В-лимфоцитами;  
гистиоцитами;  
тромбоцитами.

17. Объем крови в процентах от массы тела животных в среднем составляет:  
6-8 %;  
20 %;  
1 %;  
50 %.

18. Гемопозом называется:  
синтез всех форменных элементов крови;  
синтез тромбоцитов;  
синтез гемоглобина;  
синтез эритроцитов.

19. Для подсчета эритроцитов в счетной камере Горяева кровь чаще разводят:  
3 % раствором NaCl;  
0,1 н раствором HCl;  
5 %-й уксусной кислотой + метиленовый синий;  
дистиллированной водой;  
0,9 % раствором NaCl.

20. Какие функции выполняют белки плазмы крови?  
участие в реакциях свёртывания крови;

участие в поддержании кислотно-щелочного равновесия;  
участие в иммунных реакциях;  
все вышеперечисленное верно.

21. При каких состояниях возможно увеличение скорости оседания эритроцитов?

интенсивная мышечная деятельность;  
эмоциональное возбуждение;  
боль;  
все вышеперечисленное верно.

22. Какие структуры являются источниками факторов свёртывания?

печень;  
почки;  
лейкоциты;  
все вышеперечисленное верно.

23. Как изменится скорость свёртывания крови при сильном эмоциональном возбуждении?

увеличится;  
уменьшится;  
не изменится;  
изменится.

## ***ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ***

1. Суть пищеварения состоит в:  
гидролизе белков, жиров, полисахаридов до мономеров;  
ощущении вкуса пищи;  
поступлении пищи в ротовую полость и желудок;  
образовании и выделении кишечных газов;  
пережевывании пищи.

2. Части тонкого отдела кишечника:  
двенадцатиперстная кишка, тощая и подвздошная кишки;  
слепые отростки;  
прямая кишка;  
ободочная кишка;  
слепая кишка.

3. Части толстого отдела кишечника – это:  
ободочная кишка, слепая кишка, прямая кишка;

подвздошная кишка и тощая кишка;  
12-перстная кишка;  
глотка и пищевод.

4. Эндокринные образования желудочно-кишечного тракта не секретизируют:

соматотропин;  
гастрин;  
холецистокинин;  
желчь;  
мотилин;  
вилликинин;  
адреналин.

5. Гастрин усиливает:

моторику желудка и тонкого отдела кишечника;  
секрецию слюны;  
моторику пищевода;  
секрецию поджелудочной железы;  
молокоотдачу.

6. Холецистокинин не контролирует:

секрецию молока;  
чувство сытости (афагию);  
стимулирует опорожнение желчного пузыря;  
секрецию поджелудочного сока.

7. Чувство голода (гиперфагию) контролируют нейропептиды:

нейропептид Y;  
холецистокинин;  
гастрин;  
соматотропин;  
бомбезин.

8. Многокамерный желудок есть у:

коров, овец, верблюдов;  
лошадей, ослов, мулов;  
свиней, кроликов;  
собак, кошек, песцов.

9. Двухкамерный желудок есть у:

птиц;

коров;  
лошадей;  
пушных зверей.

10. В слизистой желудка различают зоны:  
кардиальную, фундальную и пилорическую;  
нижнюю, среднюю и верхнюю;  
безжелезистую и железистую;  
шероховатую и гладкую.

11. Соляную кислоту выделяют следующие клетки слизистой желудка:  
обкладочные;  
главные;  
добавочные;  
эпителиальные;  
мышечные.

12. Пепсиноген синтезируется в клетках слизистой желудка:  
главных;  
обкладочных;  
добавочных;  
бороздчатых;  
мышечных.

13. Пепсиноген активируется в пепсин с помощью:  
соляной кислоты;  
мукоида;  
гастрина;  
воды;  
химозина.

14. Пепсин гидролизует:  
белок;  
крахмал;  
клетчатку;  
жиры;  
лигнин.

15. Мукоидная слизь в желудке:  
защищает слизистую от действия ферментов;  
расщепляет питательные вещества;

способствует раскрытию пилорического сфинктера;  
повышает аппетит животного;  
смачивает и размягчает корм.

16. Денатурация белка в желудке под действием соляной кислоты – это:

изменение конфигурации белковой молекулы;  
расщепление белка до аминокислот;  
разложение белка;  
перевод белка в неусвояемую форму;  
уплотнение белковой молекулы.

17. Основным смыслом существования симбиотной системы у жвачных «макроорганизм – микроорганизм» состоит в:

преобразовании питательных веществ для себя и хозяина;  
загнивании корма в рубце;  
уничтожении вредных веществ;  
усилении поступления слюны в рубец;  
повышении температуры тела животных.

18. Сложный желудок жвачных не состоит из:

дивертикула;  
рубца;  
сетки;  
книжки;  
сычуга.

19. Телятам пищеводный желоб необходим для того, что бы:

минуя рубец молоко поступало в сычуг;  
выпаиваемое молоко поступало сразу в рубец;  
молоко попадало сразу в тонкий отдел кишечника;  
молоко не прокисало;  
молоко не испарялось.

20. В результате сбраживания клетчатки бактериями в рубце образуются:

летучие жирные кислоты;  
аминокислоты;  
крахмал;  
мочевина;  
лигнин.

21. Не является летучей жирной кислотой:  
аспарагиновая;  
уксусная;  
пропионовая;  
масляная.
22. Микроорганизмы не могут синтезировать:  
гемоглобин;  
незаменимые аминокислоты;  
заменимые аминокислоты;  
витамины группы В;  
белки.
23. Гепато-руминальная система обеспечивает:  
возвращение в рубец мочевины в составе слюны;  
деактивацию рубцовой микрофлоры в интервалах между кормлениями;  
выделение аммиака и мочевины с мочой;  
поражение печени аммиаком.
24. Клетчатка переваривается под действием:  
целлюлазы;  
амилазы;  
липазы;  
нуклеазы;  
протеазы.
25. Слюна у жвачных:  
нормализует рН содержимого рубца;  
разжижает содержимое рубца;  
усиливает моторику рубца;  
гидролизует питательные вещества в рубце;  
повышает температуру содержимого рубца.
26. Жвачный процесс – это:  
отрыгивание корма из преджелудков и повторное пережевывание;  
процесс поедания травы на пастбище;  
процесс поедания грубых кормов;  
длительное нахождение во рту сладкого корма.
27. Соляная кислота желудка не:  
расщепляет белки, жиры и углеводы;  
активирует пепсиноген в пепсин;

денатурирует белки;  
создает необходимую по кислотности среду;  
обладает бактерицидным действием.

28. Панкреатический сок не содержит ферменты:  
целлюлозолитические;  
протеолитические;  
амилолитические;  
липолитические.

29. Трипсиноген и химотрипсиноген активируются:  
энтерокиназой;  
соляной кислотой;  
гастрином;  
фосфолипазой.

30. К протеолитическим ферментам поджелудочной железы не относятся:  
пепсин;  
трипсин;  
химотрипсин;  
карбоксипептидаза;  
карбоксиполипептидаза.

31. Сок тонкого кишечника не содержит:  
химозин;  
рибонуклеазу  
дезоксирибонуклеазу;  
щелочную фосфатазу;  
мальтазу;  
амилазу.

32. Секреция панкреатического сока не регулируется:  
инсулином и глюкагоном;  
гормонами кишечника (гастрином, секретин, холецистокинином);  
видом, вкусом и запахом корма (рефлекторная фаза);  
поступлением пищи в желудок (желудочная фаза);  
поступлением пищи в кишечник (кишечная фаза).

33. Пищеварение (гидролиз) не осуществляется:  
в лимфатических сосудах ворсинок;  
в полости тонкой кишки;  
надмембранном слое слизистой (гликокаликсе);  
в самих мембранах ворсинок.

34. К особенности пищеварения у птиц не относится:  
слаборазвитые печень и поджелудочная железа;  
отсутствие зубов;  
наличие зоба;  
наличие двух слепых отростков;  
укороченный кишечник.

35. Включение в рацион коров небелковых источников азота способствует образованию:  
белков;  
углеводов;  
жира клетчатки.

36. Нет такой фазы секреции поджелудочного сока:  
цереброспинальной;  
сложнорефлекторной;  
желудочной;  
кишечной.

37. К методам изучения пищеварения не относится:  
пищеводное зондирование;  
фистулирование желудка или рубца;  
наложение фистул на кишечник;  
наложение кишечных анастомозов;  
биохимическое исследование крови.

### ***ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ***

1. Гематокрит – это:  
соотношение плазмы и форменных элементов крови;  
количество плазмы;  
количество форменных элементов в единице объема крови;  
сумма белков плазмы.

2. Процентное содержание воды в плазме крови составляет:  
90-92 %;  
70 %;  
50 %;  
30 %.

3. Форменные элементы циркулирующей крови – это:  
эритроциты, лейкоциты, тромбоциты;

эритроциты, гепатоциты, гистиоциты;  
ретикулоциты, промиелоциты, лимфобласты;  
гранулоциты, агранулоциты.

4. Сыворотка крови – это:  
плазма крови, лишенная белка фибриногена;  
вода с минеральными веществами;  
жидкая часть крови;  
форменные элементы крови.

5. Содержание эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови крупного рогатого скота равно:

5-7 млн;  
10-12 млн;  
3-4 млн;  
20-30 тысяч.

6. Лейкоцитозом (лейкозом) называется:  
повышение количества лейкоцитов в крови выше нормы;  
процесс лейкопоза;  
появление в периферической крови незрелых форм лейкоцитов;  
снижение количества лейкоцитов в крови.

7. Функция лейкоцитов крови – это:  
защитная;  
выделительная;  
трофическая;  
дыхательная;  
гемостатическая.

8. Главная функция тромбоцитов – это:  
обеспечение процесса свертывания крови;  
фагоцитоз;  
выработка гепарина;  
участие в противосвертывающей системе крови.

9. Сущность иммунной реакции заключается в:  
нейтрализации антигена;  
распознавании антигена;  
усилении выработки иммуноглобулинов;  
выработке антител.

10. Белками плазмы крови являются:  
альбумины, глобулины, фибриноген;  
мочевина;  
креатинин;  
адреналин;  
тироксин.

11. Сущность процесса свертывания крови состоит в:  
превращении растворимого фибриногена в нерастворимый фибрин;  
замедлении кровотока;  
выделении тромбопластина;  
агрегации тромбоцитов;  
ретракции тромба.

12. Лейкоцитарная формула – это:  
формула, отражающая процентное соотношение разных видов лейкоцитов;  
отношение гранулоцитов к агранулоцитам;  
количество незрелых форм лейкоцитов;  
процентное соотношение лейкоцитов и эритроцитов.

13. Буферные системы крови обеспечивают:  
постоянство рН и осмотическое давление крови;  
постоянство количества глюкозы;  
постоянство уровня белков в плазме крови;  
постоянство объема крови.

14. Органами образования лимфоцитов не являются:  
головной и спинной мозг;  
миндалины, слепые отростки кишечника;  
селезенка, тимус, пейеровы бляшки;  
лимфатические узлы и костный мозг.

15. Наиболее высокой способностью к фагоцитозу обладают:  
моноциты;  
эозинофилы;  
лимфоциты;  
базофилы.

16. Клеточный иммунитет обеспечивается следующими иммунокомпетентными клетками:  
Т-лимфоцитами;

В-лимфоцитами;  
гистиоцитами;  
тромбоцитами.

17. Объем крови в процентах от массы тела животных в среднем составляет:

6-8 %;  
20 %;  
1 %;  
50 %.

18. Гемопозом называется:  
синтез всех форменных элементов крови;  
синтез тромбоцитов;  
синтез гемоглобина;  
синтез эритроцитов.

19. Для подсчета эритроцитов в счетной камере Горяева кровь чаще разводят:

3 % раствором NaCl;  
0,1 н раствором HCl;  
5 %-й уксусной кислотой + метиленовый синий;  
дистиллированной водой;  
0,9 % раствором NaCl.

20. Какие функции выполняют белки плазмы крови?

участие в реакциях свёртывания крови;  
участие в поддержании кислотно-щелочного равновесия;  
участие в иммунных реакциях;  
все вышеперечисленное верно.

21. При каких состояниях возможно увеличение скорости оседания эритроцитов?

интенсивная мышечная деятельность;  
эмоциональное возбуждение;  
боль;  
все вышеперечисленное верно.

22. Какие структуры являются источниками факторов свёртывания?

печень;  
почки;  
лейкоциты;  
все вышеперечисленное верно.

23. Как изменится скорость свёртывания крови при сильном эмоциональном возбуждении?

- увеличится;
- уменьшится;
- не изменится;
- изменится.

### ***ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ***

1. Сущность процесса дыхания заключается в:  
обеспечении организма кислородом для осуществления энергетических процессов;  
обмене газов между кровью и тканями;  
поступлении атмосферного воздуха в легкие;  
переносе газов кровью.

2. Акты вдоха и выдоха обеспечиваются за счет:  
сокращения межреберных мышц и диафрагмы;  
расширения и спадания самих легких;  
атмосферного давления;  
сердечной деятельности.

3. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью обеспечивается за счет:  
разницы парциального давления кислорода и углекислого газа;  
количества вдыхаемого воздуха;  
атмосферного давления;  
температуры тела.

4. Содержание кислорода в атмосферном («сухом») воздухе составляет:  
20,9 %;  
4,2 %;  
0,03 %;  
0,3 %;  
79,8 %.

5. Содержание углекислого газа в атмосферном воздухе равно:  
0,03 %;  
0,3 %;  
3 %;  
30 %.

6. Очень высокая концентрация  $\text{CO}_2$  в крови способствует:  
возбуждению дыхательного центра;  
торможению дыхательного центра;  
не повлияет на дыхательный центр;  
угнетению дыхательного центра;  
формированию дыхательной доминанты.

7. Совокупность дыхательного объема, резервного объема вдоха и резервного объема выдоха составляет:  
жизненную емкость легких;  
общую емкость легких;  
остаточный объем;  
функциональную остаточную емкость.

8. Содержание кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе составляет соответственно в %:  
16,3 и 4,0;  
20,9 и 6,0;  
30,5 и 8,6;  
12,3 и 0,5.

9. Содержание кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе составляет соответственно в %:  
14,2 и 5,2;  
16,3 и 7,2;  
18,1 и 4,5;  
20,9 и 10,4.

10. Анатомическим «мертвым» пространством считается:  
объем трахеи, бронхов и бронхиол;  
объем трахеи;  
объем гортани;  
объем плевральной полости;  
объем ацинусов легких.

11. Транспорт кислорода в крови осуществляют:  
+ эритроциты;  
лейкоциты;  
тромбоциты  
альбумины и глобулины;  
фибриноген.

12. Что относится к основным дыхательным мышцам?

диафрагма;

наружные межрёберные мышцы;

внутренние межрёберные мышцы;

все вышеперечисленные.

13. Какие функции обеспечивает носовое дыхание?

согревание воздушного потока;

увлажнение воздушного потока;

очищение воздушного потока;

все вышеперечисленные.

14. Что такое функциональная остаточная емкость легких?

объем воздуха в легких после спокойного выдоха;

объем воздуха в легких после спокойного вдоха;

объем воздуха в легких после форсированного вдоха;

объем воздуха в легких после форсированного выдоха.

15. Что такое общая емкость легких?

максимальный объем воздуха, который может находиться в легких;

максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть;

максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть;

объем воздуха, который выводится из легких при пневмотораксе.

16. Что такое минимальный объем легких?

минимальный объем воздуха, который можно выдохнуть;

минимальный объем воздуха, который можно вдохнуть;

минимальный объем воздуха, который можно вдохнуть и выдохнуть;

объем воздуха, который остается в легких при открытом пневмотораксе.

17. Что такое остаточный объем воздуха в легких?

объем воздуха в легких после максимального выдоха;

объем воздуха в легких после спокойного выдоха;

объем воздуха в легких после спокойного вдоха;

объем воздуха в легких после максимального вдоха.

18. Что такое жизненная емкость легких?

весь объем воздуха, который может находиться в легких;

максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после спокойного вдоха;

максимальный объем воздуха, который может быть введен или выве-

ден в течение одного дыхательного цикла;  
максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть после спокойного выдоха.

19. От каких факторов зависит величина жизненной ёмкости лёгких?

возраст;  
пол;  
вес;  
всех вышеперечисленных.

20. Причинами гипоксии являются?

отравление угарным газом;  
нарушение проходимости дыхательных путей;  
пребывание на больших высотах;  
все вышеперечисленные.

21. Как меняется дыхание при повышении температуры?

увеличивается только частота дыхания;  
дыхание не изменяется;  
увеличивается частота и глубина дыхания;  
увеличивается только глубина дыхания.

22. Какие процессы характеризуют адаптацию к условиям высокогорья?

увеличение количества эритроцитов;  
увеличение количества гемоглобина;  
увеличение вентиляции лёгких;  
все вышеперечисленные.

23. Как меняется дыхание после удаления коры больших полушарий головного мозга?

дыхание не изменяется;  
дыхание прекращается;  
дыхание становится редким;  
дыхание становится частым.

24. Каковы возможные изменения дыхания при мышечной работе?

увеличение частоты дыхания;  
увеличение жизненной ёмкости лёгких;  
уменьшение частоты дыхания;  
уменьшение дыхательного объёма.

25. Какие методы позволяют определить жизненную емкость легких?  
спирометрия;  
пневмотахометрия;  
пневмография;  
газовый анализ.

26. Какие методы позволяют определить дыхательный объем легких?  
спирометрия;  
пневмотахометрия;  
пневмография;  
газовый анализ.

27. Какие из перечисленных веществ являются основными источниками энергии во время напряженного труда?  
углеводы;  
белки;  
жиры;  
никакие из вышеперечисленных.

28. Выберите путь максимальной теплоотдачи?  
кожа;  
органы дыхания;  
желудочно-кишечный тракт;  
почки.

29. Где осуществляется максимальная теплопродукция?  
в мышцах;  
в печени;  
в лёгких;  
в коже.

30. Какой орган имеет максимальную температуру?  
печень;  
головной мозг;  
желудок;  
спинной мозг.

31. Что характерно для внутренней среды организма?  
взаимосвязь всех параметров;  
строгий контроль со стороны нейро-эндокринной системы;  
функциональная взаимосвязь компонентов;  
все вышеперечисленное верно.

32. Что характерно для интерстициальной жидкости?  
является непосредственной питательной средой клеток;  
играет важную роль в межклеточных взаимодействиях;  
состав зависит от функциональной активности клеток;  
все вышеперечисленное верно.
33. Что характерно для лимфы в организме животных?  
форменные элементы представлены преимущественно лимфоцитами;  
содержание белка в 10 раз выше, чем в крови;  
содержит тромбоциты;  
содержит эритроциты.
34. Каковы функции лимфы?  
поддержание постоянства состава и объёма тканевой жидкости;  
защитная функция;  
возврат белка из тканевой жидкости в кровь;  
все вышеперечисленное верно.
35. Каковы функциональные связи лимфы и тканевой жидкости?  
лимфа образуется в результате резорбции тканевой жидкости в лимфатические капилляры, через лимфатическую систему удаляется избыток воды из тканей;  
лимфа доставляет в ткани питательные вещества, которые затем диффундируют в тканевую жидкость;  
лимфа пополняет объём тканевой жидкости;  
все вышеперечисленное верно.
36. Какие функции выполняют белки плазмы крови?  
участие в реакциях свёртывания крови;  
участие в поддержании кислотно-щелочного равновесия;  
участие в иммунных реакциях;  
все вышеперечисленное верно.
37. При каких состояниях возможно увеличение скорости оседания эритроцитов?  
интенсивная мышечная деятельность;  
эмоциональное возбуждение;  
боль;  
все вышеперечисленное верно.
38. Какие структуры являются источниками факторов свёртывания?  
печень;

почки;  
лейкоциты;  
все вышеперечисленное верно.

39. Как изменится скорость свёртывания крови при сильном эмоциональном возбуждении?

увеличится;  
уменьшится;  
не изменится;  
изменится.

## ФИЗИОЛОГИЯ ДВИЖЕНИЯ

1. Пассивным аппаратом произвольного движения являются:

кости скелета;  
скелетные мышцы;  
сухожилия и связки;  
актин;  
миозин.

2. Активным аппаратом произвольного движения являются:

скелетные мышцы;  
кости скелета;  
нервные центры;  
спинномозговые ганглии;  
мозжечок.

3. Масса скелетных мышц по отношению к массе тела у животных составляет:

35-50 % ;  
15-25 % ;  
60-70 % ;  
свыше 70 % ;  
менее 15 %.

4. Мышцы сильнее развиты:

на тазовых конечностях;  
на грудных конечностях;  
на шее;  
на голове;  
на спине.

5. Главную нагрузку при положении стоя несут на себе мышцы:  
плечевого пояса;  
тазового пояса;  
шеи;  
спины;  
головы.

6. Главную нагрузку при движении несут на себе мышцы:  
тазовых конечностей;  
грудных конечностей;  
спины;  
головы;  
шеи.

7. Суть поступательного движения состоит в:  
чередующемся нарушении и восстановлении равновесия тела;  
постоянном нарушении и восстановлении равновесия тела;  
частичном нарушении и восстановлении равновесия тела;  
временном нарушении и восстановлении равновесия тела.

### ***ВНУТРЕННЯЯ СЕКРЕЦИЯ***

1. К физиологически активным веществам, участвующим в гуморальной регуляции, не относятся:

ферменты;  
метаболиты;  
минеральные вещества;  
гормоны;  
простагландины.

2. К чисто эндокринным железам не относится:

+ поджелудочная;  
щитовидная;  
надпочечники;  
гипофиз;  
паращитовидная.

3. Инсулин:

снижает уровень глюкозы в крови;  
повышает уровень глюкозы в крови;  
понижает уровень гликогена в печени;  
понижает уровень гликогена в мышцах;  
нормализует кислотно-щелочное равновесие в крови.

4. Передняя доля гипофиза не синтезирует:

вазопрессин;  
соматотропин;  
тиреотропин;  
пролактин;  
фоллитропин.

5. Секреторная функция аденогипофиза контролируется:

рилизинг-факторами;  
нервными импульсами;  
тироксинами;  
адреналином;  
инсулином.

6. Гормоны задней доли гипофиза – это:

вазопрессин и окситоцин;  
адреналин и норадреналин;  
фолликулин и лютеотропин;  
тиреотропин и окситоцин;  
эстрогены и андрогены.

7. Регуляцию функции коркового вещества надпочечников обеспечивает:

адренокортикотропный гормон;  
катехоламины;  
соматотропин;  
лютеотропин;  
паратгормон.

8. Лактотропный гормон действует на:

лактогенез и лактопоз;  
молокоотдачу;  
сокращение матки;  
сужении извитых канальцев нефронов почек;  
пищеварение.

9. Паратгормон действует на:

кальций-фосфорный обмен;  
натрий-калиевый обмен;  
углеводный обмен;  
жировой обмен;  
энергетический обмен.

10. К гонадотропным гормонам не относится:  
инсулин;  
фоллитропин;  
лютеотропин;  
хорионический гормон плаценты;  
эстрогены.

11. Гонадотропные гормоны не контролируют:  
минеральный обмен;  
развитие половых желез;  
овогенез;  
сперматогенез;  
овуляцию;  
развитие вторичных половых признаков.

12. Лютеинизирующий гормон обеспечивает:  
наступление течки;  
регуляцию уровня сахара в крови;  
рост и развитие организма;  
выделение последа;  
выделение молока.

### ***КРОВООБРАЩЕНИЕ И ЛИМФООБРАЩЕНИЕ***

1. Малый круг кровообращения начинается с:  
правого желудочка и заканчивается левым предсердием;  
правого предсердия и заканчивается правым желудочком;  
левого желудочка и заканчивается правым предсердием;  
левого предсердия и заканчивается левым желудочком.

2. Большой круг кровообращения начинается с:  
левого желудочка и заканчивается правым предсердием;  
правого предсердия и заканчивается левым предсердием;  
левого предсердия и заканчивается правым желудочком;  
правого желудочка и заканчивается левым желудочком.

2. Наибольшая скорость движения импульсов в проводящей системе сердца наблюдается в:  
пучке Гисса;  
синусно-предсердном узле;  
атриовентрикулярном узле;  
узле Ашофф-Тавара.

4. В сердце нет клапанов:

лунного;  
трехстворчатого;  
двухстворчатого;  
полулунных.

5. Систола сердца – это:

сокращение сердечной мышцы;  
расслабление сердечной мышцы;  
фаза отдыха сердечной мышцы;  
проведение возбуждения сердечной мышцей.

6. Диастола сердца – это:

расслабление сердечной мышцы;  
сокращение сердечной мышцы;  
проведение возбуждения сердечной мышцей;  
стадия отдыха сердечной мышцы.

7. Общая пауза сердца – это:

стадия отдыха сердечной мышцы предсердий и желудочков;  
расслабление сердечной мышцы предсердий;  
расслабление сердечной мышцы желудочков;  
проведение возбуждения сердечной мышцей.

8. Пульсовое давление – это:

разность между максимальным и минимальным давлением крови;  
максимальное кровяное давление;  
сумма максимального и минимального давлений крови;  
минимальное кровяное давление.

9. Циркуляция крови происходит благодаря деятельности:

сердца;  
селезенки;  
печени;  
почек;  
скелетных мышц.

10. Обменными сосудами являются:

капилляры;  
крупные артерии;  
мелкие вены и артерии;  
крупные вены.

11. Шунтирующими сосудами являются:

артерио-венозные анастомозы;  
капилляры;  
крупные артерии;  
мелкие вены и артерии;  
крупные вены.

12. Сосудодвигательный центр находится:

в продолговатом мозге;  
в коре больших полушарий;  
в мозжечке;  
в спинном мозге;  
в гипоталамусе.

13. На воздействие адреналина расширением отвечают сосуды:

мозга, сердца, легких;  
кожи;  
пищеварительного тракта;  
мышц.

14. Лимфатическая система выполняет:

дренажную функцию;  
дыхательную функцию;  
регуляторную функцию;  
двигательную функцию.

15. Водителем сердечного ритма второго порядка является:

атриовентрикулярный узел;  
синоatriальный узел;  
проводящая система сердца;  
пучок Гиса.

16. Что характерно для внутренней среды организма?

взаимосвязь всех параметров;  
строгий контроль со стороны нейро-эндокринной системы;  
функциональная взаимосвязь компонентов;  
все вышеперечисленное верно.

17. Что характерно для интерстициальной жидкости?

является непосредственной питательной средой клеток;  
играет важную роль в межклеточных взаимодействиях;  
состав зависит от функциональной активности клеток;  
все вышеперечисленное верно.

18. Что характерно для лимфы в организме животных?  
форменные элементы представлены преимущественно лимфоцитами;  
содержание белка в 10 раз выше, чем в крови;  
содержит тромбоциты;  
содержит эритроциты.

19. Каковы функции лимфы?  
поддержание постоянства состава и объёма тканевой жидкости;  
защитная функция;  
возврат белка из тканевой жидкости в кровь;  
все вышеперечисленное верно.

20. Каковы функциональные связи лимфы и тканевой жидкости?  
лимфа образуется в результате резорбции тканевой жидкости в лимфатические капилляры, через лимфатическую систему удаляется избыток воды из тканей;  
лимфа доставляет в ткани питательные вещества, которые затем диффундируют в тканевую жидкость;  
лимфа пополняет объём тканевой жидкости;  
все вышеперечисленное верно.

### ***ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (ВНД) И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ***

1. Под высшей нервной деятельностью (ВНД) понимают:  
деятельность высших отделов нервной системы, осуществляющих поведение;  
совокупность безусловных рефлексов;  
совокупность инстинктов;  
одно из свойств нервного центра;  
функции вегетативной системы.

2. Инстинкты – это:  
врожденные формы поведения, присущие животным;  
приобретенные формы поведения, присущие животным;  
условные рефлексы, присущие животным;  
состояние внутренней среды организма.

3. Академик И.П. Павлов установил наличие у животных:  
четырёх типов высшей нервной деятельности;  
пяти типов высшей нервной деятельности;  
трех типов высшей нервной деятельности;  
шести типов высшей нервной деятельности;  
двух типов высшей нервной деятельности.

4. Условный рефлекс вырабатывается на базе безусловного рефлекса:  
при действии условного раздражителя оптимальной силы;  
при действии безусловного раздражителя оптимальной силы;  
при действии супермаксимального условного раздражителя;  
при действии условного раздражителя подпороговой силы;  
при действии безусловного раздражителя максимальной силы.

5. Холерик – это:  
сильный неуравновешенный тип ВНД;  
слабый тип ВНД;  
инертный тип ВНД;  
сильный уравновешенный тип ВНД.

6. Сангвиник – это:  
сильный, уравновешенный и подвижный тип ВНД;  
слабый тип ВНД;  
сильный, уравновешенный и инертный тип ВНД;  
сильный, неуравновешенный и подвижный тип ВНД.

7. Флегматик характеризуется как:  
сильный, уравновешенный и инертный тип ВНД;  
сильный, неуравновешенный и подвижный тип ВНД;  
слабый тип ВНД;  
сильный, уравновешенный и подвижный тип ВНД.

8. Меланхолик – это:  
слабый тип ВНД;  
сильный, уравновешенный и подвижный тип ВНД;  
сильный, неуравновешенный и подвижный тип ВНД;  
сильный, уравновешенный и инертный тип ВНД.

9. Под силой нервных процессов ВНД понимают способность нейронов адекватно отвечать на:  
сильные и сверхсильные раздражители;  
слабые раздражители;  
сверхслабые и сверхсильные раздражители;  
слабые и сильные раздражители;  
подпороговые и сверхсильные раздражители.

10. Под уравновешенностью нервных процессов понимается:  
сбалансированность нервных процессов возбуждения и торможения;  
несбалансированность процессов возбуждения и физиологического покоя;  
сбалансированность процессов физиологического покоя и торможения;  
несбалансированность процессов физиологического покоя и торможения.

11. Под подвижностью нервных процессов ВНД понимают:  
+ скорость взаимного перехода процессов возбуждения и торможения;  
медленную перестройку условных рефлексов;  
преобладание процессов возбуждения над торможением;  
зависимость процесса торможения от силы процесса возбуждения.

12. Понятие «условный рефлекс» ввел в науку:

И.П. Павлов;

И.М. Сеченов;

П.К. Анохин;

Н.Е. Введенский;

И. Прохазка.

13. Динамический стереотип – это форма деятельности:

коры больших полушарий головного мозга;

подкорковых структур головного мозга;

различных отделов спинного мозга;

всей центральной нервной системы.

14. Первая сигнальная система – это:

деятельность мозга, основанная на раздражении сенсорных систем;

реакция коры мозга на внешние раздражители;

реакция коры мозга на внутренние раздражители;

деятельность среднего мозга;

деятельность заднего мозга.

15. Вторая сигнальная система присуща:

только людям;

высокоразвитым животным;

всем животным;

низшим животным.

17. Этология – это наука о:

поведении животных;

условных рефлексах;

влиянии обмена веществ на животных;

влиянии окружающей среды на животных;

влиянии состояния внутренних органов на животных.

18. К приобретенным формам поведения не относится:

инстинкт;

импринтинг;

привыкание;  
подражание;  
инсайт.

19. Адаптация организма к окружающей среде осуществляется в результате деятельности:

ЦНС;  
сердечно-сосудистой системы;  
пищеварительной системы;  
иммунной системы;  
систем внутренних органов.

20. Что характерно для безусловных рефлексов?

врожденность;  
приобретаемость;  
индивидуальность;  
для их реализации необходима кора больших полушарий головного мозга.

21. Какой фактор играет роль пускового раздражителя при организации инстинктивной формы поведения?

врожденность;  
состояние внутренней среды организма;  
гомеостаз;  
внешние воздействия;  
изменяющиеся параметры крови.

22 . Какие формы поведения относятся к врожденным?

безусловные рефлексы;  
условные рефлексы;  
динамические стереотипы;  
привычки.

23. Какие черты характеризуют инстинктивную форму поведения?

врожденность;  
целесообразность;  
адекватность раздражителя;  
все вышеперечисленное.

24. Какие черты характеризуют безусловные рефлексы?

являются формой приспособления к постоянным факторам существования;

обеспечивают взаимодействие органов и процессов внутри организма;  
являются врожденными реакциями;  
все вышеперечисленное.

25. Какие раздражители в сочетании с подкреплением могут стать сигналами для условных рефлексов?  
звуки;  
свет;  
температурные воздействия;  
все вышеперечисленное.

26. Каковы условия образования условных рефлексов?  
сигнал должен предшествовать подкреплению;  
не должно быть посторонних раздражителей;  
возбудимость центра подкрепления должна быть больше возбудимости центра сигнала;  
все вышеперечисленное.

27. Какие формы поведения относятся к приобретенным?  
условные рефлексы;  
привычки;  
динамические стереотипы;  
все вышеперечисленное.

28. Что характерно для условных рефлексов?  
приобретаемость;  
изменчивость;  
индивидуальность;  
все вышеперечисленное,

29. Каковы условия образования условных рефлексов?  
образуются на базе безусловных рефлексов;  
образуются на базе прочных условных рефлексов;  
сигнал должен предшествовать подкреплению.

30. Какие черты по И. П. Павлову характерны для сангвника?  
сила нервных процессов;  
уравновешенность нервных процессов;  
подвижность нервных процессов;  
все вышеперечисленные.

31. Какая черта нервных процессов по И. П. Павлову характерна для меланхолика?

слабость;

сила;

неуравновешенность;

уравновешенность.

32. Какие особенности нервных процессов характерны для холерического темперамента?

малая сила;

уравновешенность;

инертность;

неуравновешенность.

33. Какие черты по И.П. Павлову характерны для холерика?

сила нервных процессов;

подвижность нервных процессов;

неуравновешенность нервных процессов;

все вышеперечисленные.

34. Какие особенности нервных процессов характерны для сангвиника?

подвижность и уравновешенность;

инертность;

неуравновешенность;

слабость.

35. Для какого типа высшей нервной деятельности характерна неуравновешенность процессов возбуждения и торможения?

холерик;

сангвиник;

флегматик;

меланхолик.

36. Для какого типа высшей нервной деятельности человека характерна слабость нервных процессов?

меланхолик;

сангвиник;

флегматик;

холерик.

37. Какая особенность нервных процессов характерна для меланхолика?

уравновешенность;  
неуравновешенность;  
подвижность;  
слабость.

38. Какие особенности характерны для флегматика?

сила;  
инертность;  
уравновешенность;  
все вышеперечисленные.

39. Что характерно для второй сигнальной системы действительности?

обеспечивает осознание внешнего мира в словесно-образной форме;  
свойственна только животным;  
связана только с непосредственным восприятием мира;  
присуща и животным, и человеку.

40. Что характерно для первой сигнальной системы действительности?

свойственна и животным, и человеку;  
обеспечивает словесно-образную форму осознания внешнего мира;  
обусловлена развитием речи;  
лежит в основе абстрагирования и обобщения.

### ***ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ***

1. Животный организм не способен к:

самофагоцитозу;  
самообновлению;  
саморегуляции;  
самовоспроизведению.

2. Эволюционно более молодой является:

нервная регуляция;  
гуморальная регуляция;  
водно-солевая регуляция;  
тепловая регуляция;  
пищевая регуляция.

3. Гуморальными факторами регуляции не являются:  
кора головного мозга;  
гормоны;  
аминокислоты;  
витамины;  
CO<sub>2</sub>.

4. Состояние внутренней среды организма воспринимается:  
интерорецепторами;  
экстерорецепторами;  
обонятельными органами;  
респираторными органами;  
слуховыми органами.

5. Самообновление организма – это замена:  
«старых» молекул белка новыми;  
одних минеральных веществ новыми;  
глюкозы крови фруктозой;  
летучих жирных кислот на жиры;  
тироксина на фенилаланин.

6. Рефлекс – это:  
реакция организма при участии ЦНС на раздражение;  
процесс развития организма;  
процесс старения;  
технология размножения;  
технология кормления.

7. Свойство организма поддерживать постоянство внутренней среды организма и его физиологических функций называется:  
гомеостазом;  
рефрактерностью;  
хронаксией;  
брадикардией;  
асфиксией.

8. К гомеостатическим показателям животных не относятся:  
продуктивность;  
температура тела;  
рН крови и жидкостей организма;  
осмотическое давление;  
концентрация в жидкостях солей, глюкозы, аминокислот.

9. Функциональная система животных не включает:  
вторую сигнальную систему;  
рецепторы;  
нервы;  
ЦНС;  
органы и ткани.

10. Возбужденный участок наружной поверхности мембраны возбудимой ткани по отношению к невозбужденному заряжен:  
отрицательно;  
положительно;  
нейтрально.

11. Внутренняя поверхность мембраны возбудимой клетки по отношению к наружной в состоянии физиологического покоя заряжена:  
отрицательно;  
нейтрально;  
положительно.

12. Уменьшение мембранного потенциала покоя при действии раздражителя называется:  
деполяризацией;  
гиперполяризацией;  
реверсией;  
рефрактерностью;  
экзальтацией.

13. Механизм, обеспечивающий изменение мембранного электропотенциала, называется:  
натрий-калиевый насос;  
потенциалзависимый натриевый канал;  
неспецифический натрий-калиевый канал;  
хемозависимый натриевый канал;  
потенциалзависимый калиевый канал.

14. Разность потенциалов между цитоплазмой и внеклеточной жидкостью называется:  
мембранным потенциалом;  
потенциалом действия;  
препотенциалом;  
экзальтацией;  
реверсией.

15. Нисходящая фаза потенциала действия связана с повышением проницаемости для катионов:

калия;  
натрия;  
кальция;  
водорода;  
магния.

16. Система движения ионов через мембрану по градиенту концентрации, не требующая затраты энергии, называется:

пассивным транспортом;  
пиноцитозом;  
метаболизмом;  
активным транспортом;  
эндоцитозом.

17. Система движения ионов через мембрану против концентрационного градиента, требующая затраты энергии, называется:

активным транспортом;  
эндоцитозом;  
диффузией;  
облегченным транспортом;  
пассивным транспортом.

18. Фаза полной невозбудимости клетки называется:

абсолютной рефрактерностью;  
относительной рефрактерностью;  
субнормальной возбудимостью;  
экзальтацией;  
реобазой.

19. Период пониженной возбудимости в фазу реполяризации потенциала действия называется:

относительной рефрактерностью;  
реверсией;  
экзальтацией;  
абсолютной рефрактерностью;  
полезным временем.

20. Реакция возбудимых тканей на действие раздражителей называется:

возбуждением;  
развитием;  
размножением;  
проведением;  
экспрессией.

21. Способность клеток живой ткани и целостного организма отвечать на внешние и внутренние раздражители называется:  
раздражимостью;  
проводимостью;  
лабильностью;  
возбудимостью;  
рефрактерностью.

22. Реакция возбудимых клеток и тканей на действие раздражителя называется:  
возбуждением;  
развитием;  
размножением;  
проведением-экспрессией.

23. Мерой возбудимости является:  
порог возбудимости (минимальная сила раздражителя);  
сила электрического тока;  
температура окружающей среды;  
атмосферное давление;  
стресс.

24. Открытый участок мембраны осевого цилиндра нервного волокна, в котором миелиновая оболочка прерывается, называется  
перехватом Ранвье;  
терминалью аксона;  
аксонным холмиком;  
пресинаптической терминалью;  
шванновской оболочкой.

25. Возбуждение в безмиелиновых нервных волокнах распространяется:  
непрерывно вдоль всей мембраны;  
скачкообразно по перехватам Ранвье;  
в направлении движения аксоплазмы;  
непрерывно по перехватам Ранвье;  
скачкообразно вдоль всей мембраны.

26. Возбуждение в миелинизированных нервных волокнах распространяется:

скачкообразно по перехватам Ранвье;  
скачкообразно вдоль всей мембраны;  
в направлении движения аксоплазмы;  
непрерывно вдоль всей мембраны;  
непрерывно по перехватам Ранвье.

27. Медиатором и трансммитером в нервно-мышечных синапсах не является:

гемоглобин;  
ацетилхолин;  
норадреналин;  
гамма-аминомасляная кислота;  
адреналин;  
глицин.

28. Передача возбуждения с одной клетки на другую обеспечивается с помощью:

синапсов;  
нейроглии;  
форменных элементов крови;  
высокого осмотического давления;  
углекислого газа.

29. Основными функциональными элементами ЦНС являются:

нейроны;  
нейриты;  
нейроглия;  
нейрофибриллы.

30. Основную массу общего числа клеточных элементов в ЦНС занимают:

клетки нейроглии;  
нейроны;  
нейриты;  
нейрофибриллы.

31. Количество аксонов в нервной клетке составляет:

один;  
два;  
много.

32. Отличительными особенностями нервных клеток является:

крупное ядро;  
множество митохондрий;  
развитая эндоплазматическая сеть;  
наличие тигроидной субстанции;  
все вышеперечисленное.

33. Для нейронов несвойственно:

фагоцитоз;  
восприятие сигналов от других нервных клеток;  
хранение и переработка информации;  
передача нервных импульсов.

34. Функционально нейроны делятся на:

чувствительные;  
промежуточные;  
двигательные;  
все вышеперечисленные.

35. Тела чувствительных нейронов располагаются:

в спинномозговых ганглиях;  
в ганглиях головного мозга;  
в коре больших полушарий;  
в сером веществе спинного мозга;  
в белом веществе продолговатого мозга.

36. Наиболее многочисленной функциональной группой являются:

промежуточные нейроны;  
чувствительные нейроны;  
двигательные нейроны.

37. Возбуждение по нейрону проходит:

от дендритов к соме и аксону;  
от аксона к соме и дендритам;  
от аксона к дендритам и соме.

38. Основная масса синапсов образуется:

на дендритах;  
на теле (соме);  
на аксоне.

39. Возбуждающими медиаторами являются:

ацетилхолин;  
норадреналин;  
дофамин;  
глицин.

40. Тормозящими медиаторами являются:  
глицин;  
гамма-аминомасляная кислота;  
гистамин;  
серотонин.

41. Явление центрального торможения было открыто:  
И.М.Сеченовым;  
И. П. Павловым;  
Н.Е.Введенским;  
П. К. Анохиным.

42. Для чего необходима регуляция физиологических функций в организме?  
активное управление деятельностью органов;  
приспособление к меняющимся условиям внешней среды;  
поддержание гомеостаза;  
все вышеперечисленное.

43. Какие ткани обладают раздражимостью?  
мышечная;  
нервная;  
соединительная;  
все вышеперечисленные.

44. Какие ткани обладают возбудимостью?  
мышечная;  
соединительная;  
костная;  
все вышеперечисленные.

45. Как называется специфическая деятельность системы или органа?  
функция;  
адаптация;  
агрегация;  
седиментация.

46. Как называется совокупность физиологических механизмов, поддерживающих константы организма на определенном уровне?

гомеостаз;  
гистерезис;  
гемостаз;  
рефлекс.

47. Какие функции выполняют мембраны возбудимых клеток?

транспортную;  
рецепторную;  
метаболическую;  
все вышеперечисленные.

48. Какие ионы вносят основной вклад в формирование потенциала покоя разных клеток?

ионы натрия;  
ионы калия;  
ионы хлора;  
ионы магния.

49. В каких клетках возможно зарегистрировать потенциал покоя с помощью микроэлектродной техники?

рецепторные клетки;  
эпителиальные;  
нервные;  
во всех вышеперечисленных.

50. Какие моменты характеризуют потенциал покоя?

его можно зарегистрировать во всех клетках;  
для его поддержания и формирования необходима энергия;  
зависит от ионной проницаемости мембран;  
все вышеперечисленное.

51. В каких клетках возможно зарегистрировать потенциал покоя?

нервные клетки;  
клетки гладких мышц;  
клетки миокарда;  
во всех вышеперечисленных.

52. Что такое возбудимость ткани?

способность отвечать на раздражение процессом возбуждения;  
способность к покраснению;  
способность увеличивать осмотическое давление;  
способность проводить возбуждение.

53. Какие черты характерны для возбудимости?  
свойственная нервной и мышечной тканям;  
меняется при возбуждении;  
ее показателем является порог раздражения;  
все вышеперечисленное.

54. Какой процесс возникает на мембране нервной клетки под анодом в момент замыкания электрической цепи?  
деполяризация;  
гиперполяризация;  
изменений нет;  
все вышеперечисленное.

55. В какой момент действия постоянного тока на возбудимую ткань под анодом возникает импульс возбуждения?  
в момент размыкания электрической цепи;  
в момент замыкания электрической цепи;  
в момент вхождения тока в ткань;  
все вышеперечисленное.

56. Какие функции выполняют сенсорные рецепторы?  
восприятие адекватных раздражителей;  
восприятие любых раздражителей;  
генерация потенциалов действия при возбуждении;  
проведение возбуждения к нервной клетке;

57. Какие рецепторы относятся к интерорецепторам?  
проприорецепторы скелетных мышц;  
слуховые;  
тактильные;  
зрительные (палочки и колбочки).

58. Какие рецепторы относятся к экстерорецепторам?  
слуховые;  
тактильные;  
зрительные (палочки и колбочки);  
все вышеперечисленные.

## ***ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ***

1. Тела нейронов расположены:  
в сером веществе мозга;

в белом веществе мозга;  
в восходящих проводящих путях;  
нисходящих проводящих путях.

2. Белое вещество мозга образовано:  
миелиновыми отростками нейронов;  
телами нейронов;  
аксонными холмиками;  
ядрами вегетативной нервной системы.

3. Аfferентные нервные волокна выполняют:  
чувствительную (сенсорную) функцию;  
центробежную функцию;  
двигательную функцию;  
центростремительную функцию.

4. Эfferентные нервные волокна выполняют:  
двигательную функцию;  
чувствительную функцию;  
центростремительную функцию;  
ассоциативную функцию.

5. Нервный центр – это:  
нейроны разных отделов ЦНС, объединенных единой функцией;  
нейроны головного мозга, отвечающие за общее состояние;  
функциональные нейроны определенного участка головного мозга;  
нейроны, локализованные в любом отделе спинного мозга.

6. Возбуждающим медиатором нервно-мышечных синапсов не является:  
глицин;  
адреналин;  
серотонин;  
норадреналин;  
ацетилхолин.

7. Тормозным медиатором синапсов не является:  
ацетилхолин;  
гамма-аминомасляная кислота;  
глицин;  
таурин.

8. Нарушение координации тела в пространстве возникает при повреждении:

мозжечка;  
среднего мозга;  
продолговатого мозга;  
спинного мозга.

9. Рефлекторная дуга состоит из:

рецептора, чувствительного и двигательного путей, ЦНС, эффектора;  
рецептора, участка ЦНС, эффектора;  
чувствительного и двигательного путей, эффектора;  
рецептора, чувствительного и двигательного путей, эффектора.

10. Функциями спинного мозга являются:

проводниковая и рефлекторная;  
проводниковая и двигательная;  
чувствительная и рефлекторная;  
чувствительная и проводниковая.

11. Продолговатый мозг обеспечивает регуляцию:

дыхания и кровообращения;  
лактации;  
половых рефлексов;  
температуры тела.

12. Представителем парасимпатической нервной системы является:

блуждающий нерв;  
большой чревной нерв;  
малый чревной нерв;  
зрительный нерв;  
лицевой нерв.

13. Гипоталамус не участвует в поддержании:

равновесия тела;  
постоянства температуры тела;  
обмена веществ;  
потребления пищи и воды;  
осмотического давления плазмы крови.

14. Детектором и интегратором всей информации, кроме обонятельной, является:

таламус;

гипоталамус;  
мозжечок;  
средний мозг;  
продолговатый мозг.

15. В составе дорсальных корешков в спинной мозг входят нервные волокна:

чувствительные;  
двигательные;  
чувствительные и двигательные;  
эфферентные.

16. В составе вентральных корешков из спинного мозга выходят нервные волокна:

двигательные;  
чувствительные;  
афферентные;  
чувствительные и двигательные.

17. Ядра парасимпатических нервов расположены в:

продолговатом, среднем и крестцовой части спинного мозга;  
таламусе;  
мозжечке;  
коре мозга;  
лабиринте улитки.

18. Нервные центры половых рефлексов расположены в:

крестцовом отделе спинного мозга;  
поясничном отделе спинного мозга;  
продолговатом мозге;  
промежуточном мозге;  
продолговатом мозге.

19. Доминанта – это:

временный стойкий очаг возбуждения определенного нервного центра;  
доминирующий жизненно важный рефлекс;  
нестойкий очаг возбуждения определенного нервного центра;  
способность животного реагировать на все изменения среды.

20. Симпатическая нервная система не иннервирует:

скелетные мышцы;

гладкие мышцы кровеносных сосудов;  
сфинктеры мочевого пузыря;  
мозговой слой надпочечников;  
волосяные фолликулы.

21. Парасимпатическая нервная система не иннервирует:  
надпочечники;  
желудочные железы;  
сердце;  
легкие;  
зрачок.

22. Соматическая нервная система иннервирует:  
скелетные мышцы;  
пищеварительный тракт;  
половые железы;  
кровообразительные органы;  
диафрагму.

23. Соматическая нервная система не регулирует:  
обмен веществ;  
сокращение скелетных мышц;  
расслабление скелетных мышц;  
мочевой пузырь;  
почки.

24. Какие физиологические процессы лежат в основе деятельности ЦНС?  
возбуждение в нейронах;  
возбуждение в нервно-мышечных синапсах;  
торможение в нейронах и синапсах ЦНС;  
все вышеперечисленное.

25. Что характерно для рефлекторной регуляции функций в организме?  
высокая скорость регуляторных воздействий;  
играет ведущую роль в формировании целенаправленного поведения;  
участие нервной системы;  
все вышеперечисленное.

26. Что характерно для гуморальной регуляции функций в организме?  
осуществляется химическими веществами;

включает регулирующее влияние гормонов;  
инертность и долгосрочность регуляторного воздействия;  
все вышеперечисленное.

27. Какие функции осуществляют нервные клетки в центральной нервной системе?

восприятие и кодирование информации;  
секреторные;  
трофическая;  
все вышеперечисленное.

28. Какие функции выполняют глиальные клетки в нервной системе?

обеспечивают трофическую функцию;  
обеспечивают опорную функцию;  
образуют миелин;  
все вышеперечисленное.

29. Чем обусловлено одностороннее проведение возбуждения в нервных центрах?

+ наличием синапсов;  
упорядоченным расположением нейронов;  
интенсивным возбуждением глиальных клеток;  
наличием миелиновых оболочек.

30. Какова основная роль процесса торможения в ЦНС?

охранительная;  
возбуждающая;  
координирующая;  
все вышеперечисленное.

### ***ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ И НЕРВОВ***

1. Какими свойствами обладают нервные клетки?

возбудимость;  
проводимость;  
раздражимость;  
все вышеперечисленное.

2. Какие функции выполняют нервные клетки?

восприятие информации;  
обработка информации;  
проведение возбуждения;  
все вышеперечисленное.

3. Что характерно для вставочных нейронов?  
способны генерировать потенциалы действия;  
обеспечивают связь между афферентными и эфферентными нейронами;  
их больше, чем афферентных и эфферентных нейронов;  
все вышеперечисленное.
4. Какие функции выполняют глиальные клетки?  
опорная;  
трофическая;  
участвуют в миелинизации аксонов нервных клеток;  
все вышеперечисленные.
5. Что характерно для эфферентных нервных клеток?  
проводят возбуждение от нервных центров к исполнительным органам;  
способны генерировать потенциалы действия;  
синтез медиатора;  
все вышеперечисленное.
6. Какие черты характеризуют особенности проведения возбуждения в синапсах?  
необходим медиатор;  
одностороннее проведение возбуждения;  
наличие синаптической задержки;  
все вышеперечисленное.
7. Что такое двигательная единица?  
группа мышечных волокон, иннервируемая разветвлением одного аксона;  
единица измерения мощности мышцы;  
мышечная группа, выполняющая слитное сокращение;  
мышечное волокно, иннервируемое несколькими нервными клетками.
8. Какими свойствами обладают волокна скелетных мышц?  
возбудимость;  
проводимость;  
пластичность;  
все вышеперечисленные.
9. Какие черты характеризуют функциональные особенности гладкомышечных клеток внутренних органов?

сократимость;  
низкий расход энергии;  
малые скорости сокращения и расслабления;  
все вышеперечисленное.

10. Что характерно для гладкомышечных клеток?  
сократимость;  
медленное сокращение;  
медленное расслабление;  
все вышеперечисленное.

11. Какими физическими особенностями отличаются гладкомышечные клетки от поперечнополосатых мышц?  
меньшая возбудимость;  
высокая чувствительность к химическим факторам;  
наличие автоматии;  
все вышеперечисленное.

12. Что характерно для гладкомышечных клеток стенки тонкого кишечника?  
автоматия;  
высокий расход энергии;  
высокая скорость сокращения;  
малая продолжительность сокращения.

13. Как называется место контакта аксона нервной клетки с любой другой клеткой?  
синапс;  
нексус;  
хронаксия;  
десмосома.

14. Как называется морфофункциональный элемент нервно-мышечного аппарата?  
двигательная единица;  
синапс;  
миофибрилла;  
единица силы.

16. С помощью какого прибора можно зарегистрировать время ответной реакции мышцы при действии электрического тока?  
хронаксиметр;

кимограф;  
миограф;  
рефлексометр.

### ***ФИЗИОЛОГИЯ КОЖИ***

1. Кожей не выполняется такая функция, как:  
гемостатическая;  
защитная функция;  
секреторная функция;  
терморегуляторная функция;  
выделительная функция.

2. Наиболее интенсивные теплотери происходят:  
с поверхности тела;  
из мозга;  
из сердца;  
из печени;  
из щитовидной железы.

3. Процесс конвекции – это:  
теплоотдача путем усиления потока окружающего воздуха;  
испарение воды с поверхности кожи;  
выделение паров воды легкими;  
отдача тепла объектам, соприкасающимся с поверхностью тела;  
поступление тепла через кожу внутрь организма.

### ***ФИЗИОЛОГИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ***

1. Главные пластические вещества в организме – это:  
белки;  
жиры;  
углеводы;  
вода;  
кислород и углекислота.

2. Главные энергетические вещества в организме – это:  
углеводы и жиры;  
белки;  
вода;  
минеральные вещества;  
кислород и углекислота.

3. Для молодых животных характерным является баланс азота:  
положительный;  
нулевой;  
отрицательный;  
сверхнормативный;  
экстраординарный.

4. Для взрослых животных характерным является баланс азота:  
нулевой;  
отрицательный;  
положительный;  
экстраординарный;  
сверхнормативный.

5. Биологическая ценность белка определяется его количеством:  
отложенным в теле в процентах от потребленного;  
отложенным в теле в процентах от заданного;  
количеством непереваренного белка;  
количеством азота, выведенного с мочой.

6. К незаменимым аминокислотам относятся:  
лейцин;  
цистеин;  
пролин;  
аланин;  
тирозин;  
аспарагиновая кислота.

8. Белки состоят из:  
аминокислот;  
аммиака;  
гликогена;  
мочевины;  
углекислого газа и воды.

9. В регуляции белкового обмена не участвует:  
вазопрессин;  
гипоталамус;  
гипофиз;  
тироксин;  
соматотропин.

10. Баланс азота определяют по разнице между его количеством:  
получаемым с пищей и выводимым с экскрементами;  
полученным с пищей и отложенным в теле;  
получаемым с пищей и выводимым с продукцией;  
получаемым с пищей и содержащимся в крови.

11. Для аминокислот не характерным является процесс:  
дегенерации;  
декарбоксилирования;  
переаминирования;  
дезаминирования.

12. Ключевым органом белкового и аминокислотного обмена является:  
печень;  
легкие;  
сердце;  
почки;  
головной мозг.

13. Цикл трикарбоновых кислот (Кребса) включает распад:  
углеводов;  
угольной кислоты,  
соляной кислоты;  
минеральных соединений;  
ферментов.

14. Процесс анаболизма включает в себя:  
синтез белков,  
гликолиз;  
липолиз;  
цитоллиз;  
гемолиз.

15. Процесс катаболизма включает в себя процессы:  
распада белков;  
липогенеза;  
гемопоза;  
лактопоза;  
эмбриогенеза.

16. К полноценным не относятся белки:

пшеницы;  
мяса;  
молока;  
яйца;  
рыбы.

17. Высокую биологическую ценность имеют белки:

мяса;  
ячменя;  
кукурузы;  
сорго;  
пшеницы.

18. К конечным продуктам катаболизма относятся:

$\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
гемоглобин;  
миозин;  
актин;  
фибриноген.

19. Белковый обмен не включает:

устойчивость белков к распаду в течение жизни;  
гидролиз белков в пищеварительном тракте;  
синтез белков из аминокислот в органах, тканях;  
распад аминокислот до конечных продуктов;  
расщепление белков в органах и тканях.

20. Обмен веществ и энергии не влияет на:

врожденное бесплодие животных;  
поддержание гомеостаза;  
образование продукции;  
функционирование органов и систем;  
рост и развитие животного.

21. К продуктам распада углеводов не относится:

аденин;  
пировиноградная кислота;  
молочная кислота;  
углекислый газ;  
вода.

22. К методам изучения обмена веществ не относится:

биометрия;

балансовый метод;

метод «меченых» атомов;

метод изолированных органов;

метод ангиостомии и катетеризации сосудов.

23. Обмен веществ и энергии не влияет на:

наличие внутриклеточных органоидов;

поддержание постоянной температуры тела;

воспроизводительную функцию;

циркуляцию крови в организме;

лактацию.

24. Энергетика организма не подчиняется действию закона:

земного притяжения;

сохранения энергии;

направления превращения энергии;

превращения химической энергии в тепловую;

запасания энергии в фосфатных связях АТФ.

25. Обменная энергия кормов для жвачных животных определяется по формуле:

$$OЭ = ВЭ - (Э_{кала} + Э_{газов} + Э_{мочи});$$

$$OЭ = ВЭ - (Э_{кала} + Э_{газов});$$

$$OЭ = ВЭ - Э_{кала};$$

$$OЭ = ВЭ - Э_{мочи};$$

26. Энергия основного обмена – это энергия:

поддержания постоянства температуры тела, работы органов;

теплового возрастания;

кала и мочи;

продукции;

физической работы.

27. Путь синтеза АТФ называется:

окислительным фосфорилированием;

гликонеогенезом;

протеолизом;

гидролизом;

липолизом.

28. Сущность энергетического обмена состоит в:  
разрыве энергетических связей и освобождении электронов;  
накоплении запасов подкожного жира;  
гидролизе жира;  
выделении тепла поверхностью тела;  
поглощении солнечной энергии.

29. В печени не происходит процесс:  
синтеза незаменимых аминокислот из глюкозы;  
гликолиза;  
гликонеогенеза;  
окисления глюкозы с выделением энергии;  
синтеза жира из глюкозы.

30. Энергетическая «валюта» организма – это:  
АТФ;  
углеводы;  
жиры;  
белки;  
гликопротеиды.

31. Энергию корма и выделение тепла организмом измеряют в:  
калориях и джоулях;  
градусах;  
процентах;  
омах;  
амперах.

32. Валовая энергия корма измеряется:  
сжиганием в калориметрической «бомбе»;  
по количеству клетчатки;  
путем взвешивания;  
сжиганием в муфельной печи;  
фотоколориметрированием.

31. Главным местом образования энергии являются:  
митохондрии;  
рибосомы;  
лизосомы;  
ядро;  
плазматическая мембрана.

32. Взаимосвязь обмена белков, жиров и углеводов осуществляется через:

цикл трикарбоновых кислот;  
уксусную кислоту;  
ДНК;  
РНК;  
аспарагиновую кислоту.

33. Теплоотдача не происходит в процессе:

зрения;  
конвекции;  
радиации;  
испарения;  
проведения.

34. Регулятором теплового гомеостаза является:

гипоталамус;  
почки;  
сердце;  
задний мозг;  
кора головного мозга.

35. Натрий не участвует в:

отложении жира в теле;  
кислотно-щелочном равновесии;  
формировании потенциала действия;  
создании осмотического давления;  
буферных системах крови.

36. Перевариваемая энергия определяется по:

разности между энергией съеденного корма и кала;  
количеству клетчатки в кале;  
дыхательному коэффициенту;  
количеству выделенного тепла;  
затратам энергии на поддержание жизни.

37. Продуктивная энергия кормов определяется по:

количеству энергии в произведенной продукции;  
дыхательному коэффициенту;  
количеству жира в продукции;  
затратам энергии на основной обмен.

38. Кальций не участвует в:  
образовании шерстного покрова животных;  
сокращении мышц;  
создании электрического биопотенциала;  
образовании костей;  
возбуждении ЦНС.

39. Непрямая калориметрия – это:  
измерение затрат энергии по газообмену;  
измерение тепла, выделенного животным, в калориметрической камере;  
калорийность потребленного корма;  
энергия выделенной мочи;  
энергия выделенных газов.

### ***ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ***

1. Структурной единицей почки является:  
нефрон;  
нейрон;  
нейтрон;  
почечная артерия.

2. Не имеют мочевого пузыря:  
курица, утка;  
лошадь, корова;  
свинья, верблюд;  
собака, кошка;  
овца, коза.

3. У млекопитающих соединения азота в моче выделяются преимущественно в виде:  
мочевины;  
мочевой кислоты;  
аммиака;  
аммиачной селитры;  
нитратов натрия и калия.

4. В сосудистых клубочках нефрона образуется:  
первичная моча;  
вторичная моча;  
вода;  
сыворотка крови;  
плазма крови.

5. В первичной моче нет:  
высокомолекулярных белков;  
глюкозы;  
аминокислот;  
витаминов минералов.
6. Выход жидкой части крови в капсулу Шумлянско-Боу-мена называется:  
фильтрацией;  
реабсорбцией;  
секрецией;  
мочеобразованием;  
абсорбцией.
7. Активный и пассивный транспорт веществ из просвета канальцев нефрона в кровеносные сосуды называют:  
реабсорбцией;  
секрецией;  
мочеобразованием;  
фильтрацией;  
абсорбцией.
8. Необходимое давление в мальпигиевом клубочке создается за счет:  
разности диаметров приносящего и выносящего сосудов;  
осмотического давления;  
интенсивной работы сердца;  
интенсивной работы спинного мозга.
9. Для получения 1 литра фильтрата первичной мочи через почки должно пройти:  
6-10 л крови;  
0,5-5 л крови;  
20-30 л крови;  
40-50 л крови.
10. К органам выделения относятся:  
легкие, почки, желудочно-кишечный тракт, потовые железы;  
мышцы, кости, связки;  
сердце, сосуды, костный мозг, кровь;  
головной и спинной мозг.

11. В норме через почечный фильтр не проходят:  
форменные элементы крови;  
моносахариды крови;  
минеральные вещества плазмы;  
мочевая кислота и мочевины;  
азотистые основания.

12. Вторичная моча – это:  
моча, выделяющаяся из мочеточников;  
ультрафильтрат почечных клубочков;  
моча, находящаяся в проксимальных извитых канальцах;  
моча, образующаяся при патологиях почек.

13. Реабсорбция происходит в:  
петле Генле, канальцах, собирательных трубочках;  
почечных клубочках;  
почечной лоханке;  
капиллярной сети почек.

### ***ПО ТЕМЕ ФИЗИОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ***

1. Какие признаки характерны для соматической нервной системы?  
регуляция тонуса скелетных мышц;  
регуляция двигательных реакций скелетных мышц;  
медиатором нейронов является ацетилхолин;  
все вышеперечисленное.

2. Как влияет раздражение симпатического отдела вегетативной нервной системы на мышцы радужной оболочки и диаметр зрачка глаза?  
увеличивает диаметр зрачка;  
уменьшает диаметр зрачка;  
влияния не оказывает;  
вызывает сокращение кольцевых мышц радужной оболочки.

3. Какие эффекты вызывает раздражение парасимпатических нервов на мышцы радужной оболочки и диаметр зрачка глаза?  
приводит к уменьшению диаметра зрачка;  
не оказывает влияния;  
приводит к увеличению диаметра зрачка;  
вызывает сокращение радиальных мышц радужной оболочки.

5. Как раздражение блуждающего нерва влияет на работу сердца?

уменьшает силу и частоту сокращений;

увеличивает силу и частоту сокращений;

вызывает положительные инотропные и хронотропные эффекты;

не оказывает влияния.

6. Как влияет раздражение симпатических нервов на деятельность сердца?

увеличивает силу и частоту сердечных сокращений;

вызывает положительный хронотропный эффект;

вызывает положительный инотропный эффект;

все вышеперечисленное.

7. Как влияет раздражение симпатических нервов на мускулатуру бронхов?

вызывает расслабление;

не оказывает влияния;

вызывает сокращение;

все вышеперечисленное.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Георгиевский, В. И., Физиология сельскохозяйственных животных: учебное пособие для студентов специальности «Зоотехния» / В. И. Георгиевский. – М.,Агропромиздат, 1990. – 511 с.
2. Лысов, В.Ф. Основы физиологии и этологии сельскохозяйственных животных / В. Ф. Лысов, В. И. Максимов. – М.: Колос, 2004. – 248 с.
3. Скопичев, В.Г. Физиология животных и этология: Учебное пособие для студентов специальности «Зоотехния» и «Ветеринария» / В. Г. Скопичев, Н. П. Эйсымонт и др. – М.: КолосС, 2004 – 718 с.
4. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям по курсу «Физиология и этология животных»/ Сост. А. А. Ряднов, Т. А. Ряднова, Е. В. Петухова, Т. Л. Крюкова, В. Н. Храмова, Г. Г. Зозуля, И.Н. Жирков; Волгоградская ГСХА – Волгоград, 2005. – 40 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
Занятие 1. Знакомство с основной физиологической аппаратурой	5
<b>Физиология крови</b> .....	9
Занятие 2. Подсчет количества эритроцитов в крови .....	10
Занятие 3. Определение количества гемоглобина в крови.....	12
Занятие 4. Гемолиз крови под влиянием различных веществ. Оп- ределение осмотической резистентности эритроцитов .....	15
Занятие 5. Подсчет количества лейкоцитов в крови. Определение лейкоцитарной формулы .....	18
<b>Физиология кровообращения</b> .....	21
Занятие 6. Наблюдение и графическая регистрация сокращений сердца лягушки .....	22
Занятие 7. Рефрактерный период. Экстрасистола .....	25
Занятие 8. Проводящая система сердца. Лигатуры Станниуса ....	26
Занятие 9. Электрокардиография .....	30
Занятие 10. Наблюдение кровообращения в мелких сосудах .....	35
<b>Физиология мышц и нервов</b> .....	37
Занятие 11. Приготовление нервно-мышечного препарата.....	39
Занятие 12. Зависимость мышечных сокращений от частоты и силы раздражений. Типы сокращения мышц .....	41
Занятие 13. Зависимость работы мышц от нагрузки .....	44
Занятие 14. Утомление скелетной мышцы .....	46
Занятие 15. Рефлексы спинного мозга и анализ дуги безусловно- го рефлекса .....	48
Занятие 16. Свойства нервных центров .....	52
<b>Физиология движения</b> .....	58
Занятие 17. Наблюдение за движением животных. ....	65
<b>Физиология эндокринной системы</b> .....	66
Занятие 18. Влияние адреналина на диаметр зрачка глаза и изо- лированное сердце лягушки .....	73
<b>Физиология дыхания</b> .....	75
Занятие 19. Фракции легочного воздуха. Спирометрия .....	79

<b>Физиология пищеварения</b> .....	81
Занятие 20. Определение кислотной ёмкости слюны .....	83
Занятие 21. Действие желудочного сока на белок .....	83
Занятие 22. Исследование кислот рубцового содержимого .....	87
Занятие 23. Ферментативное действие поджелудочного сока .....	88
Занятие 24. Влияние желчи на фильтрацию жира .....	90
Занятие 25. Принципы составления рациона .....	91
<b>Физиология размножения</b> .....	93
Занятие 26. Лабораторные методы диагностики беременности.....	99
<b>Физиология лактации</b> .....	101
Занятие 27. Определение величины жировых шариков молока.	
Подсчет жировых шариков в молоке .....	103
<b>Анализаторы (сенсорные системы)</b> .....	105
Занятие 28. Анализаторы.....	109
Приложение А .....	113
Приложение Б .....	117
Приложение В .....	118
Список используемой литературы .....	191
<b>СОДЕРЖАНИЕ</b> .....	192

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**Ряднов Алексей Анатольевич**

**ФИЗИОЛОГИЯ И ЭТОЛОГИЯ  
ЖИВОТНЫХ**

Издание 2-е, дополненное

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

В авторской редакции

Компьютерная вёрстка *Ситниковой Т.А.*

Подписано в печать 10.07.2015. Формат 60x84<sup>1/16</sup>.

Усл. печ. л. 11,39. Тираж 100. Заказ 245.

ИПК ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ «Нива».

400002, Волгоград, пр. Университетский, 26.