

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. Тимирязева

Институт зоотехнии и биологии  
Кафедра физиологии, этологии и биохимии животных

Д.А. Ксенофонов

# **ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ**

**Методические указания  
к лабораторно-практическим занятиям**

Москва 2026

УДК 591: 57.017  
ББК

Рецензент – Кидов А.А., доктор биологических наук, заведующий кафедрой зоологии и аквакультуры (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Д.А. Ксенофонтов

**Физиология животных: методические указания к лабораторно-практическим занятиям** - Москва: Изд-во РГАУ-МСХА, 2026. 59 с.

В методических указаниях изложен учебный материал для практических занятий по дисциплине «Физиология животных» и вопросы для подготовки к контрольным работам. Предназначено для студентов очного отделения аграрных вузов, обучающихся по направлению 35.03.05 «Садоводство» для научных сотрудников и преподавателей. Рекомендовано к изданию ученым Советом Института зоотехнии и биологии протокол № 14 от 15.04.2026г.

© Ксенофонтов Д.А. 2026

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА  
имени К.А.Тимирязева, 2026

© Издательство РГАУ-МСХА, 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

### Раздел 1. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ (НЕРВОВ И МЫШЦ)

Лабораторно-практическая работа № 1. Изучение возбудимости нервов и мышц 5

Лабораторно-практическая работа № 2. Изучение сократимости мышечной ткани 9

Лабораторно-практическое занятие № 3. Изучение физических свойств мышечной ткани 12

Лабораторно-практическое занятие № 4. Изучение работы и утомления мышц 13

### Раздел 2. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Лабораторно-практическое занятие № 5. Рефлекс и рефлекторная дуга 16

Лабораторно-практическое занятие № 6. Процессы торможения в центральной нервной системе 20

### Раздел 3. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ

Лабораторно-практическая работа № 7. Влияние гормонов щитовидной железы 22

### Раздел 4. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

Лабораторно-практическая работа № 8. Техника взятия и методы изучения физико-химических свойств крови 25

Лабораторно-практическое занятие № 9. Изучение свойств эритроцитов 28

Лабораторно-практическое занятие № 10. Методы изучения морфологического состава крови 31

### Раздел 5. ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНОВ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Лабораторно-практическое занятие № 11. Физиологические свойства сердечной мышцы 33

Лабораторно-практическое занятие № 12. Изучение работы органов кровообращения. 38

Раздел 6. ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ	
Лабораторно-практическое занятие № 13. Изучение функций органов дыхания	41
Раздел 7. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ	
Лабораторно-практическая работа № 14. Физиология пищеварительной системы	47
Лабораторно-практическое занятие № 15. Физиология пищеварения у жвачных животных	51
Лабораторно-практическое занятие № 16. Пищеварительная и обменная функции кишечника	53
Раздел 8. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ	
Лабораторно-практическое занятие № 17. Физиология мочеобразования	55
Раздел 9. ФИЗИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И ЛАКТАЦИИ	
Лабораторно-практическое занятие № 18. Функция молочной железы и методы их исследований	57

## **Раздел 1. ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ (НЕРВОВ И МЫШЦ)**

В состоянии покоя мембрана нейрона поляризована и обладает так называемым мембранным потенциалом покоя.

Мембранный потенциал покоя представляет собой такое распределение зарядов, при котором положительные заряды находятся на наружной поверхности мембраны, а отрицательные - на ее внутренней поверхности. Процесс поляризации мембраны нейрона активный (то есть происходит с поглощением энергии), и осуществляется натриево-калиевыми ионными насосами. Эти насосы обеспечивают одновременно активный транспорт трех ионов  $\text{Na}^+$  изнутри клетки в межклеточное пространство и двух ионов  $\text{K}^+$  из межклеточного пространства внутрь нейрона. Результатом этого процесса (которому способствует присутствие только в межклеточном пространстве заряженных протеинов, имеющих, при нормальном рН, отрицательный электрический заряд) является аккумуляция положительно заряженных ионов на наружной поверхности мембраны, а отрицательно заряженных ионов - на внутренней поверхности мембраны (поляризация).

В момент, когда ткань подвергается воздействию единичного электрического стимула с интенсивностью, превышающей пороговую величину (порог возбудимости), потенциал покоя сменяется потенциалом действия (нервным импульсом).

В этих условиях мембрана становится гиперпроницаемой для ионов натрия (натриевые ворота открываются), делая тем самым тщетной работу натрий-калиевых насосов. Ионы натрия в больших количествах входят в клетку, резко изменяя тем самым распределение зарядов, характерное для потенциала покоя (положительные электрические заряды начинают доминировать на внутренней поверхности мембраны нейрона). Во время этого процесса, в момент, когда мембранный потенциал стремится к нулю, натриевые каналы закрываются (останавливается приток ионов  $\text{Na}^+$  внутрь клетки), а калиевые каналы открываются (начинается отток ионов  $\text{K}^+$  из клетки наружу), то есть возникает ситуация, при которой останавливается деполяризация мембраны (на уровне от +30 до +35 мВ), начинается реполяризация мембраны клетки. Реполяризация проходит интенсивно и приводит к установлению мембранного потенциала в -75 мВ (гиперполяризации), ситуации, в которой каналы  $\text{K}^+$  закрываются, и достигается нормальный уровень поляризации мембраны вследствие действия натриево-калиевых насосов.

### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1.**

#### **Изучение возбудимости нервов и мышц**

1. Основные свойства нервов и мышц.
2. Раздражители, их виды и свойства.
3. Понятие о токах покоя и токах действия.
4. Понятие о процессе возбуждения.

5. Передача возбуждения с нерва на мышцу, роль синапсов.

### Работа 1. Приготовление нервно-мышечного препарата

1. Запишите методику приготовления нервно-мышечного препарата, зарисуйте препараты (с лапкой и без лапки), укажите их составные части и назначение каждой из них.
2. Приготовьте согласно методике 2 нервно-мышечных препарата с лапкой.

### Работа 2. Исследование возбудимости нервной и мышечной ткани

Цель: продемонстрировать и измерить мембранный потенциал покоя на уровне мышечного волокна.

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Мышечная система и ознакомьтесь с работой «Мембранный потенциал покоя». Запишите основные понятия: возбудимость и проводимость нерва; способ наблюдения возбудимости и проводимости нерва; какие условия необходимы для возбуждения; чем отличается прямое раздражение от непрямого?
2. Ознакомьтесь с устройством элетростимулятора. Настройте электростимулятор на одиночные импульсы и выполните опыт.

#### **Принцип действия:**

Электроды вольтметра подключают к внутренней среде мышечного волокна и к его поверхности.

Технология:

- 1) Щелкните кнопку "ВВЕСТИ ЭЛЕКТРОДЫ".
- 2) Наблюдайте за экраном вольтметра, обратите внимание на изменения мембранного потенциала.
- 3) Определите величину разности потенциалов на экране вольтметра.
- 4) Для того, чтобы еще раз провести этот эксперимент, щелкните клавишу "ИЗВЛЕЧЬ ЭЛЕКТРОДЫ".
- 5) Результаты запишите в таблицу

Ткань	Вид раздражителя	Потенциал покоя, мВ

4. Продемонстрировать и измерить мембранный потенциал действия на уровне мышечного волокна.

Принцип действий: Два электрода подсоединяют к поверхности мышцы и посылают электрический стимул.

**Технология:**

- 1) Нажмите кнопку "СТИМУЛ".
- 2) Обратите внимание на то, как формируется деполяризационная волна, и как она движется.
- 3) Понаблюдайте за экраном вольтметра и обратите внимание на изменения потенциала мембраны.
- 4) Определите величины потенциала действия.
- 5) Для повторения эксперимента нажмите кнопку "ПЕРЕЗАПУСК ЭКСПЕРИМЕНТА".
- 6) Результаты запишите в таблицу

Ткань	Вид раздражителя	Потенциал покоя, мВ

**Работа 3. Исследование проводимости тканей. Прямое и непрямое раздражение мышцы**

1. Запишите, чем отличается прямое раздражение мышцы от непрямого.
2. Воспроизведите в опыте прямое и непрямое раздражение мышцы, нарисуйте их схемы.
3. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM. Выберите раздел Физиология нервной системы и ознакомьтесь с работой «Демонстрация воздействия анестезирующих средств и низкой температуры».

**Технология:**

- 1) Включите стимулятор, щелкнув мышью по кнопке "Сеть";
- 2) Включить усилитель, щелкнув мышью по кнопке "Сеть";
- 3) Воздействуйте на седалищный нерв лягушки электрическим стимулом, измерьте время, потребовавшееся для того, чтобы импульс достиг места назначения, и определите скорость проводимости;
- 4) Смочите седалищный нерв лягушки лидокаином и воздействуйте на него электрическим стимулом; оцените эффект, который лидокаин оказывает на возбудимость нерва;
- 5) Смочите седалищный нерв лягушки эфиром и воздействуйте на него электрическим стимулом; оцените эффект этого анестезирующего средства на возбудимость нерва;

б) Поместите несколько льдинок на седалищный нерв, затем воздействуйте на него электрическим стимулом; оцените возбудимость нерва и определите скорость проводимости в этих условиях.

4. Запишите результаты опыта.

Вариант опыта	Действующее вещество	Интенсивность стимула	Ответная реакция	Время, мс	Скорость проводимости

5. Укажите причины временной и постоянной потери проводимости импульса возбуждения.

#### **Работа 4. Определение порогов раздражения нерва и мышцы**

1. Ознакомьтесь с работой миографа. Настройте электростимулятор на одиночные импульсы.
2. Запишите миограмму, отражающую допороговую, пороговую и сверхпороговую силу раздражителя.
3. Определите (визуально, по миограмме) характер зависимости силы сокращения мышцы от силы, действующего на нее раздражителя. Запишите результат.
4. Укажите в таблице силу нижнего и верхнего порогов раздражения при прямом и непрямом раздражении мышцы

#### **Величины порогов раздражения**

Вид раздражения	Порог	
	Нижний	Верхний
Прямое		
Непрямое		

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

### Изучение сократимости мышечной ткани

#### Вопросы для подготовки к занятию

1. Одиночное сокращение мышцы и его периоды. Тетанус и его виды.
2. Механизм мышечного сокращения.
3. Отличительные особенности одиночного сокращения поперечно-полосатой и гладкой мышц.
4. Понятие о вторичном тетанусе.

#### Работа 1. Анализ одиночного и тетанического сокращений мышцы

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Мышечная система и ознакомьтесь с работой «Простое сокращение скелетных мышц».

Простое сокращение скелетных мышц представляет собой ответную реакцию в виде сокращения на одиночный стимул.

Миограмма формируется по определенной схеме, и мы можем проследить три последовательных фазы: 1. Латентный период, 2. Период сокращения 3. Период расслабления.

Цель: визуализировать и измерить фазы простого сокращения, продемонстрировать связи между силой стимула и силой мышечного сокращения (количеством мышечных волокон, задействованных в ответной реакции).

Принцип действия: скелетная мышца подвергается воздействию единичного электрического стимула, при этом получается графическое изображение мышечного сокращения (миограмма) в нормальных условиях и в условиях искусственного охлаждения мышцы.

#### **Технология:**

1. Визуализация фаз простого сокращения, их измерение и демонстрация связи между силой стимула и силой мышечного сокращения (количеством мышечных волокон, задействованных в ответной реакции).
- увеличьте силу стимула с помощью соответствующих клавиш и направляйте только по одному стимулу;
  - обратите внимание на прямую связь между силой стимула и амплитудой сокращения, получаемого в результате;
  - эта зависимость существует до тех пор, пока сила стимула не достигнет определенного уровня, после чего амплитуда сокращения уже не возрастает;
  - запишите для себя эту величину интенсивности стимула;
  - измерьте продолжительность всех трех фаз простого сокращения, щелкая по кнопкам-стрелкам возле окна «Время»;
  - результаты внесите в таблицу, сделайте вывод.

Напряжение стимулятора, В	Латентный период, мс	Период сокращения, мс	Период расслабления, мс

2. Демонстрация влияния низкой температуры на мышечную возбудимость и сократимость:

- увеличивайте силу стимула с помощью соответствующих клавиш до тех пор, пока амплитуда сокращения не станет максимальной;
- отправьте один электрический стимул;
- определите амплитуду сокращения и замерьте продолжительность трех фаз сокращения с помощью соответствующих клавиш;
- положите на мышцу несколько льдинок;
- вновь подвергните мышцу воздействию электрического стимула;
- снова оцените амплитуду сокращения и продолжительность трех фаз одиночного подергивания, отметьте, как уменьшилась амплитуда и увеличилась продолжительности трех фаз (латентного периода, периода сокращения и периода релаксации);
- смойте лед с мышцы физиологическим раствором;
- вновь подвергните мышцу воздействию стимула, и отметьте, как замеряемые параметры возвращаются к исходным значениям.

## Работа 2. Анализ тетанических сокращений мышцы

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Мышечная система и ознакомьтесь с работой «Сокращение скелетных мышц в результате действия нескольких стимулов».

Совокупность сокращений представляет собой ответную реакцию в виде сокращения скелетных мышц, которая наступает после применения как минимум двух стимулов до того, как закончится период сокращения, вызванный первым стимулом (15-20 миллисекунд).

Принимая во внимание теоретическую возможность применения двух стимулов, в соответствии с изложенным выше правилом получается, что второй стимул может заставить мышцу в одной из трех фаз одиночного сокращения (латентной, фазе сокращения или фазе релаксации).

Действительно, получаются три разные миограммы, отражающие три разные ситуации:

1. Второй стимул приходится на латентную фазу: это не дает никакого результата, так как мышца в данном периоде является невозбудимой.

2. Второй стимул приходится на фазу сокращения: ответная реакция здесь уже достаточно ярко выражена, однако сокращения не сливаются на миограмме в одну кривую.

3. Второй стимул приходится на фазу релаксации: мы видим особенную кривую - два сокращения частично слились в одно, образовав двугорбую кривую.

Цель: изучить виды сложного сокращения поперечно-полосатых мышц и проанализировать получающиеся миограммы.

Принцип действий: примените несколько стимулов разной частоты к скелетным мышцам, регистрируя сокращения на миограммах.

Практическая работа состоит из двух частей:

1) Получение графического изображения сложного сокращения типа "Неполный тетанус".

Установите частоту стимуляции 10, потом 6,5 и, наконец, 5 стимулов/сек, применяя каждый раз стимуляцию в течение 5-6 секунд. Проанализируйте полученную миограмму.

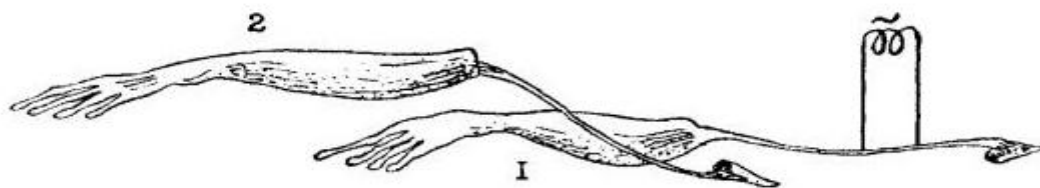


2) Получение графического изображения сложного сокращения типа "Полный тетанус".

Установите частоту стимулов на 20 стимулов/сек с помощью соответствующих кнопок, затем примените стимуляцию в течение 5-6 секунд. Проанализируйте полученную миограмму.

### Работа 3. Вторичный тетанус

Выполните опыт согласно схемы и объясните: почему сокращается лапка вторичного препарата.



---

---

---

#### **Работа 4. Миограмма гладкой мышцы**

1. Ознакомление с содержанием опыта
2. Приготовьте препарат изолированного кишечника лягушки
3. Запишите миограмму гладкой мышцы. Опишите, чем отличается сокращение гладкой мышцы?

### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3**

#### **Изучение физических свойств мышечной ткани**

##### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Морфо-физиологические свойства мышц.
2. Понятие о режимах мышечной деятельности.
3. Понятие о силе мышцы; абсолютная и относительная сила мышц.
4. Зависимость силы мышцы от ее строения.
5. Эластических свойств мышц, их зависимость от нагрузки на мышцу.
6. Элементы мышечного волокна, выполняющие функцию напряжения и обуславливающие эластические свойства мышцы.

#### **Работа 1. Определение относительной силы**

1. Опишите понятия: "сила мышцы", "абсолютная сила мышцы" и «относительная сила мышцы». Зарисуйте мышцы разного строения: параллельноволокнистую, веретенообразную, перистоволокнистую. Обозначьте у них анатомический и физиологический поперечники. Укажите, какая из этих мышц обладает наибольшей силой. Почему?
2. Подготовьте два нервно-мышечных препарата для графической регистрации сокращений.
3. Рассчитайте относительную силу мышцы, для чего:
  - а) определите площадь поперечного сечения мышцы в месте наибольшего ее утолщения (по формуле:  $S = \Pi r^2$ )
  - б) вычислите относительную силу мышцы по формуле:

$$P_{\text{отн.}} = P/S,$$

где  $P$  – сила мышцы (в г.),  $S$  – площадь поперечного сечения ( $\text{см}^2$ )

## Работа 2. Изучение эластических свойств мышцы

1. Нервно-мышечные препараты, использованные в предыдущем опыте, лишите нервов. Один из препаратов закрепите в мышцедержателе миографа и соедините с записывающим рычагом (подпорку пера опустить).
2. Запишите на кимографе прямую линию длиной в 1,5-2 см. Остановите кимограф и подвесьте к рычагу гирю в 5 г., запишите прямую линию. Запись повторите дважды, предварительно подвешивая груз по 5-10 г. Таким образом, Вы получили нисходящую ступенчатую «лесенку». Далее, в обратной последовательности поочередно снимайте груз (осторожно, пинцетом) также с последующими включениями кимографа - получите восходящую «лесенку».
3. Сравните высоту нисходящей и восходящей миограммы, объясните результат наблюдения.
4. Поместите свежий препарат без нерва в миограф. Подведите писчик к кимографу и запишите по всей его окружности прямую линию. Не останавливая кимограф подвесьте к писчику груз - 20 г и далее: не останавливая кимографа, снимите груз и подождите пока перо писчика вернется на исходную линию. Так Вы получите запись кривой растяжения мышцы и времени ее возврата в исходное состояние, после снятия груза. Повторите опыт, используя груз - 50 г.
5. Сделайте выводы о зависимости скорости возвращения мышцы в исходное состояние (форму) от величины нагрузки.

## Работа 3. Определение силы мышц с помощью динамометра

1. Ознакомьтесь с принципом работы динамометра
2. Определите силу различных групп мышц с помощью динамометра.
3. Результаты запишите в таблицу.


## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4

### **Изучение работы и утомления мышц**

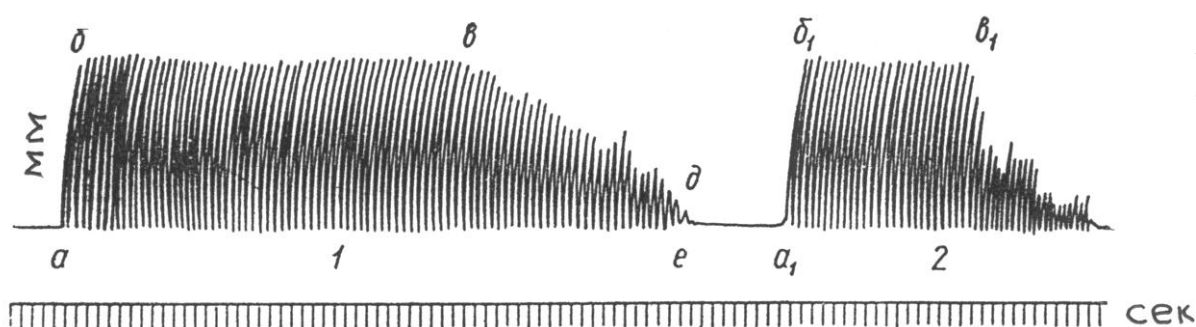
#### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Связь ритма сокращения и скорости утомления мышц. Признаки и причины утомления мышц.
2. Способы определения работы мышц.

3. Работа мышц при разных нагрузках.
4. Понятие об эргографии.

### Работа 1. Влияние ритма раздражения на скорость утомления мышцы

1. Приготовьте два нервно-мышечных препарата и выполните опыт: получите две миограммы при частоте раздражения мышцы 1 имп/сек. и 5 имп/сек. Укажите при каком режиме сокращений утомление мышцы наступает быстрее, почему?
2. На миограмме обозначьте признаки утомления (увеличение времени латентного периода и одиночного сокращения мышцы, уменьшение амплитуды сокращения; развитие контрактуры).



### Работа 2. Роль нервно-мышечного синапса в возникновении утомления.

В возникновении сокращения скелетных мышц задействованы три структуры: 1. Двигательный нейрон; 2. Нейромышечный синапс; 3. Волокно скелетной мышцы.

Из этих трех структур только моторный нейрон не подвержен явлению утомления, его практически невозможно утомить.

В двух других структурах возможно возникновение утомления.

Утомление нейромышечного синапса возникает из-за истощения запаса химического медиатора в пресинаптической мембране. Утомление волокон скелетных мышц возникает по двум причинам: 1) Скопление метаболитов в мышечных волокнах; 2) Истощение энергетического субстрата.

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Мышечная система и ознакомьтесь с работой «Роль нервно-мышечного синапса в возникновении утомления».

Цель: продемонстрировать, что нейромышечный синапс утомляется быстрее, чем мышечное волокно.

Принцип действия: на двигательный нейрон поперечно-полосатой мышцы воздействуют залпом электрических стимулов, одновременно получая миограмму, до тех пор, пока мышца не перестанет сокращаться (проявля-

ется утомление). Затем раздражитель перемещают на саму мышцу и подвергают воздействию стимулов уже непосредственно ее.

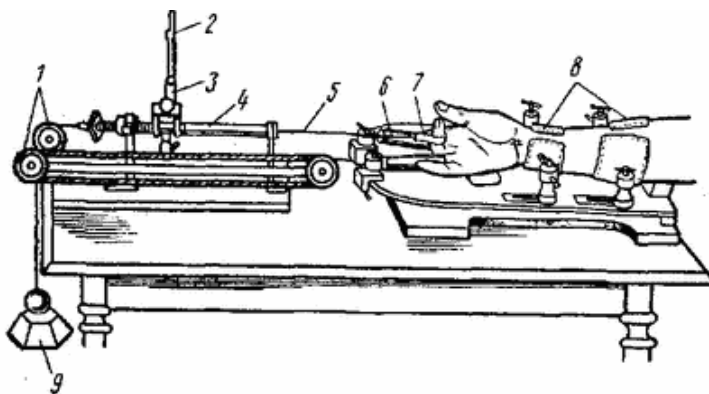
### **Технология:**

- с помощью соответствующих кнопок выберите вариант "НЕПРЯМОЙ СТИМУЛ" (воздействию стимула подвергается двигательный нерв, а не непосредственно мышца);
- щелкнув по кнопке "ВОЗДЕЙСТВОВАТЬ ПАЧКОЙ СТИМУЛОВ", начните воздействовать на мышцу группой стимулов;
- внимательно наблюдайте за изменениями, которые претерпевает миограмма; заметьте, что с течением времени амплитуда сокращений постепенно уменьшается;
- после того, как можно констатировать, что мышца более не сокращается (проявляется утомление) при продолжающемся воздействии на нее залпов стимулов, измените способ воздействия, для чего, щелкнув по соответствующей кнопке, выберите вариант "ПРЯМОЙ СТИМУЛ" (то есть стимул, воздействующий непосредственно на мышцу);
- анализируя полученную миограмму, следует констатировать, что, с началом воздействия раздражителем непосредственно на мышцу, она начинает сокращаться снова (признак того, что утомления в самой мышце еще не возникло, а утомление, проявившееся прежде, возникло из-за утомления нейромышечного синапса), впрочем, с амплитудой несколько меньшей, которая постепенно уменьшается и уменьшается и далее, пока мышца не перестает сокращаться (возникает собственно мышечное утомление)

### **Работа 3. Влияние величины нагрузки на работу мышц**

Дайте определение понятию "эргография". Каково назначение эргографии? Опишите факторы, влияющие на скорость утомления и работоспособность мышц.

1. Ознакомьтесь с устройством эргографа, обозначьте основные рабочие части.



2. Запишите на кимографе эргограммы мышц пальцев руки спортсмена и нетренированного студента при одинаковой нагрузке (2 кг). Запишите эрго-

граммы одного человека при разных нагрузках (1, 3 и 5 кг) и сделайте выводы.

3. Результаты эргографии внесите в таблицу .

### Результаты эргографии

ФИО	Масса груза, кг	Средняя <sup>а</sup> высота подъема, см	Число сокращений	Общая высота подъема груза, см	Выполненная работа, кг/см

<sup>а</sup> – полусумма высот максимального и минимального зубцов

## Раздел 2. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

#### Рефлекс и рефлекторная дуга

##### Вопросы для подготовки к занятию

1. Строение и функции нейронов. Типы нейронов
2. Понятие о рефлексе. Рефлекс - основная форма проявления нервной деятельности животных
3. Классификация рефлексов.
4. Рефлекторная дуга - морфологическая основа рефлекса Составные части рефлекторной дуги. Виды рефлекторных дуг.
5. Время рефлекса, факторы, на него влияющие.

#### Работа 1 Изучение проводимости нервной ткани

Нервный импульс есть проявление потенциала действия в нейронах. Прохождение нервного импульса - это результат следующих свойств нейрона: а) возбудимости; б) проводимости.

а) возбудимость - это способность нейрона реагировать на воздействие определенных стимулов (электрических, механических или химических и т.д.), создавая потенциал действия;

б) проводимость - это способность нейрона распространять потенциал действия по всей длине аксона.

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.

2. Выберите раздел Физиология нервной системы и ознакомьтесь с работой «Определение скорости проводимости в зависимости от диаметра аксона и наличия миелина».

Цель опыта: измерить скорости проводимости нерва, с использованием следующих типов нервов:

- тонкий миелинизированный нерв лягушки;
- немиелинизированный нерв крысы;
- толстый миелинизированный нерв крысы.

Принцип действий: воздействию электрического раздражителя подвергаются нервы разного типа, и определяется скорость их проводимости: с помощью двух электродов, размещенных на известном расстоянии от электрода-раздражителя, замеряется потенциал действия. Так как расстояние известно, то, засекая время, можно вычислить скорость проводимости.

Экспериментальная установка состоит из:

- стимулятора - генератора стимулирующих импульсов, который включает в себя:
- прибор, регулирующий интенсивность электрических стимулов;
- кнопку, которая включает стимулятор в сеть, и отключает его от сети;
- прибора, измеряющего время;
- усилителя электрического сигнала;
- пластины, на которой закрепляется нерв.

### **Технология:**

1. Воздействуйте электрическим стимулом на седалищный нерв лягушки, и узнайте время, понадобившееся для того, чтобы потенциал действия распространился на заранее определенное расстояние; определите скорость проводимости для этого типа нерва;
2. Воздействуйте электрическим стимулом на не имеющий миелиновой оболочки нерв крысы, узнайте время, понадобившееся для того, чтобы потенциал действия распространился на заранее определенное расстояние; определите скорость проводимости для этого типа нерва;
3. Воздействуйте электрическим стимулом на покрытый миелиновой оболочкой нерв крысы, узнайте время, понадобившееся для того, чтобы потенциал действия распространился на заранее определенное расстояние; определите скорость проводимости для этого типа нерва;
4. Сделайте вывод: как наличие или отсутствие миелинового слоя влияет на скорость проводимости нерва?

### **Работа 2. Рефлексы спинного мозга и их рецептивные поля**

1. Дайте определение понятиям "рефлекс" и "рецептивное поле рефлекса".
2. Выполните опыт.
3. Зарисуйте контуры тела лягушки, обозначьте рецептивные поля сгибательного, разгибательного и обтирательного рефлексов.

- Объясните, как возникает перекрестный рефлекс (если придержать лапку раздражаемой стороны).

### Работа 3. Зависимость времени рефлекса от силы раздражителя

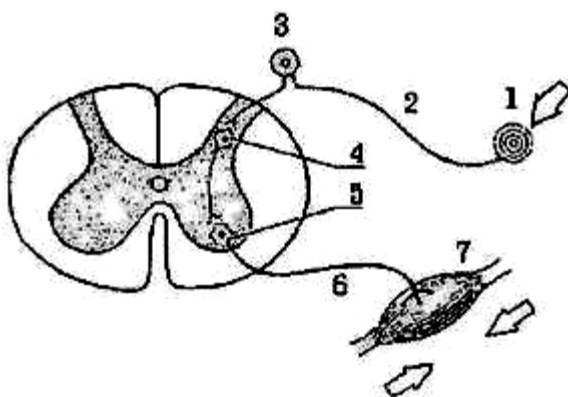
- Напишите, что называется временем рефлекса и от каких факторов оно зависит.
- Определите время рефлекса по Тюрку.
- Запишите результаты своего опыта в одну из колонок таблицы 4. В остальные колонки (2-6) запишите результаты, полученные другими группами студентов. Рассчитайте средний показатель, сделайте выводы.

#### **Влияние силы раздражителя на время рефлекса**

Раствор \ Время рефлекса	Результаты опыта на разных лягушках				В среднем
	1	2	3	4	
0,1%					
0,3%					
0,5%					
1,0%					

### Работа 4. Анализ рефлекторной дуги спинномозгового рефлекса

Напишите, что такое моносинаптические и полисинаптические рефлекторные дуги. Обозначьте составные части трехнейронной рефлекторной дуги двигательного рефлекса.



- Выполните опыт.
- Запишите результаты опыта. Сделайте выводы.

#### Работа 4. Законы распространения рефлекса

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Физиология нервной системы и ознакомьтесь с работой «Законы распространения рефлексов».

Пфлюгер продемонстрировал наличие корреляции между интенсивностью раздражителя и площадью, на которую распространяется ответная реакция, (то есть числом мышц, реагирующих на раздражитель). Таким образом, чем выше интенсивность раздражителя, оказывающего действие на рецепторы, тем больше число медуллярных нервных центров, задействованных в ответной реакции. Это возможно благодаря существованию промежуточных нейронов (нейронов медиаторов), которые соединяют разные медуллярные нервные центры и передают информацию от одного к другому, увеличивая ответную реакцию.

Принцип действия: спинальную лягушку подвергают воздействию электрического стимула все увеличивающейся силы и наблюдают увеличение радиуса действия ответной реакции.

#### **Технология:**

1. Спинальная лягушка (после действия эфирного наркоза) закрепляется на вертикальном штативе;
2. Используйте электрический стимулятор с регулируемой силой импульса.
3. Последовательно применяйте стимулирующие импульсы все большей и большей силы.
4. Наблюдайте, какой интенсивности будет ответная реакция объекта опыта.

№ Закона	Название закона	Описание рефлекса

#### Работа 5. Сегментарный характер спинномозговых рефлексов

1. Ознакомьтесь с содержанием опыта.
2. Объясните, какие нервные образования включает в себя отдельный сегмент спинного мозга?

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

### Процессы торможения в центральной нервной системе

#### Вопросы для подготовки к занятию

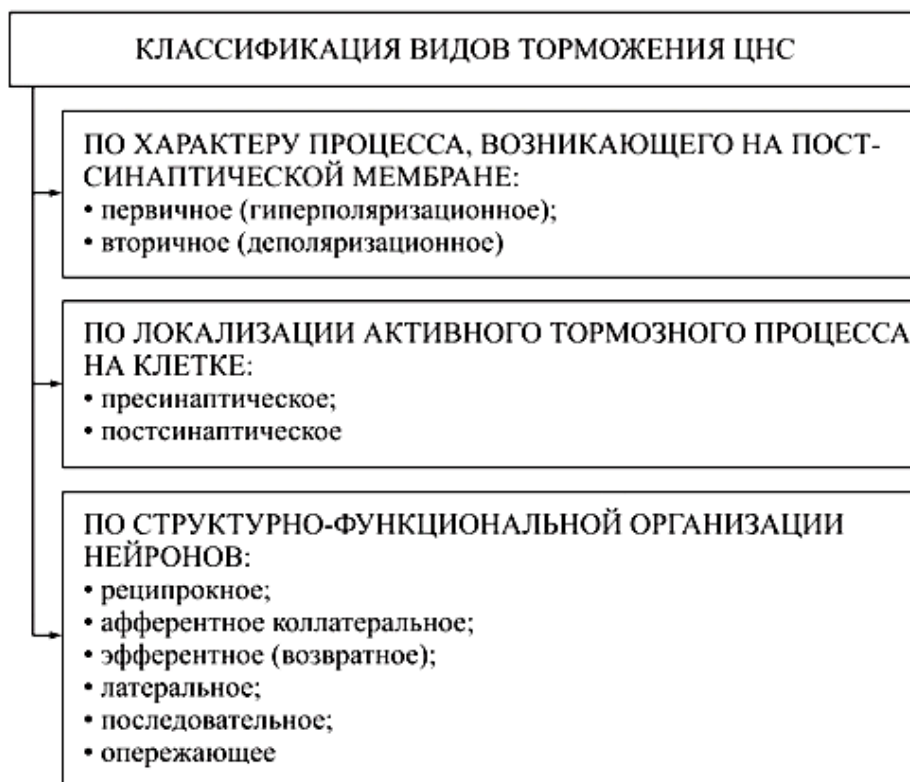
1. Функциональные типы нейронов.
2. Сущность процесса торможения. Виды торможения в центральной нервной системе. Тормозные синапсы и медиаторы.
3. Понятие о нервных центрах. Свойства нервных центров.
4. Принципы координации в центральной нервной системе.

#### Работа 1. Центральное торможение по И.М. Сеченову

Активность нейронов может проявляться в двух формах:

- возбуждение: действие, которое обуславливает распространение нервного импульса и зарождение ответной реакции органа-эффектора;
- торможение: действие, которое задерживает распространение нервного импульса и появление ответной реакции органа-эффектора.

Задержка ответной реакции эффектора организма осуществляется посредством тормозного нейрона, который осуществляет синапс с мотонейроном или органом-эффектором. Эти синапсы являются тормозными потому, что в них имеет место гиперполяризация постсинаптической мембраны, что препятствует формированию возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП).



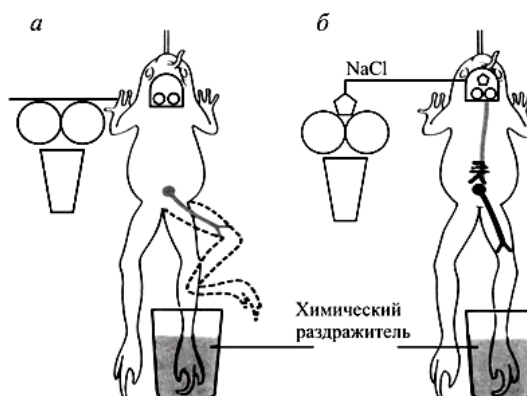
Торможение может проявляться в двух формах:

- периферийное торможение;
- центральное торможение, которое осуществляется посредством тормозного нейрона, относящегося к какому-нибудь тормозному нервному центру (вообще к нервной структуре более высокого уровня, чем нервный центр, подвергающийся торможению), который с помощью своих аксонов осуществляет синаптическую связь с другим нервным центром, в котором деятельность тормозится.

Итак, в случае центрального торможения, центр нервного торможения находится вне рефлекторной дуги, в которой осуществляется торможение.

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.

2. Выберите раздел Физиология нервной системы и ознакомьтесь с работой «Центральное торможение».



Цель: продемонстрировать явление центрального торможения.

Принцип действия: лапка препарата таламической лягушки подвергается воздействию электрического стимула, сначала до того, как на зрительные доли поместили кристаллы соли, а затем после.

**Технология:**

воздействуйте электрическим стимулом на лапку таламической лягушки (у которой удален головной мозг, но так, что зрительные доли мозга остались соединенными с телом);

- наблюдается появление рефлекторной реакции (конкретизация рефлекторного действия, спинномозгового по происхождению);
- положите несколько кристаллов соли (являющиеся раздражающим фактором) на обнаженные зрительные доли (зрительные доли являются структурой более высокого уровня, от которой в составе канатиков спинного мозга идут аксоны тормозного нейрона, образующие синапсы с центрами спинного мозга);
- подвергните лапку воздействию электрического стимула снова;
- наблюдается отсутствие рефлекторной реакции;
- промойте зрительные доли несколькими каплями раствора Рингера;
- еще раз подвергните лапку воздействию электрического стимула;
- наблюдается вновь установившаяся рефлекторная реакция.

3. У препарата таламической лягушки определите время спинно-мозгового рефлекса по Тюрку до, во время раздражения и после раздражения зрительных бугров кристалликом поваренной соли. Результаты запишите в таблицу.

4. Опишите механизм торможения спинномозговых рефлексов при раздражении участков промежуточного мозга (эффект Сеченова).

а) К какому виду торможения относится эффект Сеченова?

б) Где находятся соответствующие тормозные нейроны?

### **Время рефлекса при изучении центрального торможения**

Варианты опыта	Условия проведения опыта	Время рефлекса по Тюрку
1	До нанесения кристаллов на зрительные бугры	
2	При нанесении кристалла на зрительные бугры	
3	Через 3 минуты после удаления кристалла	
4	Через 6 минут после удаления кристалла	

### **Работа 2. Торможение спинномозговых рефлексов**

1. Лягушку подвергните эфирному наркозу и удалите у нее большие полушария, как указано в методике.

2. Укажите, в каких участках мозга находятся центры рефлексов, подвергшихся торможению.

3. Напишите, к какому виду относится данное торможение.

## **Раздел 3. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ**

### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7**

#### **Влияние гормонов щитовидной железы**

Метаболизм состоит из всех видов обмена веществ и энергии, происходящих между организмом и окружающей средой. Его показатели зависят от следующих факторов:

- вида (чем крупнее животное, тем ниже показатели метаболизма);
- пола (метаболизм у самцов интенсивнее, чем у самок);
- возраста (чем старше животное, тем ниже показатели метаболизма).

Основными гормонами, ответственными за регуляцию метаболизма, являются гормоны щитовидной железы - тиреоидные гормоны (тироксин и

трийодтиронин). Они синтезируются фолликулярными клетками щитовидной железы, а их секреция усиливается под воздействием тиреотропина (тиреотропного гормона, стимулирующего щитовидную железу), который синтезируется аденогипофизом.

Пропилтиоурацил является веществом, которое тормозит синтез тиреоидных гормонов.

Интенсивность обменных процессов между организмом и окружающей средой можно определить путем измерения тепла, исходящего из организма в окружающую среду (калориметрия). Прямая калориметрия включает в себя измерение тепла, выделяемого организмом в окружающую среду за единицу времени. Для этой цели необходимо сложное экспериментальное оборудование.

Непрямая калориметрия предоставляет возможность определить показатели метаболизма с помощью более простых методов, которые не требуют использования сложных экспериментальных приборов. Этими методами являются: метод пищевого баланса и метод газообмена.

Метод газообмена основан на принципе того, что интенсивность метаболизма пропорциональна количеству кислорода, потребляемого организмом за одну единицу времени (Коэффициент обмена веществ = мл. использованного  $O_2$  /кг /час).

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.

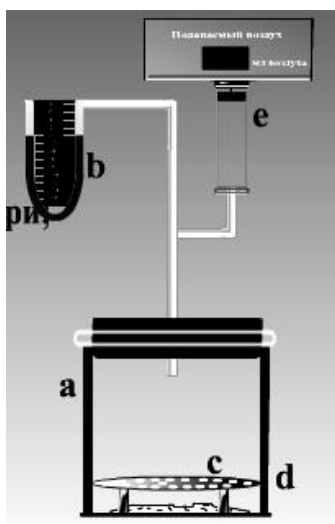
2. Выберите раздел Физиология нервной системы и ознакомьтесь с работой «Влияние тироксина, тиреотропина и пропилтиоурацила на метаболизм».

Цель: продемонстрировать влияние тироксина, тиротропина и пропилтиоурацила на метаболизм трех различных крыс. Первая крыса здоровая, вторая с удаленной щитовидной железой, третья с удаленным гипофизом.

Принцип действий: метаболизм трех крыс измеряется до и после введения в их организмы тироксина, тиреотропина и пропилтиоурацила.

Экспериментальное оборудование состоит из следующих частей:

- |   |   |
|---|---|
| - дыхательная камера с замкнутой электроцепью (а), снабженная следующими приборами: | - натриевая известь (d) (вещество, поглощающее углекислый газ из дыхательной камеры). |
| - простой манометр (b) - трубка в форме подковы с жидкостью внутри                  | - устройство для запуска воздуха в дыхательную камеру (e). а                          |
| - решетка (c);  |   |



### Технология:

- 1) поместите нормальную крысу в дыхательную камеру;
- 2) щелкните кнопку СТАРТ;
- 3) подождите 60 секунд и обратите внимание на то, как уменьшается уровень жидкости в левой части манометра по мере того, как в дыхательной камере поглощается кислород (в то же время выделяемый крысой углекислый газ поглощается натриевой известью);
- 4) по прошествии 60 секунд щелкните клавишу для запуска воздуха в дыхательную камеру - уровень жидкости в двух отсеках манометра должен стать одинаковым;
- 5) определите коэффициент обмена веществ:

$$\text{Коэффициент} = \text{мл O}_2 * 60 * 1000 / \text{масса тела крысы}$$

- 6) повторите пункты 1, 2,3,4 и 5 после введения в организм крысы - тироксина; -тиротропина; -пропил и пропилтиоурацила.

Проделайте все вышеупомянутое с крысами трех типов:

- здоровая крыса;
- крыса с удаленной щитовидной железой;
- крыса с удаленным гипофизом.

3. Результаты внесите в таблицу и сделайте выводы.

## Раздел 4. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8

#### Техника взятия и методы изучения физико-химических свойств крови

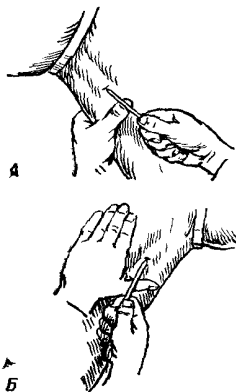
##### Вопросы для подготовки к занятию

1. Кровь, как внутренняя среда организма, функции крови.
2. Количество крови у животных разных видов.
3. Методы определения количества крови у животных.
4. Способы получения плазмы и сыворотки крови, гематокрит.
5. Химический состав плазмы.
6. Физико-химические свойства крови – рН, удельный вес, вязкость, поверхностное натяжение.

#### Работа 1. Способы и техника взятия крови у животных разных видов

Демонстрационный опыт.

1. Ознакомьтесь с содержанием опыта и с инструментарием для взятия крови у животных.
2. Примите участие в обработке операционного поля и взятии крови у козы, кролика, курицы или других видов животных.
3. Запишите, каким способом, и из каких сосудов берутся большие и малые количества крови у разных видов животных.



#### Работа 2. Получение сыворотки, плазмы, дефибринированной крови и фибрина

1. Ознакомьтесь с методом получения плазмы и сыворотки крови.
2. Понаблюдайте за получением плазмы, сыворотки, дефибринированной крови и фибрина.
3. Запишите:
  - чем отличается плазма от сыворотки?
  - какие вещества используются в качестве антикоагулянтов?
  - каков механизм действия антикоагулянтов?
  - какие вещества применялись в данном опыте?

### Работа 3. Определение плотности, вязкости и поверхностного натяжения

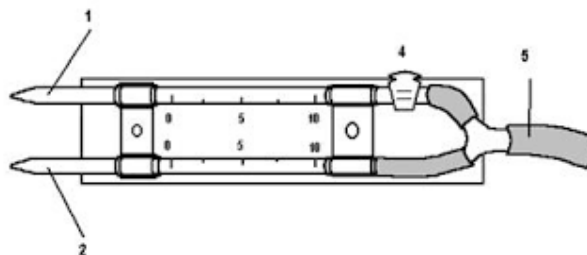
1. Определите плотность крови и плазмы методом Филлипса-Ван-Слайка, как это описано в методике.

Запишите и сравните полученные результаты.

Плотность цельной крови \_\_\_\_\_

Плотность плазмы \_\_\_\_\_

2. Ознакомьтесь с устройством вискозиметра ВК-4, зарисуйте его схему.



3. Определите вязкость крови с помощью вискозиметра ВК - 4.

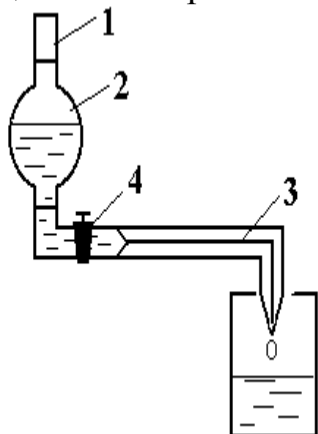
Вид животного: \_\_\_\_\_

Вязкость (ЕД): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Ознакомьтесь с принципом работы сталагмометра и зарисуйте его. Определите поверхностное натяжение плазмы с помощью сталагмометра.



Число капель:

- воды \_\_\_\_\_

- плазмы \_\_\_\_\_

Рассчитайте показатель поверхностного натяжения плазмы \_\_\_\_\_

5. Сделайте выводы о физических свойствах крови.

### Работа 4. Определение рН крови у животных

1. Определите рН крови у разных видов животных, полученный результат сравните с соответствующим нормативным показателем.

2. Результаты запишите:

Вид животного: \_\_\_\_\_

Значение рН: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Сделайте выводы.

### Работа 5. Определение буферных свойств крови

1. Ознакомьтесь с оборудованием и реактивами для выполнения опыта.
2. Определите кислотный буфер сыворотки крови по схеме, представленной в таблице и сравните его с кислотным буфером воды.

#### Схема опыта

Реагенты	Номер пробирки	
	1 (контроль)	2 (опыт)
Вода дистиллированная, мл	10	10
Сыворотка крови, мл	-	1
Фенолфталеин, кап.	1-2	1-2
Титровать 0,1н раствором NaOH, кап.	до слабо-розового окрашивания (1-2 капли)	до слабо-розового окрашивания

Расчет:

$$Кб = (n-m) \times 10, \text{ где}$$

n – число капель 0,1н раствора NaOH, пошедшее на титрование рабочей пробы;

m – число капель 0,1н раствора NaOH, пошедшее на титрование контрольной пробы (10 мл дистиллированной воды);

10 – приведение V сыворотки крови к V дист. воды в контрольной пробе.

Сравните кислотный буфер сыворотки крови и воды (в норме в сыворотке крови он в 40-70 раз больше, чем в воде).

$$Кб/m =$$

3. Определите щелочной буфер крови по схеме, представленной в таблице и сравните его с щелочным буфером воды:

#### Схема опыта

Реагенты	Номер пробирки	
	1 (контроль)	2 (опыт)
Вода дистиллированная, мл	10	10
Сыворотка крови, мл	-	1
Метилоранж, кап.	2-3	2-3
Титровать 0,1н раствором HCl, кап.	1-2 (красно-золотистое окрашивание)	до красно-золотистого окрашивания

Расчет:

$$Щб = (n-m) \times 10, \text{ где}$$

n – число капель 0,1н раствора HCl, пошедшее на титрование рабочей пробы;

m – число капель 0,1н раствора HCl, пошедшее на титрование контрольной

пробы (10 мл дистиллированной воды);  
 10 – приведение V сыворотки крови к V дист. воды в контрольной пробе.  
 Сравните кислотный буфер сыворотки крови и воды (в норме в сыворотке крови он в 270-300 раз больше, чем в воде):

$$\text{Щб/м} =$$

4. Сравните величины щелочного и кислотного буферов сыворотки крови. Укажите, какой из них преобладает и почему?

$$\text{Щб/Кб} =$$

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9

### Изучение свойств эритроцитов

#### Вопросы для подготовки к занятию

1. Строение и функции эритроцитов.
2. Количество эритроцитов у животных разных видов.
3. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), его механизмы.
4. Гемолиз. Причины и виды гемолиза.
5. Осмотическая устойчивость эритроцитов.
6. Гемоглобин, его свойства и функции.
7. Количество гемоглобина (Hb) у животных разных видов.
8. Соединения гемоглобина, встречающиеся в крови.
9. Кристаллы гемоглобина, их значение в идентификации крови.
10. Миоглобин, его структура и роль в организме.

#### Работа 1. Гемолиз эритроцитов

1. Дайте определение процесса гемолиза, перечислите его виды и механизмы.
2. Выполните опыт по предложенной в таблице схеме:

#### Схема опыта

Реактивы	Номер пробирки					
	1	2	3	4	5	6
Физиологический раствор (0,9%), мл	5			4	4	
Дистиллированная вода, мл		5				
Раствор глюкозы (5%), мл			5			
Хлороформ, мл				1		
Нашатырный спирт, мл					1	
Раствор NaCl, (3%), мл						5
Кровь, количество капель	5	5	5	5	5	5
Результат: наличие (+) отсутствие (-) гемолиза						

Укажите наблюдаемый в каждой отдельной пробирке вид гемолиза:

### Работа 2. Определение осмотической резистентности эритроцитов

1. Определите резистентность эритроцитов крови согласно схеме приведенной в таблице .

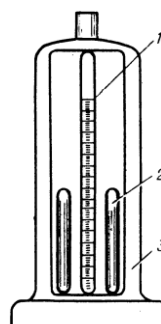
#### Схема опыта

Содержимое пробирок	Номера пробирок					
	1	2	3	4	5	6
Раствор NaCl, 1%, мл	9	7	5	4	3	2
Дистиллированная вода, мл	1	3	5	6	7	8
Всего, мл	10	10	10	10	10	10
Итоговая концентрация NaCl, %						
Наличие гемолиза						

2. Сделайте выводы, сравнив полученный результат с физиологической нормой.

### Работа 3. Определение количества гемоглобина в крови

1. Ознакомьтесь с устройством гемометра Сали, на схеме обозначьте детали.



2. Определите количество гемоглобина методом Сали согласно описанию. Сравните полученные результаты с физиологической нормой. Результаты занесите в таблицу.

#### Количество гемоглобина в крови животных

Вид животного	Результаты определения	
	Нв, г в 100 мл крови	Нв (ед. Сали)

3. Сделайте заключение по результату анализов:

Запишите в таблице нормативные показатели содержания Нв в крови разных видов животных.

4. Ознакомьтесь с фотоэлектроколориметрическим методом определения содержания гемоглобина в крови. Определите содержание гемоглобина в исследуемой крови.

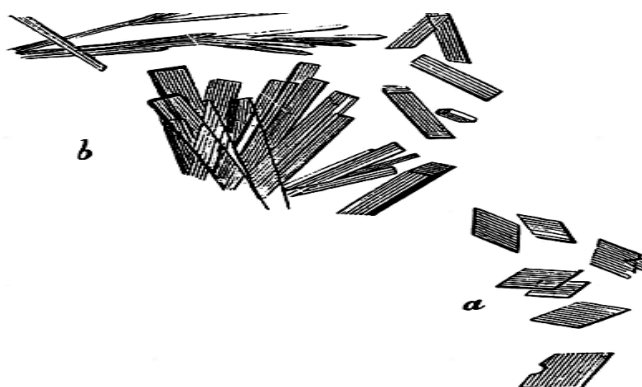
#### Содержание Нв в крови разных видов животных

Вид животного	КРС	Лошадь	Свинья	Курица	Рыбы
Нв, %					

#### Работа 4. Получение кристаллов гемоглобина

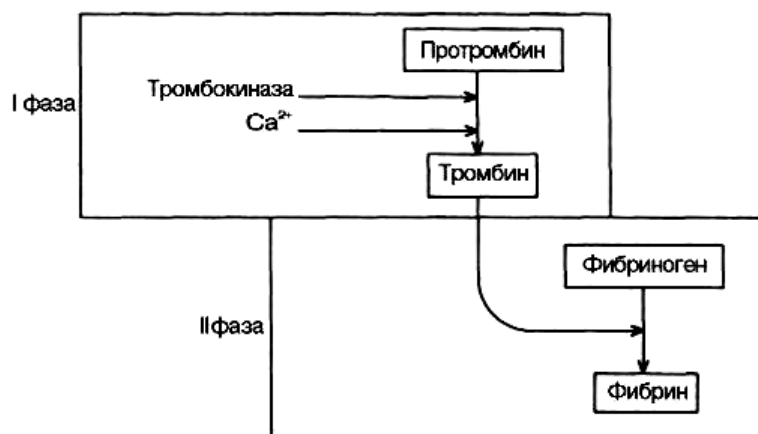
1. Нанесите на предметное стекло каплю канадского бальзама и рядом - малую каплю крови морской свинки (лошади). Тщательно смешайте капли стеклянной палочкой, накройте покровным стеклом и положите в теплое место (термостат, нагревательный столик, отопительная батарея) на 7-10 мин.

2. Рассмотрите образовавшиеся кристаллы под микроскопом: сначала при малом, а затем при среднем увеличении. Зарисуйте форму и цветовой оттенок кристаллов Нв морской свинки и лошади. Укажите: у каких животных гемоглобин легче кристаллизуется. С чем это связано?



#### Работа 5. Определение скорости свертывания крови

1. Ознакомьтесь с методом определения свертываемости крови. Обозначьте схематично механизм свертывания крови.



2. Определите скорость свертывания крови у представителей класса птиц и млекопитающих. Результаты занесите в таблицу.

### Скорость свертывания крови

Вид животного	Время свертывания крови, мин.

3. Сравните скорость свертывания крови у исследованных животных. Объясните, с чем связана разница.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10

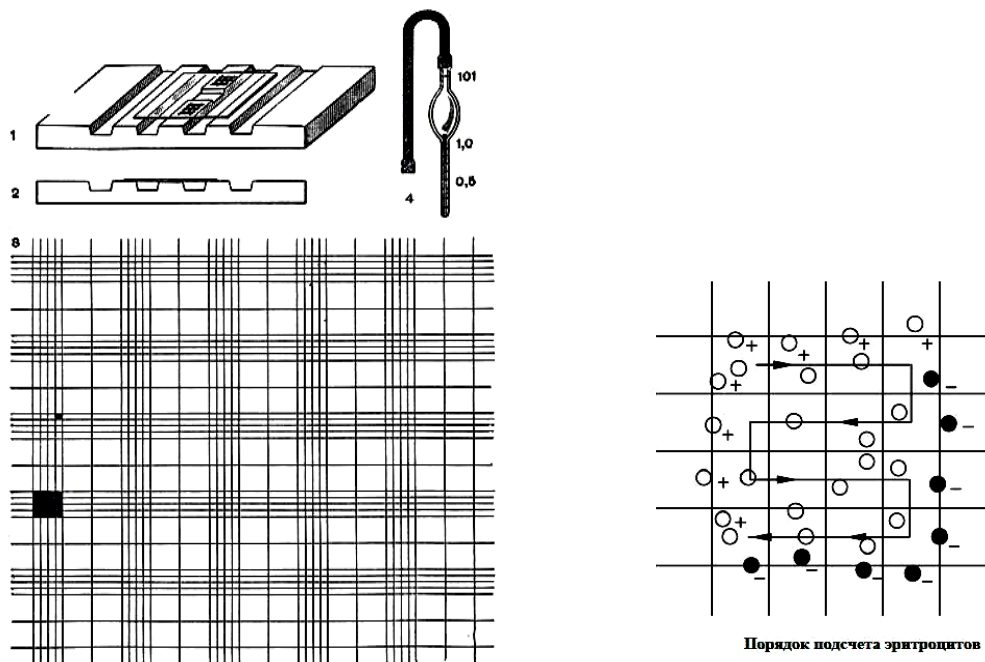
### Методы изучения морфологического состава крови

#### Вопросы для подготовки к занятиям

1. Эритроциты и их функции.
2. Лейкоциты и их функции.
3. Тромбоциты и их функции.
4. Количество эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в крови разных видов животных.
5. Виды лейкоцитов. Лейкоцитарная формула и ее роль в клинической диагностике. Т- и В-лимфоциты.
6. Сущность методов определения форменных элементов крови.

## Работа 1. Методы подсчета форменных элементов крови.

1. Ознакомьтесь с классическим (микроскопическим) методом подсчета форменных элементов крови.
2. Запишите основные этапы и особенности подготовки крови для подсчета количества эритроцитов и лейкоцитов под микроскопом.



$$\mathcal{E} = \frac{A \times 4000 \times 200}{80}$$

1. Подсчитайте количество эритроцитов и лейкоцитов в крови разных видов животных.
2. Результаты запишите в таблицу.

### Содержание форменных элементов крови

Показатели	Вид животного					
	Норма	Факт.	Норма	Факт.	Норма	Факт.
Эритроциты, млн./мм <sup>3</sup>						
Лейкоциты, тыс./мм <sup>3</sup>						

5. Полученные показатели сравните с нормативными, сделайте выводы о состоянии животных.

## Работа 2. Определение групп крови

1. Зарисуйте схему переливания (совместимости) и определения групп крови.
2. Определите группы крови с помощью стандартных иммунных сывороток.
3. Запишите результаты. Укажите, какие группы крови совместимы с исследованной вами.

## Работа 3. Определение резус-фактора

1. Определите резус-фактор исследуемой крови.
2. Запишите результат. Сделайте заключение.

## Работа 4. Определение показателя гематокрита

1. Ознакомьтесь с методикой анализа.
2. Определите объемное соотношение форменных элементов и плазмы крови.
3. Результаты запишите в таблицу. Сравните с нормативными.

### **Показатель гематокрита**

Гематокрит, %	Вид животного		
Фактический результат			
Норма			

4. По результатам опыта сделайте заключение.

## **Раздел 5. ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНОВ КРОВООБРАЩЕНИЯ**

### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11**

#### **Физиологические свойства сердечной мышцы**

#### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Понятие о сердечном цикле и его фазах
2. Автономная проводящая система сердца. Суть и назначение опыта Станниуса.
3. Нервная и гуморальная регуляция сердечной деятельности. Частота сердечных сокращений.

4. Абсолютная и относительная рефракторность сердечной мышцы. Экстрасистола и компенсаторная пауза.
5. Работа сердца. Систолический и минутный объем сердца.
6. Понятие о биотоках сердца. Методы их регистрации.
7. Электрокардиография, ее принципы и назначение.
8. Характеристика электрокардиограммы и стандартные отведения при ее получении.

### Работа 1. Регистрация работы сердца лягушки

Механическая деятельность сердца, известная также как цикл сердечной деятельности, состоит из ритмичной последовательной смены двух отдельных фаз:

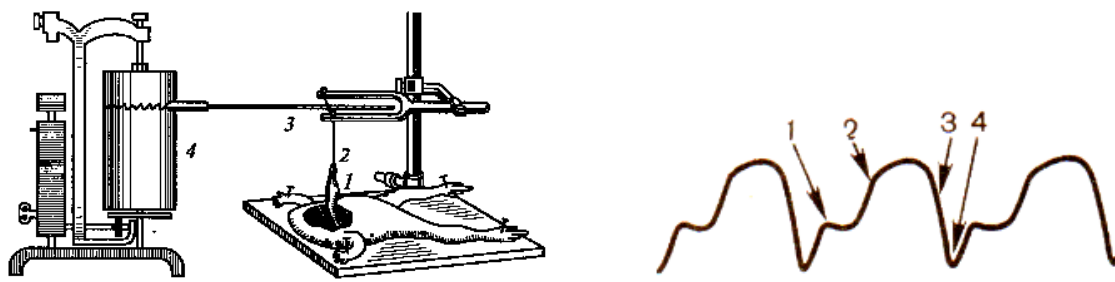
- Систола (S) или фаза сокращения сердечной мышцы;
- Диастола (D) или фаза расслабления сердечной мышцы.

Возбудимость сердечной мышцы развивается циклически в соответствии с фазами сердечного цикла (рефлекс Мэря или закон периодической невозбудимости сердца):

- в систоле отсутствует возбудимость миокарда;
- в диастоле сердечная возбудимость достигает самых высоких уровней.

Цель: продемонстрировать стадии сердечного цикла сердца лягушки и изменения его возбудимости при помощи графического метода.

1. Выполните опыт согласно описанию в практикуме.
2. Запишите в опыте кардиограмму. Укажите на ней зубцы, соответствующие сокращениям предсердий и сокращениям желудочка.



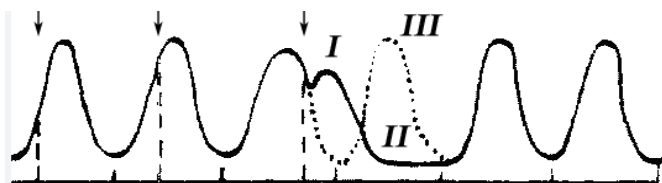
### Работа 2. Фазовые изменения возбудимости сердца; экстрасистола и компенсаторная пауза

В каждой систоле миокард является невозбудимым (он проходит фазу рефрактерности). Биологическое значение периодически наступающей фазы рефрактерности, (которая длится столько же, сколько длится сама систола) заключается в обеспечении регулярного сокращения миокарда.

В диастоле миокард становится возбудимым, и если появляется искусственный стимул, то ответной реакцией является экстрасистола. После любой экстрасистолы всегда следует удлинненный период покоя.

Удлинненный период покоя наступает после каждой экстрасистолы из-за потери физиологической систолы (генерированной синусно-предсердным узлом Ремака).

1. Примите участие в выполнении опыта.
2. Зарисуйте в тетради (или вклейте) полученную кардиограмму, обозначьте на ней экстрасистолу и компенсаторную паузу, объясните их происхождение.



### **Работа 3. Влияние на работу сердца гуморальных факторов адреналина, ацетилхолина, ионов кальция и калия**

Принцип действия:

Получение графического изображения механической активности изолированного сердца лягушки в условиях, когда сердце подвергается перфузии растворами, содержащими ионы ( $\text{Ca}^{2+}$   $\text{K}^+$ ) и химическими медиаторами (адреналин и ацетилхолин).

Получение графического изображения.

Получение графического изображения предполагает следующие моменты:

- а) запись кардиограммы в условиях перфузии изолированного сердца раствором Рингера;
- б) запись кардиограммы в условиях перфузии изолированного сердца раствором, в котором нет ионов кальция (это осуществляется посредством использования раствора оксалата аммония);
- в) запись кардиограммы в условиях перфузии изолированного сердца раствором хлорида кальция;
- г) запись кардиограммы в условиях перфузии изолированного сердца раствором хлорида калия;
- д) запись кардиограммы в условиях перфузии изолированного сердца раствором адреналина;
- е) запись кардиограмм в условиях перфузии изолированного сердца раствором ацетилхолина.

1. При выполнении опыта можно использовать препарат сердца, оставшийся после выполнения работы № 2.

2. Запишите нормальную кардиограмму (5-6 сокращений), далее испытайте влияние гуморальных факторов в порядке, указанном в методике.
3. Вклейте в тетрадь полученные кардиограммы. Укажите на кардиограммах участки, отражающие действие исследуемых гуморальных факторов (адреналина, ацетилхолина, ионов кальция и калия).

#### **Работа 4. Анализ проводящей системы сердца (Опыт Станниуса)**

Автоматизм сердца - это свойство сердечной мышцы осуществлять ритмические сократительные движения в автономном режиме, без вмешательства каких-либо внешних регуляторных факторов. Это свойство дает сердцу возможность сокращаться ритмически даже тогда, когда все нервные и сосудистые связи этого органа с остальным телом оказываются прерванными.

Это свойство сердечной мышцы - результат функционирования проводящей системы сердца. У млекопитающих эта система состоит из клеток миокарда, оставшихся на эмбриональной стадии своего развития (атипичные мышечные клетки), которые формируют следующие структуры, структурно и функционально отличные от ткани миокарда:

- а) синусно-предсердный узел (узел Киса - Фляка), расположенный в месте впадения полых вен в правое предсердие, задающий так называемый синусовый ритм;
- б) предсердно-желудочковый узел (узел Ашофф-Таиара), расположенный в нижней части сердечной перегородки на границе предсердий и желудочков;
- в) пучок Гисса, который берет свое начало от предсердно-желудочкового узла, проходит по верхней части межжелудочковой перегородки, затем разделяется на две ножки - правую и левую и продолжается в виде субэндокардиальной сети волокон Пуркинье

Клетки, формирующие проводящую систему, обладают следующими свойствами:

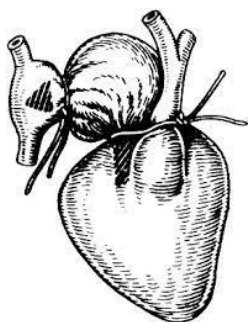
- они имеют потенциал покоя от -55 до -60 мВ (в отличие от сократительных волокон миокарда, обладающих потенциалом покоя от -85 до -90 мВ);
- их мембрана обладает повышенной проницаемостью для ионов  $\text{Na}^+$  по сравнению с другими клетками миокарда;
- они не способны поддерживать постоянный потенциал покоя, он постепенно понижается сообразно кривой деполяризации, соответствующей каждой из структур, которые участвуют в формировании проводящей системы.

Эти свойства атипичных мышечных клеток определяют следующее:

- пошаговое уменьшение потенциала покоя во время прохождения периода диастолы, пока не будет достигнут уровень критического порога;
- по достижении этого порога, потенциал действия, называемый "кардиостимулирующим потенциалом", устанавливается в исходное состояние;

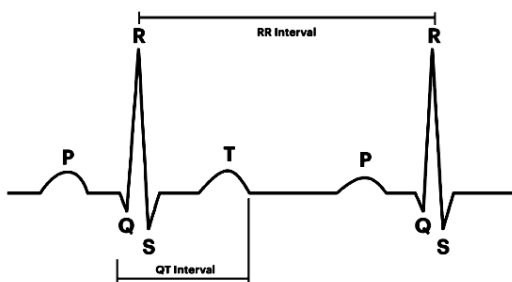
- по мере прохождения через миокард кардиостимулирующий потенциал заставляет его сокращаться.

1. Зарисуйте схему проводящей системы сердца и места наложения лигатур Станниуса на сердце лягушки.
2. Подготовьте и выполните опыт.
3. Запишите наблюдаемый эффект и объясните его причину при наложении первой, второй и третьей лигатур.



### Работа 5. Электрокардиография

1. Ознакомьтесь с принципом устройства кардиографа.
2. Запишите (с помощью преподавателя) электрокардиограммы животного (коровы, козы) и человека.
3. На полученные ЭКГ обозначьте зубцы. Сравните характер ЭКГ разных пациентов.



### Работа 2. Клинические методы исследования сердечной деятельности

1. Прослушайте у животных и человека сердечные ритмы и определите частоту сердечных сокращений. Запишите результаты в таблицу.
2. Исследуйте методом пальпации состояние пульса (наполнение, ритм). Результаты занесите в таблицу.

## Показатели сердечной деятельности

Вид животного	Частота сердечных сокращений	Наполнение пульса	Ритм пульса

3. Сделайте выводы.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12 Изучение работы органов кровообращения.

### Вопросы для подготовки к занятию

1. Пульс и его характеристика.
2. Понятие о гемодинамике.
3. Функциональные группы кровеносных сосудов.
4. Кровяное давление. Факторы его обуславливающие.
5. Нервно-гуморальная регуляция функций органов кровообращения.

### Работа 1. Влияние факторов на кровяное давление

Артериальное давление - это сила, оказываемая давлением тока крови на артериальные стенки.

Артериальное давление создается:

- а) сокращениями желудочков - в каждой систоле сердце проталкивает в артерии новую порцию крови, кроме уже имеющейся предыдущей, что приводит к созданию и поддержанию определенного кровяного давления в этих сосудах;
- б) эластичностью стенок артерий, которая не позволяет систолическому давлению превышать определенный уровень, а диастолическому давлению падать ниже определенного уровня (за счет эластичности стенок артерий поддерживается диастолическое давление);
- в) периферическим сопротивлением сосудов, которое создается в артериолах за счет силы трения крови (когда кровь попадает на обширную поверхность, происходит суммация эффекта трения прямо пропорционально площади стенок артериол).

Цель: продемонстрировать влияние этих трех факторов (которые создают артериальное давление) на его величину.

### **Технология:**

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Физиология кровеносных сосудов и ознакомьтесь с работой «Влияние давления и вязкости жидкости, а также радиуса и длины сосуда на движение жидкости по сосуду».

Установите указанные параметры с помощью соответствующих кнопок, и наблюдайте за изменением объемной скорости кровотока.

3. Выберите раздел Физиология кровеносных сосудов и ознакомьтесь с работой «Влияние минутного сердечного выброса, периферического сопротивления и эластичности сосудов на артериальное давление».

Установите указанные параметры с помощью соответствующих кнопок, и наблюдайте за развитием артериального давления и двух его характерных значений (систолическое и диастолическое давление)

### **Работа 3. Методы измерения кровяного давления**

Непрямые методы измерения артериального давления предполагают измерение давления, которое испытывают стенки сосудов под напором крови внутри них посредством помещения манометра или какого-либо промежуточного компонента к той части исследуемой артерии, которая находится под самой кожей. Эти методы часто используются в клинических исследованиях. Из всех непрямых методов определения артериального давления (метод Рива-Роччи, Короткова и т.д.), чаще всего применяется метод выслушивания (метод Короткова).

Метод выслушивания (метод Короткова).

1. Ознакомьтесь с принципом устройства и работой сфигмоманометра .
2. Подвергните сильному, постепенно уменьшающемуся давлению тот участок плечевой артерии, который находится под самой кожей, внимательно прислушиваясь ко всем шумам, которые можно услышать с помощью стетоскопа, приложенного дистально по отношению к месту, в котором мы оказываем давление на артерию, отмечая: - давление, при котором мы по возникшим шумам понимаем, что циркуляция крови в сегменте артерии, который был подвергнут сжатию, возобновилась;  
-давление, при котором мы по прекращении) шумов понимаем, что циркуляция крови в сегменте артерии пришла в норму.
3. Определите сфигмоманометром максимальное, минимальное, пульсовое и среднее кровяное давление у человека.
- 4.Результаты впишите в таблицу.

## Показатели кровяного давления

Вид	Давление крови, мм рт. ст.			
	Систолическое	Диастолическое	Пульсовое давление	Среднее давление

4. Сделайте заключение.

### Работа 3. Воздействие гуморальных факторов на артериальное давление

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Физиология кровеносных сосудов и ознакомьтесь с работой «Воздействие адреналина, ацетилхолина, атропина и адреналина на основе атропина на артериальное давление».

Цель: продемонстрировать эффект, оказываемый на артериальное давление следующими веществами: адреналином, атропином, ацетилхолином.

Принцип действия: упомянутые вещества вводятся внутривенно собаке, в то же время получают графическую запись изменений артериального давления.

#### **Технология:**

- сонная артерия собаки выводится на поверхность, и к ней подсоединяется манометр Людвиг для того, чтобы измерить артериальное давление;
- также выводится на поверхность подкожная вена на лапе, и в нее вводится катетер для того, чтобы затем через него вводить вышеупомянутые вещества.

Этапы эксперимента:

- Измеряется нормальное кровяное давление, при этом можно наблюдать на графике серию волн (зубцов), которые отражают физиологические колебания кровяного давления:
  - волны I порядка: самые маленькие, вызванные чередованием систолы и диастолы (давление повышается в систоле и понижается в диастоле);
  - волны II порядка: синхронны дыхательным движениям (заметьте, как давление уменьшается во время вдоха и увеличивается во время выдоха);
  - волны III порядка: вызываемые периодическими изменениями тонуса сосудодвигательного центра (давление увеличивается во время сужения кровеносных сосудов и уменьшается во время расширения кровеносных сосудов).

3. Выполните эксперимент.

- а) вводится внутривенно ацетилхолин; констатируется падение артериального давления в результате действия механизма, подобного возбуждению блуждающего нерва (так как ацетилхолин является медиатором парасимпатической системы). Так как будет функционировать и механизмы гипертензии,

осцилометрические показатели (интервал между максимальным и минимальным значением кровяного давления) будут повышены.

б) вводится внутривенно адреналин: он вызывает сильную гипертензию, и осцилометрические показатели будут повышены (благодаря парасимпатическим регуляторам механизма гипотензии);

в) вводится внутривенно атропин: наблюдается повышение артериального давления после того, как парасимпатическая нервная система прекращает действовать (атропин является веществом-парасимпатиколитиком);

г) после атропина снова вводится адреналин: артериальное давление поднимается, но осцилометрические показатели остаются небольшими, так как парасимпатические регуляторы механизма гипотензии заблокированы атропином, эффект которого еще присутствует.

#### **Работа 4. Наблюдение капиллярного кровообращения в прозрачных перепонках лягушки под микроскопом**

1. Подготовьте к работе микроскоп, препаровальный набор и деревянную пластинку с отверстиями.
2. Обездвижьте и зафиксируйте лягушку на пластинке, плавательную перепонку задней лапки – над отверстием.
3. Выполните опыт.
4. Сделайте обозначения капиллярной системы лапки и языка лягушки. Укажите расположение артериол, артериальных капилляров, венозных капилляров, венул.

## **Раздел 6. ФИЗИОЛОГИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ**

### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13**

#### **Изучение функций органов дыхания**

#### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Понятие о процессе дыхания. Внешнее и внутреннее дыхание.
2. Роль верхних дыхательных путей.
3. Типы дыхания и частота дыхательных движений у разных видов животных.
4. Жизненная емкость легких и объем легочной вентиляции.
5. Газообмен в легких и тканях. Парциальное давление газов; кислородная емкость крови.
6. Нервная и гуморальная регуляция процесса дыхания. Дыхательный центр.
7. Влияние механических и химических факторов.

### Работа 1. Подсчет дыхательных движений у животных и человека

1. Подсчитайте число дыхательных движений в 1 мин у разных видов животных.
2. Результаты занесите в таблицу.

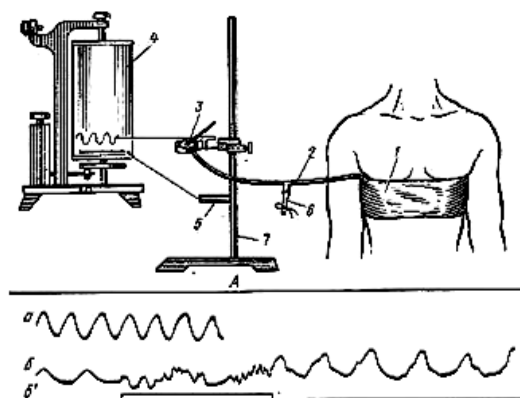
#### **Частота дыхательных движений**

Вид животного	ЧДД (норма)	ЧДД

3. Результаты сравните со справочными данными и сделайте заключение.

### Работа 2. Пневмография

1. Подготовьте пневмограф. Ознакомьтесь с принципом работы
2. Запишите пневмограмму, сделайте необходимые обозначения.



### Работа 3. Определение объемов и емкости легких. Влияние радиуса просвета дыхательных путей на легочную вентиляцию

При осуществлении дыхательных движений происходит газообмен между легкими и внешней средой. Тот объем воздуха, который при этом поступает в легкие и выходит из нею, образует легочные объемы. Эти легочные объемы в свою очередь функционально сгруппированы в легочные емкости. Объемы легких:

1) Дыхательный объем (ДО) - объем воздуха, который попадает в легкие с каждым спокойным вдохом (объем вдыхаемого воздуха), или объем воздуха, покидающего легкие с каждым спокойным выдохом (объем выдыхаемого воздуха);

2) Резервный объем вдоха (РОВд) - объем воздуха, поступающего в легкие во время усиленного вдоха, который производится после спокойного вдоха;

3) Резервный объем выдоха (РОВы) - объем воздуха, покидающего легкие во время усиленного выдоха, который производится после спокойного выдоха;

4) Остаточный объем (ОО) - объем воздуха, оставшегося в легких после усиленного выдоха;

5) Разрывной объем - объем воздуха, покидающего легкие во время пневмоторакса (разрыва плевры, после чего наступает выравнивание давления плевральной полости с атмосферным);

б) Минимальный объем - объем воздуха, оставшегося в легких после пневмоторакса.

**Общая емкость легких (ОЕЛ)** представляет собой сумму всех вышеперечисленных легочных объемов.

**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ=75% от ОЕЛ)** представляет собой сумму следующих объемов:

- дыхательного объема (ДО)
- резервного объема вдоха (РОВд)
- резервного объема выдоха (РОВы)

**Функциональная остаточная емкость (ФОЕ=50% от ОЕЛ)** представляет собой сумму:

- резервного объема выдоха (РОВы)
- остаточного объема (ОО)

**Емкость вдоха (ЕВд=50% от ОЕЛ)** представляет собой сумму:

- дыхательного объема (ДО)
- резервного объема вдоха (РОВд)

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.

2. Выберите раздел Физиология дыхательной системы и ознакомьтесь с работой «Механизм дыхания. Объемы и емкости легких. Влияние радиуса просвета дыхательных путей на легочную вентиляцию».



### Цель:

- выявить легочные объемы и емкости;
- выявить влияние, которое оказывает изменение радиуса просвета дыхательного пути на легочные объемы и емкости.

Принцип действия: получение графического изображения серии спокойных вдохов и выдохов

### Технология:

- 1) щелкнув мышью по кнопке "СТАРТ" на приборе для проведения опыта, внимательно наблюдайте за тем, как записываются пневмограммы, сначала спокойного дыхания.
- 2) ознакомьтесь с устройством и принципом работы спирометра.
- 3) определите показатели жизненной емкости легких у мужчины и женщины, спортсмена и не занимающегося спортом.
- 4) результаты опыта внесите в таблицу и проведите их анализ.

### Показатели объемов и емкости легких

Ф.И.О.	ДО	РОВд	РОВы	ОО	ОЕЛ	ЖЕЛ	ФОЕ

- 5) получение графического изображения серии форсированных вдохов и выдохов, измерение легочных объемов и емкостей. Эксперимент повторяется при уменьшении радиуса просвета трахеи.
- б) нажав кнопку, уменьшите радиус трахеи, и повторите пункты 1

### Показатели объемов и емкости легких

Радиус просвета трахеи	ДО	РОВд	РОВы	ОО	ЕВ	ОЕЛ	ЖЕЛ	ФОЕ

3. Ознакомьтесь с устройством и принципом работы спирометра, внесите в таблицу нормативные показатели

### Нормативные показатели жизненной емкости легких

Вид	Ж.Е.Л., л	Объем воздуха			
		Дыхательный	Дополнительный	Резервный	Остаточный
Человек					
Лошадь					

4. Измерьте объемы воздуха с помощью спирометра, рассчитайте емкости воздуха, внесите в таблицу показатели объемов и емкости легких (ЖЕЛ)

	ДО	РОВд	РОВы	ОО	ЕВ	ОЕЛ	ЖЕЛ	ФОЕ

### Работа 3. Влияние давления в плевральной полости на вентиляцию легких

В плевральной полости давление всегда несколько ниже атмосферного. За счет этого легкие с момента рождения находятся в расправленном состоянии и плотно прилегают к стенкам грудной клетки, повторяя ее движения во время процесса дыхания.

Во время вдоха вследствие увеличения объема грудной полости отрицательное давление в плевральной полости возрастает, а во время выдоха отрицательное давление в плевральной полости снижается, и оно всегда остается ниже атмосферного, за исключением случаев, когда имеет место внезапный и форсированный выдох (кашель, чихание) - тогда внутриплевральное давление становится выше атмосферного.

Если в результате патологического процесса или травмы в плевральную полость попадает воздух (пневмоторакс) или жидкость (гидроторакс), то легкие спадаются и теряют способность точно следовать движениям грудной клетки в процессе дыхательных движений

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Физиология дыхательной системы и ознакомьтесь с работой «Влияние давления в плевральной полости на вентиляцию легких».

Цель: выявить роль внутриплеврального давления в обеспечении дыхательных движений легких и в легочной вентиляции.

Принцип действия: получают графическое изображение дыхательных движений (пневмограмму) до и после появления отверстия, открывающего доступ воздуха в плевральную полость (осуществления пневмоторакса).

#### **Технология:**

- 1) нажмите кнопку "СТАРТ" на приборе для опыта;
- 2) внимательно наблюдайте за тем, как проходят дыхательные движения, и за записываемой пневмограммой;
- 3) нажмите кнопку "ОТКРЫТЬ КЛАПАН", пока легкие двигаются, и пишется пневмограмма;
- 4) заметьте, как спадают легкие, и как вследствие этого изменяется пневмограмма.

#### **Работа 4. Влияние сурфактанта на вентиляцию легких**

Сурфактант представляет собой комплекс фосфолипидов, синтезируемый альвеолярными клетками II типа (секреторными клетками альвеолярного эпителия). Эти клетки выстилают внутреннюю поверхность легочных альвеол. Сурфактант, будучи поверхностно-активным веществом, стабилизирует сферическую форму альвеол, препятствуя их спадению на выдохе, благодаря чему альвеолы удерживаются в открытом состоянии даже после самых сильных выдохов.

Цель: выявить эффект, оказываемый сурфактантом на легочные объемы и на вентиляцию легких.

Принцип действия: записывается пневмограмма до и после введения сурфактанта внутрь легких

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Физиология дыхательной системы и ознакомьтесь с работой «Влияние сурфактанта на вентиляцию легких».
3. Проведите опыт согласно описанию

## Раздел 7. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14

#### Физиология пищеварительной системы

##### Вопросы для подготовки к занятию

1. Классификация слюнных желез по характеру выделяемого секрета.
2. Количество слюны, выделяемое разными видами животных в сутки. Видовые особенности саливации.
3. Состав и физико-химические свойства слюны. Функции слюны.
4. Регуляция процесса слюноотделения.
5. Морфо-функциональная классификация желудков с.-х. животных. Моторная функция желудков.
6. Методы наложения фистул животным на желудок и кишечник при изучении желудочного и кишечного сокоотделения.
7. Частота и виды кишечных сокращений, их роль в пищеварении.
8. Нервно-гуморальная регуляция моторики желудка и кишечника. Факторы, обуславливающие автоматизм кишечника.
9. Секреторный аппарат желудка Нервно-гуморальная регуляция секреторной функции желудка, фазы желудочного сокоотделения.
10. Состав и свойства желудочного сока. Ферменты желудочного сока.
11. Роль соляной кислоты в желудочном пищеварении. Свободная и связанная соляная кислота.

##### Работа 1. Наблюдение секреции слюны у животных

1. Ознакомьтесь с содержанием опытов.
2. Понаблюдайте за характером слюноотделения у животного (теленка, овцы).
3. Изучите влияние разных кормов на отделение паротидной слюны.
4. Результаты занесите в таблицу.

##### Характер выделения слюны

Вид и количество потребленного животным корма, г	Количество выделенной слюны, мл

##### Работа 2. Определение ферментативных свойств слюны

Ферменты, будучи биологическими катализаторами, обладают так называемой субстратной специфичностью, которая означает способность фермента выявлять определенный субстрат и взаимодействовать только с ним

(абсолютная субстратная специфичность) или выявлять 2-3 субстрата и взаимодействовать только с ними (относительная субстратная специфичность). Амилаза слюны является гликолитическим ферментом, основные субстраты у которого - крахмал и гликоген. Активность этого фермента усиливают ионы хлора. Наиболее эффективен он при температуре 37 - 38 °С и слабощелочной среде (рН = 7,5 - 8).

1. Ознакомьтесь с содержанием опыта.
2. Определите наличие (или отсутствие) амилазных ферментов в слюне собаки, жвачных и человека, согласно описанию.
3. Результаты запишите в таблицу.

### Ферментативные свойства слюны

№ пробирки	Содержимое	Условия	Наличие	
			Сахара	Крахмала
1.	Слюна жвачных 1мл + крахмальный клейстер 3мл	t° C=38-40 ° t* = 15мин.		
2.	Слюна человека 1мл + крахмальный клейстер 3мл			
3.	Слюна человека (прокипяченная и Охлажденная 1 мл + крахмальный клейстер 3мл)			
4.	Слюна человека (подкисленная 3 кап. уксусной кислоты) 1 мл + крахмальный клейстер 3 мл			
5.	Слюна человека 1 мл + крахмальный клейстер 3 мл	t° C=0 ° t* = 15мин.		

4. Сделайте выводы:

### Работа 3. Определение щелочности и рН слюны

1. Ознакомьтесь с содержанием опыта.
2. Определите методом титрования щелочность слюны.
3. Запишите результаты опыта в таблицу.

### Показатели щелочности и рН слюны

Образец	Количество слюны, мл	Количество серной кислоты пошедшей на титрование, мл	Щелочность, %

--	--	--	--

4. Сделайте выводы.
5. Ознакомьтесь с 2-й частью опыта .
6. Определите на потенциометре рН слюны
7. Результаты занесите в таблицу.

#### **рН слюны у животных с разным типом пищеварения**

Вид	Значение рН

8. Объясните биологический смысл высокой щелочности и рН слюны жвачных.

#### **Работа 4. Выделение из слюны муцина.**

1. Возьмите 2 пробирки. В первую влейте 1 мл слюны человека, во вторую – 1мл слюны жвачного животного. Добавьте в каждую пробирку по 2 мл воды и 8-10 капель уксусной кислоты. Встряхните пробирки.
2. Осмотрите содержимое пробирок: при наличии в слюне муцина в растворе выпадет беловатый осадок.
3. Результаты наблюдений запишите.

#### **Работа 5. Субстратная специфичность амилазы слюны**

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Физиология пищеварительной системы и ознакомьтесь с работой «Субстратная специфичность амилазы слюны».

Цель: продемонстрировать субстратную специфичность амилазы слюны.

Принцип действий: амилазу слюны смешивают с тремя углеводами, которые обладают разной структурой. Для выявления моносахаридов применяется реакция Троммера, а красный цвет, который появляется в конце реакции, доказывает, что только крахмал расщепляется этим ферментом.

#### **Технология:**

- 1) добавьте в пробирку сахарозу и амилазу слюны;
- 2) нажмите кнопку "СТАРТ" на термостате;
- 3) по истечении инкубационного периода добавьте в пробирку 10% раствор NaOH;
- 4) добавьте в пробирку несколько капель CuSO<sub>4</sub>;
- 5) нажмите кнопку "НАГРЕТЬ ОБРАЗЕЦ". Содержимое пробирки закипит;

- б) определите полученный в результате цвет;
- 7) нажмите кнопку "ПЕРЕЗАПУСК ЭКСПЕРИМЕНТА";
- 8) введите в пробирку крахмал и амилазу слюны и повторите пункты 2,3,4, 5,6 и 7;

### Работа 6. Действие желудочного сока на белок

Пепсин является протеолитическим ферментом, который синтезируется основными клетками желудочных желез в качестве неактивного пепсиногена. Когда рН становится ниже 5, пепсиноген превращается в пепсин. Происходит это благодаря присутствию в желудочном соке соляной кислоты (хлористоводородная кислота). Пепсин принадлежит к группе эндопептидаз. Он расщепляет пептиды на полипептидные цепи и является наиболее активным, когда величина рН составляет примерно 2.

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Физиология пищеварительной системы и ознакомьтесь с работой «Влияние рН на действие пепсина».

Цель: продемонстрировать влияние уровня рН на эффективность пепсина.

Принцип действий: инкубирование в течение 3 часов пепсина и яичного белка при 38 °С вместе с соляной кислотой и без нее; определение степени усвоения белка (уменьшение размеров фрагментов яичного белка).

#### **Технология:**

- 1) в пробирку с яичным белком добавьте пепсин и соляную кислоту;
  - 2) нажмите кнопку "СТАРТ" на термостате;
  - 3) определите степень усвоения белка;
  - 4) в пробирку с яичным белком добавьте пепсин и дистиллированную воду и повторите пункты 1,2 и 3;
  - 5) в пробирку с яичным белком добавьте соляную кислоту и дистиллированную воду и повторите пункты 1,2 и 3.
3. Ознакомьтесь с содержанием опыта, выполните опыт.
  4. Схему и результаты опыта впишите в таблицу.

#### **Схема опыта**

№ пробирки	Реактивы	Условия опыта	Результат (наличие белка или продуктов гидролиза белка)
1	Желуд. сок 2 мл + белок молока 1 мл	t° C=38-40 ° t* = 45-60	
2	Желуд. сок 2 мл + белок яйца 1 мл		
3	Желуд. сок 2 мл + белок мышцы 0,5-1 г		

4	Пепсин в соде 2 мл + белок яйца 1 мл	мин.	
5	0,2% р-р HCl 2 мл + белок яйца 1 мл		
6	Желудочный сок 2 мл + белок яйца 1 мл	t° C=0 ° t* = 45-60 мин.	

### Работа 3. Определение кислотности желудочного сока

1. Ознакомьтесь с методикой титрования по Тепферу.
2. Выполните анализ желудочного сока.
3. Запишите результаты титрования и расчетов свободной HCl, общей кислотности и общей суммы кислых эквивалентов желудочного сока в таблицу.
4. Рассчитайте концентрацию соляной кислоты

#### **Показатели кислотности желудочного сока**

Вид животного	Свободная HCl	Связанная HCl	Общая HCl	Кислые эквиваленты (орг. кислоты, соли)	Концентрация HCl, %
Нормальные значения					
Собака				-	
Свинья				-	
Лошадь				-	
КРС				-	

5. Определите pH желудочного сока (потенциометрически) и сопоставьте полученные значения с физиологической нормой.

### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15**

#### **Физиология пищеварения у жвачных животных**

##### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Регуляция моторной функции преджелудков жвачных.
2. Рефлекторный механизм жвачки. Жвачный период.
3. Методы регистрации сокращений преджелудков.
4. Микроорганизмы рубца и их значение для животного - "хозяина"
5. Процессы рубцового метаболизма: переваривание белков, жиров и углеводов.
6. Синтез биологически активных веществ рубцовыми микроорганизмами.

### **Работа 1. Подсчет жевательных движений у крупного рогатого скота во время жвачки**

1. Под руководством преподавателя ознакомьтесь с методикой подсчета жевательных движений у жвачных животных
2. Подсчитайте число жевательных движений в одном жвачном цикле у крупного рогатого скота разных возрастных групп.
3. Результаты занесите в таблицу.

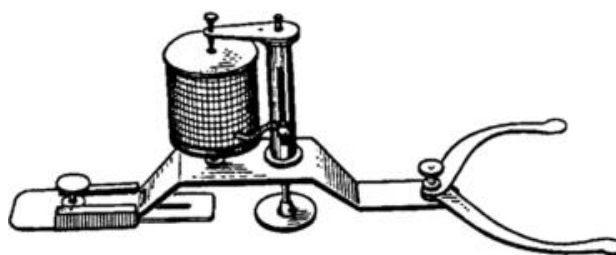
#### **Количество жевательных движений во время жвачки**

Возрастная группа	Число жевательных движений за 1 мин.	Продолжительность жевательного цикла, сек.

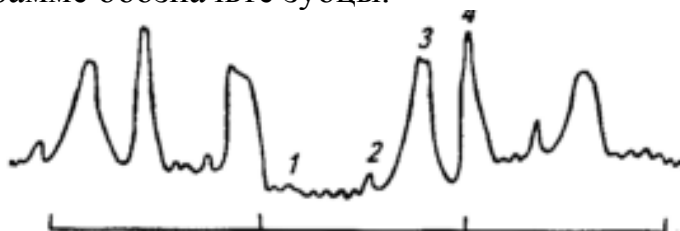
4. Сделайте выводы.

### **Работа 2. Руминография**

1. Ознакомьтесь с содержанием опыта.
2. Ознакомьтесь с устройством и принципом работы руминографа Горяиновой.
3. Обозначьте основные узлы руминографа Горяиновой.



4. Запишите руминограмму у коровы с помощью руминографа.
5. На руминограмме обозначьте зубцы.



### **Работа 3. Отбор проб цельного рубцового содержимого (ЦРС) и рубцовой жидкости (РЖ)**

1. Ознакомьтесь с оборудованием и техникой отбора проб ЦРС через фистулу рубца коровы.

2. Примите участие в отборе проб ЦРС и РЖ через фистулу рубца коровы.
3. Кратко запишите порядок отбора проб:

#### **Работа 4. Наблюдение и подсчет простейших рубца под микроскопом**

1. Перечислите основные группы симбиотических микроорганизмов преджелудков и опишите их физиологическую роль в рубцовом пищеварении.
2. Зарисуйте несколько видов простейших, населяющих рубца КРС.

### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16**

#### **Пищеварительная и обменная функция кишечника**

##### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Роль поджелудочного сока в пищеварении. Количество, состав и свойства поджелудочного сока
2. Понятие о полостном и пристеночном пищеварении.
3. Нейро-гуморальная регуляция функций кишечника; роль интрамуральной нервной системы в процессах регуляции.
4. Функции и роль печени в пищеварении. Процессы желчеотделения и желчевыделения.
5. Количество, состав и свойства желчи. Роль желчи в процессах кишечного пищеварения.

#### **Работа 1. Действие липазы поджелудочного сока**

Липаза поджелудочной железы является липолитическим ферментом, который расщепляет липиды на глицерол и жирные кислоты. Оптимальная температура для действия липазы поджелудочной железы 37 - 38 °С и слабощелочная среда. Активность липазы поджелудочной железы усиливается желчью, которая обладает тензиоактивными свойствами, благодаря чему расширяется область действия этого фермента.

Цель: продемонстрировать роль желчи в обеспечении оптимального режима активности липазы поджелудочной железы.

Принцип действий: в две пробирки вводят липазу поджелудочной железы и растительное масло при наличии, затем при отсутствии желчи. Температура веществ должна быть 38 °С. Затем в обе пробирки добавляют фенолфталеин (индикатор рН, который приобретает красный цвет, когда реакция среды становится щелочной). Это доказывает, что среда является кислой только в пробирке с желчью, в результате выделения жирных кислот из расщепленных липидов.

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.

2. Выберите раздел Физиология пищеварительной системы и ознакомьтесь с работой «Демонстрация действие липазы поджелудочной железы в зависимости от наличия или отсутствия желчи».

**Технология:**

- 1) введите в пробирку растительное масло, желчь и липазу поджелудочной железы;
- 2) на нагревательном приборе щелкните кнопку 'СТАРТ';
- 3) по истечении инкубационного периода добавьте в пробирку фенолфталеин;
- 4) определите получившийся в результате цвет;
- 5) введите в пробирку растительное масло и липазу поджелудочной железы и повторите пункты 1,2,3 и 4;
- 6) введите в пробирку желчь и липазу поджелудочной железы и повторите пункты 1,2,3 и 4.

**Работа 2. Поверхностно-активное и эмульгирующее действие желчи**

1. Ознакомьтесь с порядком проведения опыта. Запишите сведения о составе желчи и порядке ее получения у животных.
2. Сравните в опыте поверхностно-активное действие желчи и воды. Результаты наблюдений запишите.
3. Понаблюдайте процесс эмульгирования жиров желчью. Результаты наблюдений запишите.
4. Определите влияние желчи на фильтрацию жара. Результат занесите в таблицу.

**Влияние желчи на фильтрацию жара**

№ пробирки	Условия фильтрации	Количество жира, мл	
		Взято для фильтрования	Профильтровано
1	Фильтр, смоченный желчью		
2	Фильтр, смоченный водой		

4. Сделайте вывод:

**Работа 3. Реакция на желчные кислоты и желчные пигменты**

1. Ознакомьтесь с порядком проведения опыта.
2. Проведите качественный анализ желчных кислот.
3. Результаты наблюдений запишите.

## Раздел 8. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 17

#### Физиология мочеобразования

#### Работа 1. Влияние гидростатического давления, осмотического давления и диаметра приносящих и выносящих артериол на образование мочи.

Диурез (процесс образования мочи в ночке) является результатом трех процессов:

- клубочковая фильтрация;
- канальцевая реабсорбция;
- канальцевая секреция.

Клубочковая фильтрация представляет собой перенос воды и веществ с низкой молекулярной массой из плазмы, протекающей через клубочковые капилляры в клубочковые капсулы. На этот процесс оказывают влияние вся фильтрационная поверхность мембраны клубочков, давление в сетке сосудов, в которой происходит фильтрация, и коэффициент клубочковой фильтрации.

Давление в капиллярной сети ( $P_f$ ) являющееся результатом гидростатического клубочкового давления крови ( $P_b=70\text{mmHg}$ ), онкотического давления крови ( $P_o=25\text{mmHg}$ ) и внутрикапсульного давления ( $P_i=5\text{mmHg}$ ), вычисляется по следующей формуле:

$$P_f = P_b - (P_o + P_i)$$

Коэффициент клубочковой фильтрации составляет примерно 20% всего сердечного коэффициента, и его величина зависит от расширения или сужения приносящих клубочковых артериол.

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Физиология мочевыводящей системы и ознакомьтесь с работой «Влияние гидростатического давления, осмотического давления и диаметра приносящих и выносящих артериол на образование мочи».

Цель: продемонстрировать влияние коэффициента клубочковой фильтрации, гидростатического кровяного давления и онкотического кровяного давления на интенсивность образования мочи.

#### **Принцип действий:**

Интенсивность образования мочи определяется до и после изменения следующих параметров: диаметров приносящих и выносящих клубочковых артериол, гидростатического кровяного давления и онкотического кровяного давления.

Технология:

1. Щелкните кнопку «СТАРТ» и дождитесь окончания измерения;

2. Определите величину скорости образования мочи;
3. Повторите действия, описанные в пунктах 1 и 2, изменив диаметр приносящей клубочковой артериолы сначала в большую, а затем - в меньшую сторону;
4. Повторите действия, описанные в пунктах 1 и 2, изменив диаметр выносящей клубочковой артериолы, сначала в большую, а затем - в меньшую сторону;
5. Повторите действия, описанные в пунктах 1 и 2, изменив значение кровяного давления, сначала повысив, а затем понизив его;
6. Повторите действия, описанные в пунктах 1 и 2, изменив значение онкотического давления крови, сначала повысив, а затем - понизив его.

## Работа 2. Влияние гормонов и глюкозы на мочеобразование

Альдостерон (минералокортикостероидный гормон) синтезируется в клубочковой зоне коры надпочечников. Выброс альдостерона в кровоток контролируется ренин-ангиотензин-альдостероновой системой. Понижение кровяного давления в клубочковых артериолах провоцирует выделение из почек протеолитического фермента ренина. Ренин превращает плазматический ангиотензиноген в ангиотензин I, который в дальнейшем превращается в ангиотензин II под влиянием ангиотензин-превращающего фермента. Ангиотензин II стимулирует синтез и высвобождение альдостерона корой надпочечников.

Основными действиями альдостерона являются:

- удержание ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , двухуглеродных ионов и воды;
- сокращение скорости образования мочи;
- повышение кровяного давления.

Антидиуретический гормон (АДГ или вазопрессин) является нейрогормоном нейрогипофиза, который синтезируется в гипоталамусе и накапливается в задней доле гипофиза. Затем АДГ выделяется в кровоток, когда осморцепторы гипоталамуса воспринимают понижение кровяного осмотического давления, и барорецепторы аорты и сонной артерии воспринимают понижение кровяного давления.

Основными действиями АДГ являются:

- удерживание воды;
- сокращение скорости образования мочи;
- повышение кровяного давления.

1. В папке программы Виртуальная физиология откройте файл LUPRAFISIM.
2. Выберите раздел Физиология мочевыводящей системы и ознакомьтесь с работой «Влияние альдостерона и антидиуретического гормона на скорость образования мочи».

Цели:

- продемонстрировать влияние альдостерона на скорость образования мочи;
- продемонстрировать влияние АДГ на скорость образования мочи.

**Принцип действий:**

Регистрация скорости образования мочи до и после введения в организм альдостерона, а затем до и после введения АДГ.

Технология:

1. Нажмите кнопку «СТАРТ» и дождитесь окончания измерения.
2. Определите скорость образования мочи.
3. Введите в организм альдостерон и повторите пункты 1 и 2.
4. Введите в организм АДГ и повторите пункты 1 и 2.

### **Работа 3. Влияние глюкозы на образование мочи**

Повышение уровня глюкозы в крови, характерное для сахарной диабета, влияет на скорость образования мочи следующим образом:

- глюкоза проходит почечные барьеры и попадает в канальцы нефрона;
- осмотическое давление в канальцах повышается, глюкоза тянет на себя воду;
- скорость образования мочи увеличивается.

Цель: Продемонстрировать эффект гликемии на интенсивность образования мочи и содержание глюкозы в моче.

**Принцип действий:**

Скорость образования мочи и уровень глюкозы подсчитывается до и после внутривенного введения концентрированного раствора глюкозы.

Технология:

1. Щелкните кнопку «СТАРТ» и дождитесь окончания измерения.
2. Определите скорость образования мочи.
3. Щелкните кнопку «ВЗЯТЬ ОБРАЗЕЦ»
4. Добавьте в пробирку NaOH;
5. Добавьте в пробирку CuSO<sub>4</sub>;
6. Щелкните кнопку «НАГРЕТЬ ОБРАЗЕЦ» и дождитесь окончания измерения;
7. Введите в организм глюкозу и повторите пункты 1, 2, 3, 4, 5 и 6.

## **Раздел 8. «ФИЗИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И ЛАКТАЦИИ»**

### **ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 18**

#### **Функция молочной железы и методы их исследований**

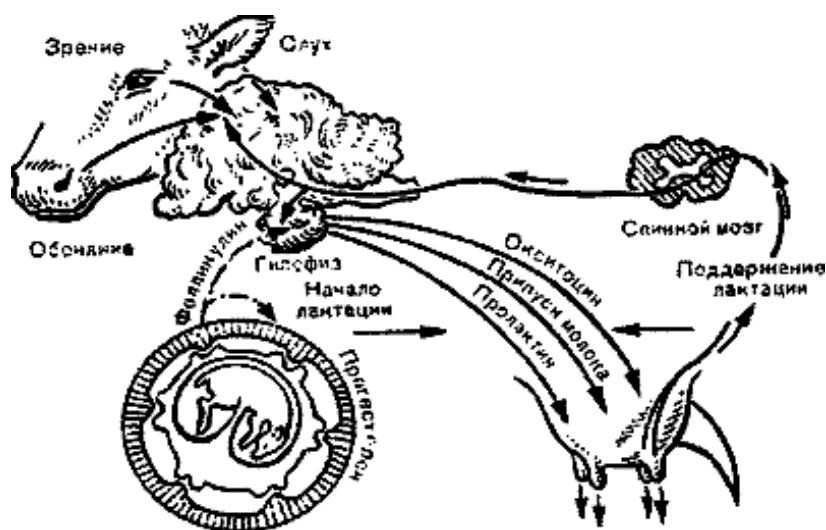
##### **Вопросы для подготовки к занятию**

1. Строение и развитие молочной железы в онтогенезе.

2. Емкостная система вымени
3. Лактопоз. Процессы фильтрации и биосинтеза в молочной железе.
4. Предшественника составных частей молока в крови.
5. Состав и физико-химические свойства молозива и молока.
6. Нервно-гуморальная регуляция процессов отделения и выделения молока.
7. Рефлекс молокоотдачи.
8. Функциональная связь молочной железы с другими органами.

**Работа 1. Рефлекс молокоотдачи. Рефлекторные влияния молочной железы на органы пищеварения и кровообращения**

Ознакомьтесь со схемой рефлекса молокоотдач.



2. Ознакомьтесь с содержанием опыта.
3. Зарегистрируйте биотоки сердца, сокращения рубца, появление жвачки и частоту дыхания у животного (коровы, козы) до доения, во время доения и после доения.
4. Результаты запишите в таблицу.

**Физиологические показатели у коров**

Показатель	До начала доения	Во время доения	По окончании доения
Сокращения рубца (сокр./мин.)			
Появление жвачки (да, нет, движ./мин.)			
Частота дыхания (дыхат. движ./мин.)			
Частота сердечных сокращений			

(сокр./мин.)			
--------------	--	--	--

5. Сделайте выводы.

**Работа 2. Получение отдельных фракций молока разового удоя**

1. Ознакомьтесь с содержанием опыта и оборудованием для его выполнения.
2. Получите (под наблюдением преподавателя) отдельные фракции молока в разовом удое коровы (козы).
3. Определите объем и процентное соотношение отдельных фракций молока.
4. Результаты впишите в таблицу.

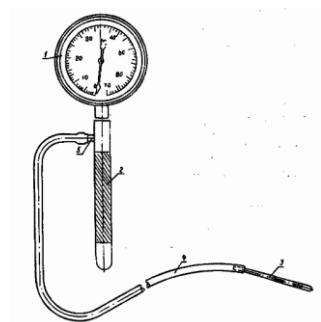
**Объем и процентное соотношение отдельных фракций молока**

Фракция молока	Объем, мл	% к удою
1. Цистернальное		
2. Альвеолярное		
3. Остаточное		

5. Сделайте выводы.

**Работа 3. Измерение внутривыменного давления**

1. Ознакомьтесь с содержанием опыта. Кратко запишите его суть.
2. Измерьте внутривыменное давление до доения и после доения коровы. Результаты запишите.



Измерение	Давление, мм.рт.ст	Давление, кПа
До доения		
После доения		

3. Сделайте выводы

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. Тимирязева  
Институт зоотехнии и биологии  
Кафедра физиологии, этологии и биохимии животных

Д.А. Ксенофонов

# **ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ**

**Методические указания  
к лабораторно-практическим занятиям**

Москва  
Издательство РГАУ-МСХА  
2026

Составители:

**Ксенофонтов Дмитрий Анатольевич**

**ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ**

**Методические указания  
к лабораторно-практическим занятиям**

Издано в редакции составителя

Корректурa составителя

Отпечатано с набора оригинала,  
представленного составителем