

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.14 ФИЗИОЛОГИЯ И ЭТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Специальность 36.05.01 Ветеринария

Специализация Ветеринарное дело

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	5
1.1 Лекция № 1 Введение в курс физиологии животных.....	5
1.2 Лекция № 2 Физиология возбудимых тканей.....	8
1.3 Лекция № 3 Физиология мышц.....	11
1.4 Лекция № 4 Физиология ЦНС.....	13
1.5 Лекция № 5 Физиология частной ЦНС.	20
1.6 Лекция № 6 Физиология желез внутренней секреции.....	24
1.7 Лекция № 7 Физиология кровообращения.....	28
1.8 Лекция № 8 Физиология сосудистого русла.....	30
1.9 Лекция № 9 Физиология системы крови.....	35
1.10 Лекция № 10 Физиология белой крови. Биологические реакции крови.....	37
1.11 Лекция № 11 Физиология дыхания.....	40
1.12 Лекция № 12 Физиология выделения.....	43
1.13 Лекция № 13 Физиология обмена веществ и энергии.....	46
1.14 Лекция № 14 Физиология пищеварения.....	53
1.15 Лекция № 15 Физиология пищеварения в желудке.....	56
1.16 Лекция № 16 Физиология репродуктивной функции (размножение).....	63
1.17 Лекция № 17 Физиология лактации.....	69
1.18 Лекция № 18 Физиология анализаторных систем.....	74
1.19 Лекция № 19 Физиология высшей нервной деятельности (ВНД).....	79
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ	83
2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Введение в курс физиологии.....	83
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Биоэлектрические явления в организме.....	83
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Общие свойства возбудимых тканей.....	84
2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Виды и режимы мышечных сокращений.....	86
2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Сила и работа мышц.....	87
2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Утомление мышц. Современные теории мышечного утомления.....	87
2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Коллоквиум по разделу «Возбудимые ткани».....	88
2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Рефлекторный принцип деятельности ЦНС. Рефлекторная дуга и ее элементы. Рефлексы спинного мозга.....	89
2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Физиология ЦНС. Рефлекторный принцип деятельности ЦНС.....	89

2.10 Лабораторная работа № ЛР-10	Явления возбуждения и торможения в ЦНС.....	90
2.11 Лабораторная работа № ЛР-11	Явления возбуждения и торможения в ЦНС....	91
2.12 Лабораторная работа № ЛР-12	Коллоквиум по разделу «Физиология ЦНС».....	92
2.13 Лабораторная работа № ЛР-13	Гормоны. Общая характеристика. Механизм действия гормонов.....	92
2.14 Лабораторная работа № ЛР-14	Регуляция функции желез внутренней секреции.....	92
2.15 Лабораторная работа № ЛР-15	Физиологические свойства сердца. Возбудимость и сократимость сердца.....	93
2.16 Лабораторная работа № ЛР-16	Физиология кровообращения. Физиологические свойства сердца. Автоматия.....	94
2.17 Лабораторная работа № ЛР-17	Экстракардиальная регуляция деятельности сердца.....	94
2.18 Лабораторная работа № ЛР-18	Гуморальная регуляция деятельности сердца.....	95
2.19 Лабораторная работа № ЛР-19	Законы гемодинамики. Транскапиллярный обмен. Нервная и гуморальная регуляция кровообращения.....	96
2.20 Лабораторная работа № ЛР-20	Лимфатическая система. Лимфообразование. Лимфообращение.....	97
2.21 Лабораторная работа № ЛР-21	Внешние проявления и методы исследования деятельности сердца и сосудов.....	98
2.22 Лабораторная работа № ЛР-22	Биоэлектрические явления сердца.....	99
2.23 Лабораторная работа № ЛР-23	Физико-химические свойства крови и плазмы. Техника взятия крови у позвоночных животных.....	99
2.24 Лабораторная работа № ЛР-24	Методы исследования красной крови.....	100
2.25 Лабораторная работа № ЛР-25	Эритроциты. Строение и функции эритроцита...102	
2.26 Лабораторная работа № ЛР-26	Методы исследования белой крови.....103	
2.27 Лабораторная работа № ЛР-27	Основы переливания крови.....104	
2.28 Лабораторная работа № ЛР-28	Биологические реакции крови.....106	
2.29 Лабораторная работа № ЛР-29	Внешнее дыхание. Структура дыхательного цикла.....106	
2.30 Лабораторная работа № ЛР-30	Физиология выделения. Физико-химические свойства мочи.....108	
2.31 Лабораторная работа № ЛР-31	Физиология обмена веществ и энергии. Физиологические основы и принципы составления кормовых рационов.....109	
2.32 Лабораторная работа № ЛР-32	Методы исследования основного обмена у животных.....109	
2.33 Лабораторная работа № ЛР-33	Регуляция теплопродукции и теплоотдачи. Методы исследования температуры тела у животных.....110	

2.34 Лабораторная работа № ЛР-34 Физиология пищеварения. Регуляция и методы исследования секреторной функции.....	110
2.35 Лабораторная работа № ЛР-35 Пищеварение в многокамерном желудке жвачных животных	111
2.36 Лабораторная работа № ЛР-36 Печень. Роль в обмене веществ и в пищеварении. Желчь, ее физико-химические свойства. Регуляция желчеобразования и желчеотделения....	112
2.37 Лабораторная работа № ЛР-37 Физиология поджелудочной железы.....	113
2.38 Лабораторная работа № ЛР-38 Моторная функция системы пищеварения. Регуляция и методы исследования. Всасывание. Механизмы всасывания.....	114
2.39 Лабораторная работа № ЛР-39 Физиология системы размножения. Физиология размножения самцов.....	115
2.40 Лабораторная работа № ЛР-40 Физиология системы лактации. Состав молока. Выведение молока.....	116
2.41 Лабораторная работа № ЛР-41 Физиология лактации. Выведение молока. Рефлекс молокоотдачи.....	117
2.42 Лабораторная работа № ЛР-42 Физиология сенсорных систем. Строение и функции зрительного анализатора.....	118
2.43 Лабораторная работа № ЛР-43 Физиология сенсорных систем. Слуховой анализатор, строение и функции.	119
2.44 Лабораторная работа № ЛР-44 Условно-рефлекторная деятельность мозга и основы ВНД (высшей нервной деятельности). Правила выработки условных рефлексов. Торможение условных рефлексов.....	119
 3. Методические указания по проведению практических занятий	120
4. Методические указания по проведению семинарских занятий	120

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция № (2 часа).

Тема: «Введение в курс физиологии животных»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. История и задачи, основные понятия физиологии.
2. Принципы структурной и функциональной организации животных.
3. Организм как саморегулирующая система. Гомеостаз.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. История и задачи, основные понятия физиологии.

Физиоло́гия (от греч. φύσις — *природа* и греч. λόγος — *знание*) — наука о сущности живого и жизни в норме и при патологиях, то есть о закономерностях функционирования и регуляции биологических систем разного уровня организации, о пределах нормы жизненных процессов и болезненных отклонений от неё.

Физиология представляет собой комплекс естественнонаучных дисциплин, изучающих как жизнедеятельность целостного организма (см. общая физиология), так и отдельных физиологических систем и процессов (напр. физиология локомоций), органов, клеток, клеточных структур (частная физиология). Как важнейшая синтетическая отрасль знаний физиология стремится раскрыть механизмы регуляции и закономерности жизнедеятельности организма, его взаимодействия с окружающей средой.

Физиология изучает основное качество живого — его жизнедеятельность, составляющие её функции и свойства, как в отношении всего организма, так и в отношении его частей. В основе представлений о жизнедеятельности находятся знания о процессах обмена веществ, энергии и информации. Жизнедеятельность направлена на достижения полезного результата и приспособления к условиям среды.

Физиологию традиционно делят на физиологию растений и физиологию человека и животных.

В медицине физиология вкупе с анатомией и гистологией является базисной теоретической основой, благодаря которой врач объединяет разрозненные знания и факты о пациенте в единое целое, оценивает его состояние, уровень дееспособности. А по степени функциональных нарушений, то есть по характеру и величине отклонения от нормы важнейших физиологических функций — стремится устранить эти отклонения и вернуть организм к норме с учётом индивидуальных, этнических, половых, возрастных особенностей организма, а также экологических и социальных условий среды обитания.

При коррекции нарушенных функций организма следует обращать внимание не только на особенности влияния природно-климатических производственных условий среды обитания, но и на характер антропогенного загрязнения — количество и качество вредных высокотоксичных веществ в атмосфере, воде, продуктах питания.

2. Принципы структурной и функциональной организации животных.

Целостность организма, т. е. его объединение (интегрирование), обеспечивается:

- 1) структурным соединением всех частей организма (клеток, тканей, органов, жидкостей и др.);

2) связью всех частей организма: а) при помощи жидкостей, циркулирующих в его сосудах, полостях и пространствах (гуморальная связь, *humor* — жидкость), б) при помощи нервной системы, которая регулирует все процессы организма (нервная регуляция).

С появлением нервной системы возникают два вида связи — гуморальная и нервная, причем по мере усложнения организации животных и развития нервной системы последняя все больше «овладевает телом» и подчиняет себе все процессы организма, в том числе и гуморальные, в результате чего создается единая нейро-гуморальная регуляция при ведущей роли нервной системы.

Таким образом, целостность организма достигается благодаря деятельности нервной системы, которая пронизывает своими разветвлениями все органы и ткани тела и которая является материальным анатомическим субстратом объединения (интеграции) организма в единое целое.

Целостность организма заключается также и в единстве духа и тела, единстве психического и соматического, телесного. Таково современное понимание целостности организма, строящееся на принципах диалектического материализма и его естественнонаучной основы — физиологического учения И. П. Павлова..

Организм как целое играет ведущую роль в отношении своих частей, выражением чего является подчиненность деятельности всех органов нейро-гуморальной регуляции. Поэтому изолированные от организма органы не могут выполнять те функции, которые присущи им в рамках целого организма. Этим объясняется трудность пересадки органов. Организм же как целое может существовать и после утраты некоторых частей, о чем свидетельствует хирургическая практика оперативного удаления отдельных органов и частей тела (удаление одной почки или одного легкого и ампутация конечностей).

Подчиненность части целому не абсолютна, так как часть обладает относительной самостоятельностью. Так, отдельные клетки могут жить и размножаться вне организма (культуры тканей, развитие зародыша *in vitro*). Но функции таких изолированных клеток не тождественны функции клеток целостного организма, поскольку они исключены из общего обмена с другими тканями.

Обладая относительной самостоятельностью, часть может влиять на целое, о чем свидетельствуют изменения всего организма при заболевании отдельных органов.

3. Организм как саморегулирующая система. Гомеостаз.

На основе творческого развития научных идей своих предшественников И. М. Сеченова, И. П. Павлова и А. А. Ухтомского П. К. Анохин сформулировал оригинальную теорию функциональных систем, которая, по существу, явилась основой новой интегративной физиологии и медицины. Необходимость интегративного подхода в физиологии только в последние годы начинает осознаваться отечественными и зарубежными учеными. Последние 32-й и 33-й Международные конгрессы физиологических наук прошли под настойчивым призывом к ученым всего мира развивать интегративную физиологию, ставящей свойства целого организма в ряд первейших задач современного естествознания. К нашему удовлетворению, благодаря трудам П. К. Анохина, такая интегративная физиология создана в нашей стране.

Человеческий организм является саморегулирующейся системой, зависящей от окружающей среды. В связи с постоянно меняющимися условиями среды в результате продолжительной эволюции у человека выработались механизмы, позволяющие приспособиться к данным изменениям. Эти механизмы называют адаптационными. Адаптация — это динамический процесс, благодаря которому подвижные системы живых организмов, несмотря на изменчивость условий, поддерживают устойчивость, необходимую для существования, развития и продолжения рода.

Благодаря процессу адаптации достигается сохранение гомеостаза при взаимодействии организма с внешним миром. В этой связи процессы адаптации включают в себя не только оптимизацию функционирования организма, но и поддержание сбалансированности в системе «организм – среда». Процесс адаптации реализуется всякий раз, когда в системе «организм – среда» возникают значимые изменения, которые обеспечивает формирование нового гомеостатического состояния, что позволяет достигать максимальной эффективности физиологических функций и поведенческих реакций. Поскольку организм и среда находятся не в статическом, а в динамическом равновесии, их соотношения меняются постоянно, а следовательно, также постоянно должен осуществляться процесс адаптации.

У человека решающую роль в процессе поддержания адекватных отношений в системе «индивидуум – среда», в ходе которого могут изменяться все параметры системы, играет психическая адаптация. Психическую адаптацию можно определить, как процесс установления оптимального соответствия личности и окружающей среды в ходе осуществления свойственной человеку деятельности, который позволяет индивидууму удовлетворять актуальные потребности и реализовать связанные с ними значимые цели (при сохранении физического и психического здоровья), обеспечивая в то же время соответствие психической деятельности человека, его поведения требованиям среды. Адаптация – это итог процесса изменений социальных, социально-психологических, морально-психологических, психических, экономических и демографических отношений между людьми, приспособление к социальной среде.

3. Регуляция внутриклеточных параметров

Целостность организма, т. е. его объединение (интегрирование), обеспечивается:

- 1) структурным соединением всех частей организма (клеток, тканей, органов, жидкостей и др.);
- 2) связью всех частей организма: а) при помощи жидкостей, циркулирующих в его сосудах, полостях и пространствах (гуморальная связь, *humor* — жидкость), б) при помощи нервной системы, которая регулирует все процессы организма (нервная регуляция).

С появлением нервной системы возникают два вида связи — гуморальная и нервная, причем по мере усложнения организации животных и развития нервной системы последняя все больше «овладевает телом» и подчиняет себе все процессы организма, в том числе и гуморальные, в результате чего создается единая нейро-гуморальная регуляция при ведущей роли нервной системы.

Таким образом, целостность организма достигается благодаря деятельности нервной системы, которая пронизывает своими разветвлениями все органы и ткани тела и которая является материальным анатомическим субстратом объединения (интеграции) организма в единое целое.

Целостность организма заключается также и в единстве духа и тела, единстве психического и соматического, телесного. Таково современное понимание целостности организма, строящееся на принципах диалектического материализма и его естественнонаучной основы — физиологического учения И. П. Павлова..

Организм как целое играет ведущую роль в отношении своих частей, выражением чего является подчиненность деятельности всех органов нейро-гуморальной регуляции. Поэтому изолированные от организма органы не могут выполнять те функции, которые присущи им в рамках целого организма. Этим объясняется трудность пересадки органов. Организм же как целое может существовать и после утраты некоторых частей, о чем

свидетельствует хирургическая практика оперативного удаления отдельных органов и частей тела (удаление одной почки или одного легкого и ампутация конечностей).

Подчиненность части целому не абсолютна, так как часть обладает относительной самостоятельностью. Так, отдельные клетки могут жить и размножаться вне организма (культуры тканей, развитие зародыша *in vitro*). Но функции таких изолированных клеток не тождественны функции клеток целостного организма, поскольку они выключены из общего обмена с другими тканями.

Обладая относительной самостоятельностью, часть может влиять на целое, о чем свидетельствуют изменения всего организма при заболевании отдельных органов.

1. 2 Лекция № 2 (2 часа).

Тема: «Физиология возбудимых тканей»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Биоэлектрические явления в организме.
2. Основные свойства возбудимых тканей. Возбудимость, возбуждение. Меры возбудимости.
3. Классификация нервных волокон.
4. Законы проведения по нервному волокну.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Биоэлектрические явления в организме.

Исследования биоэлектрических явлений важно для познания сущности процесса возбуждения. Электрические явления в возбудимых тканях были впервые продемонстрированы в опытах итальянца Гальвани в 18 веке. Наличие электрического потенциала при возбуждении обнаружил в начале 19 века его ученик Маттеучи. Это послужило началом – электрофизиологии. Одной из первых теорий происхождения биоэлектрического потенциала была диффузная теория русского физиолога Чаговца, основанная на теории электролитической диссоциации Аррениуса. В месте возбуждения повышается обмен веществ, в результате чего образуется много угольной кислоты, которая диссоциирует на ион (H^+) водорода, и анион остатка угольной кислоты HCO_3^- . Из этого участка ионы водорода быстро диссоциируют, а анион остатка угольной кислоты диссоциирует медленнее – в результате чего возникает разность потенциалов.

Наибольшее число сторонников имеет мембранная теория, предложенная Бернштейном, и модифицированная и экспериментально разработана группой учёных во главе с Ходжкиным, Хаксли и Катцем (в 1949-1952 г).

Сущность её заключается в том, что основная роль в возникновении электрических зарядов в клетке выполняют ионные процессы, обусловленные наличием в организме водных растворов солей.

В развитии возбуждения выделяют четыре основных этапа:

- 1) Статистическая поляризация.
- 2) Деполяризация, заканчивающаяся реверсией.
- 3) Реполяризация.
- 4) Гиперполяризация.

Статистическая поляризация обусловлена наличием постоянной разности потенциалов между наружной и внутренней поверхностью клеточной мембраны, то есть в покое мембрана поляризована и по обе стороны её существуют заряды разного знака. В состоянии покоя поверхность клетки всегда электроположительна по отношению к цитоплазме. Эта разность потенциалов равна 60-90 мВ и называется потенциалом покоя, мембранным потенциалом. К факторам, обуславливающим его существование относятся:

во-первых, наличие калиевых, натриевых, хлорных трансмембранных градиентов концентраций. В протоплазме нервных и мышечных клеток в 30-50 раз больше ионов калия, в 10 раз меньше ионов натрия, и в 50 раз меньше ионов хлора; во-вторых, высокой избирательностью мембраны для проникновения ионов калия, связанной с наличием в ней постоянно открытых в покое калиевых каналов, в связи с этим постоянный поток ионов калия создаёт относительный дефицит положительных зарядов на внутренней поверхности и их избыток на наружной поверхности клеток.

При нанесении на участок нервного или мышечного волокна раздражения достаточной силы и длительности возникает возбуждение. При этом возбуждённый участок заряжается электроотрицательно по отношению к невозбуждённому и называется потенциалом повреждения или потенциалом действия. Это связано с тем, что под действием раздражения открываются быстрые натриевые каналы. Переход положительно заряженных ионов вызывает уменьшение положительного заряда на её наружной поверхности и его увеличение в цитоплазме. Заряд мембраны уменьшается до нуля и затем появляется, но с обратным знаком, то есть на наружной поверхности заряд становится отрицательный, а на внутренней – положительный – этот процесс называется перезарядка или реверсия, происходит он доли секунды и далее открываются быстрые калиевые каналы и заряд восстанавливается.

Потенциал действия – это пикообразное колебание потенциала возникающее в результате кратковременной перезарядки мембраны и последующим восстановлением её исходного заряда. В потенциале действия различают местные колебания мембранного потенциала, пик, следовые потенциалы (отрицательный и положительный).

Пик чаще называют – спайк – он длится 0,5-0,8 секунд. Представлен восходящей и нисходящей ветвями. Восходящая часть пика получила название фазы деполяризации, нисходящая – фазы реполяризации. Деполяризация это исчезновение исходной поляризации мембраны. Реполяризация это возвращение заряда мембраны к уровню покоя. Следовые потенциалы связаны с восстановительными процессами, медленно развивающимися в нервных и мышечных волокнах по окончании процесса возбуждения.

2. Основные свойства возбудимых тканей. Возбудимость, возбуждение. Меры возбудимости.

В процессе жизнедеятельности клетки непрерывно подвергаются различного типа воздействиям (механическим, химическим, электрическим) как со стороны окружающих их клеток, так и непосредственно из внешней среды. В ответ на эти воздействия клетки реагируют изменением характера или интенсивности протекающих в них процессов: обмена веществ (т.е. физико-химических свойств), роста и дифференцировки. Способность клеток к такой реакции получила название раздражимости.

Когда изменения внешней среды начинают превышать известный индивидуальный уровень, активное состояние которых может сопровождаться проявлением специфической функции данной живой ткани, то есть способность организма отвечать на раздражение активной специфической реакцией называется возбудимостью.

К возбудимым тканям относят нервную, мышечную, железистую.

Специфическим признаком мышечной ткани является сокращение, железистой – выделение секрета, нервной – генерация нервного импульса.

Возбудимые ткани могут находиться в трёх состояниях: физиологического покоя, возбуждения и торможения.

Физиологический покой – неактивное состояние ткани, когда на неё не действуют раздражители, однако в самой ткани в данное время совершаются обменные процессы. Торможение – активное состояние ткани, возникающее под влиянием раздражителя, характеризующееся угнетением или прекращением функции (уменьшение метаболизма, роста, возбудимости по отношению к раздражителям).

Возбуждение – процесс, возникающий в возбудимой ткани под влиянием раздражителя.

Проводимость – способность живой ткани проводить возбуждение.

Раздражитель – это агент внешней или внутренней среды организма, который, действуя на клетку и другие биологические системы организма, и организма в целом, вызывающее возбуждение.

Раздражители по своей химической природе делятся:

Физические – электрический ток, механические, температурные, свет, укол, горчичник, соринка в глазу.

Химические – кислоты, щелочи.

Физико-химические – изменение осмотического давления, электролитного состава крови, реакция крови.

По биологическому признаку раздражители могут быть адекватными и неадекватными. Адекватные раздражители – это раздражители, действующие на ткань в обычных условиях существования (свет на сетчатку глаза).

Неадекватные раздражители – это раздражители, действию которых в естественных условиях они не подвергаются.

По своей силе раздражители могут быть подпороговыми, пороговыми, надпороговыми, сверхпороговыми.

Подпороговый раздражитель – это раздражитель такой силы, которая не вызывает видимых изменений, то есть не способен вызывать ответной реакции.

Пороговый раздражитель – это раздражитель такой силы, который впервые вызывает видимую ответную реакцию со стороны возбудимой ткани.

Порогом раздражения (возбуждения) называют пороговую силу раздражителя, а для электрического тока – реобаза.

Сверхпороговый раздражитель – это раздражитель сила, которого выше порогового.

Пессимальный (запредельный) раздражитель – это очень сильный сверхпороговый раздражитель, в результате действия которого наблюдается уменьшение специфической реакции. Это явление называется торможением.

Торможение – процесс наступающий, как и возбуждение, под влиянием раздражителя, но противоположное возбуждению по своей биологической роли.

Процессы торможения ведут к подавлению возбуждения.

3. Классификация нервных волокон.

Нейрон – функциональная единица нервной системы. В нейроне различают четыре (4) области – тело (сома), дендриты, аксон и аксонные окончания. В теле синтезируются медиаторы, клеточные белки. Главная роль аксона заключается в проведении нервных импульсов. Дендриты образуются в результате древовидного разветвления отростков нервной ткани отходящих от тела. Их функция заключается в воспроизведении синаптических влияний клеток. Эти отростки образуют нервные волокна. Все отростки заключены в специальный остов – нейроглию, образованной глиальными клетками. Отростки нервных клеток на периферии также покрыты оболочками. Поэтому нервные волокна делят на мякотные (миелиновые) и безмякотные (безмиелиновые).

Мякотные волокна покрыты миелиновой оболочкой состоящей из цепочки миелиновых межузловых сегментов, каждый сегмент образован одной глиальной клеткой. Покрытие мякотного волокна слоистое и имеет липопротеиновый слой, часть которого содержит миелин и называется миелиновой оболочкой. Миелин периферических волокон формируется из глияцитов или так называемых Шванновских клеток. Шванновская клетка сама себя обертывает вокруг аксона и во внутренних слоях обертки исчезает цитоплазма и образуется компактная структура, содержащая липиды и протеины – то есть образуется миелиновая оболочка, то есть миелин состоит из мембраны Шванновской клетки.

Наружные слои обертывания Шванновской клетки сохраняются как неповреждённая структура (мембрана, цитоплазма и ядро) и образуют внешнюю Шванновскую оболочку.

Липопротеиновые оболочки не сплошные в них имеются сужения, это промежутки между двумя Шванновскими клетками, получившие название перехвата Ранвье. Здесь нет миелина. Значение миелиновой оболочки состоит в изоляции проводников и увеличении скорости проведения возбуждения по нервным волокнам.

Безмякотные нервные волокна не имеют миелиновой оболочки и покрыты только Шванновской оболочкой.

Нервные волокна идут пучками, несколько пучков составляют нерв. Нервы делятся в зависимости от того, в каком направлении они передают импульсы: афферентные или центrostремительные нервы передают импульсы в вышестоящие этажи нервной системы; эфферентные или центробежные передают импульсы от центральной нервной системы к периферии; смешанные – передающие импульсы в обоих направлениях.

4. Законы проведения по нервному волокну.

Проведение возбуждения по нервному волокну осуществляется по определённым законам:

1) Закон физиологической непрерывности нерва: возбуждение проводится в том случае, если нерв имеет физиологическую целостность.

2) Закон двухстороннего проведения возбуждения по нервному волокну: по нервному волокну возбуждение распространяется в обе стороны с одинаковой силой и скоростью.

3) Закон изолированного проведения возбуждения по нервному волокну: нерв состоит из множества нервных волокон, но возбуждение по каждому волокну распространяется изолированно, не переходя на соседние. Изолированное проведение возбуждения обеспечивается наличием миелиновой оболочки.

4) Механизм проведения возбуждения в нервных волокнах объясняется в возникновении локальных токов, появляющихся между возбуждённым и невозбуждённым участками мембраны нервного волокна. В безмякотных нервных волокнах возбуждение распространяется непрерывно вдоль всей мембраны осевого цилиндра, от одного возбуждённого участка к другому, расположенному в непосредственной близости, поэтому медленно (от 0,5 до 5 мс); в мякотных нервных волокнах возбуждение идёт скачкообразно, сальтаторно, быстро, по перехватам Ранвье, по чувствительным скорость достигает 50 м сек, по двигательным – 160 м сек (таблица 1).

5) В целостном организме нервные волокна обладают малой утомляемостью – это связано с низкими энергетическими затратами при возбуждении, с высокой лабильностью нервных волокон, с постоянной работой их с недогрузкой.

1. 3 Лекция № 3 (2 часа).

Тема: «Физиология мышц»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Скелетные и гладкие мышцы.
2. Свойства поперечнополосатых и гладких мышц.
3. Механизм мышечного сокращения.
4. Теории мышечного сокращения.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Скелетные и гладкие мышцы.

В гладких мышцах нет поперечной исчерченности, которая бы придавала определенные физические и физиологические свойства этой ткани. Так в отличие от скелетной, которой присуща высокая эластичность, в гладкой мышце больше выражено свойство пластичности, что обусловлено отсутствием четкой упорядоченности миофиламентов актина и миозина. В отличие от регулярной саркомерной структуры скелетных и сердечной мышц, тонкие филаменты гладких мышц присоединены к структурам в цитоплазме, называемым плотными тельцами (прикрепительными бляшками сарколеммы), состоящими из белка десмина. Гладкие мышцы бывают висцеральные (мультиунитарные) и полиэлементные (унитарные). Висцеральные содержат мостики- щелевые контакты с низким сопротивлением электрическому току – синцитий. Висцеральные мышцы встречаются в стенках полых органов (кишечник, матка, мочеточники, мочевого пузыря). Полиэлементные гладкие мышцы состоят из отдельных мышечных единиц без соединительных мостиков, поэтому для них характерны точные, четко дозированные сокращения, подобно скелетным. Однако, сокращения этих мышц нельзя контролировать, в отличие от скелетных (мышцы радужки глаза, цилиарного тела, семенных протоков, артерии). Благодаря своему строению (висцеральные) обладают большой пластичностью, однако при определенной предельной степени растяжения способны деполяризоваться и сокращаться (саморегуляция). Пример, давление внутри стенок мочевого пузыря мало изменяется при относительно небольшом его растяжении, если растяжение возрастает резко – происходит сокращение мышц детрузора – эвакуация мочи даже в тех случаях, когда иннервация нарушена. Полиэлементные гладкие мышцы имеют более мощную (плотную) иннервацию и слабое развитие межклеточных контактов (нексусов). Тонус этих мышц и его колебания имеют нейрогенную природу. Имеют парасимпатические и симпатические, а также метасимпатические волокна. Строение нервных окончаний в гладкой мышце отличается от строения нервно-мышечного синапса в скелетной мышце. В гладкой мышце нет концевых пластинок и отдельных нервных окончаний. По всей длине разветвлений адренергических и холинергических нервных волокон имеются утолщения, называемые варикозами. Они содержат гранулы с медиатором, который выделяется из каждой варикозы. Клетки, лишенные непосредственных контактов с варикозами, активируются ПД, распространяющимися через нексусы на соседние клетки. По ходу следования нервного волокна мышечные клетки могут возбуждаться или тормозиться (стимуляция адренергических волокон уменьшает, а холинергических – увеличивает мышечную активность, в других, например в сосудах, норадреналин – усиливает, а ацетилхолин – уменьшает мышечный тонус. Ионная природа гладкой мышцы определяется особенностями каналов мембраны гладко-мышечной клетки. Основную роль в механизме генерации ПД играют ионы Ca^{2+} , но по этим каналам могут внутрь клетки двигаться и другие двухвалентные ионы Ba^{2+} , Mg^{2+} . Вход Ca^{2+} в клетку необходим для поддержания тонуса мышц и развития сокращения, поэтому блокирование Ca^{2+} каналов гладких мышц приводит к ограничению поступления этого иона в цитоплазму миоцитов внутренних органов и сосудов, что широко используется в практической медицине для коррекции моторной функции ЖКТ и тонуса сосудов

2. Свойства поперечнополосатых и гладких мышц.

Гладкие мышцы не имеют выраженной поперечной исчерченности. Они состоят из удлиненных клеток веретеновидной формы.

Характеризуются медленными движениями и более длительными тоническими сокращениями (в гладких мышцах очень велик скрытый период возбуждения – 0,2 – 1 с).

Обладают высокой пластичностью и упругостью.

Они менее возбудимы.

У них более длительный рефрактерный период.

Малая скорость проведения возбуждения. Скорость проведения возбуждения в кишечнике около 1 см/с, в матке и мочеточнике – около 18 см/с, в гладких мышцах мигательной перепонки кошки – 80 см/с.

Им характерно свойство автоматизма, то есть способность к спонтанному сокращению независимо от внешних условий.

Высокая чувствительность к некоторым химическим веществам – ацетилхолин, адреналин, норадреналин.

При редких импульсах раздражений впадают в тетаническое сокращение.

Адекватным раздражителем является их растяжение.

3. Механизм мышечного сокращения.

Тонкие нити гладкие, на толстых имеются выступы – головки миозина. С помощью выступов толстые и тонкие нити могут соединяться поперечными мостиками и путём их взаимодействия образуется актомиозин. В покоящихся мышечных волокнах, при отсутствии импульсации поперечные мостики не прикреплены к актиновым миофиламентам. Тропомиозин расположен так, что блокирует участки актина способного взаимодействовать с поперечными мостиками миозина. Раздражитель, действуя на мышцу вызывает возникновение потенциала действия, который пробегает вдоль мембраны мышечного волокна и проникает вглубь к структурам протоплазмы и вызывает освобождение ионов кальция (Ca^{2+}) из специальных трубочек находящихся в протоплазме. Система трубочек, содержащих кальций, напоминает букву «Т» - «Т» система. Под влиянием ионов кальция молекула тропонина изменяет свою форму и выталкивает тропомиозин в желобок между двумя нитями актина, высвобождая участки для прикрепления миозиновых поперечных мостиков к актиновым нитям. Происходит втягивание актиновых миофиламентов в промежутки между толстыми миозиновыми нитями, то есть миозиновые мостики, как резинка, тянут на себя молекулы актина. Перемещение же (протягивание) актиновых нитей вдоль миозиновых к центру (саркомера) толстого миофиламента за счёт «гребных» движений головок миозина, периодически прикрепляющихся к актиновым филаментам, то есть за счёт поперечных актомиозиновых мостиков и мышечное волокно сокращается. Это теория скольжения нитей по которой укорочение саркомера) а, следовательно, и мышечного волокна в момент сокращения происходит благодаря скольжению тонких нитей относительно толстых.

4. Теории мышечного сокращения.

1. 4 Лекция № 4(2 часа).

Тема: «Физиология ЦНС»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Общая характеристика ЦНС.
2. Нейрон, его строение и функции.
3. Рефлекторный принцип деятельности ЦНС.
4. Синапсы, классификация, механизм проведения возбуждения в синапсах.
5. Нервный центр, его свойства.
6. Центральное торможение его виды.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Общая характеристика ЦНС.

Механизмы регуляции жизнедеятельности организма принято делить на нервные и гуморальные. Первые используют для передачи и переработки информации – структуры нервной системы и импульсы электрических потенциалов. Вторые – внутреннюю среду и молекулы химических веществ. Нервная регуляция обеспечивает быструю и направленную передачу сигналов, которые в виде нервных импульсов по соответствующим нервным проводникам поступают к определенному адресату – объекту регуляции.

Различают три основных типа строения нервной системы:

- сетчатый;
- ганглионарный;
- трубчатый.

Нервная система делится на центральную и периферическую. К центральной нервной системе относят те отделы, которые заключены в полость черепа и позвоночный канал, а к периферической – узлы и пучки волокон, соединяющие центральную нервную систему с органами чувств и соматическими эффекторами (мышцы, железы).

В свою очередь центральную нервную систему делят на головной и спинной мозг. Периферическую нервную систему принято делить на вегетативную и соматическую. Вегетативную нервную систему подразделяют на симпатический, парасимпатический и метасимпатический отделы. Соматическая нервная система обеспечивает афферентные и эфферентные связи организма с внешней средой, вегетативная – поддерживает постоянство внутренней среды и приспособительные реакции организма.

Значение центральной нервной системы:

- 1) центральная нервная система обеспечивает взаимосвязь отдельных органов и систем, согласует и объединяет их функции, благодаря чему организм работает как единое целое;
- 2) центральная нервная система осуществляет связь организма с внешней средой, обеспечивая индивидуальное приспособление к внешней среде, то есть поведение человека или животного;
- 3) головной мозг является органом психической деятельности, в результате поступления нервных импульсов в клетки коры головного мозга, возникновения ощущений и на их основе проявляются специфические качества как сознание и мышление.

Структурно-функциональной единицей нервной системы является нейрон. Функционально нейроны делят на: 1) афферентные, 2) промежуточные, 3) эфферентные.

Афферентные, чувствительные, центростремительные – выполняющие функцию получения и передачи информации в вышележащие структуры центральной нервной системы.

Вставочные, промежуточные – обеспечивает взаимодействие между нейронами одной структуры.

Эфферентные, двигательные, центробежные – за счет длинного аксона передают информацию в нижележащие структуры центральной нервной системы.

Нервные клетки занимают примерно 10% от общего числа клеток в нервной системе. 90% клеток – это глиальные клетки, заполняющие пространство между нейронами. «Глиа» с греческого – «клей»; функция глиальных клеток – опорная и защитная.

2. Нейрон, его строение и функции.

3. Рефлекторный принцип деятельности ЦНС.

Понятие «рефлекса» как акта нервной деятельности было введено в 17 веке Декартом. Однако сам термин появился в 18 веке и принадлежит Прохаске (чешский ученый). Наибольшее развитие рефлекторная теория получила в нашей стране в трудах Сеченова и Павлова.

Рефлекс – это ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая при участии центральной нервной системы.

Структурные элементы, участвующие в осуществлении рефлекторной реакции, образуют рефлекторную дугу, то есть рефлекторная дуга – это последовательно соединенная цепочка нервных клеток, обеспечивающая соответствующие реакции на раздражение. Она состоит из рецептора, афферентного волокна, нервного центра, эфферентного нервного волокна исполнительного органа – эффектора.

Различают простые и сложные рефлекторные дуги: 1) моносинаптическая дуга – рефлекторная дуга, состоящая из двух нейронов: чувствительного и двигательного с одним синапсом между ними; 2) полисинаптическая дуга – содержит чувствительный, вставочный и двигательный нейроны. В этом случае между чувствительными и двигательными нейронами имеются один или несколько вставочных.

Рецепторами называют специализированные образования, предназначенные для восприятия клетками или нервной системой различных по своей природе стимулов и раздражений. Все виды рецепторов делят на: экстерорецепторы (воспринимающие информацию из внешней среды) и интерорецепторы.

Обычно рецепторы располагаются не в одиночку, а образуют скопления различной плотности. Эти скопления рецепторов называются рефлексогенными зонами или рецепторными полями.

Время, протекающее с момента начала действия раздражителя до момента возникновения реакции, называется временем рефлекса.

В последние годы учение о рефлексе обогатилось понятием обратной афферентации (рис. 1), то есть рефлекторная дуга рассматривается как замкнутое образование в виде кольца с обратной связью. Разработанная теория функциональных систем Анохина показала, что приспособительная деятельность организма базируется на формировании у человека и животных в процессе индивидуального развития функциональных систем не только получает, но и выполняет команды нервного центра (прямая связь), но и сам непрерывно посылает импульсы о своем функциональном состоянии (обратная связь), на основании которых центр вносит коррективы в свои команды.

4. Синапсы, классификация, механизм проведения возбуждения в синапсах.

Синапс – это специализированная структура, обеспечивающая передачу нервного импульса с нервного волокна на эффекторную клетку. По анатомической классификации синапсы делятся на нейро - секреторные, нейро - мышечные, межнейрональные. Существует 3 типа синапсов по способу передачи сигнала – химический, электрический, смешанный

механизм передачи возбуждения. Синапсы с электрическим механизмом характерны для беспозвоночных, с химическим для высших животных и человека.

Синапсы состоят из 3 основных структурных элементов:

- ✓ Пресинаптическая мембрана покрывает окончание нервного волокна;
- ✓ Постсинаптическая мембрана находится на органе или клетке и контактирует с пресинаптической мембраной.
- ✓ Синаптическая щель это пространство между пре- и постсинаптической мембраной.

На постсинаптической мембране имеются белковые структуры – рецепторы, воспринимающие раздражение в виде медиаторов. Для скелетных мышц медиатором является ацетилхолин, а для гладких и ацетилхолин, и норадреналин.

Синапсы, в которых медиатор ацетилхолин называются холинэргическими, норадреналин – адренергическими.

Механизм передачи возбуждения в нервно-мышечном синапсе

В процессе передачи возбуждения с нерва на мышечное волокно выделяют 3 последовательных процесса:

1) Электрический включает в себя достижение нервного импульса аксонного окончания, деполяризацию пресинаптической мембраны и повышения её проницаемости, выделение через неё ацетилхолина в синаптическую щель.

2) Химический включает диффузию медиатора – ацетилхолина к постсинаптической мембране и образование на ней его комплекса с холинорецепторами.

3) Электрический – включает в себя увеличение ионной проницаемости постсинаптической мембраны, что вызывает натриевый ток внутрь клетки и возникновение потенциала концевой пластинки, что далее вызывает развитие потенциала действия мышечного волокна. Инактивация (полная потеря чувствительности активатора – медиатора) медиатора осуществляется гидролитическим его расщеплением ингибиторами: ацетилхолина – ацетилхолинэстеразой.

Свойства синапсов

- 1) Одностороннее проведение возбуждения.
- 2) Синаптическая задержка проведения возбуждения.
- 3) Низкая лабильность и высокая утомляемость.
- 4) Наличие химических передатчиков – медиаторов.
- 5) Квантовый характер освобождения медиатора (малыми порциями).

6) Высокая избирательная чувствительность синапса к химическим веществам, обусловленная спецификой хеморецепторов постсинаптической мембраны.

5. Нервный центр, его свойства.

Нервные импульсы по афферентным путям поступают в нервные центры. Следует различать анатомическое и физиологическое понимание нервного центра. Нервный центр с анатомической точки зрения – это совокупность нейронов, расположенных в определенном отделе центральной нервной системы. Нервный центр с физиологической точки зрения – это сложное, функциональное объединение нескольких анатомических центров, расположенных на разных этапах центральной нервной системы – от спинного мозга до коры головного мозга – и обуславливающих за счет своей активности сложные рефлексy. В процессе функционирования нейроны, расположенные на более низких этапах центральной нервной системы, подчиняются по принципу субординации корректирующим влияниям вышерасположенных нервных центров.

Свойства нервных центров обусловлены:

1. Структурой нейронов, образующих центр.
2. Особенности проведения нервных импульсов синапсом.

В настоящее время выделены следующие особенности проведения возбуждения в нервных центрах:

1. В нервных волокнах импульсы проводятся в обоих направлениях. В ЦНС возбуждение может распространяться только в одном направлении: с афферентного нейрона на эфферентный. Одностороннее проведение возбуждения обусловлено тем, что передача возбуждения возможна через синапс только в одном направлении – от нервного окончания, секретирующего медиатор, к постсинаптической мембране. В обратном направлении возбуждающий постсинаптический потенциал не распространяется.
2. Синаптическая задержка проведения возбуждения – она обусловлена более медленным проведением нервных импульсов через синапсы, так как 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. Поэтому чем сложнее рефлекс и больше синапсов в рефлекторной его дуге, тем длиннее время рефлекса.
3. Суммация возбуждения в нервных центрах: открыто в 1863 году Сеченовым. Существует два вида суммирования – временное и пространственное. Если к нейрону поступает одиночный импульс небольшой величины, то возникает возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП) подпороговой величины, недостаточной для вызова ответной реакции. Если же к нейрону поступает серия таких последовательных быстрых импульсов и на возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП) от предыдущих импульсов накладывается ВПСП возбуждающий постсинаптический потенциал от последующих – они суммируются, достигая порогового уровня и вызывают потенциал действия, возбуждение нейрона и ответную реакцию – временная суммация. Пространственная суммация наблюдается при одновременном раздражении различных рецептивных полей раздражителем подпороговой силы, когда одновременно импульсы с этих полей по аксонам поступают к одному нейрону или нервному центру, в нейроне складывается и возникает возбуждающий постсинаптический потенциал пороговой силы, способный вызвать ответную реакцию.
4. Трансформация ритма и силы возбуждения - усиление или ослабление ритма или силы возбуждения, поступающего с периферии.
5. Последействие – в ответ на однократный залп афферентных импульсов по эфферентным нейронам бегут серии импульсов, то есть продолжительность ответной реакции превышает длительность раздражения. Способность сохранять возбуждение в течение некоторого времени после прекращения действия раздражителя.
6. Облегчение – после каждого раздражителя в нервных центрах повышается возбудимость.
7. Проторение – способность одного нервного центра повышать возбудимость других центров.
8. Пластичность – функции нервных центров могут при изменении условий меняться. Изменение функций центров происходит в том случае, если рабочий орган, с которым данный центр связан, заменить другим (открыт в 1827 г. Флюрансом).
9. Инертность – нервные центры обладают свойством приходить в состояние возбуждения только при относительно длительном раздражении.

10. Тонус – состояние незначительного постоянного возбуждения, в котором находятся все нервные центры, имеет рефлекторный характер из-за кольцевого взаимодействия между нервными центрами и периферией.
11. Утомляемость – является результатом нарушения передачи возбуждения в межнейронных синапсах в связи с уменьшением запасов медиатора и уменьшением чувствительности к нему постсинаптической мембраны, а также уменьшением энергетических ресурсов нервной клетки.
12. Торможение - это процесс ослабления или прекращения какой-либо деятельности. Торможение в центральной нервной системе открыл Сеченов. Под ним понимают самостоятельный, активный нервный процесс, вызванный возбуждением и проявляющийся в угнетении или полном выключении другого возбуждения. Торможение в норме неразрывно связано с возбуждением, является его производным, сопутствует возбудимому процессу, ограничивая и препятствуя распространению возбуждения. Торможение – врожденный процесс, постоянно совершающийся в течение индивидуальной жизни организма. Двигательные реакции можно затормозить, если в центрах встречаются возбуждения, идущие от двух рецептивных полей.

6. Центральное торможение его виды.

Торможение – активный процесс, возникающий при действии раздражителей на ткань, проявляется в подавлении другого возбуждения, функционального отправления ткани нет.

Торможение может развиваться только в форме локального ответа.

Выделяют два типа торможения:

1) первичное. Для его возникновения необходимо наличие специальных тормозных нейронов. Торможение возникает первично без предшествующего возбуждения под воздействием тормозного медиатора. Различают два вида первичного торможения:

- а) пресинаптическое в аксо-аксональном синапсе;
- б) постсинаптическое в аксодендрическом синапсе.

2) вторичное. Не требует специальных тормозных структур, возникает в результате изменения функциональной активности обычных возбудимых структур, всегда связано с процессом возбуждения. Виды вторичного торможения:

- а) запредельное, возникающее при большом потоке информации, поступающей в клетку. Поток информации лежит за пределами работоспособности нейрона;
- б) пессимальное, возникающее при высокой частоте раздражения;
- в) парабийотическое, возникающее при сильно и длительно действующем раздражении;
- г) торможение вслед за возбуждением, возникающее вследствие снижения функционального состояния нейронов после возбуждения;
- д) торможение по принципу отрицательной индукции;
- е) торможение условных рефлексов.

Процессы возбуждения и торможения тесно связаны между собой, протекают одновременно и являются различными проявлениями единого процесса. Очаги возбуждения и торможения подвижны, охватывают большие или меньшие области нейронных популяций и могут быть более или менее выраженными. Возбуждение непременно сменяется торможением, и наоборот, т. е. между торможением и возбуждением существуют индукционные отношения.

Торможение лежит в основе координации движений, обеспечивает защиту центральных нейронов от перевозбуждения. Торможение в ЦНС может возникать при одновременном поступлении в спинной мозг нервных импульсов различной силы с

нескольких раздражителей. Более сильное раздражение тормозит рефлексы, которые должны были наступать в ответ на более слабые.

В 1862 г. И. М. Сеченов открыл явление центрального торможения. Он доказал в своем опыте, что раздражение кристалликом хлорида натрия зрительных бугров лягушки (большие полушария головного мозга удалены) вызывает торможение рефлексов спинного мозга. После устранения раздражителя рефлекторная деятельность спинного мозга восстанавливалась. Результат этого опыта позволил И. М. Сеченому сделать заключение, что в ЦНС наряду с процессом возбуждения развивается процесс торможения, который способен угнетать рефлекторные акты организма. Н. Е. Введенский высказал предположение, что в основе явления торможения лежит принцип отрицательной индукции: более возбудимый участок в ЦНС тормозит активность менее возбудимых участков.

Современная трактовка опыта И. М. Сеченова (И. М. Сеченов раздражал ретикулярную формацию ствола мозга): возбуждение ретикулярной формации повышает активность тормозных нейронов спинного мозга – клеток Реншоу, что приводит к торможению α -мотонейронов спинного мозга и угнетает рефлекторную деятельность спинного мозга.

Торможение – активный процесс, возникающий при действии раздражителей на ткань, проявляется в подавлении другого возбуждения, функционального отправления ткани нет.

Торможение может развиваться только в форме локального ответа.

Выделяют два типа торможения:

1) первичное. Для его возникновения необходимо наличие специальных тормозных нейронов. Торможение возникает первично без предшествующего возбуждения под воздействием тормозного медиатора. Различают два вида первичного торможения:

- а) пресинаптическое в аксо-аксональном синапсе;
- б) постсинаптическое в аксодендрическом синапсе.

2) вторичное. Не требует специальных тормозных структур, возникает в результате изменения функциональной активности обычных возбудимых структур, всегда связано с процессом возбуждения. Виды вторичного торможения:

- а) запредельное, возникающее при большом потоке информации, поступающей в клетку. Поток информации лежит за пределами работоспособности нейрона;
- б) пессимальное, возникающее при высокой частоте раздражения;
- в) парабийотическое, возникающее при сильно и длительно действующем раздражении;
- г) торможение вслед за возбуждением, возникающее вследствие снижения функционального состояния нейронов после возбуждения;
- д) торможение по принципу отрицательной индукции;
- е) торможение условных рефлексов.

Процессы возбуждения и торможения тесно связаны между собой, протекают одновременно и являются различными проявлениями единого процесса. Очаги возбуждения и торможения подвижны, охватывают большие или меньшие области нейронных популяций и могут быть более или менее выраженными. Возбуждение непременно сменяется торможением, и наоборот, т. е. между торможением и возбуждением существуют индукционные отношения.

Торможение лежит в основе координации движений, обеспечивает защиту центральных нейронов от перевозбуждения. Торможение в ЦНС может возникать при одновременном поступлении в спинной мозг нервных импульсов различной силы с нескольких раздражителей. Более сильное раздражение тормозит рефлексы, которые должны были наступать в ответ на более слабые.

В 1862 г. И. М. Сеченов открыл явление центрального торможения. Он доказал в своем опыте, что раздражение кристалликом хлорида натрия зрительных бугров лягушки

(большие полушария головного мозга удалены) вызывает торможение рефлексов спинного мозга. После устранения раздражителя рефлекторная деятельность спинного мозга восстанавливалась. Результат этого опыта позволил И. М. Сеченому сделать заключение, что в ЦНС наряду с процессом возбуждения развивается процесс торможения, который способен угнетать рефлекторные акты организма. Н. Е. Введенский высказал предположение, что в основе явления торможения лежит принцип отрицательной индукции: более возбудимый участок в ЦНС тормозит активность менее возбудимых участков.

Современная трактовка опыта И. М. Сеченова (И. М. Сеченов раздражал ретикулярную формацию ствола мозга): возбуждение ретикулярной формации повышает активность тормозных нейронов спинного мозга – клеток Реншоу, что приводит к торможению α -мотонейронов спинного мозга и угнетает рефлекторную деятельность спинного мозга.

1. 5 Лекция № 5 (2 часа).

Тема: «Физиология частной ЦНС.»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Спинной мозг, сегментарный и межсегментарный принцип работы спинного мозга, его функции.
2. Надсегментарный отдел ЦНС (продолговатый мозг, варолиев мост, средний мозг, мозжечок), строение и функции.
3. Промежуточный мозг: таламус и его роль в организме.
4. Гипоталамическая область и ее функции.
5. Вегетативная нервная система, ее характеристика.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Спинной мозг, сегментарный и межсегментарный принцип работы спинного мозга, его функции.

Спинной мозг – самый каудальный отдел ЦНС, находящийся в позвоночном канале. Он одет оболочками и окружен спинномозговой жидкостью, защищающей его от сотрясений. На своем протяжении имеет два утолщения: шейное и поясничное.

Тело позвоночных животных сегментировано – эта сегментация проявляется в том, что от спинного мозга через отверстия подходят последовательно спинномозговые нервы. На разрезе видны два вещества, отличающиеся по форме и цвету – в виде бабочки, серое, центральное и белое, периферическое (из мягкотных волокон).

Спинной мозг выполняет две функции: *рефлекторную* и *проводниковую*.

Рефлекторная функция заключается в выполнении ряда рефлексов. Чистых рефлексов спинного мозга нет. Они в нормальном состоянии испытывают влияние высших отделов ЦНС. В спинном мозге расположены нервные центры, участвующие в регуляции движения мышц головы, шеи, туловища, конечностей, регуляции температуры тела. В шейном отделе спинного мозга на уровне III и IV позвонков находится центр мускулатуры диафрагмы, а на уровне V шейного позвонка и I грудного – центры мышц передних конечностей.

В сегментах грудного, поясничного и крестцового отделов находятся центры: сосудодвигательные и потоотделительные, а также мускулатуры грудной – клетки, спины, живота и мышц задней конечности.

В крестцовом отделе лежат центры дефекации и мочеполовых рефлексов.

В спинном мозге находятся центры симпатических и парасимпатических нервов вегетативной нервной системы.

Проводниковая функция – большую часть спинного мозга занимает белое вещество, т.е. скопление волокон, образующих проводящие пути, - короткие, соединяющие различные сегменты спинного мозга, другие – длинные, соединяющие спинной мозг с различными отделами головного мозга. В дорсальные корешки приходят центростремительные (афферентные) нервы, несущие возбуждение с периферии, а из вентральных центробежные (эфферентные) нервы, по которым импульсы поступают от спинного мозга к периферии. Ассоциативные пути связывают между собой нейроны первого или разных сегментов спинного мозга. Функция их заключается в координации позы, тонуса мышц, движении разных параметров туловища. Пути, проводящие импульсы по направлению к головному мозгу, принято называть *восходящими*, а пути с обратной направленностью импульсации – *нисходящими*

2. Надсегментарный отдел ЦНС (продолговатый мозг, варолиев мост, средний мозг, мозжечок), строение и функции.

Продолговатый мозг и варолиев мост составляют задний мозг и являются непосредственным продолжением спинного мозга. Задний мозг связан с мозжечком и большими полушариями головного мозга. Серое вещество в нем разбито на отдельные скопления - ядра. Он выполняет две функции – рефлекторную и проводниковую. Проводящие пути продолговатого мозга являются частью восходящих и нисходящих трактов. Некоторые из них перекрещиваются и прерываются в продолговатом мозге. Рефлекторная функция связана с замыканием дуг сложнокоординированных двигательных рефлексов. В продолговатый мозг вступают афферентные волокна от слуховых рецепторов, рецепторов полости рта, кожи лицевой части головы, сердца, крупных сосудов и легких, слизистых оболочек глаз, ряда рецепторов желудка, печени, поджелудочной железы, тонких кишок. Эфферентные волокна нейронов продолговатого мозга иннервируют все мышцы лица, сердце, бронхи, гортань, пищевод, желудок, поджелудочную железу, печень, кишечник. В продолговатом мозге находятся жизненно-важные центры: дыхания, сердечной деятельности, сосудо - двигательные, и центры сосания, слюноотделения, глотания, отделения желудочного и поджелудочного соков. В продолговатом мозге находятся центры ряда защитных рефлексов: чихания, моргания, кашля, слезотечения, рвоты. Из области продолговатого мозга и варолиева моста выходят следующие черепно - мозговые нервы: тройничный, отводящий, лицевой, слуховой, языкоглоточный, блуждающий, добавочный, подъязычный. Продолговатый мозг играет важную роль в регуляции мышечного тонуса. Важным центром регуляции мышечного тонуса является ядро Дейтерса (центр тонических рефлексов). Так если перерезать головной мозг между продолговатым и средним его отделами, отделив при этом ядро Дейтерса и красное ядро у животных развивается состояние децеребрационной ригидности. Оно характеризуется превышением тонуса разгибателей над тонусом сгибателей, конечности при этом сильно выпрямлены, голова запрокидывается назад, хвост вытянут вдоль тела.

Продолговатый мозг участвует в регуляции проводниковых рефлексов и в осуществлении таких актов, как ходьба и стояние, для которых необходима интегративная деятельность ЦНС.

Варолиев мост является центральной частью заднего мозга. Серое вещество образует ядра черепно-мозговых нервов (с 5 –8 пары), ядра ретикулярной формации и собственные ядра моста. Чувствительные волокна черепно-мозговых нервов проводят сигналы от вкусовых рецепторов языка, рецепторов кожи и мышц головы, глаз и зубов. Эфферентные волокна обеспечивают мимику. Таким образом, рефлекторная деятельность варолиева моста дополняет защитные и пищевые рефлексы, осуществляемые продолговатым мозгом.

3. Промежуточный мозг: таламус и его роль в организме.

Промежуточный мозг состоит из таламуса, или зрительных бугров, гипоталамуса и эпиталамуса. *Таламус* – самая большая часть промежуточного мозга, включающая большое количество ядер, каждое из которых передает импульсы в определенный участок коры больших полушарий. Таламус является своеобразными воротами, через которые обязательно должны пройти направляющиеся в кору больших полушарий афферентные сигналы. Через таламус проходят все афферентные импульсы идущие в кору больших полушарий, за исключением обонятельных. В ядрах таламуса происходит тесное взаимодействие импульсов и их интеграция (то есть первичный анализ и синтез поступающей информации). В таламусе находится около 120 разнофункциональных ядер.

Эпиталамус представляет собой обонятельный центр и служит местом расположения железы внутренней секреции - эпифиза.

Гипоталамус, или *подбугорье* – это одно из древнейших образований головного мозга, в нем находятся высшие подкорковые центры вегетативной нервной системы, также центры регулирующие все виды обмена веществ, терморегуляции и регуляцией полового созревания. Гипоталамическая область находится в тесной морфологической и функциональной связи с гипофизом, образуя гипоталамо-гипофизарную систему. В ядрах гипоталамуса образуются нейросекреты – либерины и статины, которые по аксонам нейросекреторных клеток поступают в кровеносные сосуды и с кровью приносятся в переднюю и среднюю доли гипофиза. Таким образом, через гипофиз гипоталамус влияет на функции всех желез внутренней секреции. Задняя доля гипофиза иннервируется нейронами супрооптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса, в его клетках продуцируются окситоцин и вазопрессин (антидиуретический гормон), далее по их аксонам эти вещества поступают в кровь.

Огромное значение имеет гипоталамус для эмоциональных и поведенческих реакций.

4. Гипоталамическая область и ее функции.

Промежуточный мозг состоит из таламуса, или зрительных бугров, гипоталамуса и эпиталамуса. *Таламус* – самая большая часть промежуточного мозга, включающая большое количество ядер, каждое из которых передает импульсы в определенный участок коры больших полушарий. Таламус является своеобразными воротами, через которые обязательно должны пройти направляющиеся в кору больших полушарий афферентные сигналы. Через таламус проходят все афферентные импульсы идущие в кору больших полушарий, за исключением обонятельных. В ядрах таламуса происходит тесное взаимодействие импульсов и их интеграция (то есть первичный анализ и синтез поступающей информации). В таламусе находится около 120 разнофункциональных ядер.

Эпиталамус представляет собой обонятельный центр и служит местом расположения железы внутренней секреции - эпифиза.

Гипоталамус, или *подбугорье* – это одно из древнейших образований головного мозга, в нем находятся высшие подкорковые центры вегетативной нервной системы,

также центры регулирующие все виды обмена веществ, терморегуляции и регуляцией полового созревания. Гипоталамическая область находится в тесной морфологической и функциональной связи с гипофизом, образуя гипоталамо-гипофизарную систему. В ядрах гипоталамуса образуются нейросекреты – либерины и статины, которые по аксонам нейросекреторных клеток поступают в кровеносные сосуды и с кровью приносятся в переднюю и среднюю доли гипофиза. Таким образом, через гипофиз гипоталамус влияет на функции всех желез внутренней секреции. Задняя доля гипофиза иннервируется нейронами супрооптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса, в его клетках продуцируются окситоцин и вазопрессин (антидиуретический гормон), далее по их аксонам эти вещества поступают в кровь.

Огромное значение имеет гипоталамус для эмоциональных и поведенческих реакций.

5. Вегетативная нервная система, ее характеристика.

В 1801 г. французский физиолог Биша разделил все функции на соматические и вегетативные. Соматическая нервная система обеспечивает иннервацию поперечно-полосатой скелетной мускулатуры и восприятие раздражения.

Вегетативная нервная система обеспечивает иннервацию гладкой мускулатуры внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, мышцы сердца и процессы обмена.

Вегетативная нервная система может называться автономной.

Структурной основой вегетативных рефлексов является рефлексорная дуга. Влияние ВНС обычно не находится под контролем со стороны сознания, в отличие от сознательно управляемой соматической нервной системы.

ВНС



В 1921 г. ученый Леви разделил ВНС на симпатическую и парасимпатическую.

Каждый внутренний орган получает двойной набор волокон: одна группа - симпатические, другая – парасимпатические.

Различия между СНС и ВНС:

- центры СНС заложены во всех отделах спинного и головного мозга посегментно. Вегетативные волокна выходят пучками, очагово из разных отделов ЦНС (маловыраженная сегментарность). Парасимпатическая – начинается в среднем, продолговатом и крестцовом отделах спинного мозга. Симпатический отдел начинается в клетках боковых рогов грудопоясничной части спинного мозга;
- у соматической нервной системы – волокна толстые с сильно развитой миелиновой оболочкой. Вегетативные волокна – тонкие и большей частью лишены миелиновой оболочки;

- скорость проведения нервного импульса по вегетативным волокнам значительно ниже (1...30 м/с), чем по соматическим (60...120 м/с). Им свойственна более низкая возбудимость и меньшая лабильность, при более длительном рефрактерном периоде;
- волокна центробежного нейрона вегетативной нервной системы после выхода из ЦНС не доходят до иннервируемого органа, как у соматической нервной системы, а заканчиваются в вегетативных ганглиях. Вегетативные ганглии выполняют функции рефлекторных центров;
- нервное волокно, подходящее к ганглию, называется преганглионарным, а отходящее – постганглионарным, которое и достигает иннервируемого органа;
- потенциал действия волокон вегетативной нервной системы характеризуется большей длительностью, чем в соматической.

1. 6 Лекция № 6 (2 часа).

Тема: «Физиология желез внутренней секреции»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Характеристика гормонов, классификация, механизм действия.
2. Роль центральной нервной системы в регуляции желез внутренней секреции.
3. Гипоталамо-гипофизарная система.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Характеристика гормонов, классификация, механизм действия.

Организмом управляют две системы: гуморальная и нервная (таблица 4). Они посылают различными способами химические сигналы разнообразного строения, когда надо изменить активность того или другого органа. Железы гуморальной системы выделяют свои сигналы (гормоны) прямо в кровеносную систему и с током крови они достигают клеток. В нервной системе электрические сигналы идут по нерву и, подойдя вплотную к органу нерв, выделяет свой передатчик – медиатор.

Анатомически и гистологически определенная структура, вырабатывающая гормоны, представляет собой железы внутренней секреции, однако в некоторых случаях гормоны синтезируются и выделяются клетками, неорганизованными в единую морфологическую структуру – железу.

Гормоны – органические сигнальные молекулы, беспроводникового системного действия. Они распознаются рецепторами и влияют на экспрессию генов и активность ферментов в клетках – мишенях на удалении от места своей продукции. Образование и выделение гормонов прямо или опосредованно связано с нервной системой, что привело к представлению об единой системе нейроэндокринной регуляции.

Все железы организма принято делить на две группы: к первой группе относятся железы, имеющие выводные протоки и выполняют в кишечнике секреторную функцию. Это железы называются *экзокринными* (слюнные, кожные, пищеварительные). Вторая группа – это *эндокринные железы*, не имеющие выводных протоков. Их клетки оплетены сетью кровеносных и лимфатических капилляров, и продукты жизнедеятельности выделяются непосредственно в просвет капилляров.

Имеются железы, выполняющие исключительно функцию внутренней секреции – гипофиз, щитовидная железа, околощитовидная железа, надпочечники, эпифиз, вилочковая железа. Другие (половые железы, поджелудочная железа) наряду с

внутрисекреторной осуществляют внешнесекреторную функцию – их называют железами смешанной секреции.

Основное назначение гормонов

Гормоны не являются ни катализаторами, ни коферментами, не выполняют пластикоэнергетической роли. Их роль информационная, поскольку в зависимости от своего взаимодействия с рецепторами и от состояния клеток-мишеней они включают и выключают на генетическом уровне определенные клеточные программы, моделируют эффективность их осуществления. В отношении обмена веществ, роста тканей, долговременных адаптивных реакций гормоны служат регуляторами, определяющие направленность и эффективность этих систем.

Свойства гормонов

Действие гормонов на органы и ткани характеризуется следующими свойствами:

- синтез и выделение гормонов осуществляется специализированными клетками;
- высокая биологическая активность гормонов выражается в том, что они оказывают физиологическое действие в малых концентрациях;
- специфичность гормонов – каждый гормон характеризуется определенной, присущей только ему химической структурой, местом синтеза, функцией;
- дистантность действия – гормоны переносятся кровью далеко от места их образования;
- способность к быстрому разрушению это обуславливает их постоянную выработку в ЖВС;
- отсутствие у большинства гормонов видовой специфичности. Это дает возможность использовать гормональные препараты, полученные от одних животных другими.

2. Роль центральной нервной системы в регуляции желез внутренней секреции.

3. Гипоталамо-гипофизарная система.

Регуляция гормональной функции желез внутренней секреции осуществляется под контролем коры больших полушарий, ретикулярной формации и гипоталамуса.

Нервная и эндокринная системы образуют единый регуляторный механизм. Между гипоталамусом и гипофизом существует тесное взаимодействие, осуществляемое нервными связями и обильной сетью кровеносных сосудов. Благодаря такой связи они объединены в единую гипоталамо – гипофизарную систему. Через нее осуществляется координированная нервная и гуморальная регуляция физиологических функций в организме.

Гипоталамус имеет обширные нервные связи с различными отделами центральной нервной системы, в ней собирается и оценивается разнообразная нервная и гуморальная сигнализация с органов и систем организма. Он вырабатывает специфические по своему действию вещества – нейросекреты (*либерины* (стимулирующие) и *статины* (тормозящие)), поступающие в аденогипофиз и определяющие его работу, который выделяет кринотропные гормоны, регулирующие секрецию гормонов железами внутренней секреции: щитовидной, надпочечниками, поджелудочной и др.

Таким образом, гипоталамус с участием находящихся в нем высших вегетативных центров и с помощью гормонов эндокринных желез регулирует функции всех систем организма, приспособляя их к его потребностям.

Но чтобы регуляция со стороны гипоталамо- гипофизарной системы осуществлялась в соответствии с процессами, протекающими в организме, между эндокринными железами и гипоталамусом существует обратная связь, секреция гормонов зависит от выделяемых гипоталамусом нейросекретов. Например, если в крови окажется избыток гормона щитовидной железы тироксина (при отсутствии его потребности), то гипоталамус выделит меньше соответствующего нейросекрета, соответственно уменьшится секреция аденогипофизом тиреотропного гормона (ТТГ) и щитовидная железа будет снижать секрецию тироксина. Такая же связь гипоталамуса существует со всеми железами внутренней секреции. Такой тип регуляции широко распространен в организме как процесс саморегуляции.

Гипофиз лежит под гипоталамусом в ямке турецкого седла основной кости черепа. Он занимает центральное место в системе желез внутренней секреции, его иногда называют «мотором эндокринной системы».

Вырабатываемые гипофизом кринотропные гормоны оказывают активирующее влияние на периферические железы внутренней секреции. Гормоны гипофиза принимают непосредственное участие в регуляции различных процессов обмена веществ, роста, развития животных. Гипофиз выполняет функции промежуточного звена, через которое передаются импульсы от центральной нервной системы к другим железам внутренней секреции.

Гипофиз состоит из трех долей: передней, средней (аденогипофиз) и задней (нейрогипофиз).

Передняя доля гипофиза вырабатывает много разнообразно действующих гормонов. Главнейшие из них следующие.

Соматотропный гормон (СТГ) – гормон роста, оказывает общее действие на весь организм. Участвует в регуляции всех видов обмена веществ: белкового, липидного, углеводного, минерального, водного. Участвуя в синтезе белка, влияет на развитие хрящевой, костной и мягких тканей и обеспечивает ростовой эффект животных.

Соматотропный гормон повышает содержание в крови аминокислот, стимулирует образование глюкогена поджелудочной железой и повышение концентрации сахара в крови, мобилизует использование жира в жировых депо, участвует в поддержании баланса солей, обеспечивает проявление материнского инстинкта.

Поскольку это гормон общего действия, его ростовое влияние осуществляется при участии многих других гормонов, в отличие от которых он обладает видовой специфичностью действия. Поэтому гормон животных не влияет на рост человека и обезьяны, и наоборот.

Гонадотропные гормоны: 1) *фолликулостимулирующий* (ФСГ) - у самок контролирует рост яичников, стимулирует развитие яйцевых фолликулов, образование половых гормонов – эстрогенов, у самцов стимулирует сперматогенез в семенниках, но только до образования сперматозоидов 1-го порядка, а дальнейшая регуляция их развития осуществляется андрогенами; 2) *лютеостимулирующий* (ЛГ) – способствует овуляции (овуляционный гормон), т.е. выходу яйцеклеток из фолликулов, развитию желтого тела и образованию в нем гормона прогестерона. Совместно с ФСГ ЛГ контролирует выделение эстрогенов, а у самцов – выделение тестостерона клетками Лейдига интерстициальной ткани семенников; 3) *лютеотропный* (ЛТГ, пролактин) – способствует сохранению желтого тела в период беременности и секреции прогестерона, усиливает

материнский инстинкт, участвует в процессе молокообразования. У птиц стимулирует инстинкт насиживания. Свет оказывает положительное влияние на образование гонадотропных гормонов.

Пролактин действует на секрецию молока, стимулирует синтез белков и лактозы в молоке, а вместе с АКТГ повышает содержание в молоке альбуминов, глобулинов и фосфорных соединений.

Адренокортикотропный гормон (АКТГ) регулирует гормональную деятельность коры надпочечников, стимулируя ее развитие и функцию, увеличивая образование гормонов минералокортикоидов и глюкокортикоидов. Свет способствует выделению АКТГ через зрительный анализатор.

Тиреотропный гормон (ТТГ) оказывает специфическое действие на развитие и секреторную деятельность щитовидной железы, образование выделяемых ею гормонов.

Липотропины (ЛПГ – α и β) – обладают липотропной и меланостимулирующей активностью. Липотропины служат предшественниками энкефалинов и эндорфинов, обладающих морфиноподобным действием. Эндорфины и энкефалины (выявлены в синапсоматах) обеспечивают снижение болевой чувствительности при действии на организм экстремальных факторов, им присуще временное влияние на поведение, и на уровне синапсов они тормозят передачу нервного импульса.

Промежуточная, или средняя, доля гипофиза выделяет *меланостимулирующий гормон (МСГ)*, или интермедин, который участвует в регуляции пигментного обмена в организме. активизирует функцию колбочек и палочек сетчатки глаза, воздействует на окраску глаза.

Задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) служит местом для депонирования выделяемых гипоталамусом двух гормонов: *вазопрессина* (антидиуретина) и *окситоцина*, которые по мере необходимости поступают из нейрогипофиза в кровяное русло.

Вазопрессин действует на почки и тормозит диурез, повышая реабсорбцию воды из мочевых канальцев почек, а также обеспечивает гидростатическое равновесие в организме, поэтому, и называется еще *антидиуретином*. При недостатке вазопрессина нарушается гидростатика, выделяется обильное количество воды с мочой и возникает так называемое несахарное мочеизнурение (несахарный диабет). Этот гормон способен сужать периферические кровеносные сосуды и повышать кровяное давление.

Окситоцин вызывает сокращение матки и яйцеводов при половой охоте, способствуя продвижению в них сперматозоидов, усиливает сокращение матки при родах (родовые потуги), стимулирует сокращение миоэпителия альвеол молочной железы, ускоряя выведение из них молока в молочные ходы, способствует формированию жировых шариков в секреторном эпителии молочной железы и тормозит реабсорбцию натрия из первичной мочи.

Установлено, что перечисленные кринотропные гормоны вырабатываются уже в эмбриональный период развития животных и в той или иной степени оказывают влияние на соответствующие процессы в организме эмбриона.

Регуляция гормональной функции гипофиза находится под контролем гипоталамо-гипофизарной системы.

1. 7 Лекция № 7 (2 часа).

Тема: «Физиология кровообращения»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Значение кровообращения для организма.
2. Физиологические свойства сердца.
3. Регуляция сердечной деятельности.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Значение кровообращения для организма.

Основное назначение сердечно-сосудистой системы – это обеспечение постоянной циркуляции крови в замкнутой системе сердца, сосудов. Благодаря постоянному движению крови в сосудах обеспечиваются основные функции системы кровообращения:

- 1) транспорт веществ, необходимых для обеспечения функций клеток организма;
- 2) доставка к клеткам организма химических веществ, регулирующих их обмен;
- 3) отвод от клеток, переработанных в них веществ;
- 4) гуморальная функция (гормоны);
- 5) доставка тканям средств защиты;
- 6) обмен тепла в организме;
- 7) удаление вредных веществ из организма

2. Физиологические свойства сердца.

Мускулатура сердца называется миокардом. Сердце разделено перегородкой на правую и левую половины. Каждая половина разделена поперечно расположенными клапанами на 2 камеры: предсердие и желудочек. У млекопитающих сердце четырех камерное. В сердце различают рабочую мускулатуру, представленную поперечно-полосатой мышцей и атипическую ткань, в которой возникает и проводится возбуждение. Сердечная мышца обладает следующими свойствами: возбудимость, проводимость, сократимость, автоматия, рефрактерность.

Мышечные волокна сердца имеют поперечно-полосатую исчерченность, но в отличие от скелетной мускулатуры не удастся изолировать отдельные волокна, т.к. они связаны между собой перемычками (анастомозами).

Сердечная мышца отличается от поперечно-полосатой рядом функциональных особенностей:

- 1) сердечная мышца сокращается медленнее, чем скелетные, и имеет более продолжительный латентный период возбуждения.
- 2) в своей работе сердечная мышца подчиняется закону «все или ничего»; т.е. на раздражение пороговое и сверхпороговое она отвечает полым сокращением всех волокон или не реагирует вовсе. В отличие от нервов и скелетных мышц волокна миокарда не обладают свойством изолированного проведения возбуждения. Возбуждение, возникшее в миокарде предсердий или желудочков, охватывает все без исключения рабочие волокна.
- 3) скорость проведения возбуждения в миокарде составляет 0,8-1,0 м/с, что ниже, чем в скелетной (4,7-5,0 м/с) и выше, в гладкой (0,2-0,3 м/с).
- 4) наличие более продолжительного рефрактерного периода. Длительность периода абсолютной рефрактерности соответствует по времени систоле и началу диастолы. Благодаря этому сердечная мышца не способна к тетаническому сокращению и совершает свою работу по типу одиночного сокращения. Во время периода относительной рефрактерности (во время диастолы) сердечная мышца на очень сильные раздражения отвечает внеочередным сокращением, которое называется *экстрасистолой*, за которой следует более длительная *компенсаторная пауза*.

5) способность сердца сокращаться под влиянием импульсов, возникающих в нем самом, носит название автоматизма. Автоматия сердца обусловлена спонтанной активностью клеток атипичной ткани, эти клетки образуют скопления в определенных участках миокарда. Специфическая мускулатура образует в сердце *проводящую систему*. Она состоит из синусного узла, расположенного между местом впадения верхней полой вены и ушком узла Кисс-Флека правого предсердия. В стенках правого предсердия, вблизи перегородки между предсердием и желудочком расположен атриовентрикулярный узел (узел Ашоффа-Тавара), от него отходит пучок Гисса, который распадается на две ножки, идущие к правому и левому желудочкам. Он заканчивается в толще желудочков волокнами Пуркинье.

3. Регуляция сердечной деятельности.

Достигается благодаря динамичной и согласованной работе двух регуляторных механизмов - нервного и гуморального.

В продолговатом мозге имеется ряд участков, регулирующих деятельность сердечно-сосудистой системы (частоту сердечных сокращений) от расположенного здесь кардио-ингибитора.

Нервная регуляция

Ритм сердца контролируется как интракардиальными, так и экстракардиальными механизмами. Под интракардиальной (внутрисердечной) регуляцией подразумевается способность сердца управлять собственной деятельностью независимо от внешних влияний, за счет свойств сердечной мышцы и за счет собственной нервной системы, имеющую рецепторы растяжения и образующую внутрисердечные рефлекторные дуги.

К *экстракардиальным* механизмам относится парасимпатические и симпатические нервы. В продолговатом мозге имеется ряд участков, регулирующих деятельность сердечно-сосудистой системы (ССС), в том числе и частоту сердечных сокращений. От расположенного здесь *кардиоингибирующего* центра отходит пара блуждающих нервов, содержащие парасимпатические волокна (1845 г. братья Вебер впервые открыли влияние парасимпатических нервов). В окончаниях сердечных парасимпатических волокон выделяется медиатор-ацетилхолин, раздражение блуждающих нервов вызывает: *урежение сердечных сокращений* (отрицательное хронотропное действие), *уменьшение силы сердечных сокращений* (инотропное), *уменьшение возбудимости миокарда* (батмотропное), *уменьшение проводимости миокарда* (дромотропное), *уменьшение тонуса сердечной мышцы* (тонотропное).

Центры симпатических нервов лежат в боковых рогах первых 5 сегментов грудного отдела спинного мозга, от них начинаются симпатические волокна, идущие к сердцу.

В окончаниях симпатических нервов выделяется норадреналин. Раздражение симпатических нервов усиливают и учащают сердечные сокращения (повышают возбудимость и проводимость миокарда). Рефлекторная регуляция сердца обеспечивается центрами продолговатого мозга, спинного мозга, корой полушарий (моторные и промоторные зоны), гипоталамической зоной промежуточного мозга.

Важным звеном в регуляции деятельности сердца имеют рецепторы, находящиеся в дуге аорты, устье полых вен, в области разветвления сонных артерий. Расположенные здесь прессорецепторы и хеморецепторы образуют сосудисто-рефлексогенные зоны. Прессорецепторы воспринимают колебания кровяного давления. Хеморецепторы воспринимают изменения химического состава крови. Раздражение рецепторов (пресс-) дуги аорты и каротидного синуса (область разветвления сонных артерий) – повышение

кровенного давления вызывает рефлекторное ослабление и урежение сердечной деятельности. Повышение давления в устье полых вен – рефлекторно усиливает и учащает сердечные сокращения. Деятельность сердца рефлекторно изменяется при раздражении рецепторов скелетных мышц, эмоциях, изменении температуры тела.

Гуморальная регуляция

На деятельность сердца оказывают влияние гормоны, некоторые электролиты и медиаторы. Катехоламин - адреналин и норадреналин, подобно симпатическим нервам, усиливают и учащают сердечные сокращения. Ацетилхолин уменьшает возбудимость сердечной мышцы. При избытке в крови гормона тироксина учащаются сердечные сокращения. Содержание адреналина и норадреналина увеличивается при физической нагрузке, болевых раздражениях, эмоциональном возбуждении.

При раздражении блуждающих нервов в их окончаниях выделяется ацетилхолин, который ослабляет и урежает сердечные сокращения. Это происходит вследствие увеличения мембранного потенциала клеток-пейсмекеров (гиперполяризации мембраны) и задержки развития спонтанной медленной диастолической деполяризации мембраны, при этом уменьшается также амплитуда потенциала действия, что снижает поступление ионов кальция внутрь мышечного волокна.

Для нормальной работы сердца необходимо оптимальное соотношение в межклеточной жидкости ионов калия и кальция. Избыток ионов калия приводит к замедлению ритма сердца, ионы кальция, наоборот, усиливают ритм и силу сердечных сокращений. В мышечной ткани содержание калия в 40-50 раз выше, чем в межклеточном пространстве. Увеличение концентрации в наружном растворе приводит к уменьшению градиента концентраций калия внутри и снаружи мышечной клетки и вызывает уменьшение ее мембранного потенциала. Это, в свою очередь, приводит к замедлению диастолической деполяризации и уменьшению амплитуды и укорочению потенциала действия. В результате, в мышечной клетке при их возбуждении проникает меньше ионов кальция, и сердце будет сокращаться реже и слабее.

Кальций из омывающей сердце жидкости входит внутрь мышечного волокна и стимулирует процесс сокращения мышцы: чем больше кальция входит в волокно при возбуждении, тем больше амплитуда сокращения мышц сердца.

1. 8 Лекция № 8 (2 часа).

Тема: «Физиология сосудистого русла»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Функциональная классификация сосудов.
2. Законы гемодинамики.
3. Регуляция кровообращения.
4. Лимфатическая система. Лимфообразование.
5. Лимфообращение.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Функциональная классификация сосудов.

В сосудистой системе различают несколько видов сосудов:

магистральные это наиболее крупные артерии, в которых ритмически пульсирующий, изменчивый кровоток превращается в более равномерный и плавный. Кровь в них движется от сердца. Стенки их содержат мало гладкомышечных элементов и много эластических волокон.

резистивные они включают в себя прекапиллярные (мелкие артерии и артериолы) и посткапиллярные (венулы и мелкие вены) сосуды сопротивления.

истинные капилляры это обменные сосуды важнейший отдел сосудисто сердечной системы. Через тонкие стенки капилляров происходит обмен между кровью и тканями-транскапиллярный обмен. В стенках нет гладкомышечных элементов, они образованы одним слоем клеток.

емкостные сосуды венозный отдел сердечно сосудистой системы. Их стенки тоньше и мягче стенок артерий, также имеют в просвете сосудов клапаны. Кровь в них движется от органов и тканей к сердцу. Они вмещают примерно 70-80% всей крови.

шунтирующие сосуды это артериовенозные анастомозы, обеспечивающие прямую связь между мелкими артериями и венами в обход капиллярного ложа.

Основной фактор работа сердца как насоса.

Замкнутость сердечно-сосудистой системы.

Разность давления в аорте и полых венах.

Эластичность сосудистой стенки.

Клапанный аппарат сердца и сосудов.

Наличие внутригрудного давления.

Работа мышц- проталкивание крови.

В соответствии с этой классификацией выделяют следующие звенья системы кровообращения:

1. Сердце – биологический насос, ритмически выбрасывающий кровь в сосудистое русло. Сердце во многом определяет систолический уровень артериального давления;

2. Сосуды амортизаторы, обеспечивающие сглаживание пульсаций крови, преобразование прерывистого тока крови в непрерывный. К этой группе относят аорту и сосуды большого диаметра эластического и смешанного типа;

3. Резистивные сосуды (сосуды сопротивления) – артерии малого диаметра. Основная функция - стабилизация движения крови по сосудам, формирование диастолического уровня артериального давления.

4. Прекапиллярные сфинктеры. Основное назначение – перераспределение кровотока в тканях;

5. Сосуды шунты. Также как и прекапиллярные сфинктеры обеспечивают перераспределение кровотока в тканях;

6. Обменные сосуды (капилляры);

7. Емкостные сосуды. К этой группе относят сосуды венозной системы. Основная функция – обеспечение адекватного венозного возврата к сердцу.

2. Законы гемодинамики.

3. Регуляция кровообращения.

В разных органах имеются некоторые особенности не только кровообращения, но и его регуляции. Это связано также и с разной иннервацией органов, а также разной их чувствительностью к гормонам, медиаторам и различным химическим веществам, которые могут повлиять на работу кровеносных сосудов. **Кровообращение в сердце** – осуществляется коронарными артериями, большим количеством капилляров. Условия циркуляции крови в венечных артериях значительно отличаются от циркуляции в других регионах. В момент систолы желудочков сердечная мышца сдавливает, находящиеся в ней сосуды, поэтому кровоток ослабляется, доставка кислорода к тканям снижается. Сразу же после систолы кровоснабжение сердца увеличивается. Основная регулирующая роль взаимодействия симпатических и парасимпатических влияний состоит в быстром и адекватном приспособлении коронарного кровообращения к текущим потребностям организма. Возбуждение блуждающего нерва приводит к расширению коронарных сосудов. При раздражении сердечных симпатических ветвей наблюдается расширение коронарных сосудов и увеличение в них кровотока. В регуляции коронарного кровотока значение имеет достаточность потребления кислорода миокардом. Если снабжение кислородом сердечной мышцы недостаточно, это вызывает возбуждение хеморецепторов в миокарде, рефлекторное расширение артериол и увеличение кровотока. Такую же реакцию вызывает накопление в крови CO_2 (вот почему при задержке дыхания коронарный кровоток увеличивается).

Кровообращение в мозгу. В этом регионе оно более интенсивно, чем в других органах. Около 15% крови каждого сердечного выброса в большой круг кровообращения поступает в сосуды головного мозга. Мозговые сосуды – это сосуды мышечного типа с обильной адренергической иннервацией, что позволяет им менять просвет в широких пределах. Распределение кровотока в мозге весьма неравномерно. Наиболее высокий уровень отмечен в корковых структурах и гипоталамусе. Важной особенностью мозгового кровотока является его независимость от общего кровотока. Она связана с тем, что череп ригиден и мозг практически несжимаем, поэтому объем всех жидкостей, находящихся во внутричерепных сосудах, почти постоянен. Даже небольшое увеличение этого объема, вызываемое существенным расширением артериол и увеличивающим кровоток, легко компенсируется незначительным сужением вен, объем которых гораздо больше. В норме, сосудосуживающие нервные волокна оказывают незначительное влияние на кровоток в головном мозге. Такая скудная иннервация сосудосуживающими нервами головного мозга является благоприятным обстоятельством. Когда кровяное давление падает, например, после сильной кровопотери, при которой имеет место сужение кровеносных сосудов на периферии, мозговые сосуды расширяются. Благодаря

ауторегуляции мозговой кровотока даже в такой ситуации остается постоянным (если давление падает не ниже 50-60 мм рт. ст.). При дальнейшем падении давления кровоток будет естественно падать и в мозге, и это может привести к потере сознания. В регуляции тонуса сосудов мозга большое значение имеют и местные факторы. Увеличение интенсивности обмена в головном мозге, изменение состава крови (увеличение, например, уровня CO_2) вызывает расширение мозговых сосудов. В этих реакциях важна также роль ионов H^+ , напряжение кислорода (при низком напряжении кислорода – сосуды мозга расширяются, при высоком напряжении – суживаются). При повышении содержания кислорода в воздухе сосуды мозга суживаются.

Кровообращение в легких. Особенностью кровообращения в легких является то, что сосуды малого круга кровообращения относительно небольшие по длине, имеют меньшее сопротивление, поэтому в них в 5-6 раз меньше давление, чем в аорте. Емкость сосудистого русла легких может увеличиваться или уменьшаться. Так, благодаря этому механизму, кровенаполнение легких может изменяться в пределах 10-25 % общего количества крови в организме. Это обеспечивает создание депо крови. Большая растяжимость сосудов легочной сети создает условия для того, чтобы значительные изменения кровотока и объема могли осуществляться без труда. При обычном дыхании или даже во время гипервентиляции, вызванной физической нагрузкой, вдох приводит к увеличению регионарного содержания крови и к уменьшению регионарного сопротивления току крови.

При повышении давления крови в сосудах рефлексогенных зон одновременно с рефлекторным ослаблением работы сердца и расширением сосудов большого круга происходит рефлекторное увеличение кровенаполнения легочного круга. Благодаря этому выравнивается кровяное давление и происходит перераспределение крови между большим и малым кругом кровообращения. Если же давление растет в артериях легких, когда малый круг переполняется кровью, возникают рефлексы с рецепторов легочной артерии на сосуды большого круга, в результате замедляется работа сердца, расширяются сосуды большого круга кровообращения. В результате этого увеличивается количество крови в большом и уменьшается – в малом круге. Это препятствует застою крови в легком и обеспечивает работу сердца и кровообращения в целом.

4. Лимфатическая система. Лимфообразование.

Лимфатическая система является частью сердечно-сосудистой системы. Она состоит из лимфатических капилляров, лимфатических сосудов, лимфатических узлов и лимфатических протоков.

Из лимфатических протоков лимфа впадает в вены и смешивается с венозной кровью. Поэтому лимфатическую систему рассматривают как часть кровеносной системы.

Основная функция лимфатической системы - обеспечить отток избытка жидкости и некоторых веществ из межклеточного пространства в кровеносную систему.

Другие функции лимфатической системы

Защита от чужеродных веществ и микроорганизмов
В лимфатических узлах задерживаются и обезвреживаются некоторые вредные для организма вещества (чужеродные элементы, микроорганизмы). Таким образом, лимфатические узлы являются своеобразными биологическими фильтрами.

Обеспечение созревания клеток иммунитета
 В лимфатических узлах созревают и затем попадают в кровь специфические клетки иммунитета - В-лимфоциты (разновидность лейкоцитов). В-лимфоциты образуются в красном костном мозге, а в лимфатических узлах происходит их окончательное созревание. В-лимфоциты, созревшие в лимфатических узлах, попадают в кровоток. При необходимости В-лимфоциты вырабатывают антитела - специфические белки, способные связываться с чужеродными для организма веществами и обезвреживать их.

Помощь во всасывании жиров
 Если белки и углеводы из кишечника всасываются в кровь, то большинство жиров всасывается в лимфатические сосуды, а затем вместе с током лимфы поступают в кровоток.

Обеспечение поступления в кровоток крупных белков
 Крупные белки не могут проникнуть из межклеточного пространства в кровеносный капилляр. Между тем, нахождение их в крови чрезвычайно важно для организма. Поскольку проницаемость лимфатических капилляров для белков выше, чем кровеносных капилляров, белки попадают в кровеносное русло с током лимфы.

Другие функции

Некоторые факторы, обуславливающие ток лимфы

Непрерывное образование жидкости в организме
 Присасывающее действие грудной клетки во время вдоха
 Сокращение гладких мышц лимфатических сосудов
 Сокращение скелетных мышц во время выполнения движения

Непрерывное образование жидкости в организме

Из кровеносных капилляров вещества поступают в межклеточное пространство (и далее - в клетки) в растворенном виде. Если бы не существовало пути, по которому жидкость из межклеточного пространства могла бы уйти, а затем вновь попасть в кровь, довольно скоро воды в межклеточном пространстве скопилось бы слишком много, а в крови ее осталось бы слишком мало. Этого не происходит, потому что жидкость имеет возможность поступить в лимфатические капилляры, что она и делает, так как ее давление в межклеточной жидкости больше, чем в лимфатическом капилляре.

Присасывающее действие грудной клетки во время вдоха

Во время вдоха грудная клетка расширяется и в ней образуется давление, меньшее, чем давление в других частях тела. По закону физики, лимфа стремится двигаться из области повышенного давления в область пониженного давления. Движению лимфы в обратном направлении во время выдоха препятствуют клапаны, расположенные на стенках лимфатических сосудов.

Подробнее о клапанах лимфатических сосудов

Сокращение скелетных мышц во время выполнения движения

Сокращающие мышцы механически сдавливают лимфатические сосуды, обеспечивая движения лимфы в область, не сдавленную сократившимися мышцами.

Клапаны лимфатических сосудов обеспечивают возможность тока лимфы только по направлению к венам.

Сокращение гладких мышц лимфатических сосудов

В стенках крупных лимфатических сосудов расположены волокна гладких мышц, сокращение которых обеспечивает уменьшение диаметра (просвета) лимфатических сосудов. Уменьшение диаметра сосуда ведет к увеличению давления лимфы в нем, и лимфа стремится в область более низкого давления. Клапаны лимфатических сосудов при этом не позволяют лимфе течь никуда, кроме как к венам. В норме регистрируется 8-10 сокращений лимфатических сосудов в минуту.

Сокращение скелетных мышц во время выполнения движения

Сокращающие мышцы механически сдавливают лимфатические сосуды, обеспечивая движения лимфы в область, не сдавленную сократившимися мышцами. Клапаны лимфатических сосудов обеспечивают возможность тока лимфы только по направлению к венам.

Скорость движения лимфы намного меньше скорости движения крови. При некоторых заболеваниях может наблюдаться практически полная остановка движения лимфы - лимфостаз. Это не смертельно для организма, однако является серьезной патологией. В норме за сутки образуется и поступает в кровеносную систему 1-4 литра лимфы.

5. Лимфообращение.

1. 9 Лекция № 9 (2 часа).

Тема: «Физиология системы крови»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Состав, физико-химические свойства и функции крови.
2. Эритроциты. Строение и функции эритроцитов.
3. Регуляция количества эритроцитов в крови.
4. Гемоглобин, его роль в переносе газов крови. Физиологические и патологические соединения гемоглобина.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Состав, физико-химические свойства и функции крови.

Плотность крови – это масса крови, заключенная в единицу объема. Она колеблется от 1,043-1,054 г/м³, эритроцитов 1,08-1,09, плазмы 1,02-1,03.

Вязкость крови – способность оказывать сопротивление течению жидкости при перемещении одних частиц относительно других за счет внутреннего трения. Если принять вязкость воды за единицу, то вязкость крови выше вязкости воды в 3-6 раз.

Активная реакция крови – слабощелочная. Активная реакция крови, обусловлена концентрацией водородных (H⁺) и гидроксильных ионов (OH⁻). При избытке ионов водорода (H⁺) отмечается сдвиг реакции крови в сторону кислотности, а при избытке гидроксильных ионов (OH⁻) в сторону щелочности. Сдвиг реакции крови в кислую сторону называют ацидозом, в щелочную – алкалозом. Для характеристики реакции крови

пользуются водородным показателем, рН крови от 7,35-7,55. Сдвиг рН крови на 0,3-0,4 может привести к гибели. Поддержание рН на оптимальном уровне обеспечивается буферными системами крови и деятельностью выделительных органов, удаляющих избытки кислот, щелочей и легкоудаляющих CO_2 . Основными буферными системами крови являются белковая (10%), гемоглобиновая (81%), оксигемоглобиновая, бикарбонатная (7%), фосфатная (1%) и кислотная (1% от общей массы). В цельной крови основной буферной системы является гемоглобиновая, в плазме – бикарбонатная. Избыток кислых и щелочных ионов выделяются из организма в виде солей с мочой и в виде углекислого газа (CO_2) легкими. Запас солей необходимых для нейтрализации избытка водородных ионов, называется щелочным резервом. В крови имеется определенное соотношение между кислыми и щелочными компонентами. Его называют *кисотно-щелочным равновесием*.

Осмотическое давление – это сила, обуславливающая движение растворителя (для крови – вода) через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный. Физиологический раствор является жидкостью, служащей для продления жизнедеятельности ткани, концентрация которой приблизительно равна концентрации солей в плазме крови. Его называют *изотоническим раствором*. Изотонический раствор для холонокровных 0,6-0,65% NaCl, для теплокровных – 0,9% NaCl. Растворы, осмотическое давление которых такое же, как у плазмы крови – изотонические растворы, с большим давлением (или концентрацией) – гипертонические, а с меньшей – гипотонические.

Онкотическое давление - это давление, создаваемое белками в коллоидном растворе. Оно обеспечивает удержание воды в организме.

Поверхностное натяжение крови сила, обуславливающая сцепление частиц внутренних с наружными, наружных с внутренними, и направленная от поверхности внутрь.

2. Эритроциты. Строение и функции эритроцитов.

Основная масса форменных элементов крови представлена красными кровяными тельцами – *эритроцитами* – специализированные безъядерные (у млекопитающих) клетки, имеющие форму двояковыпуклых дисков, у птиц и рыб они имеют форму двояковыпуклых дисков с ядрами. Количество эритроцитов в крови определяют под микроскопом с помощью счетных камер или с помощью фотометрических и электронных приборов.

В 1 л крови взрослых лошадей число эритроцитов содержится $7,5 (6...11) \cdot 10^{12}$, крупного рогатого скота – $6,2 (5...7) \cdot 10^{12}$, свиней $6,5 (5...8) \cdot 10^{12}$, овец – $9,4 \cdot 10^{12}$, козы – $13 \cdot 10^{12}$, кур – $3,5 \cdot 10^{12}$, у мужчин – $5 \cdot 10^{12}$, у женщин – $4,5 \cdot 10^{12}$. Общая поверхность эритроцитов крови крупного рогатого скота достигает $\approx 1,5$ га (огромная величина). Коэффициент 10^{12} называется «тера» и общий вид записи следующий (к примеру): $5...7$ Т/л (читается: тера литр).

Функции:

1. Перенос кислорода от легких к тканям;
2. Участие в транспорте углекислого газа от тканей к легким;
3. Транспорт питательных веществ; адсорбированных на их поверхности аминокислот;
4. Участие в поддержании рН крови;
5. Участие в явлениях иммунитета; эритроциты адсорбируют на своей поверхности различные яды, которые разрушают клетки ретикулярной эндотелиальной системы. У взрослых животных эритроциты образуются внутри сосудов в синусах красного костного мозга. Эритроциты у лошадей циркулируют 100 дней, у крупного рогатого

скота – 120...160 дней, у человека – 100...120 дней, разрушаются в ретикулярной эндотелиальной системе печени, селезенки, костном мозге.

3. Регуляция количества эритроцитов в крови.

4. Гемоглобин, его роль в переносе газов крови. Физиологические и патологические соединения гемоглобина.

Эритроциты выполняют функцию переносчика кислорода, благодаря содержанию в своем составе белка гемоглобина (Hb). Он состоит из белка глобина и 4 молекул гема. Молекула гема содержит двухвалентное железо, обладающее способностью присоединять и отдавать кислород.

В капиллярах легких гемоглобин присоединяет кислород и становится оксигемоглобином (HbO_2). Каждый атом Fe присоединяет 1 молекулу O_2 . В капиллярах тканей гемоглобин, отдавая кислород, превращается в восстановленный. Среднее содержание гемоглобина в крови животных – 90-100 г/л. Недостаток гемоглобина является причиной анемии. Гемоглобин, соединенный с молекулой CO_2 , называется *карбогемоглобином*. Гемоглобин легко соединяется с угарным газом, при этом образуется *карбоксигемоглобин*. Примерно 0,1% угарного газа связывает 80% гемоглобина – гипоксия. При действии на гемоглобин сильных окислителей – они окисляют двухвалентное железо до трехвалентного железа – и гемоглобин превращается в *метгемоглобин*.

При большом количестве метгемоглобина в крови кислород тканям не отдается, т.к. трехвалентное железо образует стойкое не распадающееся соединение с кислородом, смерть наступает от удушья. У сельскохозяйственных животных содержание метгемоглобина в крови возрастает при отравлении нитратами, что связано с поеданием зеленых кормов, выращенных на высоких дозах азотных удобрений.

В скелетных и сердечных мышцах находится мышечный гемоглобин, называется *миоглобин*. Он сходен с гемоглобином, но способен больше присоединять кислород (обладает большим сродством с кислородом).

1. 10 Лекция № 10 (2 часа).

Тема: «Физиология белой крови. Биологические реакции крови»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Свойства лейкоцитов. Функции разных видов лейкоцитов. Роль лейкоцитов в иммунной защите организма.
2. Учение о группах крови. Группы крови сельскохозяйственных животных.
3. Поддержание жидкого состояния крови. Система свертывания и антисвертывания.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Свойства лейкоцитов. Функции разных видов лейкоцитов. Роль лейкоцитов в иммунной защите организма.

Лейкоциты (белые кровяные тельца) – это бесцветные клетки, содержащие ядро. В крови лейкоцитов в 600-800 раз меньше, чем эритроцитов. Увеличение лейкоцитов в крови называется *лейкоцитозом*. В физиологических условиях лейкоцитоз может быть:

1. Пищеварительный (первые 3-4 часа после приема пищи);

2. Миогенный (во время работы);
3. Лейкоцитоз беременных;
4. Эмоциональный;
5. Лейкоцитоз новорожденных.

Патологический лейкоцитоз отмечается при воспалительных процессах. Злокачественный процесс проявляется резко выраженной пролиферацией гранулоцитов и называется *лейкозом*. Уменьшение количества лейкоцитов называется *лейкопенией*. Лейкоциты живут от 2 до 15 дней. Они способны к амёбообразному движению, благодаря чему могут проходить через стенку кровеносных сосудов. Они также способны окружать инородные тела и захватывать их в цитоплазму – *фагоцитоз*.

Функции лейкоцитов

1. Защитная – лейкоциты способны вырабатывать специальные вещества (лейкины), которые вызывают гибель микроорганизмов или разрушают продукты их жизнедеятельности (дезинтоксикационные свойства). Такие лейкоциты способны к выработке антител. Антитела могут долгое время сохраняться в организме, поэтому повторное заболевание невозможно;
2. Участие в свертывании крови и явлениях фибринолиза;
3. Ферментативная – лейкоциты содержат различные ферменты, необходимые для осуществления процессов внутриклеточного пищеварения.

Различные типы лейкоцитов можно изучить, размазав каплю крови на предметном стекле и окрасив красителями полученный мазок. По наличию или отсутствию гранул лейкоциты разделяют на гранулоциты и агранулоциты. Зернистые лейкоциты отличаются от незернистых наличием в их цитоплазме включений в виде зерен, которые окрашиваются различными красителями. Далее по окраске гранул гранулоциты делятся на *базофилы* (участвуют в свертывании крови, явлениях фагоцитоза, в аллергических явлениях), *эозинофилы* (в аллергических реакциях), *нейтрофилы* (в явлениях фагоцитоза).

Нейтрофилы окрашиваются как кислыми, так и основными красками. Делятся они по степени развития ядра на *миелоциты*, *юные*, *палочкоядерные* и *сегментоядерные*.

Базофилы окрашиваются основными красками, эозинофилы – кислыми. Незернистые лейкоциты делятся на лимфоциты (иммунитет) и моноциты (фагоцитоз). Процентное соотношение отдельных форм лейкоцитов, определяемое при подсчете их в мазке крови под микроскопом с иммерсионной системой, называют *лейкоцитарной формулой*.

Лейкограмма может быть двух типов: нейтрофильная и лимфоцитарная. Нейтрофильная формула, или нейтрофильный характер крови, характерна для лошадей, собак и многих других видов животных с однокамерным желудком: содержание нейтрофилов от 50 до 70%. У жвачных животных в крови преобладают лимфоциты (от 50 до 70%), и такой тип лейкограммы называется лимфоцитарным. У свиней примерно равное количество нейтрофилов и лимфоцитов, их лейкограмма имеет переходный тип.

2. Учение о группах крови. Группы крови сельскохозяйственных животных.

3. Поддержание жидкого состояния крови. Система свертывания и антисвертывания.

Плазменные и клеточные факторы свертывания крови

Скорость свертывания крови у разных животных различна (в минутах):

крупный рогатый скот – 6,5-10;

свиньи – 3,5-5;

лошадь – 11,5-15;

птица – менее 1 мин.;

человек – 3-4.

При повреждении *крупных кровеносных сосудов* (артерий, вен, артериол), также происходит образование *тромбоцитарной пробки*, но она неспособна, остановить кровотечение, так как легко вымывается током крови. Основное значение в этом процессе принадлежит *свертыванию крови*, сопровождающемуся в конечном итоге образованием *плотного фибринового сгустка*.

В свертывании крови принимает участие комплекс белков, находящихся в плазме, большинство из которых является *проферментами* и обозначаются римскими цифрами (I, или фибриноген; II, или протромбин; III, или тромбопластин; IV, или ион Ca^{2+} и др.).

Активация плазменных факторов происходит главным образом за счет протеолиза и сопровождается отщеплением пептидных ингибиторов. Активное состояние фактора обозначается присоединением к его номеру буквы «а» (фактор II,а, Va, и т.д.).

Плазменные факторы делят на 2 группы: витамин К- зависимые (образуются преимущественно в печени под влиянием витамина К) и витамин К- независимые (для синтеза которых витамин К не требуется).

В *эритроцитах* обнаружены многие соединения, аналогичные тромбоцитарным факторам, эритроциты содержат большое количество АДФ, фибриназу и другие факторы. При травме сосуда около 1 % наименее стойких эритроцитов вытекающей крови разрушается, что способствует образованию тромбоцитарной пробки и фибринового сгустка. Особенно велика роль эритроцитов в свертывании крови в случае их массового разрушения (переливание несовместимой крови, резус-конфликт матери и плода, гемолитические анемии и др.)

Лейкоциты тоже содержат факторы свертывания (лейкоцитарные). Моноциты и макрофаги при стимуляции антигеном синтезируют белковую часть тромбопластина, что значительно ускоряет свертывание крови и продуцируют витамин К- зависимые факторы свертывания (II, VII, IX и X). Эти факторы являются одной из основных причин возникновения внутрисосудистого свертывания крови (ДВС-синдром) при многих воспалительных и инфекционных заболеваниях, что значительно отягощает течение патологического процесса, а иногда служит причиной смерти больных.

Важная роль в процессе свертывания крови отводится *тканевым факторам*, к которым в первую очередь относится *тромбопластин* (фактор III). Концентрация тромбопластина высока в коре большого мозга, легких, плаценте и стимулированном антигенами эндотелии сосудов. При разрушении тканей и стимуляции эндотелия большое количество тромбопластина поступает в кровоток, что может вызывать развитие ДВС-синдрома.

Механизм свертывания крови

Процесс свертывания крови представляет собой преимущественно проферментно-ферментный каскад, в котором проферменты, переходя в активное состояние, приобретают способность активировать другие факторы свертывания крови.

Выделяют три фазы: *первая* включает комплекс последовательных реакций, приводящих к образованию *протромбиназы*, во *вторую* фазу осуществляется переход *протромбина* (фактор II) в *тромбин* (фактор IIа) и в *третью* фазу из фибриногена образуется *фибрин*.

Первая фаза - образование протромбиназы может происходить по внешнему и внутреннему механизму.

Внешний механизм предполагает обязательное присутствие тромбопластина (фактор III), внутренний же связан с участием тромбоцитов (фактор P₃) или разрушенных

эритроцитов. Вместе с тем внутренний и внешний пути образования протромбиназы имеют много общего, так как активируются одними и теми же факторами, и приводят в конечном итоге к появлению одного и того же активного фермента - фактора Ха, выполняющего функции протромбиназы. При этом и полный, и частичный тромбопластин служат матрицами, на которых в присутствии ионов Ca^{2+} разворачиваются ферментативные реакции.

Формирование протромбиназы по внешнему пути начинается с активации фактора VII при его взаимодействии с тромбопластином и фактором XIIa. Кроме того, фактор VII может переходить в деятельное состояние под влиянием факторов XIa, IXa, Ха, IIa и калликреина. В свою очередь фактор VIIa не только переводит фактор X в Ха (ведет к появлению протромбиназы), но и активирует фактор IX, участвующий в образовании протромбиназы по внутреннему механизму.

Образование протромбиназы происходит чрезвычайно быстро (за 20...30 с), ведет к появлению небольших порций тромбина (IIa), который способствует необратимой агрегации тромбоцитов, активации факторов VIII и V и значительно ускоряет формирование протромбиназы по внутреннему механизму. Инициатором внутреннего механизма образования протромбиназы является фактор XII, который активируется травмированной поверхностью стенки сосуда, кожей, коллагеном, адреналином, в лабораторных условиях - при контакте со стеклом, после чего переводит фактор XI в XIa. В этой реакции может принимать участие калликреин (активируется фактором XIIa) и ВМК (активируется калликреином). Фактор XIa оказывает непосредственное влияние на фактор IX, переводя его в фактор IXa. Специфическая деятельность последнего направлена на протеолиз фактора X и протекает при обязательном участии фактора VIII (или VIIIa).

Активация фактора X под влиянием комплекса факторов VIII и IXa получила название *теназной реакции*.

Вторая фаза процесса свертывания крови - переход фактора II в фактор IIa осуществляется под влиянием протромбиназы (фактор Ха) в присутствии фактора V (Va) и сводится к протеолитическому расщеплению протромбина, благодаря чему появляется фермент тромбин, обладающий свертывающей активностью.

Третья стадия процесса свертывания крови - переход фибриногена в фибрин - носит этапный характер.

Под влиянием фактора IIa от фибриногена отщепляются фибрино-пептиды и образуется фибрин-мономер, из него формируются олигомеры и димеры фибрина, из которых образуются протофибриллы.

В дальнейшем в процесс образования фибрина вмешивается фактор XIII (фибриназа, фибринстабилизирующий фактор), который после активации тромбином в присутствии ионов Ca^{2+} формирует труднорастворимый фибрин.

Образовавшийся фибриновый сгусток благодаря тромбоцитам, входящим в его структуру, сокращается и уплотняется (наступает ретракция) и прочно закупоривает поврежденный сосуд.

1. 11 Лекция № 11 (2 часа).

Тема: «Физиология дыхания»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Значение дыхания для организма. Основные этапы процесса дыхания.
2. Внешнее дыхание. Механизм вдоха и выдоха.
3. Газообмен в легких.
4. Транспорт газов кровью.

5. Регуляция дыхания. Дыхательный центр, его структура и свойства. Механо- и хеморецептивные контуры регуляции дыхания.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Значение дыхания для организма. Основные этапы процесса дыхания.

Дыхание - совокупность процессов, в результате которых происходит потребление организмом кислорода и выделение углекислого газа.

Дыхание у человека и высших животных включает следующие процессы:

1. Обмен воздуха между внешней средой и альвеолами легких.
2. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью, протекающей через легочные капилляры.
3. Транспорт газов кровью.
4. Обмен газов между кровью и тканями в тканевых капиллярах.
5. Потребление клетками кислорода и выделение ими углекислого газа.

У одноклеточных организмов газообмен происходит через всю поверхность тела, у насекомых – через трахеи, которые пронизывают все тело, у рыб – в жабрах. У земноводных 2/3 газообмена осуществляется через кожу и 1/3 – через легкие. У млекопитающих животных газообмен почти полностью совершается в легких и незначительно через кожу и пищеварительный тракт.

2. Внешнее дыхание. Механизм вдоха и выдоха.

Легкие у сельскохозяйственных животных расположены в герметически закрытой грудной полости, где давление отрицательное (ниже атмосферного). Изнутри грудная полость выстлана плеврой, один из листков которой (париетальный) прилегает к грудной клетке, а другой (висцеральный) покрывает легкие. Между ними есть щель, заполненная серозной жидкостью для уменьшения трения легких во время вдоха и выдоха. Легкие лишены мускулатуры и пассивно следуют за движением грудной клетки: при расширении последней – расширяются и засасывают воздух (вдох), при спадении – спадаются (выдох). Дыхательная мускулатура грудной клетки и диафрагмы сокращается за счет импульсов, поступающих из дыхательного центра, обеспечивающего нормальное дыхание. Если вскрыть грудную клетку, воздух поступает в плевральную полость (пневмоторакс) и давление в ней станет – равным атмосферному, в результате легкие спадутся (ателектаз).

Отрицательное давление в плевральной полости.

У плодов животных легкие заполняют всю грудную полость. Газообмен происходит через плаценту. Легкие плода в дыхании не участвуют.

После рождения при первом вдохе ребра поднимаются, но в исходное положение вернуться не могут, так как фиксируются в позвонках.

Эластичная ткань легких стремится к спадению, между легкими и грудной клеткой образуется щель, в которой давление ниже атмосферного. Так, в альвеолах легких давление равно атмосферному – 760, в плевральной полости – 745-754 мм рт.ст. Эти 10-30 мм и обеспечивают расширение легких. При вдохе объем грудной полости увеличивается, давление понижается, воздух поступает в легкие. При спадении грудной клетки грудная полость уменьшается, в ней повышается давление и воздух вытесняется наружу – происходит выдох.

Под *частотой* дыхания понимают количество дыхательных циклов (вдох- выдох) в 1 мин (таблица 2). Частота дыхательных движений у животных зависит от интенсивности обмена веществ, температуры окружающей среды, продуктивности животных и т.д.

Крупные животные дышат реже, чем мелкие, молодые чаще, чем взрослые. Высокопродуктивные коровы дышат чаще, чем низкопродуктивные. Физическая работа, прием корма, возбуждение учащают дыхание.

В акте дыхания принимают участие наружные и внутренние межреберные мышцы, мышцы диафрагмы. В зависимости от того, какие мышцы в больше степени участвуют в расширении грудной клетки, различают три типа дыхания: реберный, или грудной, - при вдохе в основном сокращаются наружные межреберные мышцы; брюшной, или диафрагмальный, - за счет сокращения диафрагмы; реберно-брюшной, когда в дыхании участвуют мышцы грудной клетки и диафрагмы. При беременности, заболеваниях брюшных органов тип дыхания изменяется на грудной, так как животные «оберегают» больные органы.

При дыхании происходит расширение и спадение грудной клетки. Запись дыхательных движений носит название пневмограммы, по которой можно определить частоту и глубину дыхания.

К защитным дыхательным рефлексам относят кашель, чихание, остановка, увеличение или учащение дыхания.

Кашель, чихание возникают вследствие раздражения рецепторов верхних дыхательных путей механическими частицами, слизью. Во время кашля, чихания происходит резкий выдох при закрытой голосовой щели, в результате чего раздражающие вещества удаляются.

Защитной реакцией организма является остановка дыхания. Если животному дать вдыхать нашатырный спирт, эфир, хлор или другие остро пахнущие вещества, происходит остановка дыхания, что препятствует проникновению в легкие раздражающих веществ.

Болевое раздражение вначале вызывает задержку, а затем усиление дыхания.

3. Газообмен в легких.

4. Транспорт газов кровью.

При вдохе воздух поступает в альвеолы легких, где происходит газообмен протекающий через капилляры. Вдыхаемый воздух – это смесь газов: кислород – 20,82%, углекислый газ – 0,03 и азот – 79,15% (таблица 3). Газообмен в легких происходит в результате диффузии углекислого газа из крови в альвеолярный воздух и кислорода из альвеолярного воздуха в кровь в силу разности парциального давления газов в альвеолярном воздухе и крови.

Парциальное давление – это часть общего давления газовой смеси, приходящегося на долю того или иного газа в смеси. Так, напряжение углекислого газа в венозной крови равняется 46 мм рт. ст., а в альвеолярном воздухе – 40, кислорода в альвеолах легких – 100 мм рт. ст., а венозной крови – 90.

Поступивший в кровь кислород растворяется в плазме в количестве 0,3 об.%, а остальной связывается с гемоглобином, в результате чего образуется оксигемоглобин, который распадается в тканях. Количество кислорода, которое может связать 100 мл крови, называется *кислородной емкостью крови*. Освободившийся гемоглобин

связывается с углекислотой (образуя карбогемоглобин), 2,5 об.% углекислоты растворяется в плазме крови. Из легких углекислый газ выделяется с выдыхаемым воздухом.

5. Регуляция дыхания. Дыхательный центр, его структура и свойства. Механо- и хеморецептивные контуры регуляции дыхания.

В организме акт вдоха регулирует акт выдоха, т.е. осуществляется саморегуляция дыхания. Совокупность нейронов спинного, продолговатого мозга, варолиева моста и больших полушарий головного мозга, участвующих в регуляции дыхания, называется *дыхательным центром*.

В 1885 г. Н.А. Миславский установил, что дыхательный центр расположен в ретикулярной формации продолговатого мозга на дне четвертого желудочка. Он состоит из центра вдоха и центра выдоха. В варолиевом мосту находится пневматический центр, который контролирует деятельность центра продолговатого мозга, т.е. вдох и выдох. В коре головного мозга имеются нервные элементы, приспособляющие дыхание к постоянно меняющимся условиям внешней среды. Частота и глубина дыхания поддерживаются за счет нервных импульсов, поступающих из дыхательного центра к мышцам грудной клетки и диафрагмы.

Дыхательный центр возбуждается рефлекторно от рецепторов альвеол легких во время вдоха и выдоха, со слизистой верхних дыхательных путей, диафрагмы, кожи, сосудов и др. Дыхательный центр обладает автоматией.

При раздражении симпатических нервов дыхание учащается. При перерезке блуждающих нервов оно становится редким, но глубоким, акт вдоха не контролирует акт выдоха.

1. 12 Лекция № 12 (2 часа).

Тема: «Физиология выделения»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Выделительные органы и их роль в поддержании гомеостаза.
2. Физиология почек.
3. Основные процессы мочеобразования.
4. Нейрогуморальная регуляция мочеобразования, роль нервной системы и гормонов.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Выделительные органы и их роль в поддержании гомеостаза.

К органам выделения относятся почки, легкие, кожа и желудочно-кишечный тракт. Каждое структурное объединение выводит из организма строго определенные побочные, а зачастую и ядовитые вещества. Так почки в основном удаляют азотсодержащие вещества, такие как мочевая кислота, мочевины, аммиак, креатинин, креатинфосфат - которые являются побочным продуктом белкового обмена.

Легкие удаляют излишки влаги, оксид углерода и другие побочные газы. Помимо этого при дисфункции почек легкие компенсируют недостаточность и частично удаляют из организма аммиаксодержащие компоненты.

2. Физиология почек.

Обязательным условием жизни является постоянное выделение живыми клетками продуктов жизнедеятельности. Конечные продукты обмена веществ, выделяемые из организма, называют экскрементами, а органы, выполняющие выделительную функцию, - экскреторными (выделительными). Ими являются почки, кожа (воду, органические вещества), легкие (воду, летучие вещества), кишечник (кал из непереваренных и невсосавшихся частей корма), печень, слюнные железы. Путем образования мочи почки регулируют: удаление из плазмы конечных продуктов обмена, уровень воды и электролитов в плазме и организме, рН организма, продуцирует гормоны (ренин, простагландин).

Почки – это гомеостатический орган, поддерживающий химико-физические константы внутренней среды организма. Почки – парные органы, имеют три слоя – наружный (корковый), внутренний (мозговой), средний (пограничный).

Структурное звено почки, в котором образуется моча, - нефрон. В каждой почке крупного рогатого скота содержится 8 млн. нефронов, а у свиней около 1,4. Он состоит из капсулы Шумлянско-Боумена – это полое шаровидное образование, выстланное однослойным плоским эпителием. Внутри капсулы располагается клубочек капилляров – мальпигиевы. Каждый клубочек состоит из большого количества капиллярных петель, образованных приносящим сосудом. В полости капсулы он распадается на капиллярные петли, которые потом собираются в выносящий сосуд. Выносящий сосуд уже приносящий, в силу чего из клубочка вытекает крови меньше, чем притекает. Клубочек и окружающая его капсула образует почечное тельце. От шейки капсулы отходит почечный каналец. В начале он образует ряд изгибов и петель – проксимальный извитой каналец (I порядка), далее извитой каналец выпрямляется и приобретает V-образную форму – это петля Генле, затем опять делает несколько изгибов – дистальный извитой каналец (II порядка). Из него моча поступает в собирательные трубочки и открываются в почечную лоханку.

Длина нефрона составляет 35-50 мм. Общая поверхность извитых канальцев колеблется от 10 до 15 м². Длина извитых канальцев обеих почек достигает 60-120 км.

3. Основные процессы мочеобразования.

Современная фильтрационно-реабсорбционная теория создана Кишне, Ричардсоном. Процесс мочеобразования состоит из следующих процессов: *фильтрации* в почечных клубочках, *реабсорбции* (обратного всасывания) в почечных канальцах, *секреции* и синтеза.

Первая фаза – *фильтрационная*. Процессу фильтрации способствует особые условия кровообращения в капиллярных клубочках. Просвет приносящей артериолы в 2 раза больше выносящей. Основной причиной фильтрационного процесса является фильтрационное давление. *Фильтрационное давление* – это сила, обеспечивающая движение жидкости с растворенными в ней веществами из плазмы крови капилляров клубочка в просвет капсулы. Это сила создается гидростатическим давлением крови в капиллярах клубочка. Препятствующими фильтрации силами является онкотическое давление жидкости в полости капсулы клубочка (гидрост. Р 70 мм. рт. ст. – онкот. Р 30 мм. рт. ст. – 15-20 мм. рт. ст. Р жидкости внутри клубочка = 20 мм. рт. ст. – *фильтрационное давление*).

Характерной основной чертой фильтрации является скорость клубочковой фильтрации. Это объем первичной мочи, образовавшейся в почках в единицу времени. Ее определяют в результате сопоставления концентрации определенного вещества в плазме крови и моче. Первичная моча образуется из плазмы крови и по своему составу близка к

плазме, но лишена белков. Количество первичной мочи у коров достигает 900 –1800 л в сутки, выделяется же мочи всего до 20л в сутки.

Вторая фаза – *реабсорбционная*. Она происходит в канальцах нефрона за счет обратного всасывания воды. Поэтому этот процесс называется канальцевой реабсорбцией. В извитом канальце 1-го порядка реабсорбируется большая часть профильтровавшихся веществ. Здесь происходит полное всасывание из первичной мочи глюкозы, аминокислот, витаминов, 2/3 воды, ионов натрия, большое количество калия, ионов хлора. *Почечным порогом* выведения называют ту концентрацию вещества в крови и в первичной моче, при которой оно уже не может быть полностью реабсорбировано в канальцах и появляется в конечной моче.

Пороговые вещества – это сахар, хлориды, фосфат, натрий, кальций, мочева кислота. Вещества, которые вообще не реабсорбируются в канальцах и выделяются пропорционально накоплению называется *непороговыми* (сульфаты, креатинин). В извитом канальце второго порядка всасываются активно натрий, калий, кальций, фосфаты. Способность почек образовывать концентрированную или разведенную мочу обеспечивается деятельностью *поворотной-противоточной системы*. Она представлена параллельно лежащими коленами петли Генле и собирательными трубочками. По восходящим и нисходящим коленам петли Генле моча движется в противоположные стороны. Эпителий нисходящего отдела пропускает H_2O , что способствует реабсорбции Na^+ в восходящем отделе.

Канальцевая секреция – это процесс перемещения веществ, содержащихся в крови или образующихся непосредственно в клетках почечного эпителия и поступающих в просвет канальцев против концентрационного или электрохимического градиента.

С помощью канальцевой секреции из крови в мочу выделяются некоторые ионы (калия, водорода), органические кислоты, основания эндогенного происхождения и поступившие в организм чужеродные вещества (антибиотики, красители, рентгенконтрастные препараты и др.). Секреторные процессы в различных отделах нефрона функционально различаются. Органические соединения секретируются с помощью специальных переносчиков в проксимальном отделе. Водородных ионов выделяется больше в проксимальном отделе, калия – в дистальных канальцах, а аммиак – как в проксимальном, так и в дистальном отделе. При этом максимальный уровень секреции определяется числом молекул переносчика, способных участвовать в переносе транспортируемого вещества.

Многие ненужные для организма вещества тоже могут выводиться благодаря канальцевой секреции – это относится к фенольным соединениям и продуктам их детоксикации. Быстро удаляются за счет канальцевой секреции пенициллин и его производные.

4. Нейрогуморальная регуляция мочеобразования, роль нервной системы и гормонов.

Регуляцию процесса мочеобразования осуществляет нейрогуморальный механизм. Рефлекторные изменения деятельности почек осуществляются в результате сужения или расширения почечных сосудов, а также под действием гормонов гипофиза и надпочечников, щитовидной и паращитовидной желез

Гормональная регуляция функции почек

Гормоны	Оказывает влияние				
	вода	натрий	кальций	калий	диурез
Антидиур	стимули	угнетает	угнетает	-	умень

етический	рует реабсор бцию	реабсор бцию	реабсор бцию		шает
Кортикои ды	усилива ют филтра цию и угнетаю т реабсор бцию	стимули руют реабсор бцию	-	угнетаю т реабсор бцию	увели чива ют
Тироксин	угнетает реабсор бцию	-	-	-	увели чивае т
Паратгормон	-	-	стимули рует реабсор бцию	-	-

Центры регуляции деятельности почек находятся в гипоталамусе и коре больших полушарий головного мозга. На деятельность почек можно выработать условный рефлекс.

1. 13 Лекция № 13 (2 часа).

Тема: «Физиология обмена веществ и энергии»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Биологическое значение обмена веществ и энергии.
2. Энергетический баланс организма. Основной обмен, понятие, методы исследования.
3. Обмен белков, физиологическое значение белка и аминокислот для организма. Азотистый баланс. Регуляция белкового обмена.
4. Обмен жиров и углеводов.
5. Теплообразование и теплоотдача.
6. Нервная и гуморальная регуляции постоянства температуры тела у животных.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Биологическое значение обмена веществ и энергии.

Обмен веществ – это сложная система химических реакций, связанных между собой через пластические компоненты, энергетическое обеспечение и общие регуляторы. Целями этих реакций является извлечение энергии, получение структурных блоков и синтез полимеров, строение которых соответствует индивидуальной генетической программе организма. Все компоненты обмена веществ сопровождаются тепловыми эффектами той или иной направленности, поэтому наиболее общие характеристики обмена веществ являются энергетически значимыми. Жизнедеятельность возможна лишь при непрерывном поступлении энергии в организм и использовании им этой энергии. Обмен веществ начинается с поступления в организм органических и неорганических питательных веществ, витаминов и воды.

Органические питательные вещества не только обеспечивают организм необходимой для его жизнедеятельности энергией, но и дают необходимые исходные материалы для пластических нужд организма. В обмене веществ и энергии выделяют два взаимосвязанных, но разно направленных процесса – анаболизм – процесс ассимиляции и катаболизм – процесс диссимиляции.

Анаболизм основан на процессе использования организмом внешних по отношению к нему веществ синтезу свойственных ему сложных органических соединений. Он обеспечивает рост, развитие, обновление биологических структур, непрерывный ресинтез макроэргических соединений и накопление энергетических субстратов.

Катаболизм – совокупность процессов расщепления сложных молекул, компонентов клеток, органов и тканей до простых веществ с использованием части из них в качестве предшественника биосинтеза и до конечных продуктов распада с образованием макроэргических соединений. Макроэргическими соединениям называются вещества, расщепление которых сопровождается выделением большого количества энергии. В организме роль макроэргических соединений выполняют АТФ, креатинфосфат.

Процессы анаболизма и катаболизма находятся в организме в динамическом равновесии или превалирование одного из них.

Преобладание анаболизма над катаболизмом приводит к росту, накоплению массы тканей, а преобладание катаболических процессов ведет к разрушению тканевых структур, выделению энергии. Тесная связь ассимиляции (анаболизма) и диссимиляции (катаболизма) – обязательное условие жизнедеятельности организма. Рост организма, прежде всего, связан с синтезом белков и других высокомолекулярных соединений, но он невозможен без значительных трат энергии, которая освобождается при распаде углеводов и жиров, т.е. в ходе катаболизма. Естественно, что для всех этапов жизни характерно различное количественное соотношение процессов ассимиляции и диссимиляции. В растущем организме преобладают анаболические процессы, во взрослом устанавливается относительное равновесие, а в старческом возрасте преобладает диссимиляция.

2. Энергетический баланс организма. Основной обмен, понятие, методы исследования.

Для изучения обмена веществ в организме и отдельных органах существует разнообразные методы. Одним из старинных является метод балансовых опытов, заключающийся в том, что изучают количество поступивших органических веществ и количество образовавшихся конечных продуктов. Для изучения обмена веществ в отдельных органах применяют метод изолированных органов. Органы, способные сохранять в течение некоторого времени свою жизненную активность и могут использовать для своей деятельности питательные вещества, пропускающие через кровь. Для изучения обмена веществ в отдельных органах - метод ангиостомии. Разработал Лондон. На кровеносные сосуды накладывают специальные трубочки, которые позволяют получить притекающую кровь к какому-либо органу. По изменению химического состава крови судят о процессе обмена веществ. В настоящее время широко используется метод меченых атомов – основанный на использовании соединений, в молекулы которых включены атомы тяжелых и радиоактивных изотопов биоэлементов. Вводят в организм соединения, меченные такими изотопами, используют радиометрические методы анализа можно проследить за судьбой элементов или соединений в организме и о его участии в метаболических процессах.

Обмен веществ и энергии, происходящий у животных при обычных условиях, называется *общим обменом*. Количество образующейся в организме энергии при полном мышечном покое и оптимальной для каждого животного температуре окружающей среды

называют *основным обменом*, т.е. то минимальное количество энергии, которое расходуется на функционирование жизненно важных систем (кровообращение, дыхание, пищеварение, деятельность мышц и желез внутренней и внешней секреции, центральной нервной системы и т.д.).

Организм совершает следующие виды работы:

- 1) перемещение ионов и различных молекул против концентрационного градиента;
- 2) химическая работа – синтез органических веществ;
- 3) мышечные сокращения.

Энергия, которая используется в организме животного для образования различных видов продукции, называется *продуктивным обменом*.

Общий обмен равен сумме основного и продуктивного обменов. Таким образом, общая энергетическая потребность организма складывается из энергии, затрачиваемой на поддержание жизнедеятельности, и энергии, необходимой для выполнения работы.

Основной обмен изучают методом прямой и непрямой калориметрии. Для измерения основного обмена нужно соблюдать условия:

- 1) состояние относительного покоя;
- 2) нахождение в температурной среде, исключающей активность механизма терморегуляции;
- 3) относительное освобождение желудочно-кишечного тракта от пищевых масс.

У сельскохозяйственных животных трудно добиться соблюдения этих условий. Поэтому у них определяют не основной обмен, а обмен покоя, который выше основного.

На уровень основного обмена влияют: порода, вид, возраст, пол, живая масса, продуктивность, физическое состояние животного и ряд других внешних и внутренних факторов. При расчете на единицу массы тела у крупных животных расходуется энергии меньше, чем у мелких. У молодняка основной обмен выше, чем у взрослых. При беременности наблюдается повышение обмена. У самцов основной обмен выше, чем у самок. Так у основной обмен у лактирующих коров на 30% выше, чем у сухостойных.

У сельскохозяйственных животных отчетливо проявляется суточная периодика обменных процессов. Самый низкий уровень газообмена наблюдается утром до кормления животного. Днем он выше, чем ночью. Также существует и сезонный ритм метаболических процессов: летом и весной он обычно выше, чем осенью и зимой.

Прием корма вызывает повышение энергетического обмена и называется специфическим динамическим действием корма. Передвижение животных при пастбище вызывает дополнительные затраты энергии. С большими затратами энергии связана и лактационная деятельность. 1 литр молока содержит примерно 700-800 ккал.

3. Обмен белков, физиологическое значение белка и аминокислот для организма. Азотистый баланс. Регуляция белкового обмена.

Белок – важный пластический компонент питания, незаменимый источник биогенного азота, необходим для роста и регенерации. В пересчете на сухой вес белки составляют 40% массы тела. Белки являются носителями чужеродной антигенной информации и должны расщепляться до веществ, утрачивая свою антигенность.

Функции белков:

1. Белки рабочие инструменты, использующие генетические программы организма.

2. Каталитическая – заключается в том, что белки ускоряют биохимические реакции в организме (ферменты).
3. Структурная (пластическая) – состоит в том, что белки являются составной частью всех клеток и межклеточных структур.
4. Защитная – образование иммунных тел при поступлении в организм чужеродных белков; они связывают токсины, яды, попадающие в организм.
5. Обеспечивают свертывание крови и остановку кровотечений при ранениях.
6. Транспортная – перенос многих веществ (снабжение клеток O_2 и удаление CO_2 – гемоглобин).
7. Регуляторная – направлена на поддержании биологических констант в организме, что обеспечивается регулирующим влиянием гормонов белковой природы.
8. Двигательная – обеспечивается сократительными белками – актином и миозином.
9. Энергетические – при расщеплении 1 г белка – 4,1 ккал.

Белки представлены высокомолекулярными полимерами, мономерами которых являются аминокислоты. Из более 80 аминокислот – только 22 аминокислоты встречаются в пищевых белках (20 аминокислоты, 2 амида – аспарагин и глутамин). Растения и большинство микроорганизмов способны синтезировать все входящие в них аминокислоты, тогда как в организме животных некоторые аминокислоты не могут синтезироваться и должны поступать в готовом виде с компонентами пищи – это незаменимые аминокислоты: валин, лейцин, изолейцин, лизин, метеонин, трианин, триптофан, фенилаланин, гистидин, аргенин. В питании принято нормировать еще и полузаменимые аминокислоты – аланин, пролин.

Заменимые аминокислоты способны заменять друг друга в организме или синтезироваться из промежуточных продуктов углеводного обмена при наличии специфического источника азота. Главными источниками незаменимых аминокислот являются белки животного и растительного происхождения, входящие в состав пищи. Для сельскохозяйственных животных главным образом растительные белки, поступающие с пищей или кормом белковых веществ под действием ферментов ЖКТ гидролизуются до аминокислот, которые используются для образования белковых молекул. Избыточный прием белков приводит к ускоренному росту и созреванию, но коррелирует с ускорением общей продолжительности жизни.

Аминокислоту, недостаток которой вызывает нарушение синтеза белка в организме, называют лимитирующей. Интегральным показателем общего белкового метаболизма служит косвенно *азотистый баланс*. Азотистый баланс – это разность между суточным количеством поступающего с пищей азота и количеством азота, выделенного за сутки в составе азотосодержащих компонентов мочи и кала.

Особенности азотистого обмена у жвачных

Ключевой особенностью азотистого обмена у жвачных является взаимосвязь обмена азота у животного-хозяина с обменом азота у микробиальной популяции рубца. Около 60% азота корма переваривается у жвачных в преджелудках с участием микрофлоры. В рубце у жвачных имеются 3 источника поступления аминокислот в организм на уровне кишечника:

1. Белки, пептиды и аминокислоты в рубце корма, прошедшие преджелудки без деградации.
2. Микробная масса синтезируется в рубце.
3. Эндогенный белок синтезируется в просвете желудка и кишечника, поступающий со слущенным эпителием.

У жвачных белок синтезируется дважды: первый - в рубце из аммиака и аминокислот, второй – в тканях из аминокислот. У жвачных аммиак образуется дважды:

первый раз – в рубце при распаде белка, второй – в тканях при дезаминировании аминокислот.

Поэтому жвачным можно включать в рацион мочевины, как заменитель белка.

4. Обмен жиров и углеводов.

Углеводы подразделяются на три главных класса: моно-, ди- и полисахариды.

Углеводы выполняют следующие функции:

1. Являются составной частью биологической жидкости.
2. Участвуют в образовании основного вещества костей и хрящей.
3. Служат компонентом ряда соединений, входящих в состав клеточных структур (нуклеиновые кислоты и гликопротеиды).
4. Энергетическая роль – 1 г углеводов – 4,1 ккал тепла.

Этапы обмена углеводов:

1. Переваривание углеводов в ЖКТ.
2. Всасывание моносахаридов и ЛЖК в кровь.
3. Межуточный обмен углеводов.
4. Ультрафильтрация и обратное всасывание глюкозы в почках.

Основную массу корма у сельскохозяйственных животных составляет клетчатка. В пищеварительных соках нет ферментов, переваривающих клетчатку, однако, в преджелудках жвачных она переваривается под влиянием целлюлозолитических бактерий. Ферменты бактерий расщепляют клетчатку до дисахаридов, а потом до моносахаридов. Бактерии инфузории, расщепляющие крахмал, накапливают внутриклеточный полисахарид – гликоген.

Уровень сахара в крови (гликемия) является величиной относительно постоянной для животных одного вида и возраста:

Крупный рогатый скот 2,22 – 5,0 ммоль/л;

Лошадь 3,33 – 5,27;

Овца 3,61 – 5,27;

Свинья 3,33 – 5,0;

Курица 8,88 – 11,10.

В печени из глюкозы синтезируется гликоген – это процесс называется *гликогенез*. Гликоген может распадаться до глюкозы, этот процесс называется *гликогенолиз*. В печени возможно новообразование углеводов из продуктов их распада и распада жиров и белков, что обозначается *глюконеогенез*.

Все эти процессы взаимосвязаны и направлены на поддержании постоянства сахара в крови. Способность печени регулировать направленность процессов углеводного обмена и поддерживать уровень сахара в крови называется гомеостатические механизмы.

По химическому строению их делят на:

1. Простые – нейтральные жиры, воск.
2. Сложные – фосфолипиды и др.
3. Стероиды и пигменты (эстроген, прогестерон, тестостерон).

Молекула жира состоит из глицерина и 3-х молекул жирных кислот. Жирные кислоты с одной или несколькими двойными связями – ненасыщенные. Жирные кислоты, в молекуле которых нет двойной связи – насыщенные.

Роль липидов:

1. В составе мембран, митохондрий и других клеточных структур.
2. Основная масса липидов в виде нейтральных жиров откладывается в качестве запасного материала, образуя жировую ткань. Синтез триглицеридов называется липогенезом, распад их липолизом. Депо резервного жира – подкожная клетчатка, сальник, окологерничная и окологерничная капсулы и др.
3. Жиры являются регуляторами теплового баланса. Плохо проводят тепло, жировой слой ограничивает теплоотдачу.
4. Эластичная жировая ткань служит защитой от механических повреждений ряда внутренних органов.
5. Жир, выделяемый сальными железами, представляет собой смазку, предохраняющую кожу от высыхания и растрескивания.
6. Энергетическая роль – 1 кг жира – 9,3 ккал.
7. При окислении в организме жиры дают H и много воды. При окислении белка 100 г – 41 мл воды, углеводов – 55 мл, жира – 107 мл.

Различают белую и бурую жировую ткань. Бурая жировая ткань располагается в области сердца, диафрагмы, межлопаточными областями и вдоль позвоночника. Эта ткань богата митохондриями и цитохромом, поэтому ее особенно много в организме млекопитающих в период эмбрионального развития и впервые дни после рождения. В последующем она заменяется белым жиром. У зимнеящих животных бурая жировая ткань остается на всю жизнь. В бурой жировой ткани интенсивно происходит обмен веществ с освобождением большого количества энергии, что особенно важно для новорожденных животных, у которых терморегуляция в первые дни жизни несовершенна.

В желудочно-кишечном тракте липиды подвергаются сложной химической обработке и распадаются на глицерин и жирные кислоты. Желчные кислоты делают возможным проникновение последних в клетки кишечного эпителия, где могут ресинтезироваться в триглицериды или образовываться фосфолипиды. Ресинтезированные в кишечной стенке триглицериды и хиломикроны поступают в лимфатические и кровеносные сосуды, а затем в легкие. В легких присутствуют особые клетки – гистиоциты, которые обладают способностью захватывать жир. При избыточном всасывании жира он временно задерживается гистиоцитами. В легких хиломикроны постепенно подвергаются действию липаз: составляющие их ингредиенты используются в метаболизме как самого легкого, так и всего организма; а образовавшееся при этом тепло согревает поступивший в легкие холодный воздух. Поступающие из легких в кровь хиломикроны частично проходят через стенку капилляров в жировую ткань (откладываются в виде запасного жира), частично в печень, где, соединяясь с белками, образуют липопротеиды. Часть хиломикронов, циркулирующих в крови, расщепляется до жирных кислот, далее они утилизируются как источник энергии, или же в печени соединяясь с глицерином образуют триглицериды, которые поступают в кровь для участия в обмене веществ.

Кроме хиломикрон в кровоток поступают жирные кислоты, которые через воротную вену достигают печени и участвуют в метаболических процессах.

Особенность пищеварительного этапа липидного обмена у жвачных состоит в том, что жиры корма – триглицериды, фосфатиды, эфиры холестерина и широко представленные в зеленых кормах моно- и дигалактозилглицериды быстро расщепляются микроорганизмами рубца, а высвобождающиеся глицерин и галактоза сбраживаются до летучих жирных кислот, которые всасываются в рубце. Возможен и синтез микробиальных липидов рубцовыми микроорганизмами (бактериями и инфузориями),

которые включают в состав собственных липидов пальмитиновую, стеариновую и олеиновую кислоты.

5. Теплообразование и теплоотдача.

Химические превращения, протекающие в клетках организма в процессе обмена веществ, сопровождается теплообразованием. Одновременно с образованием тепла в организме происходит и его отдача в окружающую среду. Обмен тепловой энергии между организмом и окружающей средой называется *теплообменом*. Живые организмы подразделяются на тепло - (гомойотермные) и *холоднокровные* (пойкилотермные). Теплокровные организмы характеризуются установленной на определенном уровне температурой тела, несмотря на изменения температуры окружающей среды (внешней). Постоянная температура тела называется *изотермией*. Холоднокровные животные не способны поддерживать на постоянном зафиксированном уровне температуру тела при изменении температуры окружающей среды.

Температура тела взрослых животных (измерения в прямой кишке): лошадь 37,5-38,5° С;

Крупный рогатый скот 37,5-39,5;

овцы 38-41;

свиньи 38-40;

курица 40-41,7.

Главным условием поддержания постоянной температуры тела является достижение устойчивого баланса теплопродукции и теплоотдачи. Суммарная теплопродукция в организме состоит из так называемых первичной теплоты (выделяющейся в ходе постоянно протекающих во всех органах и тканях реакций обмена веществ) и вторичной теплоты (образующейся при расходе энергии макроэргических соединений АТФ на выполнение определенной работы). Поскольку теплопродукция тесно связана с уровнем метаболической активности; ее называют химической теплопродукцией.

Отдача тепла организмом во внешнюю среду осуществляется физическими процессами – проведением, конвекцией, радиацией, испарением. Теплоотдачу называют физической терморегуляцией.

Проведение – прямой обмен тепла между двумя объектами с разной температурой, находящихся в прямом контакте друг с другом (курица – гнездо).

Конвекция – способ отдачи тепла, осуществляемый путем переноса тепла движущимися частицами воздуха или воды. Для рассеивания тепла конвекцией требуется обтекание поверхности тела потоками воздуха с более низкой температурой, чем температура кожи, при этом контактирующий с кожей слой воздуха нагревается. Количество отдаваемой конвекции тепла увеличивается при увеличении скорости движения воздушных потоков.

Радиация (излучение) – отдача тепла теплом в виде лучистой энергии инфракрасных лучей.

Испарение – способ рассеивания организмом тепла в окружающую среду за счет его затраты на испарение пота или влаги с поверхности кожи и влаги со слизистых дыхательных путей. Удельный вес каждого из перечисленного путей теплоотдачи зависит от вида животного, размеров тела, степени развития потовых желез и условий окружающей среды.

Часть тепла выводится с калом, мочой, плодом, плодовыми водами, плодовыми оболочками, с молоком у лактирующих коров.

Особенности терморегуляции у птиц

У птиц нет потовых желез. При высокой температуре окружающей среды некоторая отдача тепла происходит при расширении кровеносных сосудов ротовой полости, а также испарении со слизистой оболочки дыхательных путей. Повышение температуры увеличивает потребление воды и снижается при этом поедаемость корма. Птицы более устойчивы к холоду, чем млекопитающие. Защитой от холода у птиц служит оперение. Температура тела у птиц в течение не постоянно (различаются на 0,4-0,5 °C).

6. Нервная и гуморальная регуляции постоянства температуры тела у животных.

1. 14 Лекция № 14 (2 часа).

Тема: «Физиология пищеварения»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Методики изучения функций пищеварительного тракта. И.П. Павлов - создатель хронических экспериментальных методик исследования пищеварения.
2. Задачи и функции пищеварительной системы.
3. Пищеварение в полости рта и его значение. Механизм секреции слюны. Значение слюны в пищеварительных процессах преджелудков жвачных.
4. Регуляция слюноотделения

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Методики изучения функций пищеварительного тракта. И.П. Павлов - создатель хронических экспериментальных методик исследования пищеварения.

Кормовые средства – это вещества, который после поедания животными может быть переварен, адсорбирован и использован.

Корм – все съедобные для животных вещества.

Питательные вещества – компоненты, которые могут быть переварены и использованы.

Пищеварение – это сложная, безусловно-рефлекторная, реакция, обеспечивающая прием, механическое измельчение и продвижение корма по пищеварительному тракту, изменение его под действием ферментов до видонеспецифических форм и их всасывание, а также выведение неусвоенных продуктов.

Ферментативная система пищеварительного тракта включает:

- 1) Ферменты пищеварительных секретов, выделяемых пищеварительными железами;
- 2) Ферменты, образованные микроорганизмами пищеварительного тракта;
- 3) Ферменты, содержащиеся в растительных кормах.

Ферменты вырабатываются клетками пищеварительных желез в виде проферментов. Проферменты становятся активными только при воздействии активаторов. Ферменты специфичны, т.е. каждый из них оказывает свое каталитическое действие на определенное вещество. Активность ферментов проявляется при определенной реакции среды и температуре (37 – 40° C).

Известны 3 группы ферментов:

- 1) Гликолитические (амилазы) – действуют на гликозидазные соединения, сложные углеводы расщепляют на простые;
- 2) Протеолитические (протеазы) – действуют на пептидные связи и расщепляют белки до аминокислот;
- 3) Липолитические (липазы) – действуют на липиды и расщепляют до глицерина и жирных кислот.

Микробиальная переработка корма осуществляется бактериями и простейшими, населяющими ЖКТ. Тип пищеварения при активном участии микроорганизмов называется *симбиотным*.

2. Задачи и функции пищеварительной системы.

3. Пищеварение в полости рта и его значение. Механизм секреции слюны. Значение слюны в пищеварительных процессах преджелудков жвачных.

Ротовая полость – входные ворота желудочно-кишечного тракта, а из него во внутреннюю среду организма. Прием корма заключается в его оценке с помощью органов чувств (зрения и обоняния), захватывание и препровождение в ротовую полость. При помощи вкусовых и тактильных рецепторов, находящихся на языке и в стенках ротовой полости, животные окончательно опробуют корм и непригодные к употреблению части выбрасывают. В захвате корма участвуют губы, зубы, язык. Прием корма животного на пастбище и из кормушек неодинаков. Лошадь захватывает пастбищную траву губами, искусывает ее резцами. В захвате сена и зерна из кормушек участвуют губы и язык. У коров основным органом захвата корма является язык. Захватывая пучки травы, животные как бы обвивают их языком, прижимают их к беззубой пластине верхней челюсти, обрывают траву рывком головы. Овцы захватывают корм верхней губой. У свиней в приеме корма участвует язык, а для откусывания травы – резцы. Лошади и свиньи жуют корм длительно и пережевывают его тщательно. Жвачные при приеме корма жуют его поверхностно. Это связано с тем, что у них через некоторое время происходит отрывание кормовых масс на дополнительное пережевывание. Значение жевания состоит в механической обработке корма, размельчении, перетерании, одновременно корм пропитывается слюной и приобретает мягкую консистенцию, удобную для проглатывания. Влажный корм требует меньше жевательных движений, чем сухой корм.

Прием жидкого корма и воды у разных животных также неодинаков. Большинство травоядных (лошади, жвачные, а также свиньи) пьют воду, как бы насыщая ее через небольшую щель у середины губ. Отодвинутый назад язык, раздвинутые челюсти способствуют прохождению воды. Плотоядные лакают воду и жидкую пищу.

Роль слюны в пищеварении

Слюна является секретом трех пар слюнных желез – подъязычной, подчелюстной и околоушной, кроме того, в ротовую полость выделяются секреты мелких желез губные, язычные, небные. Слюнные железы делятся на серозные, слизистые и смешанные.

К слизистым относятся небные, щечные, корня языка; к серозным – околоушные, железы боковых поверхностей языка; смешанным – подчелюстные, подъязычные, губные. Слизистые железы выделяют вязкую слюну, богатую муцином, серозные – водянистую слюну и небольшое количество белков, включая ферменты. Смешанная слюна – это вязкая жидкость, слабощелочной реакции с плотностью 1,002 – 1,012, содержит 99,0-99,4% воды, 0,6-1,0% сухих веществ, pH слюны: крупный рогатый скот, мелкий рогатый скот –

8,3...8,4; у лошадей и свиней – 7,2...7,5; органические и неорганические вещества. Органические вещества представлены белками, к неорганическим относят хлориды, сульфаты, карбонаты кальция, натрия, калия, магния.

Вязкость и ослизняющие свойства слюны обусловлены наличием муцина. Он склеивает пищевые частицы в пищевой комок, который будучи покрыт слизью легче проглатывается, он выполняет роль смазки, защищающей эпителиальные клетки желудочно-кишечного тракта, предохраняет слизистую желудка и кишечника от действия протеаз.

Функции слюны:

- она способствует размягчению корма при его пережевывании;
- экстрагирует из корма вкусовые вещества;
- обладает бактерицидными и дезинфекционными свойствами (лизоцим – вещества, растворяющее клеточные оболочки бактерий);
- облегчает формирование пищевого кома и его проглатывание;
- экстрагирование некоторых продуктов обмена веществ и лекарственных вещества из крови в слюну с целью освобождения их от избытка;
- участвует в терморегуляции организма;
- регулирует кислотно-щелочное равновесие;
- обладает кровоостанавливающим действием.

В слюне ряда животных (свиней, кроликов) и человека имеются ферменты – α -амилаза (птиалин) и мальтаза. Амилаза действует на полисахариды (крахмал) и расщепляет их до декстринов и мальтозы. На мальтозу действует мальтаза и превращает ее в глюкозу. В слюне жвачных и лошадей при кормлении обычными кормами эти ферменты содержатся в минимальном количестве.

Количество и состав слюны адаптированы к виду принимаемой пищи и режиму питания. На пищевые вещества выделяется вязкая слюна и тем ее больше, чем суше пища. На отвергаемые вещества (горечи) выделяется значительное количество жидкой слюны. У собак слюна выделяется только при приеме корма, у лошадей при этом слюноотделение увеличивается на стороне жевания. У взрослых жвачных отмечается непрерывность секреции околоушных желез. Это необходимо для поддержания относительного постоянства pH среды, ионного равновесия в содержимом рубца. У жвачных выделяется за сутки 100-200 л слюны, у лошадей 40-50 л, у свиней 10-15 л, у человека 0,5-2 л.

4. Регуляция слюноотделения

Слюноотделение – рефлекторный акт, возникающий под влиянием безусловных (в полости рта) и условных раздражителей. Когда корм попадает в ротовую полость, он раздражает вкусовые рецепторы. Возбуждение от рецепторов по афферентным нервам передается в продолговатый мозг, а оттуда по эфферентным нервам к слюнным железам – безусловный рефлекс. Эфферентные нервы содержат симпатические и парасимпатические волокна. Парасимпатические нервы вызывают образование большого количества жидкой слюны, симпатические – небольшое количество густой слюны. Наряду с безусловными рефлексам у животных отчетливо выражены условные слюноотделительные рефлексы в ответ на зрительные, слуховые и обонятельные раздражители.

Глотание представляет собой сложнорефлекторный акт, в котором принимают участие многие мышцы. Оно начинается с сокращения языка, при этом язык прижимается к твердому небу, а затем к мягкому и проталкивается корм в глотку. Раздражение слизистой оболочки глотки кормом вызывает ряд рефлекторных сокращений стенок глотки и быстро перемещается в пищевод. Жидкая пища проходит по пищеводу непрерывной струей. Твердая пища проталкивается порциями. По пищеводу пища поступает в желудок.

1. 15 Лекция № 15 (2 часа).

Тема: «Физиология пищеварения в желудке»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Общие закономерности желудочного пищеварения. Секреторные зоны желудка. Состав и свойства желудочного сока.
2. Фазы желудочной секреции.
3. Особенности пищеварения в многокамерном желудке жвачных.
4. Моторная функция преджелудков и ее регуляция.
5. Пищеварение в тонком отделе кишечника.
6. Поджелудочная железа, регуляция секреции.
7. Печень, ее функции. Образование и выделение желчи, ее роль в пищеварении.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Общие закономерности желудочного пищеварения. Секреторные зоны желудка. Состав и свойства желудочного сока.

Желудок – мешкообразное расширение пищевой трубки, в которую с одной стороны входит пищевод, а с другой начинается кишечник. Расширение пищевой трубки может быть в виде одной камеры или ряда лежащих камер. Бывают однокамерные желудки у лошади, собаки, свиньи, многокамерные у жвачных. Различают также железистые желудки (кишечного типа) и смешанные (пищеводно-кишечного типа). Железистые желудки у собак, кошек, смешанного типа у жвачных, свиней, лошадей, оленей, верблюдов. Железистые желудки в своем составе имеют главные клетки, продуцирующие пепсиноген, обкладочные клетки вырабатывают соляную кислоту и добавочные выделяют слизь.

Желудочный сок – это бесцветная прозрачная жидкость, кислой реакции (рН 1-2,5), без запаха, с взвешенными комочками слизи, содержит 99,2-99,4% воды и 0,6-0,8% сухого вещества. К органическим веществам желудочного сока относят белки, в основном ферменты, а также аминокислоты, АТФ, молочную кислоту, креатинин, мочевину и мочевую кислоту. Неорганическими веществами являются хлористые соли калия, натрия, кальция, аммония, сульфаты, фосфаты.

Кислотность его обусловлена наличием соляной кислоты, органических кислот, кислотореагирующих соединений. Соляная кислота играет важную роль в процессе пищеварения:

- она действует бактерицидно, дезинфицируя кормовые массы, поступающие в желудок;
- она активизирует пепсиноген, превращая его в пепсин;
- создает условия для действия протеолитических ферментов;
- вызывает денатурацию и набухание белков;

- способствует растворению некоторых минеральных веществ;
- участвует в регуляции моторной деятельности желудка и кишечника;
- участвует в раскрытии пилорического сфинктера;
- тормозит освобождение гастрина и стимулирует секретина и других гормонов энтериневой системы.

Концентрация соляной кислоты у человека – 0,5%, у сельскохозяйственных животных – 0,1...0,47%.

В желудочном соке содержатся ферменты – протеазы: пепсин, катепсин, химозин, желатиназа, и липолитические ферменты – желудочная липаза. Пепсин вырабатывается главными клетками в виде неактивной формы – пепсиногена. Под воздействием соляной кислоты пепсиноген превращается в пепсин.

Пепсин расщепляет белки до альбуминов и пептонов, катепсин до полипептидов. Химозин (ренин, сычужный фермент) расщепляет казеин молока в присутствие ионов кальция (в слабокислой, нейтральной, слабощелочной среде), створаживает молоко, катализирует превращение белка казеиногена в казеин. Желатиназа расщепляет белки соединительной ткани. Желудочная липаза расщепляет жиры до глицерина и жирных кислот.

2. Фазы желудочной секреции.

Желудочный сок выделяется в три фазы: сложнорефлекторную, нейрохимическую и кишечную.

Сложнорефлекторная фаза осуществляется под влиянием двух рефлекторных факторов: условных рефлексов на вид и запах корма и безусловнорефлекторного акта еды. Она короткая, наступает через 5-7 мин после приема пищи и длится 1,5-2 часа. В это время выделяется аппетитный (запальный) сок. Однако сокоотделение продолжается и после приема пищи в течение 8-10 часов. Если голодной собаке ввести кровь накормленной, то у нее начнет выделяться желудочный сок, т.е. этот процесс регулируется гуморально.

Нейрохимическая фаза происходит за счет гормонов и экстрактивных веществ корма, действующих на рецепторы слизистой оболочки желудка.

Усиливают секрецию желудочного сока – гастрин, энтерогастрин, гистамин, тормозят – гастрон, энтерогастрон. Поскольку химические раздражители, поступая с кровью, оказывают свое действие через нервные образования. Такую фазу называют нейрохимической. Наступает она через 20-30 мин после приема корма и длится 8-10 часов.

Переход содержимого из желудка в 12-перстную кишку контролируется рефлексом, который состоит в попеременном открытии и закрытии пилорического отверстия – *пилорический рефлекс*. Периодическая деятельность сфинктера происходит при условии в желудке кашеобразной консистенции и кислой реакции содержимого, в кишечнике же отсутствие содержимого и щелочная реакция. При этих условиях сфинктер открывается, и порция желудочного содержимого переходит в кишечник. Реакция в кишечнике становится кислой вместо щелочной, соляная кислота, действуя на рецепторы слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки, рефлекторно вызывает закрытие пилорического сфинктера. После под влиянием щелочных соков (поджелудочный и кишечный соки, желчь) соляная кислота нейтрализуется, а большая часть поступившей массы переместится дальше по кишечнику, весь процесс повторяется снова.

Скорость эвакуации пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку зависит от ряда факторов: консистенции и реакции желудочного содержимого, степени наполнения двенадцатиперстной кишки. Вода и жидкая пища поступает в кишечник быстро, полужидкая эвакуируется за 6 часов, грубая за 10 часов. Углеводистая пища эвакуируется быстрее белковой и особенно жирной, щелочная – быстрее кислой.

Кишечная фаза секреции желудочного сока начинается с момента поступления химуса в кишечник и длится 1 – 3 часа. Эта стимуляция связана, видимо, с выделением клетками двенадцатиперстной кишки гастрина, который всасывается в кровь и действует на желудочные железы, дополнительным гуморальным раздражителем служат продукты расщепления белка, которые всасываются в кровь. Они могут стимулировать секрецию желудочного сока, воздействуя на фундальные железы или усиливая выделение слизи желудка гастрина и гистамина. Кишечная фаза поставляет до 1/3 желудочного сока, вырабатываемого за весь секреторный цикл.

3. Особенности пищеварения в многокамерном желудке жвачных.

Многокамерный желудок жвачный состоит из рубца, сетки, книжки, которые составляют преджелудки, и сычуга. *Сычуг* выполняет функции обычного однокамерного желудка. *Рубец* представляет собой идеальный природный ферментер, резервуар для размножения популяций бактерий и простейших. Видовой состав инфузорий и бактерий зависит от того, какой корм входит в рацион. При смене рациона меняется и популяция микроорганизмов. Поэтому для жвачных важное значение имеет постепенный переход от одного рациона к другому, от летнего к зимнему. Для пищеварения наиболее важны целлюлозолитические, липолитические и протеолитические бактерии. Обычная по видовому составу микрофлора устанавливается в преджелудках в 1,5-2-месячном возрасте, а появляются бактерии уже в первые дни жизни, которые поступают с кормом.

Бактериальная масса в целом составляет $\approx 10\%$ сухого вещества. В 1г рубцового содержимого содержится до 10 млрд. бактерий и ≈ 2 млн. инфузорий. Под действием микроорганизмов в преджелудках расщепляется 95% сахаров и крахмала, 70% клетчатки (30% в толстом кишечнике) и 40-80% протеина.

Микроорганизмы синтезируют витамины группы В, К, никотиновую, фолиевую и пантотеновую кислоты.

В содержимом рубца имеется большое количество видов бактерий. В преджелудках содержатся кокки, стрептококки, молочнокислые, целлюлозолитические, протеолитические и другие бактерии, которые попадают в рубец с кормом и водой и благодаря оптимальным условиям активно размножаются. Самые важные микроорганизмы рубца – целлюлозолитические. Максимум их в рубце телят наблюдается к 2-3 месячному возрасту, когда животные переходят на питание грубыми кормами. Они расщепляют и переваривают клетчатку. Стрептококки обладают амилалитической активностью, и их количество возрастает при использовании зерновых, крахмалистых и сахаристых кормов. Молочнокислые бактерии в преджелудках играют важную роль при сбраживании простых углеводов (глюкоза, мальтоза, галактоза, лактоза и сахароза). Молочнокислые бактерии имеют большое значение для молодняка при молочном и смешанном кормлении.

Протеолитические бактерии вырабатывают ферменты протеазы, которые расщепляют протеины корма, участвуют в процессах дезаминирования и переаминирования.

Между всеми видами микроорганизмов существует симбиотическая связь: активное развитие одних видов может стимулировать или тормозить размножение

других. Так, развитие стрептококков сдерживает рост молочнокислых бактерий, и наоборот.

Инфузории играют важную биологическую роль в рубцовом пищеварении. Инфузории преджелудков подразделяются на две группы: равноресничные и малоресничные. Заселение простейшими преджелудков происходит постепенно, в начале потребления грубого корма (сено, солома). У ягнят ресничные инфузории появляются на 8-12-й день, у телят – позднее (у телят инфузории становятся постоянными обитателями рубца с 2-3 месячного возраста). Количество и видовой состав инфузорий рубца зависит от вида и подготовки корма к скармливанию, а также от условий питания животных. Они подвергают корм механической обработке, используют для своего питания труднопереваримую клетчатку и благодаря – активному движению создают своеобразную микроциркуляцию среды. Внутри инфузорий можно увидеть мельчайшие частицы корма, съеденного животным. Инфузории разрыхляют, измельчают корм, в результате чего увеличивается его поверхность, он становится более доступным для действия бактериальных ферментов. Инфузории, переваривая белки, крахмал, сахара и частично клетчатку, накапливают в своем теле полисахариды. В процессе жизни инфузории активно участвуют в азотистом обмене (в них содержится около 20% азота, тогда как в бактериях – 12%). Они синтезируют незаменимые аминокислоты. Белок их тела имеет высокую биологическую ценность, около 90%. Передвигаясь по желудочно – кишечному тракту они перевариваются. Жвачные за счет инфузорий получают до 100 г высокоценного белка.

В рубце имеются также дрожжи, плесени, грибы. Они обладают целлюлозолитической активностью, сбраживают сахара, участвуют в синтезе гликогена, аминокислот и витаминов группы В.

4. Моторная функция преджелудков и ее регуляция.

5. Пищеварение в тонком отделе кишечника.

Из желудка пищевые массы постепенно поступают в кишечник, где на них выливаются соки: кишечные, поджелудочной железы и желчь. Реакция этих соков щелочная. Отдел тонких кишок делится на двенадцатиперстную, тощую и подвздошную. Стенка тонких кишок состоит из слизистой, подслизистой, мышечной и серозной оболочек. Слизистая оболочка имеет выросты – ворсинки. Поверхность ворсинок покрыта однослойным призматическим эпителием. Выпячивание призматического эпителия в толщу слизистой оболочки образуют *либеркюновы железы*. В однослойном каемчатом эпителии вправлены бокаловидные клетки, выделяющие слизь. Каемчатый эпителий кроме всасывания предохраняет слизистую оболочку от переваривания. В подслизистом слое 12-перстной кишки имеются *бруннеровы железы*, выделяющие густой секрет, защищающий слизистую оболочку от воздействия соляной кислоты желудочного сока.

Содержимое желудка поступает в 12-перстную кишку под воздействием поджелудочного сока, кишечного сока и желчи приобретает вид жидкой гомогенной массы, которую называют *химусом*.

Количество химуса (в л) составляет у КРС в сутки 250 л, овец 25, лошадей 260, свиней 75 л.

Процесс пищеварения в тонком кишечнике состоит из трех этапов: 1) полостное; 2) пристеночное; 3) всасывание.

Полостное пищеварение осуществляется за счет ферментов поджелудочного, кишечного сока и желчи в полости кишечника. Полостное пищеварение обеспечивает

начальный гидролиз питательных веществ до промежуточных продуктов. При этом образуются пептиды, дисахариды и моноглицериды.

Ведущее место в осуществлении процессов расщепления питательных веществ и всасывания конечных продуктов гидролиза занимает *пристеночное*, или *мембранное*, пищеварение, осуществляемое ферментными системами, локализованными на границе вне – и внутриклеточной среды. Необходимое для этого увеличение площади поверхности, на которой могут идти пищеварительные процессы, создается благодаря наличию специфических выростов плазматической мембраны энтероцитов – микроворсинок (до 3 тыс. на одну клетку), которые образуют так называемую *щеточную кайму*. При этом слизь, выделяемая бокаловидными клетками, образует на поверхности щеточной каймы мукополисахаридную сеть, или гликокаликс, который препятствует проникновению микробов и крупных полимерных молекул. Поэтому пристеночное пищеварение протекает в стерильных условиях. Таким образом, достичь мембраны, т.е. места локализации пищеварительных ферментов, могут только небольшого размера молекулы.

В углублениях щеточной каймы, между микроворсинками имеются ферменты, адсорбированные из полости кишечника и вырабатываемые самой клеткой, они структурно связаны с мембраной. Их активность в несколько раз больше, чем активность в полости кишечника. В щеточной кайме обнаружены щелочная фосфатаза, аминопептидаза, липаза, амилаза, фруктофоридаза и другие ферменты. В результате движений кишечника происходит непрерывное перемешивание химуса и его соприкосновение со щеточной каймой. Пищевые частицы, размеры которых меньше расстояния между микроворсинками, поступают в щеточную кайму, где подвергаются пристеночному перевариванию. Оно осуществляет расщепление промежуточных продуктов до конечных. Таким образом, расщепление питательных веществ в слизистой оболочке кишечника, под действием ферментов, фиксированных на мембранах микроворсинок, составляет мембранное, или пристеночное, пищеварение. Поэтому пристеночное пищеварение наиболее эффективно для промежуточных продуктов гидролиза. При этом более крупные частицы не могут проникнуть в зону пристеночного пищеварения и, оставаясь в полости кишечника, подвергаются расщеплению ферментами химуса до более мелких размеров.

Отличие пристеночного пищеварения от полостного заключается в следующем. Полостное пищеварение осуществляется под действием ферментов, выделяемых в полость пищеварительного тракта. Эти ферменты перемещаются вместе с химусом и участвуют в первоначальных стадиях пищеварения. Пристеночное пищеварение происходит под влиянием как ферментов, адсорбированных из химуса, так и ферментов, структурно связанных с мембраной кишечных клеток. При пристеночном пищеварении конечные стадии расщепления питательных веществ происходят на клеточной мембране, через которую осуществляются и процессы всасывания, т.е. происходит активация процессами гидролиза транспорта мономеров через мембрану энтероцитов. Поэтому благодаря пристеночному пищеварению значительно возрастает скорость ферментативного расщепления питательных веществ и их всасывания.

Биологический смысл пристеночного пищеварения заключается в высокой эффективности переваривания и всасывания.

Мембранное пищеварение хорошо выражено в тонком отделе кишечника и в преджелудках жвачных. На долю полостного пищеварения приходится 20-50%, а на долю пристеночного 50-80% всего гидролиза питательных веществ.

12. Всасывание

Всасывание – это процесс перехода различных веществ через клеточные структуры в кровь и лимфу.

Процесс всасывания может происходить в любом отделе желудочно – кишечного тракта. Но наиболее приспособленным участком для этого является слизистая оболочка тонкой кишки. На ней имеются многочисленные складки и ворсинки, которые увеличивают поверхность слизистой тонких кишок в 20 –25 раз.

Ворсинки покрыты однослойным каемчатым цилиндрическим эпителием. На каждой клетке имеются мельчайшие микроворсинки, которые увеличивают всасывающую поверхность кишечника почти в 100 раз. К каждой ворсинке подходят мелкие артерии, разветвляющиеся в густую сеть капилляров. В центре ворсинки располагается лимфатический сосуд. Внутри ворсинки проходят гладкие мышечные волокна, обеспечивающие ее сокращение, и нервные сплетения подслизистого слоя.

Движение ворсинок ускоряет всасывание. Сокращаясь, они выжимают из себя кровь и лимфу, а при расслаблении впитывают растворенные в кишечнике вещества.

Гормон вилликинин, образующийся в слизистой двенадцатиперстной кишки, стимулирует движение ворсинок.

Белки всасываются в основном в виде аминокислот и частично в виде полипептидов в кровь. У новорожденных белки молока всасываются без изменений путем пиноцитоза. Углеводы всасываются в виде моносахаридов (глюкозы, фруктозы, галактозы и маннозы) в кровь. У жвачных животных углеводы в основном всасываются из преджелудков в виде ЛЖК. Жиры всасываются в виде глицерина и жирных кислот. Глицерин – водорастворимое соединение, поэтому он легко всасывается. Жирные кислоты с желчными образуют сложные водорастворимые соединения, которые хорошо всасываются. В эпителиальных клетках ворсинки жирные кислоты отщепляются от желчных кислот и образуют с глицерином жир, свойственный для данного вида животного. Затем, соединяясь с белками и холестерином, образуют так называемые хиломикроны, т.е. мельчайшие жировые частицы, покрытые белковой оболочкой. Основная часть (около 70%) хиломикронов поступает в лимфу. Хорошо эмульгированные жиры могут всасываться без расщепления. При процессах всасывания наблюдаются такие физические явления, как диффузия, фильтрация и осмос. При увеличении концентрации веществ в кишечнике происходит их диффузия (по закону градиента концентрации – от больше к меньшей), при увеличении разницы осмотического давления между содержимым кишечника и кровью ускоряется всасывание воды, при давлении в полости кишечника, превышающем давление в капиллярах крови, всасывание усиливается путем фильтрации.

6. Поджелудочная железа, регуляция секреции.

Роль поджелудочной железы в пищеварительном процессе определяется ее внешнесекреторной деятельностью, т.е. выделением поджелудочного сока в просвет двенадцатиперстной кишки. Сок поджелудочной железы – это прозрачная бесцветная жидкость, щелочной реакции $pH=7,2-8$, удельный вес 1,008-1,010. В нем 90% воды и 10% сухого остатка. Сухой остаток состоит из белковых и минеральных соединений. В состав белковых соединений входят ферменты *протеазы*: трипсин, хемотрипсин, карбоксипептидаза, рибонуклеаза, дезоксирибонуклеаза; *амилазы*: амилаза, мальтаза, лактаза, глюкозидаза, галактозидаза, фруктофуридаза; *липазы*: липаза, фосфолипаза.

Трипсин выделяется в виде неактивного трипсиногена, активизируется энтеропептидазой (энтерокиназой), расщепляет белки до пептидов и аминокислот. Хемотрипсин в виде неактивного химотрипсиногена активизируется трипсином, продолжает расщеплять белки после пепсина и трипсина, панкреатопептидаза (эластаза)

расщепляет белки соединительной ткани на пептиды и аминокислоты, карбоксипептидаза отщепляет от пептидов аминокислоты со стороны свободной карбоксильной группы, дезоксирибонуклеаза расщепляет нуклеиновые кислоты на моноклеид и фосфорную кислоту. Фосфолипаза расщепляет фосфолипиды путем отщепления двух остатков жирных кислот.

Липаза расщепляет жиры на глицерин и жирные кислоты, активируется желчью и ионами кальция.

Амилаза расщепляет крахмал, гликоген, амилопектин на декстрины и мальтозу; глюкозидаза (мальтаза) расщепляет мальтозу на две молекулы глюкозы, фруктофуридаза (сахараза) расщепляет сахарозу на глюкозу и фруктозу; галактозидаза расщепляет лактозу на глюкозу и галактозу.

Количество отделяемого сока за сутки в литрах:

крупный рогатый скот – 6,5...7,5;

лошади, свиньи – 7...8;

овцы – 0,6...0,9;

человек – 1,5...2,5.

7. Печень, ее функции. Образование и выделение желчи, ее роль в пищеварении.

Одной из многочисленных функций печени является выделение желчи, которая по протокам выводным поступает в 12-перстную кишку и способствует перевариванию жиров. Желчь секретируется в печени печеночными клетками непрерывно, поступает в печеночный проток, который вместе с пузырчатым протоком образует общий желчный проток, открывающийся в 12-перстную кишку. Вне периода пищеварения желчный проток закрыт, и желчь по пузырчатому протоку поступает, направляется в желчный пузырь, в котором накапливается и концентрируется желчь. У лошадей желчного пузыря нет.

Различают печеночную и пузырную желчь. *Пузырная желчь* вследствие всасывания воды стенками желчного пузыря – становится зеленая, густая, вязкая с плотностью 1,030-1,045. Воды в ней 80-86%, рН среды 6-6,8.

Печеночная желчь – жидкая, прозрачная, от светло-желтого до светло-зеленого цвета, удельный вес 1,010-1,015, воды 96-99%, рН 7,4-8.

Сухое вещество желчи представлено солями холевой и гликохолевой кислот, желчными пигментами, жирными кислотами, холестерином и т.д. Ферменты в желчи отсутствуют. Количество выделенной за сутки желчи в литрах составляет у крупного рогатого скота 7-9, лошадей 5-6, свиней 2,5-3, овец 0,8-1,2.

Желчь, поступающая в кишечник, способствует пищеварению за счет своей щелочной реакции путем нейтрализации кислого химуса, поступающего из желудка. Натриевые соли желчных кислот уменьшают поверхностное натяжение воды и жира, способствуя эмульгированию жиров пищевой кашицы, при этом их поверхность увеличивается и облегчается процесс взаимодействия с липолитическими ферментами. Кроме того, соли желчных кислот активируют липазу поджелудочного сока и ускоряют всасывание конечных продуктов расщепления жира.

Желчные кислоты, соединяясь с жирными кислотами, образуют с ними при участии холестерина мицеллы, в составе которых жиры транспортируются в

эпителиоциты. Всосавшись, они переносятся в печень и снова обратно выводятся желчью. Этот процесс повторяется несколько раз за сутки.

Желчь растворяет продукты гидролиза липидов, а также способствует их всасыванию и ресинтезу триглицеридов в энтероцитах.

Желчь усиливает отделение поджелудочного сока, стимулирует перистальтику кишечника (желчные кислоты).

Желчь обладает бактериостатическими свойствами.

Участвует во всасывании из кишечника жирорастворимых витаминов, холестерина, аминокислот и солей.

К желчным пигментам относятся билирубин и биливердин. От них зависит цвет желчи. Билирубин образуется из гемоглобина при разрушении эритроцитов. Биливердин получается при окислении билирубина. При сильном распаде эритроцитов, что характерно при заболевании пироплазмозом. Желчные пигменты откладываются в слизистой оболочке, отчего та приобретает желтый цвет. Желтуха также бывает при заболевании печени и тонкого кишечника.

1. 16 Лекция № 16 (2 часа).

Тема: «Физиология репродуктивной функции (размножение)»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Физиология органов размножения самцов и самок. Сперматогенез.
2. Овогенез. Половой цикл, его регуляция.
3. Беременность. Роды.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Физиология органов размножения самцов и самок. Сперматогенез.

Сперматогенез – процесс образования и созревания спермиев, предшествующий наступлению половой зрелости и продолжающийся на протяжении всей репродуктивной жизни самца. У половозрелых самцов сперматогенез происходит непрерывно, но равномерно. В среднем этот процесс составляет 5—60 дней. Спермии образуются в извитых канальцах семенников. При этом диплоидные сперматогонии трансформируются в гаплоидные дифференцированные мужские половые клетки – спермии. Сперматогенез начинается с того, что сперматогонии – первичные половые клетки многократно делятся митозом, затем превращаются в более крупные клетки – сперматоциты первого порядка. Последние растут и вступают в первое мейотическое деление, при котором из одного сперматоцита первого порядка с диплоидным набором хромосом образуется два сперматоцита второго порядка с уменьшенным вдвое набором хромосом (гаплоидным). Во время первого деления мейоза происходит кроссинговер – обмен генами внутри одной хромосомы и между гомологичными хромосомами, что создает возможность наследственного варьирования в потомстве. Далее сперматоциты второго порядка вступают во второе мейотическое деление, в результате которого из каждого сперматоцита второго порядка образуется две сперматиды с гаплоидным набором хромосом. Далее сперматиды дозревают до спермиев, которые состоят из головки, шейки, тела и хвостика и способны к оплодотворению. На передней части головки спермия формируется акросома, которая содержит большое количество углеводов и ферментов, в частности гиалуронидаза, кислая фосфатаза, акрозин и др. Ферменты освобождаются из

акросомы в момент контакта спермия с яйцеклеткой и расплавляют ее оболочку, способствуя оплодотворению.

Таблица. Участие гормонов в регуляции репродуктивной функции у животных

Гормон			Функции гормона
Название	Место выработки	Химическая природа	
Гонадотропин-рилизинг-гормон	Гипоталамус	Пептид	Стимуляция секреции ФСГ и ЛГ
Пролактингингибирующий фактор (ПИФ)	Гипоталамус	Пептид	Торможение секреции пролактина
Кортикотропин-рилизинг-гормон (К-РГ)	Гипоталамус	Пептид	Стимуляция секреции АКТГ
Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)	Аденогипофиз	Глюкопротеид	Рост фолликулов; Секреция эстрогенов; Сперматогенез
Лютеинизирующий гормон	Аденогипофиз	Глюкопротеид	Овуляция; Образование желтого тела и секреция прогестерона; Секреция тестостерона
Пролактин	Аденогипофиз	Протеин	Лактация; Лютеотропный фактор
Адренокортикотропный гормон (АКТГ)	Аденогипофиз	Полипептид	Секреция глюкокортикоидов
Окситоцин	Гипоталамус	Пептид	Роды; Молокоотдача
Эстрогены	Яичники, плацента	Стероид	Течка, половое возбуждение и половая охота;

			Формирование пола; Роды; Рост молочных желез
Прогестерон	Яичники, плацента	Стероид	Сохранение беременности; Рост молочных желез
Релаксин	Яичники	Полипептид	Расслабление связок таза; Раскрытие шейки матки
Ингибин	Яичники, семенники	Протеин	Торможение секреции ФСГ
Кортизол	Надпочечники	Стероид	Роды; Лактация
Тестостерон	Семенники	Стероид	Половое влечение; Сперматогенез; Стимуляция роста и развития выводных протоков семенников, придаточных половых желез и пениса

3. Половые рефлексы у самцов

Физиология размножения у самцов представлена сложным комплексом рефлексов. Половое влечение возникает при восприятии анализаторами самца раздражений, исходящих от самки, при наличии в его организме достаточного количества андрогенов.

При этом раздражения от рецепторов передаются в кору головного мозга, оттуда в гипоталамус, который вызывает выработку гипофизом гонадотропных гормонов. При этом семенники усиленно секретируют тестостерон, который действует на ЦНС и усиливает возбуждение полового центра.

Половые функции обеспечиваются при наличии условных рефлексов, вырабатывающихся очень быстро на основе безусловных рефлексов. К основным половым рефлексам самца относят:

Рефлекс приближения – совокупность поведенческих реакций, координирующих сексуальное поведение разнополых особей при спаривании;

Рефлекс эрекции – наполнение кровью и увеличение полового члена в размере, обеспечивающие его выведение из препуция и возможность введения в половые пути самки;

Обнимательный рефлекс – принятие самкой и самцом позы для спаривания;

Совокупительный рефлекс – введение и фрикции полового члена во влагалище самки, приводящие к раздражению эрогенных зон и наступлению эякуляции;

Рефлекс эякуляции – выведение спермы из полового аппарата самца.

2. Овогенез. Половой цикл, его регуляция.

Половой цикл – периодически повторяющиеся у половозрелых самок морфофизиологические процессы, связанные с размножением. Время от одной овуляции до другой составляет продолжительность полового цикла. По характеру полового цикла животные подразделяются на:

моноциклические (большинство диких животных) – наблюдается один цикл в году;

полициклические (коровы, свиньи, овцы, собаки) – наблюдается несколько половых циклов в году.

2. Стадии полового цикла (по W. Неаре, 1900):

Проэструс (предтечка) – активный рост фолликулов, вырабатывающих эстрогены, под воздействием которых усиливается кровообращение половых органов, секрета слизи клетками слизистой половых органов, увеличение матки и активация маточных желез.

Эструс (течка) – половое возбуждение (охота). При этом самка стремится к спариванию, подпускает самца. Шейка матки расслабляется и из нее вытекает слизь или кровянистые выделения (у сук). Рост фолликулов завершается и происходит овуляция.

Метэструс (послетечка) – формируется желтое тело на месте овулировавшего фолликула, разраст кровеносных сосудов в матки и активация ее желез. Закрывание канала шейки матки, уменьшение притока крови к наружным половым органам, прекращение половой охоты.

Диэструс – период между двумя циклами. Доминирование желтого тела, вырабатывающего прогестерон. Отсутствие половой охоты, маточные железы активны, шейка матки закрыта.

Анэструс – период полового покоя, характеризующийся ослаблением функций яичников. Фолликулы не развиваются, матка малая, анемичная, шейка закрыта.

Стадии полового цикла по Студенцову:

Стадия возбуждения (проэструс-эструс) – характеризуется наличием четырех последовательных процессов: течки, полового и общего возбуждения самки, охоты и овуляции.

Стадия торможения – ослабление и полное прекращение течки и полового возбуждения, наличие инволюционных процессов в половой системе.

Стадия уравнивания – характеризуется уравновешенным состоянием животного, наличием в яичниках и желтых тел и фолликулов. При отсутствии беременности желтые тела рассасываются (через две недели), на их месте формируются рубцы, продолжается овогенез.

Таблица 1. Особенности половых циклов у домашних животных

Вид животного	Длительность		Время овуляции от начала охоты	Регрессия желтых тел от начала цикла
	Полового цикла, сут	Половой охоты, ч		
Корова	18-23	16	Через 22-36 ч	17-18 сут
Кобыла	20-23	96-168	Через 72-140 ч	20 сут
Свинья	19-21	40-60	Через 30-36 ч	18 сут
Овца	16-17	24-40	Через 31-32 ч	15 сут

Нейрогуморальная регуляция половых функций

Регуляция половых процессов в организме обеспечивается центральной и периферической нервной системой.

При возбуждении симпатической нервной системы у самок возникает расслабление матки, а у самцов – рефлекс эякуляции. Парасимпатическая система воздействует противоположно, а у самцов влияет на возникновение эрекции.

Проявление половых циклов и половых рефлексов зависит от взаимодействия нервной и эндокринной систем.

Гипоталамус является одновременно нервным и эндокринным органом. Он вырабатывает окситоцин и еще 10 гипофизотропных гормонов: либерины (стимулируют гипофиз) и статины (подавляют выработку гормонов гипофиза). В регуляции воспроизводительной функции принимают участие окситоцин, пролактостатин, гонадолиберин и кортиколиберин.

На воспроизводительную функцию оказывают влияние и другие гормоны (смотри таблицу 2).

Таблица 2. Участие гормонов в регуляции репродуктивной функции у животных

Гормон			Функции гормона
Название	Место выработки	Химическая природа	
Гонадотропин-рилизинг-гормон	Гипоталамус	Пептид	Стимуляция секреции ФСГ и ЛГ
Пролактинингибирующий фактор (ПИФ)	Гипоталамус	Пептид	Торможение секреции пролактина
Кортикотропин-	Гипоталамус	Пептид	Стимуляция

рилизинг-гормон (К-РГ)	с		секреции АКТГ
Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)	Аденогипофиз	Глюкопротеид	Рост фолликулов; Секреция эстрогенов; Сперматогенез
Лютеинизирующий гормон	Аденогипофиз	Глюкопротеид	Овуляция; Образование желтого тела и секреция прогестерона; Секреция тестостерона
Пролактин	Аденогипофиз	Протеин	Лактация; Лютеотропный фактор
Адренокортикотропный гормон (АКТГ)	Аденогипофиз	Полипептид	Секреция глюкокортикоидов
Окситоцин	Гипоталамус	Пептид	Роды; Молокоотдача
Эстрогены	Яичники, плацента	Стероид	Течка, половое возбуждение и половая охота; Формирование пола; Роды; Рост молочных желез
Прогестерон	Яичники, плацента	Стероид	Сохранение беременности; Рост молочных желез
Релаксин	Яичники	Полипептид	Расслабление связок таза; Раскрытие шейки матки
Ингибин	Яичники, семенники	Протеин	Торможение секреции ФСГ

Кортизол	Надпочечники	Стероид	Роды; Лактация
Тестостерон	Семенники	Стероид	Половое влечение; Сперматогенез; Стимуляция роста и развития выводных протоков семенников, придаточных половых желез и пениса

На нейроэндокринную регуляцию половой функции животных существенное влияние оказывает общение с противоположным полом (особенно большое значение это имеет для рефлекторно овулирующих животных – кроликов, верблюдов, представителей семейства кошачьих). Координацию полового поведения самок и самцов обеспечивают органы чувств, кожная чувствительность и движение.

Важнейшим фактором, влияющим на все функции организма животных, является корм. Недостаточное, избыточное и (или) неполноценное кормление не только снижает воспроизводительную способность животных, но и часто бывает причиной их бесплодия.

3. Беременность. Роды.

1. 17 Лекция № 17 (2 часа).

Тема: «Физиология лактации»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Понятие о лактации.
2. Рост и развитие молочных желез.
3. Молозиво и его биологическая роль.
4. Молокообразование, синтез составных частей молока.
5. Нейрогуморальная регуляция секреторной функции молочной железы. Накопление и выведение молока.
6. Регуляция молокообразования и молокоотдачи.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Понятие о лактации.

Лактация – молокоотделение, процесс образования, накопления и выведения молока из молочных желез животных. Это период времени от отела до запуска коров.

Продолжительность лактационного периода у животных: у коров – 240-305 дней, коз – 240-300, овец – 130-150, кобыл – до 270 дней и более, свиней – 60-70, у верблюдиц – 300 дней.

Стандартной считают лактацию у коров длительностью 305 дней. Если она продолжается более 305 дней, ее называют удлинённой, менее 305 дней – укороченной, но для учета молочной продуктивности она не должна быть менее 240 дней.

За первые 100 дней лактации обычно получают 40-45 % молока, за следующие 100 дней – 30-35% и последующие 100 дней – 20-25% от всего удоя. Поэтому важно создавать наиболее благоприятные условия для коров в первые 100 дней после отела, производить раздой и получать максимальную продуктивность животных.

Молочные железы – симметричные кожные образования. У взрослых коров вымя состоит из четырех долей. Правая и левая половины вымени отделены друг от друга перегородкой, которая выполняет функцию поддерживающей связки. Молочные железы состоят из альвеол, ходов и цистерн. Каждая железа имеет сосок, по которому молоко через сосковый канал выводится наружу.

На рост и развитие молочных желез большое влияние оказывают половые железы, а также гормоны гипофиза и надпочечников.

У телочек до 2-месячного возраста вымя представляет небольшую полость или молочную пазуху, от которой отходит система протоков. С наступлением половой зрелости начинают быстро расти протоки и альвеолярный аппарат. Рост протоков молочной железы происходит под влиянием эстрогенов, а на развитие альвеол необходимо воздействие гормона желтого тела прогестерона. Особенно быстро развиваются молочные – железы во второй половине беременности и первые 2 месяца после отела.

Секреторная деятельность молочной железы зависит от уровня энергетического обмена, дыхания и кровообращения, массажа вымени, ухода за животным, его кормления и содержания.

2. Рост и развитие молочных желез.

Стенка альвеол состоит из одного слоя секреторных клеток, базальной мембраны, слоя миоэпителиальных клеток, кровеносных и лимфатических сосудов. С полости альвеолы начинается емкостная система. Изучением емкостной системы вымени животных занимался профессор Азимов. Общий объем всех полостей молочной железы (от альвеол до цистерн сосков) называется емкостной системой. Общая емкость достигает 18 литров в среднем и может достигать 25 литров.

Клетки наружного слоя альвеол и молочных ходов имеют звездчатую форму и способны быстро сокращаться. Этот слой получил название миоэпителия, который образует вокруг альвеол подобие шаровидной сети. Сокращения миоэпителия происходит под влиянием гормона окситоцина, поступающего к нему по кровеносным капиллярам. Каждая альвеола, будучи сжата снаружи миоэпителиальным слоем, выделяет молоко в соответствующий проток, далее в молочную цистерну, которая переходит в сосковый канал, который в конце соска замыкается специальной кольцевой запирающей мышцей – сфинктером.

Вымя обильно кровоснабжается через наружные срамные артерии, причем между продуктивностью коров и развитием артерий имеется тесная связь. У старых коров, снижающих удой, значительно уменьшается количество мелких артерий. Отток венозной крови осуществляется по подкожным брюшным и наружным срамным венам. У высокоудойных коров вены обычно сильно развиты и выпирают наружу, что можно увидеть визуально.

Иннервация вымени осуществляется соматическими и вегетативными (симпатическими) нервными ветвями. Это три пары поясничных нервов (подвздошно-

подчревный, подвздошно-паховый, наружный семенной) и одной парой крестцовых (промежностных) нервов. Это смешанные нервы, имеющие в своем составе чувствительные, двигательные и симпатические волокна.

Симпатические волокна иннервируют главным образом протоки и кровеносные сосуды.

Железистая ткань вымени иннервируется от наружного семенного и подвздошно-пахового нервов.

В соске у основания имеются мощные сплетения чувствительных нервов. Именно в этой области расположено несколько биологически активных точек которые обладают повышенной болевой чувствительностью, усиленным поглощением кислорода, повышенной электропроводностью. Зона БАТ имеет большое значение в регуляции гомеостаза. Ниной Константиновной Комаровой предложены методы лечебного воздействия на эти точки лазером.

По данным Елисеева, чувствительные нервные окончания морфологически сходны с нервными окончаниями в руке человека.

Закладка молочных желез у коров происходит в эмбриональный период в возрасте плода 1,5 месяца. Сразу после рождения детеныша зачаток его молочной железы образует два вала, соответствующие железистому полю. Этот участок кожи в отличие от других областей тела лишен волосяного покрова. У телочек до 6-месячного возраста вымя представляет небольшую полость, или молочную пазуху, от которой отходит система протоков. В этот период рост вымени происходит за счет жировой и соединительной ткани, а железистая ткань еще слабо развита. В постнатальном онтогенезе рост молочных желез контролируется гормонами яичников – прогестерон – альвеол; аденогипофиза – СТГ (соматотропный гормон) – рост протоков, пролактин – дольки и альвеолы; надпочечников – кортикостероиды – рост протоков.

С наступлением половой зрелости начинают быстро расти протоки и альвеолярный аппарат.

3. Молозиво и его биологическая роль.

Секрет молочной железы, получаемый перед отелом, а также в первые 7-10 дней после него – это молозива. Оно имеет желтовато-белый цвет с розоватым оттенком, солоноватый вкус. В отличие от молока при нагревании свертывается, отличается более высокой плотностью 1,04-1,06, большей вязкостью в 4-4,5 раза, в нем в 2 раза больше сухого вещества, много белка и минеральных веществ. У новорожденных телят слабо выражена бактерицидная активность сыворотки крови – низкое содержание общего белка и γ -глобулинов, только после первого кормления молозивом в их крови увеличивается количество γ -глобулинов, служащих для синтеза иммунных тел.

После потребления молозива иммуноглобулины всасываются в тонком отделе кишечника, и через лимфу циркулирует по организму. Способность тонкого отдела кишечника адсорбировать иммуноглобулины продолжится 24 часа, но наибольшая впервые 3 часа после рождения. Защитные свойства молозива связаны с высокой кислотностью около 50° Т, в молоке всего $16-18^{\circ}$ Т. кислотность предупреждает развитие гнилостной микрофлоры в желудке телят. Высокой кислотностью и содержание большого количества белка и солей объясняется послабляющее действие молозива.

Содержание в молозиве лизоцима придает ему бактерицидные свойства.

4. Молокообразование, синтез составных частей молока.

Сущность процесса молокообразования заключается в поглощении из крови клетками железистого эпителия предшественников молока (аминокислот, летучих жирных кислот), синтезе более сложных продуктов и выделении (экструзия) их из клетки в полость альвеолы в виде готового секрета

Молочная железа – это биологический фильтр, преобразующий плазму крови!

При переходе молока из клеток в альвеолы оно еще не может считаться окончательно синтезированным. Под влиянием ферментов и гормонов молоко созревает в полости альвеол. Важно помнить, что в процессе секреции молока часть его основных элементов подвергается ферментативному расщеплению и всасывается обратно в кровь (реабсорбция), что в свою очередь стимулирует секрецию (Азимов).

Следует различать четыре стадии процесса секреции молока:

1. поглощение «предшественников» молока клетками железистого эпителия из притекающей крови;
2. синтез в эндоплазматическом ретикулуме и сетчатом аппарате Гольджи более сложных продуктов молока (липидов, углеводов, белков);
3. выделение этих продуктов в виде готового секрета через мембрану (экструзия), причем часть секрета (белки, липиды) остается в секреторных клетках и отделяется со следующими порциями молока;
4. восстановление прежней формы и ионного равновесия в клетке и подготовка ее к последующей секреции.

Чтобы попасть в эпителиальную клетку альвеолы, в которой синтезируется молоко, вещества должны проникнуть через сосудистую стенку капилляра: его эндотелий, межклеточные пространства и, наконец, мембрану. Молекулы аминокислот, глюкозы, ацетат и др. легко диффундируют через указанный путь.

Альбумины и иммуноглобулины поступают из крови в молоко, не претерпевая никаких изменений.

В секреторном процессе наряду с диффузией через мембрану играет роль обволакивание веществ поверхностью мембраны. Это явление получило название пиноцитоза.

Синтез белков происходит вследствие поглощения эпителиальными клетками альвеол, предшественников белков из крови – свободных аминокислот. Этот процесс был раскрыт с помощью сопоставления и сравнительного изучения притекающей и оттекающей от вымени крови (артерио-венозная разница). В крови, оттекающей от вымени, постоянно обнаруживается на 0,9-1,2% меньше свободных аминокислот, чем в артериальной крови, следовательно, часть аминокислот синтезируется в эпителиальных клетках в молочный белок.

В молочивный период происходит интенсивное образование альфа- и бета-казеинов, альфа- и бета-лактоглобулина.

Синтез альбуминов и глобулинов молока, как показали опыты с мечеными атомами, происходит как за счет свободных аминокислот полипептидов, так и за счет белков плазмы крови. Синтез молочного жира осуществляется из глицерина и жирных кислот в количестве, составляющем 0,01% объема крови. Этого количества достаточно для образования в течение суток 250 г жира, при этом через вымя должно пройти 2250 кг крови (И.А. Барышников).

Важный источник жира молока – уксусная кислота в форме ацетата. Она образуется в рубце жвачных в результате уксусно-кислого брожения, поэтому чем выше содержание уксусной кислоты в артериальной крови, тем интенсивнее осуществляется синтез жира в молоке. В среднем в рубце образуется от 550 до 1500 г уксусной кислоты.

Избыток в рационе концентратов и измельченного корма (сенная мука) уменьшает образование уксусной кислоты, поэтому снижается и жирность молока. В практических условиях, при помощи сбалансированных рационов и гормонов щитовидной железы можно управлять жирномолочностью коровы. Чем выше активность щитовидной железы, тем выше процент уксусной кислоты в содержимом рубца и выше жирномолочность (Азимов). Скармливание кормов обладающих антигиполипидными веществами (капуста, турнепс) уменьшает жирность молока.

Молочный сахар лактоза образуется из углеводов крови, находящихся в ней в свободном состоянии, при участии ферментов лактосинтетазы, галактозитрансфекразы, гексркиназы. Синтез лактозы осуществляется в эпителиальных клетках. Глюкоза соединяется с фосфорилированной галактозой и образует в эпителиальных клетках лактозу. Огромное значение для процесса молокообразования играет состав рациона, режим кормления и роения животных. Даже температура виды в автопоилках играет важную роль. В молочном животноводстве, на фермах существуют специальные приемы

При выявлении гипоалактрии и агалактрии у животных, они метятся, и такие матки выбраковываются осенью в первую очередь.

У мелких животных, таких как овцы, козы, свиньи в пушном звероводстве молочности матерей придается особое значение. Ее определяют по привесам молодняка до 2 месяцев.

позволяющие достичь оптимальных условий. Такие как раздой, когда индивидуально для каждого животного в этот период определяется количеств корма, при котором животное дает максимальное количество молока. Контрольная дойка, проводится 1 раз в 10 дней. При этом определяется физико-химические исследования молока и его органолептика. Данные заносятся в журнал и используются в последствии для корректировки рациона и последующего отбора животных. Это помогает решить как животных следует оставить в племенном ядре.

5. Нейрогуморальная регуляция секреторной функции молочной железы. Накопление и выведение молока.

5. Регуляция молокообразования и молокоотдачи.

Процесс молокообразования протекает при участии коры полушарий мозга и яда отделов ЦНС, строго согласованных в своей деятельности и образующих единую морфофункциональную структуру, которую можно назвать центром, регулирующим секрецию и выведение молока, или лактационным центром.

Лактационный центр обуславливает подготовку молочной железы к лактации, пуск в ход секреторного процесса, выведение молока. Он находится во взаимодействии с пищевым, дыхательным, сосудодвигательным, половым и другими центрами.

Каждый из отделов центра лактации выполняет свою функцию.

Мотонейронами спинного мозга осуществляется грубая регуляция двигательной функции молочной железы, в продолговатом мозгу регулируется кровоснабжение различных ее частей. Наиболее совершенная регуляция осуществляется промежуточным мозгом: супраоптическими и паравентрикулярными ядрами гипоталамуса, которые при возбуждении выделяют нейросекреты, поступающие в заднюю долю гипофиза.

Нейрогипофиз выделяет в кровь окситоцин и вазопрессин, вызывающие выделение молока.

Аденогипофиз секретирует трофические гормоны (СТГ, пролактин) влияющие на секрецию молока. В гипоталамусе осуществляется координация деятельности молочной железы с другими системами организма.

Таким образом, регуляция лактации осуществляется функцией нервной системы и желез внутренней секреции. Важнейший гормон лактации – пролактин, или маммотропный гормон передней доли гипофиза, не только усиливает секрецию, но и способствует росту молочной железы.

Гормоны щитовидной железы (тиреотропный) усиливают лактацию. Под влиянием тироксина повышается концентрация иммунных глобулинов в молоке.

Надпочечные железы (адреналин - сокращает мышечные образования стенок цистерн и протоков, изменяет процесс жиорообразования; СТГ гипофиза повышает удои на 2-3 кг в сутки.

Окситоцин и пролактин стимулируют лактогенез. Эстрогены и прогестерон тормозят синтез и выделение пролактина из гипофиза.

Существует доминанта лактации – это господствующее состояние нервных центров коры и подкорковых образований характеризующееся у коровы полноценной реализацией рефлекса молокоотдачи.

Фазы регуляции молокоотдачи:

1. Условно-рефлекторная фаза. Условный рефлекс молокоотдачи вырабатывается на все раздражители совпадающие с моментом доения (время, температура, место, доярка, освещенность и т.д.). В следствие этого к моменту доения до 97% разового удоя ударно переходит из альвеолярного отдела в цистерну, что облегчает скорость и полноту выпаивания.

2. Безусловно-рефлекторная фаза. Раздражение рецепторов молочной железы – афферентные нейроны спинных ганглиев – дорсальные рога спинного мозга – вставочные нейроны – нейроны вентральных рогов – эфферентные волокна молочной железы – выделение молока из крупных протоков и цистерн (длительность фазы 1-2 секунды).

3. Нейрогуморальная фаза. Рецепторы – гипофиз (пролактин и окситоцин) – в кровь – миоэпителий альвеолярного аппарата (звездчатые клетки). Выведение молока из альвеол и мелких протоков. Наступает через 25-60 секунд.

Выведения молока из молочных желез сложнорефлекторный акт. Рефлекс молокоотдачи имеет фазный характер.

1. Кратковременное снижение тонуса мускулатуры цистерн.
2. Увеличение емкости цистерн
3. Падение давления в вымени
4. Сокращение звездчатых клеток.
5. Изгнание молока из альвеол

Максимальная отдача молока осуществляется при условии:

1. ласковое, спокойное обращение
2. полное выдаивание
3. соблюдение установленных часов и порядка доения.

1. 18 Лекция № 18 (2 часа).

Тема: «Физиология анализаторных систем»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Значение анализаторов в познании мира. Функциональная организация анализаторов (отделы).
2. Зрительный анализатор. Строение и функции.
3. Слуховой анализатор. Строение и функции.
4. Вестибулярный анализатор. Строение и функции.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Значение анализаторов в познании мира. Функциональная организация анализаторов (отделы).

Восприятие внешнего мира, информацию о внешней и внутренней среде организма – организм получает с помощью анализаторов. Этот термин был введен Иваном Петровичем Павловым в 1909 году и заменил старое название органы чувств, как несоответствующее действительности.

Анализатор означает системы чувствительного преобразования воспринимаемых и анализируемых внешних и внутренних раздражений. В соответствии с современными представлениями анализаторы – это специализированные части нервной системы, включающие периферические рецепторы (органы чувств), отходящие от них нервные волокна и клетки центральной нервной системы, сгруппированные вместе (это сенсорные центры). В сенсорных системах – зрения и слуха – важная роль принадлежит дорецепторному звену – это специализированные адаптированные для эффективности передачи внешнего стимула к нервным структурам – система анатомических образований. Рецепторы – это специализированные чувствительные образования, воспринимающие и преобразующие раздражения из внешней и внутренней сред организма в специфические нервные импульсы. Экстерорецепторы – внешние, интеро – внутренние.

В организме животных существует пять линий связи с внешней средой с участием органов зрения, слуха, осязания, вкуса и обоняния. Наибольшей пропускной способностью информации обладает орган зрения – 1 млн.; на втором месте – осязания 100 тыс.; на третьем – слуха – 10 тыс.; на четвертом и пятом – вкуса и обоняния – меньше 5 тыс. импульсов в 1 с.

2. Общие свойства анализаторов:

1. Высокая чувствительность;
2. Специфичность;
3. Сенсibilизация;
4. Адаптация;
5. Воспроизведение последовательных образов;
6. Контрастность.

Эти особенности обусловлены свойствами их периферических отделов.

- 1) Рецепторы анализаторов обладают высокой чувствительностью по отношению к адекватным раздражителям. Чувствительная рецепция – способность воспринимать раздражитель. Минимальная величина раздражения, вызывающая ощущение, называют порогом чувствительности;
- 2) Раздражитель определенного вида воспринимается рецепторным отделом специфичность;
- 3) Сенсibilизация – это повышенная чувствительность, возникающая под влиянием многократных раздражений;
- 4) Адаптация – приспособление к определенной силе раздражителя;
- 5) Физиологические процессы, протекающие в анализаторе, не заканчиваются с прекращением раздражения, а продолжают некоторое время – последовательные образы;
- 6) Контрастность – ощущение на адекватный раздражитель повышается, если ему предшествует или сопутствует резко отличающиеся раздражители.

Структурно – функциональная организация сенсорных систем.

Каждый анализатор состоит из трех отделов: рецепторного (воспринимающего), проводящего (нервные волокна) и центрального (подкорковые и корковые центры) (табл. 11).

Рецепторы – это специализированные чувствительные образования, воспринимающие и преобразующие раздражения разных видов энергии (световой, химической, механической и тепловой) из внешней и внутренних сред организма в специфические нервные раздражения.

В зрительном анализаторе рецепторы – световые, в обонятельном и вкусовом – химические, в слуховом, вестибулярном и двигательном – механические, в кожном – несколько видов рецепторов. Причем в каждом анализаторе рецепторы представлены несколькими группами, реагирующими на отдельные характеристики одного и того же сигнала. Например, внутренние и наружные волосковые (слуховые) клетки внутреннего уха воспринимают соответственно громкие и тихие звуки, вкусовые луковицы в разных участках языка воспринимают горький, кислый, соленый или сладкие вкусы и т.д. в сенсорных системах зрения и слуха – важная роль принадлежит дорецепторному звену – это специализированные адаптированные для эффективности передачи внешнего стимула к нервным структурам – система анатомических образований.

Назначение центрального отдела каждого анализатора – создание цельного образа сигнала (предмета, явления) внешней и внутренней среды путем анализа и синтеза нервных импульсов, поступивших от соответствующих рецепторов. Точность соответствия создающегося в мозге образа истинному внешнему или внутреннему сигналу достигается постепенно на пути от подкорковых центров к корковому.

2. Зрительный анализатор. Строение и функции.

Зрительный анализатор – дистантный, более древний, приспособлен для восприятия световых волн. Благодаря зрению животное свободно ориентируется во внешней среде, воспринимает силу света, цвет, форму предметов, расстояние, перемещение предметов в пространстве.

Глазное яблоко имеет почти шарообразную форму и состоит из оптической и фоторецепторной частей, имеет оболочки: белочную, сосудистую и сетчатую.

Световой луч проходит сначала через роговицу, имеющую выпуклую форму в виде часового стекла, которая не имеет кровеносных сосудов и прозрачна. Затем через переднюю камеру глаза, заполненную водянистой жидкостью, и зрачок (живая диафрагма, она способна сужаться и расширяться) – в заднюю камеру глаза и попадает на хрусталик. От хрусталика световой луч проходит через стекловидное тело на сетчатку. Роговица, жидкость передней и задней камер глаза, хрусталик и стекловидное тело представляют собой оптическую систему глаза, называемую преломляющей системой.

Нормальный глаз благодаря преломляющей системе способен хорошо видеть предметы отдаленные и находящиеся вблизи. Хрусталик вследствие своей упругости изменяет форму в результате сокращения или расслабления ресничной мышцы. При рассматривании предметов на близком расстоянии хрусталик приобретает более выпуклую форму, и, наоборот, при рассматривании предметов на далеком расстоянии – более плоскую. При этом изменяется показатель его преломления. Свойство глаза хорошо видеть предметы вблизи и вдали называется аккомодацией.

Механизм аккомодации регулируется нервной системой и обеспечивает фокусировку световых лучей, проходящих через преломляющую систему глаза, на сетчатке.

Наружный слой сетчатки состоит из пигментных клеток, которые препятствуют рассеиванию световых лучей; внутренний слой – из клеток, называемых палочками и колбочками. Они и являются рецепторами, воспринимающими световые раздражения. В палочках и колбочках в результате сложных биохимических процессов, протекающих в них, световая энергия вызывает в нервных волокнах биоэлектрические явления – возбуждение, которое затем по проводящей системе направляется в головной мозг.

Палочки – орган сумеречного зрения, их в 15–20 раз больше, чем колбочек. На сетчатке они располагаются равномерно и обладают большой чувствительностью к свету.

Палочки в сетчатке в большей степени представлены у животных, ведущих ночной образ жизни (летучая мышь, сова, крот, кошка). У животных, ведущих дневной образ жизни, в сетчатке находятся преимущественно колбочки (голуби, куры, домашние животные).

Колбочки – орган дневного зрения, их меньше, чем палочек, они располагаются главным образом в центральной ямке на оптической оси сетчатки в так называемом *желтом пятне*.

В палочках происходит сложная фотохимическая реакция. Содержащийся в них красный пигмент *родопсин* (зрительный пурпур) на свету превращается в желтый пигмент *ретинен*. В темноте происходит обратное превращение ретинена в родопсин. Оба эти пигмента состоят из белка и витамина А. Количественные соотношения родопсина, ретинена и витамина А устанавливаются в зависимости от степени освещенности сетчатки. Недостаточное содержание витамина А вызывает так называемую «куриную слепоту» – плохую видимость при сумеречном освещении.

Существует трехкомпонентная теория цветового зрения, впервые высказанная М.В.Ломоносовым, а позднее развитая Гельмгольцем.

В сетчатке имеются три типа колбочек, содержащих различные вещества, которые распадаются при действии на сетчатку электромагнитных волн определенной длины, характеризующих тот или иной цвет. При этом происходит раздражение нервных окончаний, импульсы передаются в кору мозга, где суммируются и создают ощущение цвета.

Лошади способны различать почти все цвета, а крупный рогатый скот – только красный, зеленый, синий и желтый. Собаки и коты почти не различают цветов. Человек и некоторые обезьяны хорошо различают все цвета.

Проводящие пути от сетчатки в корковый отдел мозга начинаются со зрительного нерва, который имеет около миллиона нервных волокон и передает в мозг огромное количество информации. В месте выхода зрительного нерва отсутствуют колбочки и палочки. Этот участок получил название *слепого пятна*.

У животных (и особенно у человека) хорошо развито пространственное зрение. Восприятие пространства, удаленности предметов – не врожденная способность. Оно основано на образовании условных рефлексов.

Человеку и некоторым животным свойственно бинокулярное зрение. Изображение предмета возникает на определенных точках сетчаток обоих глаз, в результате возникает один образ предмета. У животных с боковым расположением глаз (лошадь, заяц) поле зрения больше, чем у других животных, у которых глаза находятся на передней поверхности головы (кошка).

Для защиты глаз от повреждений, микроорганизмов, пыли и иссушения ветром существуют защитные приспособления глаза.

Верхние веки рефлекторно закрываются при раздражении роговицы. По краям век расположены железы, выделяющие глазную смазку, которая при мигании расплывается по главному яблоку и предохраняет его от высыхания. У копытных есть еще третье веко – мигательная перепонка. У млекопитающих в углу глаза имеется слезный бугорок (слезная железа), который выделяет слезы, увлажняющие глаз и смывающие пыль. Фермент слез лизоцим, обладающий бактерицидным действием, охраняет глаз от проникновения в него микробов.

В передней и задней камерах находится водянистая жидкость, которая из крови получает питательные вещества и доставляет их роговице, хрусталику и стекловидному телу. Стенки кровеносных сосудов глаза являются барьером. Они пропускают туда и

обратно только некоторые вещества (воду, кислород, углекислоту и др.) и не пропускают ядов, микробов, форменных элементов, осуществляя защитную функцию глаза.

Зрительный нерв имеет около миллиона волокон и передает от сетчатки в мозг огромное количество информации. Но чтобы не нарушать работу мозга, он фиксирует только главное, не реагирует на сигналы многократно повторяющиеся. Глаз помимо воли и сознания скользит по изображению, фиксируя характерное свойство предмета, информация о котором передается в затылочную область мозга.

Зрительный нерв на нижней поверхности головного мозга перекрещивается, волокна с левого глаза направляются в затылочную область правого полушария мозга, а с правого глаза – в левое полушарие. Часть волокон зрительного нерва заканчивается в передних буграх четверохолмия (средний мозг). Здесь расположены центры рефлексов, связанных со зрительной ориентировочной реакцией животного.

3. Слуховой анализатор. Строение и функции.

Слуховой анализатор – дистантный, воспринимает звуковые колебания и преобразует их в слуховые ощущения. Он представлен наружным, средним и внутренним ухом.

Наружное ухо (ушная раковина и наружный слуховой проход) улавливает звуковые колебания, которые при участии барабанной перепонки передаются в среднее ухо.

Среднее ухо – барабанная полость, где находятся слуховые косточки (молоточек, наковальня, чечевичеобразная косточка, стремечко). Благодаря им увеличивается в 50-60 раз давление звуковой волны при передаче с барабанной перепонки на перепонку овального окна.

Внутреннее ухо является органом, воспринимающим звуки. Состоит из костного и перепончатого лабиринтов. Перепончатый лабиринт заключен в костный. Между стенками лабиринтов имеется пространство, заполненное жидкостью – перилимфой. Внутри перепончатый лабиринт также заполнен жидкостью – эндолимфой. В лабиринте расположен рецепторный аппарат слухового анализатора – кортиев орган, несущий опорные и волосковые клетки, воспринимающие звуковые колебания. Окончания слухового нерва связаны с волосковыми клетками.

Звуковые колебания воздействуют на слуховой нерв следующим образом. Звуковая волна через наружный слуховой проход вызывает колебания барабанной перепонки. Молоточек передает эти колебания на наковальню, затем на чечевичеобразную косточку и на стремечко. Колебания стремечка через мембрану овального окна передаются на жидкость внутреннего уха. Давление в среднем ухе поддерживается на уровне атмосферного через евстахиеву трубу.

Колебание жидкости во внутреннем ухе, распространяясь, колеблет волоски слуховых клеток кортиева органа, в них возникает возбуждение, которое и передается на окончания нервных волокон.

Возникающий при этом рецепторный потенциал возбуждает через синапсы окончания кохлеарного нерва. Волокна кохлеарного нерва идут в составе вестибулокохлеарного нерва к продолговатому мозгу, его оливе и кохлеарному ядру, затем по цепи вставочных нейронов слуховой системы (в продолговатом мозгу, среднем мозгу и таламусе) в слуховую зону коры (височную долю), имеющую сенсорные и ассоциативные нейроны.

Частота звуковых колебаний определяет частоту зарядов, возникающих в волокнах кохлеарного нерва.

Высота звука зависит от числа колебаний в секунду. Ухо человека воспринимает их от 16 до 20, ухо собаки – более 40 тыс. Слух у лошади и рогатого скота острее, чем у человека.

4. Вестибулярный анализатор. Строение и функции.

Анализатор равновесия тела у наземных животных возник в связи с развитием у них подвижности головы и представлен вестибулярным аппаратом. Он является *анализатором положения тела в пространстве и направления его движения*.

В преддверии перепончатого лабиринта слухового анализатора находится отолитовый аппарат, состоящий из двух мешочков – овального и круглого, в которых заложены рецепторы. От овального отходят три полукружных канала, расположенных во взаимно перпендикулярных областях, так как люди и животные живут в трехмерном пространстве.

В мешочках имеются волосковые клетки, эндолимфа и перепонка с отолитами. В зависимости от положения головы перепонка либо растягивает волоски, либо их сдавливает, поэтому отолитовый аппарат сигнализирует о положении головы в пространстве.

Вестибулярный аппарат связан почти со всеми отделами центральной нервной системы и корой больших полушарий, обеспечивает согласованные действия двигательного аппарата.

1. 19 Лекция № 19 (2 часа).

Тема: «Физиология высшей нервной деятельности (ВНД).»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Условный рефлекс как форма приспособления животных к изменяющимся условиям существования.
2. Особенности и различия условных и безусловных рефлексов.
3. Методы выработки условных рефлексов.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Условный рефлекс как форма приспособления животных к изменяющимся условиям существования.

Сложные или рефлекторные реакции, осуществленные корой больших полушарий и ближайшие к ней подкорковые образования, составляют основу высшей нервной деятельности, обеспечивающей совершенное приспособление к окружающей среде, в отличие от ВНД – низшая НД направлена на объединение функций внутри организма.

Безусловные рефлексы – это индивидуальные и видовые генетически закрепленные, осуществляемые с участием центральной нервной системы стереотипные реакции организма на внешние и внутренние раздражители. Безусловный рефлекс может быть простым (смыкание век при близком движении предмета) и сложными цепными реакциями, в которых конец одного рефлекса является началом другого и называется инстинктом (постройка бобрами плотина, сот пчелами, гнезд птицами).

Безусловные рефлексы делятся на пищевые, оборонительные, половые и ориентировочные. Однако при помощи безусловных рефлексов организм не может приспособиться к изменяющимся условиям среды. Сохранение жизнедеятельности и приспособлений к окружающей среде осуществляется благодаря образованиям в коре головного мозга *условных рефлексов*. Это индивидуально приобретенные в процессе жизни или специального обучения системы приспособительных реакций, возникающих на основе образования временной связи. Биологическое значение условных рефлексов заключается в резком расширении числа сигнальных, значимых для организма раздражителей, что обеспечит более высокий уровень адекватного поведения.

Для образования условных рефлексов необходимо: 1) неоднократное совпадение во времени индифферентного и безусловного раздражителя; 2) предшествование условного раздражителя безусловному; 3) индифферентный раздражитель должен быть слабее безусловного, но достаточной силы, чтобы вызвать возбуждение; 4) достаточно высокая возбудимость корковых клеток, т.е. ограничение коры от посторонних раздражителей; 5) многократное сочетание безусловного и индифферентного раздражителей.

Образование условного рефлекса основано на установлении временных связей между двумя группами клеток коры головного мозга, воспринимающих возбуждение условных и безусловных раздражителей. Они имеют временный характер и пропадают за не надобностью. Под влиянием безусловного раздражителя происходит возбуждение соответствующего центра в подкорковой области и одновременно импульсы поступают в кору головного мозга, в так называемые представительства центра безусловного рефлекса. Условный сигнал вызывает возбуждение в корковом отделе соответствующего анализатора и между двумя этими центрами устанавливается *временная связь*, так как центр безусловного представительства притягивает импульсы от центра возбужденного условным раздражителем. После нескольких сочетаний условного и безусловного раздражителя временная связь становится более прочной. Благодаря наличию такой временной связи – действие только условного раздражителя, без подкрепления безусловным, вызывает возникновение двух очагов возбуждения и ответную реакцию, соответствующую действию безусловного раздражителя.

2. Особенности и различия условных и безусловных рефлексов.

Безусловные рефлексы – это врожденные, генетически запрограммированные формы поведения, передающиеся по наследству и не изменившиеся в ходе индивидуального развития организма.

Особенности безусловных рефлексов:

- безусловные рефлексы (БР) являются видовыми реакциями, то есть свойственными всем без исключения представителям данного вида
- передаются по наследству
- БР может вызывать не любой раздражитель, а лишь строго действующий на конкретную рецептивную зону этого безусловного рефлекса. Такой раздражитель называют безусловным.
- ни один из БР не является биологически нейтральным. Все они характеризуются четкой биологической направленностью.
- БР не может быть произвольным, то есть по желанию задержан животными, если подействовал безусловный раздражитель, то обязательно будет БР.

Наиболее распространенная классификация безусловных рефлексов основывается на их биологической значимости для организма. Выделяют следующие виды безусловных рефлексов:

- пищевые
- половые

- защитные (оборонительные)
- ориентировочно - исследовательские БР (реакция по типу «Что такое?»).

Другая классификация основана на степени сложности безусловных рефлексов:

- простые (например, коленный рефлекс)
- сложные (например, акт глотания пищи)
- сверхсложные (инстинкты у животных).

Роль БР в жизнедеятельности организма заключается в следующем:

-БР дают возможность быстро, без предварительного обучения, приспосабливаться к среде обитания,

-БР образуют первоначальный фундамент (основу), на котором возникают условные рефлексы.

Условный рефлекс - это индивидуально приобретенная деятельность организма, не передающаяся по наследству. Условные рефлексы являются универсальной формой приспособления организма к условиям окружающей среды. Чем выше уровень организации центральной нервной системы, тем больший объем в поведении животного занимают условно-рефлекторные формы поведения.

Особенности условного рефлекса:

- не является видовым
- не передается по наследству
- условный рефлекс может быть вызван любым раздражителем, не имевшем ранее никакого отношения к данной реакции
- условный рефлекс непостоянен во времени: может с течением времени либо изменяться, либо исчезать совсем.

Классификация условных рефлексов

В настоящее время существует около десяти различных классификаций условных рефлексов. Вот некоторые из них:

1. По названию тех безусловных рефлексов, на базе которых вырабатываются условные рефлексы:

- пищевой
- половой
- оборонительный

2. По типу рецепторов рефлексы делят на:

- экстерорецептивные
- интерорецептивные

Условные экстерорецептивные рефлексы вырабатываются при действии раздражителя (стимула) на так называемые внешние рецепторы: глаз, ухо, рецепторы обоняния и вкуса.

Интерорецептивные рефлексы образуются при раздражении внутренних органов.

3. Условные рефлексы разделяют по эффекторному признаку на:

- вегетативные (слюноотделение, изменение деятельности сердца)
- соматические (тот или иной вид движения животного).

4. По временному соотношению между действием условного и безусловного раздражителей выделяют две группы условных рефлексов:

- наличных
- следовых

При выработке условных наличных рефлексов, подкрепляющий безусловный раздражитель применяется на фоне продолжающегося действия условного сигнала.

Следовые рефлексы вырабатываются в условиях, когда безусловный раздражитель подают через некоторое время после выключения условного, т. е. выработка условного рефлекса происходит на след от сигнального стимула. Например, собаке дают пищу (безусловный раздражитель) после прекращения звонка.

5. По выработке условного рефлекса на базе другого условного рефлекса различают условные рефлексы второго, третьего порядка и т. д. Рефлексы первого порядка – это условные рефлексы, выработанные на базе безусловных рефлексов (классические условные рефлексы). Условные рефлексы второго порядка вырабатываются на базе условных рефлексов первого порядка, при которых безусловный стимул отсутствует. Условный рефлекс третьего порядка образуется на базе условного рефлекса второго порядка. Чем выше порядок условных рефлексов, тем труднее идет их выработка. У собак удается образовать условные рефлексы только до третьего порядка.

3. Методы выработки условных рефлексов.

Условный рефлекс образуется при сочетании безусловного рефлекса с каким-либо индифферентным раздражителем. Одновременное раздражение двух пунктов центральной нервной системы приводит, в конце концов, к возникновению между ними временной связи, благодаря чему индифферентный раздражитель ранее никогда не связанный с сочетаемым безусловным рефлексом, приобретает способность вызывать этот безусловный рефлекс. Таким образом, в основе физиологического механизма образования условного рефлекса лежит процесс замыкания временной связи между центром условного раздражителя и центром безусловного рефлекса.

Образование этой временной связи возможно либо за счёт появления новых синаптических контактов между этими центрами, либо за счёт активации ранее неактивных синапсов.

Условный рефлекс – индивидуальная приобретённая деятельность организма в ответ на сигнальный раздражитель, проявляющаяся лишь при определённых условиях.

Правила выработки:

1. Действие условного (индифферентного) стимула обязательно должно предшествовать действию безусловного раздражителя;
2. Необходимо многократное совместное предъявления условного и безусловного стимулов;
3. Требуется наличие бодрствующего состояния животного, отсутствие болезней, высокая функциональная активность мозга;
4. Отсутствие посторонних раздражителей;
5. Требуется наличие высокой мотивации по безусловному раздражителю.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).

Тема: «Введение в курс физиологии»

2.1.1 Цель работы: введение в курс физиологии и этологии животных

2.1.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с правилами работы в учебной аудитории при выполнении лабораторных и практических занятий.

2. Инструктаж по технике безопасности и охране труда.

3. Методы и приборы, применяемые при физиологических исследованиях

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Лист инструктажа по технике безопасности

2. электростимулятор

3. миограф

4. кимограф

2.1.4 Описание (ход) работы:

2.1 Лабораторная работа № 2 (2 часа).

Тема: «Биоэлектрические явления в организме»

2.1.1 Цель работы: Ознакомиться с биоэлектрическими явлениями в животном организме

2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить историю открытия биопотенциалов

2. Воспроизвести первый опыт Гальвани

3. Воспроизвести второй опыт Гальвани

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка

2. электростимулятор

3. гальванический пинцет

4. препаровальный набор

5. физиологический раствор

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Первый опыт Гальвани

1. После декапитации лягушку перережьте пополам, удалите внутренние органы. Снимите с задней нижней части тела кожу над 7-10 спинномозговыми нервами.
2. С помощью медного крючка подвесьте препарат к пинцету Гальвани. Соприкасаясь с обеими ножками пинцета Гальвани лягушка «вздрагивает».
3. Объясните причину возникновения гальванического тока.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Второй опыт Гальвани.

1. Из одной конечности лягушки приготовьте нервно-мышечный препарат, а другую перережьте пополам в области бедра.
2. Седлищный нерв препарата набросьте одновременно на поврежденную и неповрежденную часть второй конечности.
3. При этом будете наблюдать сокращение лапки, то есть появление биотока между поврежденной и неповрежденной частью лапки.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Вторичный тетанус (опыт Матеуччи).

1. Приготовьте два нервно-мышечных препарата, положите их на пробковую пластину рядом.
2. Нерв второго препарата набросьте на икроножную мышцу первого препарата.
3. Под нерв первого препарата подведите электроды от электростимулятора и раздражайте его электрическим током надпороговой величины. При этом возникает тетаническое сокращение мышц обеих лапок (на второй – вторичный тетанус). Сделайте выводы о причине сокращения мышц второго препарата.

Результат:

Вывод:

2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).

Тема: «Общие свойства возбудимых тканей»

2.1.1 Цель работы: Изучить общие свойства возбудимых тканей

2.1.2 Задачи работы:

1. Научиться изготавливать нервно-мышечный препарат.
2. Провести исследование возбудимости и проводимости нервной и мышечной ткани

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. препаровальный набор
3. электростимулятор
4. физиологический раствор
5. исследовательский столик

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА № 1. Приготовление нервно-мышечного препарата.

1. Обездвижьте лягушку, удаляя, головной и разрушая спинной мозг.

Лягушку заверните в марлевую салфетку (оставьте только голову). Большими ножницами отрежьте верхнюю челюсть за глазами. Металлическим стержнем разрушите спинной мозг.

2. Удалите передний отдел туловища. Положите лягушку в кювету брюшком кверху и большими ножницами вырежьте внутренности у лягушки. Отступя на 0,5-1 см кпереди от места выхода седалищных нервов, перережьте лягушку поперек пополам. Используя салфетку, снимите кожу с задних лапок чулком.

3. Выделите бедренный нерв, отпрепарируйте все мышцы, кроме икроножной. Большими ножницами выстригите копчиковую кость и разрежьте лягушку в лонном сочленении пополам. Держа маленьким пинцетом остаток позвоночника маленькими ножницами отпрепарируйте седалищный нерв до коленного сустава. Вылущите головку бедренной кости, и ножницами срежьте все мышцы бедра. На этом этапе препарат называется реоскопической лапкой (остаток позвоночника, седалищный нерв, бедренная кость с головкой и вся лапка)

4. Для приготовления нервно-мышечного препарата необходимо отпрепарировать икроножную мышцу вместе с ахилловым сухожилием, кость голени отрезают (остаток позвоночника, седалищный нерв, бедренная кость с головкой и икроножная мышца с ахилловым сухожилием).

5. Седалищный нерв не травмируйте, не прикасайтесь металлическими предметами, держите постоянно влажным, капая раствором Рингера.

Результат:

Вывод:

РАБОТА № 2. Исследование возбудимости и проводимости нервно-мышечного препарата на различные виды раздражителей

На седалищный нерв, а затем на икроножную мышцу реоскопической лапки воздействуйте различными раздражителями:

1. электрическим (гальванический пинцет, электростимулятор)
2. механическим (сдавливайте пинцетом)
3. химическим (накладывайте кристаллики поваренной соли)
4. термическим (прикладывайте стеклянную палочку, нагретую на спиртовке)

Результат:

Вывод:

РАБОТА № 3. Определение порога возбудимости нерва и мышцы.

1. Электростимулятор включите в сеть, электроды подведите под седалищный нерв реоскопической лапки (нервно-мышечного препарата), и найдите порог возбудимости, т.е. наименьшую величину раздражителя.

2. Электроды перенесите непосредственно на икроножную мышцу и вновь найдите порог возбудимости.

3. Сравните возбудимость этих тканей.

Запишите результат и сделайте вывод.

4. Убедившись в физиологической целостности нерва, наложите лигатуру на середину седалищного нерва и раздражайте нерв, прикладывая электроды впереди, а затем позади лигатуры.

Результат:

Вывод:

2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часа).

Тема: «Виды и режимы мышечных сокращений»

2.1.1 Цель работы: изучить виды и режимы мышечных сокращений

2.1.2 Задачи работы:

1. Оптимум и пессимум частоты и силы действующего раздражителя
2. Запись и анализ одиночного мышечного сокращения
3. Запись и анализ тетанического мышечного сокращения

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. электростимулятор
3. штатив с пробкой

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА № 1. Запись одиночного мышечного сокращения

Готовят мышечный препарат (бедренная кость с головкой, икроножная мышца с ахилловым сухожилием) и укрепляют его в штативе за миограф. Электростимулятор включают в сеть, электроды направляют в мышцу, находят порог раздражения надпороговой величины. Миограф приближают к барабану кимографа и осуществляют запись одиночного мышечного сокращения. Полученный результат зарисовать или вклеить миограмму и сделать вывод.

Результат:

Вывод:

РАБОТА № 2. Запись тетанического сокращения.

1. Приготовьте мышечный препарат и укрепите его в штативе за миограф.
2. Электростимулятор включите в сеть, электроды направьте в мышцу, найдите порог раздражения надпороговой величины.
3. Миограф приблизьте к барабану кимографа. Подберите такую частоту раздражения, чтобы каждый новый стимул приходил к мышце в тот момент, как только начнется ее расслабление – запишите **зубчатый тетанус**.
4. Увеличивая ритм раздражения так, чтобы новый ритм приходил в тот момент, когда мышца еще не успеет расслабиться от предыдущего раздражения, но рефрактерная фаза уже закончиться – получаем **гладкий тетанус**.

Результат:

Вывод:

2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часа).

Тема: «Сила и работа мышц»

2.1.1 Цель работы: Изучить возможность мышц к выполнению работы

2.1.2 Задачи работы:

1. Работа мышцы при разных нагрузках
2. Определение абсолютной и относительной силы мышцы

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. штатив с пробкой
3. препаровальный набор
4. набор грузиков
5. электростимулятор

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА № 1. Работа мышцы при разных нагрузках, определение абсолютной и относительной силы мышцы.

1. Приготовьте нервно-мышечный препарат и укрепите его в вертикальном кимографе. Подберите силу тока, которая вызывает максимальное сокращение мышцы.
2. Наносите раздражение на мышцу без груза, запишите сокращение.
3. На нижний крючок миографа подвесьте грузик, и раздражайте мышцу одиночными ударами и запишите на барабане кимографа высоту мышечного сокращения.
4. Постепенно увеличивая нагрузку и раздражая мышцу одной и той же силой тока, запишите ряд мышечных сокращений и найдите груз, который мышца будет в состоянии только удерживать – это будет максимальная сила мышцы.
5. Абсолютная сила мышцы равна частному от деления максимальной силы на площадь поперечного сечения мышцы.
6. Определив силу мышцы, вычислите работу для каждой нагрузки и заполните таблицу:

Нагрузка в граммах	Величина сокращения, записанная на кимографе	Произведенная работа

Вывод:

2.6 Лабораторная работа № 6 (2 часа).

Тема: «Утомление мышц. Современные теории мышечного утомления»

2.1.1 Цель работы: Изучить механизм утомления мышц

2.1.2 Задачи работы:

1. Утомление мышцы при работе

2. Определение локализации утомления в нервно-мышечном препарате

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. электростимулятор
3. штатив с пробкой
4. набор грузиков

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Утомление мышц при работе

1. **Влияние частоты раздражения.** Приготовьте два мышечных препарата. Электроды от электростимулятора направляйте в мышцу и найдите порог возбудимости мышцы. Раздражайте мышцу с частотой 1 Гц и на барабане кимографа запишите кривую утомления. Замените мышечный препарат и повторите опыт, увеличив частоту раздражения до 5 Гц и на барабане кимографа запишите кривую утомления. Вклейте или зарисуйте в рабочую тетрадь полученные кривые утомления.

2. **Влияние частоты нагрузки.** Приготовьте два мышечных препарата. Закрепите один в штативе за миограф. За нижний крючок миографа подвесьте грузик массой 40 г, электроды направьте в икроножную мышцу и раздражайте ее с частотой 1 Гц. Запишите кривую утомления на барабане кимографа. Замените мышечный препарат, нагрузку увеличьте в два раза, а раздражение наносите с той же частотой. Запишите кривую утомления. Вклейте или зарисуйте в рабочую тетрадь полученные кривые утомления.

3. **Локализация утомления в нервно-мышечном препарате.** Приготовьте нервно-мышечный препарат. Электроды от электростимулятора подведите под седалищный нерв и раздражайте одиночными ударами электрического тока. Запишите на барабане кимографа кривую утомления. Электроды перенесите на мышцу и вновь раздражайте одиночными ударами электрического тока.

Результат:

Вывод:

2.7 Лабораторная работа № 7 (2 часа).

Тема: «Коллоквиум по разделу «Возбудимые ткани»»

2.1.1 **Цель работы:** Подвести итог изучения темы Возбудимые ткани

2.1.2 **Задачи работы:**

1. Закрепить пройденный материал

2.1.3 **Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

2.1.4 **Описание (ход) работы:**

Тестирование по теме «Возбудимые ткани»

2.8 Лабораторная работа № 8 (2 часа).

Тема: «Рефлекторный принцип деятельности ЦНС. Рефлекторная дуга и ее элементы. Рефлексы спинного мозга»

2.1.1 Цель работы: Изучить строение рефлекторной дуги

2.1.2 Задачи работы:

1. Рецептивное поле рефлекса
2. Анализ рефлекторной дуги.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. электростимулятор
3. физиологический раствор

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Анализ рефлекторной дуги

1. Спинальную лягушку зафиксируйте на крючке штатива и через 4-5 минут приступайте к опыту. Кончики пальцев задней конечности погрузите в 0,5%-ный раствор серной кислоты, осуществляется оборонительный рефлекс в виде сгибания конечности. Смойте кислоту, погрузив лапку в стакан с водой.
2. В области средней трети голени сделайте циркуляторный разрез кожи, снимите ее с конечности. Остаток кожи на кончиках пальцев срежьте и погрузите лапку в 0,5%-ный раствор кислоты – рефлекс не осуществляется. При действии на вторую лапку, рефлекс осуществляется. Объясните.
3. На целой задней конечности в области бедра обнажите седалищный нерв, перевяжите ниткой и перережьте ниже места перевязки. Погрузит лапку в 0,5%-ный раствор кислоты – рефлекса нет. Объясните, почему.
4. В позвоночный канал введите иглу, разрушив спинной мозг. Раздражайте седалищный нерв – рефлекс не осуществляется. Сделайте вывод.
5. Лягушку с разрушенным спинным мозгом перережьте пополам, подведите под корешки седалищного нерва электроды, замкните цепь: в момент раздражения наблюдается движение конечности препарата.

Результат:

Вывод:

2.9 Лабораторная работа № 9(2 часа).

Тема: «Физиология ЦНС. Рефлекторный принцип деятельности ЦНС»

2.1.1 Цель работы: Изучить зависимость деятельности нервной системы от силы и времени действия раздражителя

2.1.2 Задачи работы:

1. Зависимость времени рефлекса от силы раздражителя

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. препаративный набор

3. 0,1,03,05,1% раствор серной кислоты

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Зависимость времени рефлекса от силы раздражителя.

1. Спинальную лягушку подвесьте на штативе. Кончики задней лапки погрузите в 0,1%-ный раствор соляной кислоты и по секундной стрелке часов определите время рефлекса (от момента раздражения до отдергивания лапки). Можно подсчет вести с помощью метронома.
2. После обмывания лапки в воде погружайте ее в 0,3%, 0,5%, 1% -ный раствор серной кислоты через каждые 2-3 минуты с последующим обмыванием. Результаты запишите в таблицу.

2.10 Лабораторная работа № 10 (2 часа).

Тема: «Явления возбуждения и торможения в ЦНС»

2.1.1 Цель работы: Изучить явления возбуждения и торможения в ЦНС

2.1.2 Задачи работы:

1. Центральное торможение по И. М. Сеченову.
2. Периферическое торможение рефлексов

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. препаровальный набор
3. поваренная соль
4. электростимулятор

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Сеченовское торможение.

1. Возьмите лягушку (в марлевой салфетке) в левую руку, указательным пальцем наклоните ее голову. За носовыми отверстиями между глазницами сделайте П-образный разрез кожи по направлению к основанию черепа. Заверните лоскут кожи назад. Таким же образом рассеките кости черепа и удалите их. Чтобы не повредить головной мозг бранши ножниц прижимайте к внутренней поверхности черепа.
3. Через 3-4 минуты определите (секундомером) время рефлекса при погружении лапки в 0,3%-ный раствор серной кислоты, промойте лапку водой.
4. На обнаженную и осушенную поверхность зрительных бугров положите кристаллы поваренной соли и через 1-2 минуту определите время рефлекса на тот же раздражитель (0,3%-ный раствор серной кислоты).

Результат:

Вывод:

2. Скальпелем удалите большие полушария и переднюю половину зрительных бугров. Раневое отверстие закройте лоскутом кожи и подвесьте

РАБОТА 2. Торможение спинномозговых рефлексов.

1. Спинальную лягушку зафиксируйте в штативе.
2. Определите время рефлекса сгибания лапки при погружении задней лапки в 0,5%-ный раствор серной кислоты, смойте кислоту с лапки дистиллированной водой.
3. Одновременно с опусканием задней лапки в 0,3%-ный раствор серной кислоты, вторую лапку сдавите пинцетом. Запишите результат (как изменилось время рефлекса) объясните причину изменения
4. Проверьте, восстанавливается ли прежнее время рефлекса после прекращения сдавливания второй лапки.
5. Возьмите лягушку-самца за бока, слегка поглаживайте кожу спины, при этом появляется рефлекс квакания.
6. Сдавите в это же время пинцетом лапку, рефлекс кваканья прекратиться, а с прекращением сдавливания рефлекс кваканья восстановится.

Результат:

Вывод:

2.11 Лабораторная работа № 11 (2 часа).

Тема: «Явления возбуждения и торможения в ЦНС»

2.1.1 Цель работы: Изучить явления возбуждения и торможения в ЦНС

2.1.2 Задачи работы:

1. Исследование суммации возбуждения в нервных центрах.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. препаровальный набор
3. электростимулятор

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Последствия удаления различных частей головного мозга.

1. Ознакомьтесь со строением головного мозга лягушки и зарисуйте.
2. Удалите у лягушки большие полушария: остроконечным скальпелем, чтобы не повредить промежуточный мозг, под углом сделайте разрез по заднему краю больших полушарий. Рану закройте лоскутом кожи и наблюдайте за животным.
3. Проверьте на этой лягушке рефлексы: а) позы (переверните на спину); б) защитные (ущипните пинцетом лапку); в) плавательные (поместите в чашку с водой). Сделайте выводы.
4. Удалите у этой же лягушки промежуточный и средний мозг: на уровне продолговатого мозга экстернируйте промежуточный и средний мозг. Проверьте рефлексы: а) позы (переверните на спину); б) защитные (ущипните пинцетом лапку); в) плавательные (поместите в чашку с водой). Сделайте выводы.
5. Удалите у этой лягушки продолговатый мозг: разрушите мозг препаровальной иглой. Проверьте рефлексы: а) позы; б) защитные; в) плавательные. Сделайте выводы.

6. Удаление половины мозжечка: у свежей лягушки, обнажив головной мозг, удалите левую или правую половину мозжечка, расположенную в виде полоски кпереди от продолговатого мозга. При этом сначала мозжечок перережьте по вертикальной (срединной), а затем по горизонтальной линии, отделяя от остальных частей головного мозга.

7. Наблюдайте за лягушкой: она сидит с наклоненной головой и искривленным в сторону удаленной половины мозжечка туловищем (исчез рефлекс позы). Ущипните пинцетом конечность – лягушка прыгает (сохранились локомоторные рефлексy), но переворачивается в воздухе (отсутствует координация движений). Поместите лягушку в чашку с водой (она плавает по кругу).

Результат:

2.12 Лабораторная работа № 12 (2 часа).

Тема: «Коллоквиум по разделу «Физиология ЦНС»

2.1.1 Цель работы: Подвести итог изучения раздела «Физиология ЦНС»

2.1.2 Задачи работы:

1. Подвести итог изучения раздела Физиология ЦНС

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Тестовый материал по разделу «Физиология ЦНС»

2.1.4 Описание (ход) работы:

Решение тестов

2.13 Лабораторная работа № 13 (2 часа).

Тема: «Гормоны. Общая характеристика. Механизм действия гормонов»

2.1.1 Цель работы: Изучить общую физиологию гормонов

2.1.2 Задачи работы:

1. Влияние адреналина на изменение величины зрачка у кролика

2. Механизм действия гормонов

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. кролик

2. адреналин

3. таблицы

2.1.4 Описание (ход) работы:

2.14 Лабораторная работа № 14 (2 часа).

Тема: «Регуляция функции желез внутренней секреции»

2.1.1 Цель работы: Изучить общую физиологию гормонов

2.1.2 Задачи работы:

1. Гипогликемический шок у мыши

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. мышь
2. инсулин

2.1.4 Описание (ход) работы:

2.15 Лабораторная работа № 15 (2 часа).

Тема: «Физиологические свойства сердца. Возбудимость и сократимость сердца»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологические свойства сердца

2.1.2 Задачи работы:

1. Графическая регистрация сокращений сердца лягушки. Запись экзкардиограммы
2. Раздражение сердца в различные периоды его цикла. Экстрасистола.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. серфинка
3. кимограф
4. физиологический раствор

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Регистрация сокращений обнаженного сердца лягушки (Запись экзкардиограммы).

1. Подготовьте кимограф и универсальный штатив для записи сокращений сердца.
2. Лягушку обездвигивают и кладут на дощечку брюшком кверху. Приподнимают пинцетом мечевидный отросток грудины, делают надрез брюшной стенки у его нижнего края, вводят в разрез браншу ножниц, подрезают с обеих сторон брюшную стенку и рассекают плечевой пояс. Удаляют грудину, после чего будет видно бьющееся сердце, лежащее между двумя долями печени.
2. Смочите обнаженное сердце спинальной лягушки физраствором, аккуратно серфинкой захватите верхушку сердца и перерезают сердечную уздечку ближе к сердцу. Серфинку прикрепляют к короткому плечу рычажка Энгельмана. Рычажок устанавливают к кимографу и делают запись экзкардиограммы.
3. Наклейте или нарисуйте полученную кардиограмму в рабочей тетради.
4. Укажите на кардиограмме зубцы, соответствующие сокращениям предсердия и сокращениям желудочков.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Возбудимость сердца при действии раздражителя в разные фазы цикла. (Экстрасистола)

1. С помощью электростимулятора нанесите одиночные раздражения электрическим током пороговой силы в начале и середине систолы, в начале и в середине диастолы и во время общей паузы.
2. Получают экстрасистолу и компенсаторную паузу (в фазе диастолы). Объясните их происхождение.
3. Зарисуйте или вклейте в тетрадь полученную кардиограмму.

Результат:

Вывод:

2.16 Лабораторная работа № 16 (2 часа).

Тема: «Физиология кровообращения. Физиологические свойства сердца. Автоматия»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологию кровообращения

2.1.2 Задачи работы:

1. Анализ проводящей системы сердца лягушки. Опыт Станниуса.
2. Опыт Гаскела (с нагреванием и охлаждением различных отделов сердца).

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. лигатуры
- 3.препаровальный набор
4. физиологический раствор

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Проводящая система сердца (опыты Станниуса).

1. Зарисуйте схему проводящей системы сердца и места наложения лигатур Станниуса на сердце лягушки.
2. Наложите последовательно лигатуры на сердце согласно методики. Запишите наблюдаемый эффект и объясните его причину при наложении:
3. По результатам опыта заполните таблицу: Количество сокращений сердца лягушки в минуту.

Результат:

Отделы сердца	До перевязки	После перевязок		
		первой	второй	третьей
Венозный синус				
предсердия				
желудочек				

Вывод:

2.17 Лабораторная работа №17 (2 часа).

Тема: «Экстракардиальная регуляция деятельности сердца. Рефлекторная регуляция»

2.1.1 Цель работы: Изучить механизмы регуляции сердечной деятельности

2.1.2 Задачи работы:

1. Опыт Гольца
2. Изучить механизмы регуляции сердечной деятельности

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
- 2.препаровательный набор
3. физиологический раствор

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Нервная регуляция работы сердца.

1. Обнажите сердце лягушки. Правую переднюю, конечность оттяните в сторону и вниз. Рассекая ткани, проникните в подмышечную область, где обнаружите 4 нерва: два поверхностных (передний – подъязычный и языкоглоточный в виде петли). Позади этих нервов и поперек их находится гортанный, а за ним вагосимпатический пучок, расположенный глубоко в тканях. Гортанный и блуждающий нервы, сонная артерия и яремная вена образуют сосудисто-нервный пучок.

2. Под сосудисто-нервный пучок подведите лигатуру и поместите его на электроды. Запишите исходную кардиограмму. Затем, раздражая током средней силы, вагосимпатический нерв, увеличивая силу тока, получите замедление ритма сердечных сокращений. При прекращении действия тока ритм сердечных сокращений восстанавливается в течение 2-3 минут. При сильном раздражении блуждающего нерва, сердца останавливается в фазе диастолы.

4. Зарисуйте нормальную кардиограмму и при раздражении блуждающего нерва.

5. *Опыт Гольца* (рефлекторное влияние на работу сердца). Плоским предметом нанесите удары по кишечнику лягушки: работа сердца прекращается в диастоле. Зарисуйте дугу рефлекса.

6. Нанесите на обнаженное сердце несколько капель 0,1%-ного раствора атропина. Проведите опыт Гольца. Запишите результат, объясните.

7.*Опыт Данини –Ашнера.* У испытуемого по пульсу подсчитывают количество сокращений сердца за 2 минуты. Экспериментатор прикладывает обе руки к боковой поверхности головы испытуемого, большими пальцами медленно надавливает одновременно в течение 5-8 секунд на оба глазных яблока и быстро прекратить надавливание. Подсчитать количество ударов пульса и сравнить с исходным числом.

Результат:

Вывод:

2.18 Лабораторная работа № 18 (2 часа).

Тема: «Гуморальная регуляция деятельности сердца»

2.1.1 Цель работы: Изучить механизмы регуляции сердечной деятельности

2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить механизмы регуляции сердечной деятельности
2. Влияние различных гуморальных факторов на работу сердца.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
- 2.препаровальный набор
3. адреналин
4. хлорид кальция
5. хлорид калия

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Влияние на работу сердца гормонов и электролитов

1. Запишите нормальную кардиограмму сердца лягушки, вклейте или зарисуйте в рабочую тетрадь.
2. Не останавливая кимографа, нанесите на сердце 4-5 капли раствора адреналина. Работа сердца усиливается, кардиограмму вклейте или зарисуйте.
3. Отмойте сердце с помощью глазной пипетки физраствором, подсчитайте частоту сердечных сокращений, добавьте несколько капель ацетилхолина, ритм замедляется. Подсчитайте число сердечных сокращений и запишите:
чсс в норме и под влиянием ацетилхолина.
4. Отмойте сердце раствором Рингера, подсчитайте частоту сердечных сокращений и подействуйте на сердце несколькими каплями 1%-ным раствором хлористого калия, запишите результат:

Результат:

Вывод:

2.19 Лабораторная работа № 19 (2 часа).

Тема: «Законы гемодинамики. Транскапиллярный обмен. Нервная и гуморальная регуляция кровообращения.»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологию кровообращения

2.1.2 Задачи работы:

1. Наблюдение капиллярного кровотока под микроскопом
2. изучить законы гемодинамики

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. микроскоп

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Движение крови по венам.

Наложите испытуемому манжету сфигмоманометра на плечо. Поднимите давление в ней до 40-50 мм рт. ст. На предплечье рассмотрите вены. Найдите на них клапаны. Они

выглядят как небольшие утолщения. Прижмите пальцем вену. Пальцем другой руки проведите по вене так, чтобы кровь сместилась к плечу. Первый палец при этом остается на прежнем месте. Так как кровь сверху не поступает, на участке между прижатым пальцем и клапаном стенки вены спадутся. Клапан становится хорошо виден. По-прежнему не смещая палец правой руки, приложите другой палец к вене ниже клапана и попытайтесь сместить кровь по направлению к запястью (не прилагая больших усилий). Убедитесь, что кровь не может пройти через клапан, значит, он пропускает кровь только в одном направлении. Если снять первый палец (прижимавший вену), спавшийся участок вены сразу заполнится кровью, поступающей снизу.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Наблюдение капиллярного кровообращения.

1. Приготовьте к работе микроскоп, препаровальный набор, пластинку с отверстием.
2. Поместите спинальную лягушку на пластине, рассмотрите под микроскопом движение крови в капиллярах плавательной перепонки, языке, брыжейке. Найдите артериолы, капилляры, венулы.
3. Зарисуйте рассматриваемые капиллярные системы:

плавательная перепонка
язык
брыжейка
4. Опишите, как действует адреналин и норадреналин на кровеносные сосуды.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Сосудистые сопряженные рефлексy.

1. Проследите за изменениями состояния кровеносных сосудов ушной раковины кролика, происходящими под влиянием изучаемых факторов
2. Внесите результаты наблюдений в таблицу.
3. Опишите механизм и нарисуйте схему сопряженного рефлекса при местном раздражении уха.

Результат:

Действующие факторы	Реакция сосудов уха
1. Холод на лапку	
2. Тепло на лапку	
3. Болевой раздражитель	
4. Механический раздражитель на ухо	
5. Химический раздражитель на ухо	

Вывод:

2.20 Лабораторная работа № 20 (2 часа).

Тема: «Лимфатическая система. Лимфообразование. Лимфообращение»

2.1.1 Цель работы: Изучить лимфообразование и лимфообращения

2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить лимфообразование
2. Изучить лимфообращение
3. Наблюдение капиллярного лимфотока под микроскопом

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. лягушка
2. микроскоп

2.1.4 Описание (ход) работы:

2.21 Лабораторная работа № 21(2 часа).

Тема: «Внешние проявления и методы исследования деятельности сердца и сосудов»

2.1.1 Цель работы: Изучить проявления деятельности сердца

2.1.2 Задачи работы:

1. Измерение артериального давления у человека по Короткову.
2. Определение сердечного толчка у животных.
3. Проведение пальпации и подсчета пульса у человека и животных.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. тонометр
2. фонендоскоп
3. животные

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Исследование артериального пульса у человека и животных .

1. *Исследование пульса у животных.* Производят пальпацию пульса двумя пальцами правой руки и отмечают частоту пульса, ритмичность, напряжение сосудистой стенки, величину и форму пульсовой волны. У КРС пульс определяют на хвостовой и наружной лицевой артериях; у лошадей – на наружной челюстной артерии в сосудистой вырезки нижней челюсти, на височной и поперечно-лицевой, хвостовой артериях; у мелких животных на сосудах бедра или предплечья.
2. *Исследование пульса у человека.* Проводят пальпацией на лучевой и сонной артериях. Методика определения такая же, как у животных.
3. Запишите в рабочую тетрадь полученные результаты и величину пульса у сельскохозяйственных животных.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Исследование артериального пульса у человека и животных .

1. *Исследование пульса у животных.* Производят пальпацию пульса двумя пальцами правой руки и отмечают частоту пульса, ритмичность, напряжение сосудистой стенки, величину и форму пульсовой волны. У КРС пульс определяют на хвостовой и наружной лицевой артериях; у лошадей – на наружной челюстной артерии в сосудистой вырезки

нижней челюсти, на височной и поперечно-лицевой, хвостовой артериях; у мелких животных на сосудах бедра или предплечья.

2. *Исследование пульса у человека.* Проводят пальпацией на лучевой и сонной артериях. Методика определения такая же, как у животных.

3. Запишите в рабочую тетрадь полученные результаты и величину пульса у сельскохозяйственных животных.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Исследование сердечного толчка у животных.

1. У животного левую переднюю, конечность отводят вперед. Ладонь руки исследователь прикладывает в области 4-5 межреберного промежутка, и определяют сердечный толчок. Обращают внимание на частоту, ритм, силу и место возникновения сердечного толчка.

2. Запишите в тетрадь полученные результаты.

Результат:

Вывод:

2.22 Лабораторная работа № 22 (2 часа).

Тема: «Биоэлектрические явления сердца»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологические свойства сердца

2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить биопотенциалы сердечной мышцы
2. Запись и анализ ЭКГ

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. животное
2. электрокардиограф

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Запись и анализ ЭКГ у человека.

1. Подготовить электрокардиограф к работе.

2. Испытуемому наложить на обе руки и на левую ногу металлические пластины, предварительно между кожей и пластинами поместить марлевые салфетки смоченные физраствором.

3. Запись электрокардиограммы начинают с первого стандартного отведения – правая рука - левая рука; анализ ЭКГ начинают со второго стандартного отведения: правая рука – левая нога. Третье отведение: левая рука – левая нога и первое отведение являются вспомогательными.

Вклейте или зарисуйте в рабочую тетрадь полученные ЭКГ и расшифруйте их.

Результат:

Вывод:

2.23 Лабораторная работа № 23 (2 часа).

Тема: «Физико-химические свойства крови и плазмы. Техника взятия крови у позвоночных животных»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологию крови

2.1.2 Задачи работы:

1. Отработать навыки техники взятия крови у позвоночных животных
2. Изучить физико-химические свойства крови и плазмы

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. кровозаборные иглы
2. гепарин
- 3.
- 4.
- 5.

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1 . Разрушение кровяных телец под влиянием алкоголя

Кровь распределите на два пенициллиновых флакона. В один из флаконов добавьте небольшое количество 0,9%-ного раствора поваренной соли, в другой – столько же спиртового раствора. Взболтайте содержимое и рассмотрите на свет.

В первом флаконе эритроциты сохранились. Они придают раствору мутный вид. Во втором эритроциты склеиваются, образуя комочки, а затем разрушаются, и гемоглобин из них выходит в раствор. Получается «лаковая» кровь – такая кровь теряет способность транспортировать кислород.

Следует пояснить, что лейкоциты под влиянием спирта теряют способность к фагоцитозу и так же разрушаются. Следовательно, алкоголь вызывает разрушение кровяных телец.

Результат:

Вывод:

2.24 Лабораторная работа № 24 (2 часа).

Тема: «Методы исследования красной крови»

2.1.1 Цель работы: Изучить методы исследования красной крови

2.1.2 Задачи работы:

1. Подсчет количества эритроцитов.
2. Определение количества гемоглобина крови.
3. Расчет цветного показателя крови.
4. Определение СОЭ

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. кровь
2. микроскоп
3. меланжер эритроцитарный
4. физиологический раствор
5. счетная камера Горяева
6. гемомент Сали
7. 0,1 н раствор хлористоводородной кислоты
8. штатив и пробирки Панченкова

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Подсчет количества эритроцитов в камере Горяева.

1. Подготовьте камеру Горяева для рассматривания под микроскопом.
2. В меланжер (смеситель) до метки 0,5 или 1 наберите кровь и до метки 101 заполните 5%-ным раствором натрия хлоридом. Перемешайте кровь с раствором и выпустите 2-3 капли на ватку. Зарядите камеру и подсчитайте количество эритроцитов в 5 больших квадратах по диагонали. Количество эритроцитов в 1 мм³ вычислите по формуле:

$$X = A \times 4000 \times B / B,$$

где, а – количество эритроцитов в 5 больших квадратах (80 маленьких), б – степень разведения крови (1:200), в – количество маленьких квадратов (80).

3. Запишите в тетрадь количество эритроцитов у разных видов сельскохозяйственных животных и подсчитанное количество эритроцитов вами.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2 . Определение количества гемоглобина в крови.

1. В градуированную пробирку гемометра Сали налейте 0,1 н раствор HCl до нижней мениски.
2. В микропипетку наберите 0,02 мл исследуемой крови и выдуйте ее в градуированную пробирку. Содержимое пробирки аккуратно перемешайте стеклянной палочкой и оставьте на 2-3 минуты для того, чтобы произошел гемолиз эритроцитов и гемоглобин перешел в соляно кислый гематин, на что будет указывать коричневое окрашивание.
3. В пробирку, помешивая палочкой, добавляют по каплям дистиллированную воду, пока жидкость в пробирке не сравняется с цветом стандартных пробирок. Деление на шкале, до которой поднялась жидкость в градуированной пробирке, указывает количество гемоглобина в исследуемой крови.
4. Запишите в тетради полученный результат и физиологические константы уровня гемоглобина в крови у сельскохозяйственных животных.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Определение скорости оседания эритроцитов по методу Панченкова.

1. Капиллярную пипетку Панченкова несколько раз промойте антикоагулянтом и наберите его в пипетку до метки «Р» (50) и выдуйте в глазную чашечку.
2. В этот же капилляр до метки «К» (0) насосите кровь дважды, и каждый раз выдувайте ее в глазную чашечку с антикоагулянтом
3. Концом капилляра тщательно перемешайте кровь с антикоагулянтом и насосите смесь в капилляр до метки «К». Верхний конец капилляра зажмите указательным пальцем, нижний оботрите ватой и поставьте в штатив строго вертикально на 1 час.
4. Отметьте на сколько делений опустилась в пипетке верхняя граница слоя эритроцитов. Запишите полученный результат в тетради и сравните с физиологической нормой.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 4. Определение цветного показателя крови (гемоглобинового индекса).

1. Определить количество гемоглобина в % по Сали (можно использовать данные занятия). По формуле найдите цветной показатель крови (ЦП):

ЦП=найденый % Нв х на найденое количество эритроцитов/
нормальный % Нв х на нормальное количество эритроцитов

2. Запишите результаты вычислений цветного показателя

Результат:

Вывод:

2.25 Лабораторная работа № 25 (2 часа).

Тема: «Эритроциты. Строение и функции эритроцита»

2.1.1 Цель работы: Изучить эритроцит

2.1.2 Задачи работы:

1. Виды гемолиза эритроцитов.
2. Определение границ осмотической резистентности эритроцитов

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. пробирки
2. физиологический раствор

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Определение гемолиза в зависимости от действия различных факторов.

1. Возьмите 5 пробирок. В первую налейте 5 мл изотонического раствора NaOH, во вторую – 5 мл дистиллированной воды, в третью – 3 мл изотонического раствора NaOH и 2 мл хлороформа, в четвертую – 3 мл изотонического раствора NaOH и 2 мл эфира, в пятую - 3 мл изотонического раствора NaOH и 2 мл нашатырного спирта.
2. Во все пробирки внести по 5 капель исследуемой крови.

3. Содержимое пробирок аккуратно перемешать и поставить в штатив на 30 минут.
4. Отметьте где произошел гемолиз и объясните его механизм возникновения.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Определение щелочного резерва крови.

1. В химический стаканчик налейте 10 мл 0,1 н раствора HCL.
2. В пипетку насосите 0,02 мл исследуемой крови и выдуйте ее в стаканчик, перемешайте содержимое. Гемолизированный раствор титровать из бюретки 0,1 н раствором NaOH до помутнения или выпадения белых хлопьев.
3. В другой химический стаканчик налейте 10 мл 0,1 н раствора HCL, добавьте 2 капли фенолфталеина и титровать 0,1 н раствором NaOH до бледно-розового окрашивания (контрольная проба).
4. Рассчитать кислотную емкость крови в мг/% по формуле:

$$KE = (X - Y) \times 200, \text{ где}$$

X- количество миллилитров 0,1 н раствора NaOH, пошедшего на титрование 10 мл 0,1 н раствора HCL в контрольной пробе;

Y- количество миллилитров 0,1 н раствора NaOH, пошедшего на титрование испытуемого раствора;

200 – постоянный коэффициент.

Результат:

Вывод:

2.26 Лабораторная работа № 26 (2 часа).

Тема: «Методы исследования белой крови»

2.1.1 Цель работы: Изучить систему белой крови

2.1.2 Задачи работы:

1. Подсчет количества лейкоцитов
2. выведение лейкограммы

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. кровь
2. микроскоп
3. жидкость Тюрка
4. меланжер лейкоцитарный
5. готовые мазки крови
6. эмерсионное масло

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Подсчет количества лейкоцитов в крови

1. Подготовьте камеру Горяева для работы. При малом увеличении микроскопа установите левый верхний край камеры Горяева в поле зрения
2. В меланжер до метки 0,5 набрать крови и добавить до метки 11 жидкость Тюрка (2% уксусной кислоты и 1% метиленовой синьки). Подсчитать количество лейкоцитов в 100 больших квадратах и полученные данные поставить в формулу для подсчета.

$$X = A \times 4000 \times 20 / 1600$$
3. Записать в рабочую тетрадь количество лейкоцитов характерное для разных видов сельскохозяйственных животных и сравните с полученными вами результатами.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Анализ лейкограммы

1. Каплю крови нанести на край обезжиренного сухого стекла и под углом 45 градусов покровным стеклом распределить кровь равномерно по всему предметному стеклу. Затем мазок высушить на воздухе.
2. На высохший мазок нанесите несколько капель краски Романовского-Гимза и распределите равномерно стеклянной палочкой по всему мазку. Через 1-2 минуты добавьте несколько капель дистиллированной воды и равномерно перемешайте с краской. Через 25-30 минут смойте краску дистиллированной водой и высушите мазок.
3. На окрашенный мазок крови нанесите каплю иммерсионного масла и закрепив препарат в препаратодателе, поставьте его под микроскоп и рассматривайте при окуляре 10 и объективе 90.
4. Произведите подсчет 100 или 200 клеток, передвигая препарат лестницеобразно.
5. Запишите в тетрадь лейкоцитарную формулу сельскохозяйственных животных и сравните свои результаты.

Результат:

Вид животного	базофилы	эозинофилы	Нейтрофилы		лимфоциты	моноциты
			Палочко-ядерные	Сегментоядерные		
Лошадь						
Корова						
Свинья						
Овца, коза						

Вывод:

2.27 Лабораторная работа № 27 (2 часа).

Тема: «Основы переливания крови»

2.1.1 Цель работы: Изучить основы переливания крови

2.1.2 Задачи работы:

1. Определение группы крови с помощью стандартных сывороток.
2. Определение резус - фактора крови у человека.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

- 1.
- 2.
- 3.

.....

2.1.4 Описание (ход) работы:

Работа № 1. определение группы крови

На керамическую пластинку наносят по одной капле сыворотки каждой группы крови, (они содержат агглютинины) из стандартных ампул. В каждую каплю добавляют каплю исследуемой крови (в 10 раз меньше по объему), перемешивают и ждут 5-10 минут. В случае встречи одноименных агглютиногенов и агглютининов происходит агглютинация - выпадает осадок. По этой реакции, определяют, какие агглютиногены содержатся в эритроцитах исследуемой крови и какая это группа крови:

Методика определения групп крови.

Группа крови (агглютиноген в эритроцитах)	Стандартные сыворотки (агглютинины)			
	I (a, b)	II (b)	III (a)	IV (нет)
I (O)	○	○	○	○
II (A)	●	○	●	○
III (B)	●	●	○	○
IV (AB)	●	●	●	○

Примечание: заштрихованный кружок – наличие агглютинации

В настоящее время выделяют гораздо большее количество групп крови, однако ведущей в клинике для переливания крови является система АВ0.

Переливать можно только одногруппную кровь, но в случае экстренной необходимости и отсутствия одноименной крови можно перелить не более 500 миллилитров совместимой крови по правилам переливания:

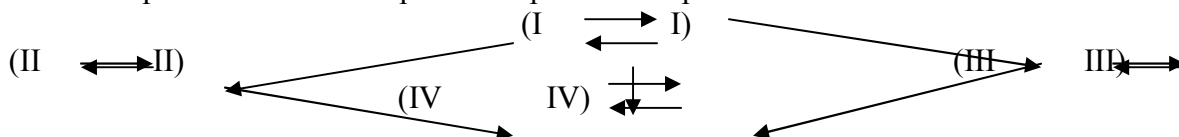


Рис. 2. Правила переливания крови

В 1940 году К. Ландштейнером и И. Винером был открыт еще один белок в эритроцитах человека – резус – фактор. Оказалось, что у 85 % людей он есть – это резус-положительная кровь и у 15 % людей его нет – это резус-отрицательная кровь. Если кровь с Rh^+ перелить в кровь Rh^- , то иммунная система реципиента выработает антитела-агглютинины, и эритроциты донора склеятся, наступит агглютинация, закупорка сосудов и смерть. Поэтому нужно переливать не только одногруппную по системе АВ0 кровь, но

и с одноименным резус-фактором, хотя в исключительных случаях можно перелить Rh^- в Rh^+ , но никогда наоборот.

Резус-фактор определяют, добавляя испытуемую кровь к специальной антирезусной сыворотке, содержащей антитела. Если произошла агглютинация – значит кровь резус-положительная, если нет – резус-отрицательная.

Результат:

Вывод:

2.28 Лабораторная работа № 28 (2 часа).

Тема: «Биологические реакции крови»

2.1.1 Цель работы: Изучить биологические реакции крови

2.1.2 Задачи работы:

1. - Определение скорости свертывания крови.
2. - Определение вязкости крови.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. вискозиметр
2. предметное стекло, предметно стекло парафинированное

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Определение вязкости крови.

1. В правую пипетку до метки «0» насосите через резиновую трубку из глазной чашечки дистиллированную воду. Перекрыть кран. Аналогичным образом из глазной чашечки или с места прокола насосать кровь в другой капилляр до метки «0».
 2. Зарядив оба капилляра, поставить краник в положение, при котором оба капилляра сообщаются с резиновой трубкой. Энергично, но осторожно втянуть ртом воздух из обеих трубок, создавая вакуум во всей системе. Оба столбика жидкости будут одновременно продвигаться вперед.
 3. Следить за столбиком крови. Как только кровь дойдет до метки «1», прекратить всасывание. Цифра, до которой дойдет за этот период столбик воды, является относительным показателем вязкости крови.
- Зарисовать в тетради вискозиметр и запишите полученные результаты.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Определение скорости свертывания крови у кролика

1. На простое и парафинированное стекла поместите по капле свежеполученной крови кролика. Через каждые 30 секунд наклоняют стекло под углом 45^0 в одну и другую стороны. Если капля при наклоне стекла меняет форму – свертывание еще не наступило, если не меняет, то кровь свернулась. Скорость свертывания устанавливается в минутах от момента взятия крови до момента ее свертывания.

2. Запишите в тетради скорость свертывания крови у сельскохозяйственных животных и сравните с полученным результатом.

Результат:

Вывод:

2.29 Лабораторная работа № 29 (2 часа).

Тема: «Внешнее дыхание. Структура дыхательного цикла»

2.1.1 Цель работы: изучить физиологию респираторной системы

2.1.2 Задачи работы:

1. - Наблюдение за изменением объема легких при вдохе и выдохе (модель Дондерса).
2. - Запись дыхательных движений грудной клетки (пневмография).
3. - Определение жизненной емкости легких (спирометрия).

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. аппарат Дондерса
2. пневмограф
3. кимограф
4. спирометр воздушный

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Запись дыхательных движений грудной клетки

1. Укрепите пневмограф на грудной клетке испытуемого. Трубку от пневмографа с помощью тройника соедините с капсулой Маррея, на которой укрепите писчик. Писчик приблизьте к кимографу и на барабане запишите: 1 – при спокойном дыхании; 2 – после физической нагрузки; 3 – после задержки дыхания; 4 – после нескольких глубоких и частых дыхательных движений; 5 – во время питья воды. Запишите полученные результаты.

2. Экскурсией грудной клетки (ее подвижность) называется разница объемов в сантиметрах в момент наиболее глубокого выдоха и глубокого вдоха. Если экскурсия меньше 5 см – плохая, 5-8 см – удовлетворительная, 9-11 см – хорошая.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Защитные дыхательные рефлексы

1. На грудной клетке кролика укрепите пневмограф, соединенный с капсулой Маррея. В течение нескольких минут записывайте на кимографе дыхательные движения. Вклейте или зарисуйте полученные кимограммы.

2. К носу животного на несколько секунд поднесите вату, смоченную нашатырным спиртом и внимательно наблюдайте за кимограммой. Дыхание останавливается на 10-20 секунд в фазе выдоха. После восстановления нормального ритма дыхания повторить такой же опыт с эфиром и толуолом. Запишите, каков механизм остановки дыхания.

3. Закапайте в носовые ходы кролика 2% раствор новокаина и повторите. Вследствие выключения рецепторов, воздействие пахучих веществ теперь не вызывает изменения дыхания). Объясните, почему отсутствует задержка дыхания.

4. Запишите, какова роль блуждающего нерва в дыхании.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Определение жизненной емкости легких

1. Мундштук спирометра протрите спиртовым тампоном и поднесите его к ко рту. Сделайте максимальный вдох, а затем, зажав нос, произведите максимальный выдох в спирометр через мундштук. Показания шкалы спирометра называется жизненная емкость легких. Она состоит из дыхательного, дополнительного и резервного объемов.

Запишите полученный результат.

2. Дыхательный объем – после спокойного вдоха сделайте спокойный выдох в спирометр.

Запишите полученный результат.

3. Дополнительный объем – поднимите внутренний цилиндр спирометра на высоту 3000-3500 мл. Сделайте спокойный вдох из атмосферы, затем, зажав нос произведите максимальный вдох из спирометра. Разность показания шкалы спирометра до и после вдоха дает дополнительный объем. Запишите полученный результат.

Результат:

Вывод:

2.30 Лабораторная работа № 30 (2 часа).

Тема: «Физиология выделения. Физико-химические свойства мочи»

2.1.1 Цель работы: Изучить работу экскреторных органов

2.1.2 Задачи работы:

1. - Определение белка в моче.
2. - Определение сахара в моче.
3. - Определение аммиака в моче.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. моча
2. реактив гайнеса
3. спиртовка
4. пробирки
5. концентрированная азотная кислота

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Определение белка в моче.

1. В пробирку налейте 2-3 мл концентрированной азотной кислоты, сверху наложите 2 мл исследуемой мочи. В присутствии белка на границе между двумя жидкостями образуется мутноватый белый слой – белковое кольцо. Запишите полученный результат и сделайте вывод.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Определение сахара в моче.

1. В пробирку налейте 2-3 мл реактива Гайнеса и нагрейте на спиртовке до кипения. Прилейте 8-10 капель исследуемой мочи и нагрейте содержимое на спиртовке. В присутствии сахара и в зависимости от его концентрации появляется красное, оранжевое или желтое окрашивание. Запишите полученный результат и сделайте вывод.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Определение аммиака в моче.

1. Нейтрализация формалина. К 5 мл формалина добавьте 1 каплю фенолфталеина и титруйте 0,1 н раствором NaOH до появления слабо розового окрашивания (количество щелочи не учитывают).

2. Нейтрализация мочи. К 5 мл исследуемой мочи добавьте 1 каплю фенолфталеина и титруйте 0,1 н раствором NaOH до появления слабо розового окрашивания (количество щелочи не учитывают).

3. К нейтрализованной моче прилейте нейтрализованный формалин (раствор обесцвечивается), титруйте 0,1 н раствором NaOH до появления слабо розового окрашивания (количество щелочи учитывают).

1 мл 0,1 н раствора NaOH эквиваленте 1,7 мг аммиака. Рассчитайте количество аммиака в суточном диурезе у лошади, коровы, свиньи. Полученные результаты запишите в тетрадь.

Результат:

Вывод:

2.31 Лабораторная работа № 31 (2 часа).

Тема: «Физиология обмена веществ и энергии. Физиологические основы и принципы составления кормовых рационов»

2.1.1 Цель работы: Изучить механизмы обмена веществ

2.1.2 Задачи работы:

1. Научиться составлять суточный кормовой рацион для животного.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. таблицы кормовые питательные вещества

2.1.4 Описание (ход) работы:

Выдаются индивидуальные задания, где отражены живая масса животного, уровень продуктивности. Студенты определяют необходимое количество кормовых едениц и из табличного материала набирается корма.

2.32 Лабораторная работа № 32(2 часа).

Тема: «Методы исследования основного обмена у животных»

2.1.1 Цель работы: Изучить методы исследования основного обмена у животных

2.1.2 Задачи работы:

1. Исследование основного обмена у козы.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1.

2.

3.

2.1.4 Описание (ход) работы:

2.33 Лабораторная работа № 33 (2 часа).

Тема: «Регуляция теплопродукции и теплоотдачи. Методы исследования температуры тела у животных»

2.1.1 Цель работы: Отработать навыки термометрии

2.1.2 Задачи работы:

1. Исследование температуры тела у животных.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. животные

2. вазели

3. термометр

2.1.4 Описание (ход) работы:

Работа № 1 Термометрия

Фиксируем животное. Кончик максимального ртутного термометра смазываем вазелином и вводим вращательным движением в прямую кишку животному. Фиксируем жом нахвостник. Через пять минут термометр аккуратно вынимаем, протираем ватой и считываем показание температуры.

Результат:

Вывод:

2.34 Лабораторная работа № 34 (2 часа).

Тема: «Физиология пищеварения. Регуляция и методы исследования секреторной функции»

2.1.1 Цель работы: Изучить основные закономерности работы пищеварительной системы

2.1.2 Задачи работы:

1. Исследование ферментативных свойств желудочного сока.

2. Изучить закономерности пищеварения у разных животных

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. желудочный сок

2. хлористоводородная кислота

3. рентгеновские пленки
4. штатив с пробирками

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Определение протеолитической активности желудочного сока

1. Возьмите 4 пробирки. В первую налейте 2 мл желудочного сока, во вторую – 2 мл желудочного сока прокипяченного и охлажденного, в третью – 2 мл 0,5% раствора хлористоводородной кислоты, в четвертую – 2 мл желудочного сока с добавлением мела до осадка.
2. В каждую пробирку бросьте по кусочку рентгеновской пленки и штатив с пробирками поставьте в водяную баню на 15-30 минут при температуре 38°. По истечении указанного времени пробирки вынимают и отмечают состояние эмульсии на каждой пленке.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Определение кислотности желудочного сока.

1. В химический стаканчик отмерьте 5 мл желудочного сока и добавьте 2 капли диметиламиноазобензла. В присутствии свободной хлористоводородной кислоты появляется розовое окрашивание, при первом титровании 0,1 н раствором NaOH окрашивание становится желто-розовым. Количество миллилитров пошедшей на титрование щелочи указывает на количество свободной хлористоводородной кислоты.
2. Для нейтрализации всех остальных кислореагирующих продуктов в тот же стаканчик прибавьте две капли раствора фенолфталеина и титруйте дальше до появления желтого окрашивания. Количество миллилитров пошедшей щелочи указывает на общее количество хлористоводородной кислоты.
3. Разница между вторым и первым титрованием показывает количество связанной хлористоводородной кислоты.
4. При дальнейшем титровании цвет в химическом стаканчике переходит от желтого в первоначально розовый; общее количество щелочи, пошедшее на все титрование, характеризует собой кислотность желудочного сока.

Результат:

Вывод:

2.35 Лабораторная работа № 35 (2 часа).

Тема: «Пищеварение в многокамерном желудке жвачных животных»

2.1.1 Цель работы: Изучить пищеварение в многокамерном желудке жвачных животных

2.1.2 Задачи работы:

1. Наблюдение за простейшими в содержимом рубца
2. Получение содержимого рубца
3. Функции отделов сложного желудка

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. содержимое рубца
2. счетная камера Горяева
3. микроскоп
4. физиологический раствор
5. меланжер лейкоцитарный

2.1.4 Описание (ход) работы:

Работа № 1 Подсчет количества инфузорий

Получаем с помощью ротоглоточного зонда рубцовое содержимое. Набираем в меланжер до метки 0,5 рубцовое содержимое, до метки 11 изотонический раствор хлорида натрия. Готовим счетную камеру Горяева, заполняем ее из меланжера. Под малым увеличением микроскопа ведем подсчет количества инфузорий в содержимом рубца.

Результат:

Вывод:

2.36 Лабораторная работа № 36 (2 часа).

Тема: «Печень. Роль в обмене веществ и в пищеварении. Желчь, ее физико-химические свойства. Регуляция желчеобразования и желчеотделения.»

2.1.1 Цель работы: Изучить пищеварительную функцию печени

2.1.2 Задачи работы:

1. - Качественные реакции на основные составные части желчи (желчные кислоты, желчные пигменты)
2. - Действие желчи на жиры (эмульгирование, фильтрация жира)
3. - Действие желчи на поверхностное натяжение воды.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. 0,5% раствор HCl,
2. растительное масло
3. воронки с матерчатым фильтром,
4. спиртовые тампоны

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Действие желчи на поверхностное натяжение воды.

1. Возьмите две пробирки. В первую налейте 2 мл разбавленной желчи (1 мл желчи 1 мл дистиллированной воды), во вторую – 2 мл дистиллированной воды. В обе пробирки насыпать порошок серы и слегка встряхнуть.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Действие желчи на жиры.

1. Эмульгирование жиров желчью. В первую пробирку налейте 1 мл растительного масла и 1 мл дистиллированной воды. Во вторую – 1 мл растительного масла и 1 мл желчи. Закройте пробирки большими пальцами и хорошо взболтайте, до получения жировой эмульсии и поставьте пробирки в штатив на 10-15 минут. По истечении указанного времени отметьте, где образовалась более стойкая жировая эмульсия и объясните.

2. Влияние желчи на фильтрацию жира. В воронки вложите матерчатые фильтры и смочите один из них водой, а другой – желчью. Вставьте воронки с фильтрами в пробирки. В обе пробирки влейте по 5 мл растительного масла и отметьте, где быстрее произошла фильтрация.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 6. Реакция на желчные кислоты и желчные пигменты.

1. Реакция Питтенкофера на желчные кислоты. В пробирку налейте 1 мл желчи и 3 мл дистиллированной воды. Добавьте 10 капель 5% раствора сахарозы и осторожно по каплям прилейте концентрированную серную кислоту. На месте слияния кислоты с желчью появляется осадок желчных кислот розового цвета, переходящего в красный и красно-фиолетовый. Эту окраску дает оксиметилфурфурол, образующийся из сахарозы. Запишите полученный результат и объясните его.

2. Реакция Гмелина на желчные пигменты. В пробирку налейте 2 мл концентрированной азотной кислоты и осторожно прилейте 2 мл разбавленной желчи (1 мл желчи + 1 мл дистиллированной воды).

Результат:

Вывод:

2.37 Лабораторная работа № 37 (2 часа).

Тема: «Физиология поджелудочной железы»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологию поджелудочной железы.

2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить пищеварительные функции поджелудочной железы
2. Исследование свойств сока поджелудочной железы.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Определение амилалитической активности сока поджелудочной железы.

1. Возьмите 10 пробирок и в каждую налейте по 1 мл дистиллированной воды. В первую пробирку налейте 1 мл сока поджелудочной железы, перемешайте и 1 мл смеси перенесите во вторую, перемешайте и т.д. Из десятой пробирки 1 мл смеси удалите.

2. Во все пробирки налейте по 5 мл 0,5% раствора крахмала, перемешайте и поставьте в водяную баню при температуре 37-39⁰С на 30 минут.

3. По истечении указанного времени пробирки выньте из бани и в каждую добавьте по 5 капель раствора Люголя.

4. Расчет ведут по формуле: $C = 5 / X$

C – активность амилазы в 1 мл слюны;

5 – количество гидролизованного крахмала;

X – разведение слюны.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Определение липолитической активности сока поджелудочной железы.

1. Возьмите две пробирки. В первую налейте 0,5 мл дистиллированной воды, во вторую 0,5 мл сока поджелудочной железы.
2. В каждую пробирку налейте по 5 мл свежего молока и добавьте по 2 капли раствора фенолфталеина, и титруйте 0,1 н раствором NaOH до заметного розовато-фиолетового окрашивания.
3. Поставьте пробирки в водяную баню при температуре 37-39⁰С на 10-15 минут. По истечении указанного времени пробирки вынимайте и отметьте цвет в каждой из них.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Определение протеолитической активности сока поджелудочной железы.

1. Возьмите три пробирки. В первую налейте 2 мл сока поджелудочной железы, во вторую – 2 мл сока поджелудочной железы, прокипяченного и охлажденного и в третью – 1 мл сока поджелудочной железы и 1 мл 0,5% раствора HCl.
2. Во все пробирки бросьте по кусочку рентгеновской пленки и поставьте в водяную баню при температуре 37-39⁰С на 15 минут.
3. По истечении указанного времени пробирки выньте из бани и отметьте состояние эмульсии на пленке.

Результат:

Вывод:

2.38 Лабораторная работа № 38 (2 часа).

Тема: «Моторная функция системы пищеварения. Регуляция и методы исследования. Всасывание. Механизмы всасывания»

2.1.1 Цель работы: Изучить моторную функцию системы пищеварения

2.1.2 Задачи работы:

1. - Руминография (запись сокращений рубца).
2. - Опыт Магнуса.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. руминограф

2.1.4 Описание (ход) работы:

Работа № 1 Запись руминограммы

Готовим руминограф. Помещаем шток руминографа в левую голодную ямку и осуществляем запись руминограммы.

Результат:

Вывод:

2.39 Лабораторная работа № 39 (2 часа).

Тема: «Физиология системы размножения. Физиология размножения самцов»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологию системы размножения

2.1.2 Задачи работы:

1. - Состав спермы, строение и движение спермиев.
2. - Влияние температуры на спермиев.
3. - Влияние кислотности среды на спермиев.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. мазки полового цикла
2. мазки сперматограммы
3. микроскоп

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Определение полового цикла у мышей по составу влагалищных мазков.

1. В руке зафиксируйте мышь, введите во влагалище конец пипетки с водой. 2-3 раза выжмите воду во влагалище и отсосите обратно, каплю жидкости из пипетки поместите на предметное стекло, подсушите на спиртовке, зафиксируйте спирт-эфиром и окрасьте азур-эозином в течении 10 минут.

2. Рассматривайте мазок под микроскопом, сравнивая наблюдаемую картину с таблицей и определите фазу полового цикла.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Строение спермия

1. Для разбавления спермы используйте 1 каплю 1% раствора NaCl.
2. На предметное стекло с помощью стеклянной палочки нанесите каплю исследуемой спермы и накройте покровным стеклом.
3. Предметное стекло поставьте под микроскоп и рассматривайте при большом увеличении.

Полученный результат: зарисуйте строение спермия и дайте пояснения

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Изучение густоты и подвижности спермиев

1. Нанесите каплю спермы на предметное стекло, накройте покровным стеклом и рассматривайте под микроскопом. Обратите внимание на густоту, подвижность спермиев и на их морфологию.

2. По густоте сперма бывает: густая (Г) – где все поле зрения микроскопа заполнено спермиями и между ними нет просвета; средняя (С) – когда есть промежутки, не заполненные спермиями; редкая (Р) – когда промежутки между спермиями больше, чем длина одного спермия.
3. Подвижность спермиев выражают в баллах. 1 балл равен энергичному поступательному движению 20% спермиев.

Результат:

Вывод:

2.40 Лабораторная работа № 40 (2 часа).

Тема: «Физиология системы лактации. Состав молока. Выведение молока»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологию системы лактации

2.1.2 Задачи работы:

1. - Определение в молоке белков: казеина, лактоальбуминов и лактоглобулинов.
2. - Исследование молочного жира под микроскопом.
- 3.- Определение молочного сахара в молоке.
4. - Определение плотности молока.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. молоко
2. дистиллированная вода
3. уксусная кислота
4. спиртовка

.....

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Определение сахара в молоке

1.В колбу внесите 5 мл молока и 15 мл дистиллированной воды, добавьте несколько капель 2-3% раствор уксусной кислоты до выпадения хлопьев казеина.

Выпавший осадок отфильтруйте.

2. Возьмите 5 мл прозрачного фильтрата в пробирку и вскипятите на спиртовке

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Определение свертываемости молока

1. В пробирке смешайте 1 мл молока и 0,5 мл 1%-ного раствора хлористого кальция, поставьте в водяную баню на 5 минут.

2. Наблюдайте появление хлопьев в растворе.

3. Сделайте выводы об устойчивости молока к высокой температуре

От чего зависит устойчивость молока к свертыванию

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Подсчет жировых шариков

1. После тщательного перемешивания возьмите 1 мл молока в мерную колбу и доведите объем дистиллированной водой до 250 мл.

2. Каплю полученного раствора нанесите на счетную камеру Горяева, притрите покровное стекло, под микроскопом подсчитайте количество жировых шариков, в таком же порядке, как и при подсчете эритроцитов.

Результат:

Вывод:

2.41 Лабораторная работа № 41 (2 часа).

Тема: «Физиология лактации. Выведение молока. Рефлекс молокоотдачи»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологию системы лактации

2.1.2 Задачи работы:

1. - Получение разных фракций (порций) молока.
2. - Рефлекторное влияние молочной железы на органы пищеварения дыхания и кровообращения.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. молоко
2. жиросмер
3. серная кислота
4. водяная баня
5. центрифуга

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Определение жира в молоке.

1. В жиросмер наберите 10 мл концентрированной серной кислоты и по стенке прилейте осторожно 10 мл молока, а затем 1 мл изоамилового спирта. Закройте плотно пробкой до прикосновения ее с жидкостью.

2. Содержимое осторожно встряхивайте, тщательно перемешав, поставьте в водяную баню с температурой 55-70⁰ на 5 минут. Через 5 минут поместите жиросмер в центрифугу на 5 минут при 1000 об/мин. После этого снова в баню при температуре 65-70⁰ на 5 минут.

3. Вращая жиросмер, установите столбик жира на целом делении шкалы и по нижнему мениску произведите подсчет (в %).

Результат:

Вывод:

2.42 Лабораторная работа № 42 (2 часа).

Тема: «Физиология сенсорных систем. Строение и функции зрительного анализатора»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологию сенсорных систем

2.1.2 Задачи работы:

1. - Определение остроты зрения у человека.
2. - Определение поля зрения у человека.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. кролик
2. 0,5% раствор атропина
3. офтальмоскоп
- 4.

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Офтальмоскопия.

1. Введите в конъюнктивный мешок глаза кролика 1-2 капли 0,5%-ного раствора атропина.
2. Через 8-10 минут в затемненной комнате с источником света сзади (и несколько сбоку) от фиксированного кролика приставьте к исследуемому глазу двояковыпуклую линзу и вогнутым зеркалом наведите луч света на зрачок кролика. Через отверстие офтальмоскопа рассмотрите дно глаза.
3. Найдите расположение соска – место выхода зрительного нерва, обратите внимание на его размеры, форму, цвет, состояние сосудов.
4. Найдите и исследуйте слепое пятно и остальную часть сетчатки глаза. Опишите место выхода зрительного нерва и слепое пятно

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Обнаружение слепого пятна (опыт Мариотта).

1. Нарисуйте прямоугольник на бумаге 10X3 см: в одном конце прямоугольника нарисуйте круг диаметром 1,5 см, а в другом конце – крестик диаметром 0,5 см. Расстояние между крестиком и кругом должно быть 6-8 см. Поле прямоугольника закрасьте черным карандашом так, чтобы незакрашенными остались только круг и крестик.
2. Закрыв левый глаз, смотрите на круг, медленно удаляя рисунок от глаза. На расстоянии 20-25 см изображение крестика исчезает из поля зрения.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 3. Определение остроты зрения.

1. С расстояния 6 метров испытуемому с закрытым одним глазом показывают указкой буквы, начиная с первого ряда. Острота определяется тем рядом, где испытуемый ошибается, называя буквы. Аналогично определяют остроту второго глаза.

Запишите остроту зрения своих глаз: а) правого; б) левого.

Результат:

Вывод:

2.43 Лабораторная работа № 43 (2 часа).

Тема: «Физиология сенсорных систем. Слуховой анализатор, строение и функции. Строение и функции кожного анализатора»

2.1.1 Цель работы: Изучить физиологию сенсорных систем

2.1.2 Задачи работы:

1. - Определение костной и воздушной проводимости звука.
2. - Определение локализации источника звука.
3. - Определение тактильной чувствительности с помощью циркуля Вебера.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. фонендоскоп
2. камертон

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Определение остроты слуха.

1. Испытуемый с закрытыми глазами (одно ухо закрыто ватой) подходит к столу, на котором лежит включенный секундомер, и по звуку пальцем указывает место его расположения.
2. Ошибку определяют линейкой. То же проделывают при закрытом ватой другом ухе, а так же при открытых ушах. Результаты запишите, сделайте выводы.
3. Испытуемый с закрытыми глазами садиться спиной к экспериментатору. В уши ему вставляют оливы трубок фонендоскопа. Позади испытуемого к мембране фонендоскопа подносят звучащий камертон. Испытуемый воспринимает звук сзади по средней линии, не замечая смещения фонендоскопа в разные стороны. Объясните, почему.

Результат:

Вывод:

РАБОТА 2. Адаптация слухового анализатора.

1. Приблизить к уху испытуемого звучащий камертон и держать до тех пор, пока звук перестанет восприниматься.
2. После этого отдалить камертон и снова повторить эксперимент.

Результат:

Вывод:

2.44 Лабораторная работа № 44 (2 часа).

Тема: «Условно-рефлекторная деятельность мозга и основы ВНД (высшей нервной

деятельности). **Правила выработки условных рефлексов. Торможение условных рефлексов»**

2.1.1 Цель работы: Изучить условно-рефлекторную деятельность мозга

2.1.2 Задачи работы:

1. - Выработка двигательного-оборонительного рефлекса у крысы.
2. - Выработка и угасание условного вегетативного зрачкового рефлекса на звонок у человека.
3. - Внешнее торможение условного рефлекса.
4. - Угасательное торможение условного рефлекса.
5. - Дифференцировочное торможение условного рефлекса.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

2.1.4 Описание (ход) работы:

РАБОТА 1. Зрительный рефлекс.

1. Рассмотрите зрачки кролика при обычном освещении.
2. Закройте глаза кролика ладонью и через 20-30 секунд ладонь быстро уберите: наблюдайте сужение зрачков, расширяющихся в темноте (зрительный рефлекс).
3. Зажженную электрическую лампочку поднесите к глазу кролика, затем отдаляйте. Запишите, как изменяется диаметр зрачка.

Результат:

Вывод:

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Не предусмотрены рабочей программой

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Не предусмотрены рабочей программой