

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н. И. Вавилова»**

# **ФИЗИОЛОГИЯ МЕЛКИХ НЕПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ**

**краткий курс лекций**

**для аспирантов 2 курса**

Направление подготовки  
**06.06.01. Биологические науки**

Профиль  
**Физиология**

**Саратов 2014**

УДК 619:612 (075.8)  
ББК 45.2я73  
В19

Рецензенты:

Заведующий участковой ветеринарной лечебницы №2 ОГУ СББЖ г. Саратов, к.в.н.  
*Бабушкин В.А.*

Доцент кафедры «Паразитология, эпизоотология и ВСЭ», кандидат ветеринарных наук, доцент ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»  
*А.В. Красников*

**Физиология мелких непродуктивных животных:** краткий курс лекций для аспирантов 2 курса направления подготовки 06.06.01. Биологические науки, профиль Физиология / Сост.: В.Ю. Васильев ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 98с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Физиология мелких непродуктивных животных» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов 2 курса направления подготовки 06.06.01. Биологические науки, профиль Физиология.

Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам физиологии собак и кошек животных, дает основы функционирования и жизнедеятельности организма, его взаимодействия с окружающей средой.

Знания по физиологии необходимы для понимания фундаментальных основ биологии и особенностей функционирования организма собак и кошек, а также служат теоретическим фундаментом для изучения многих дисциплин биологического цикла важным элементом для подготовки специалистов.

УДК591 636:612  
ББК 45.2

© Васильев В.Ю., 2014  
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», 2014

## **Введение**

Физиология — биологическая наука, предметом изучения которой являются жизнедеятельность организма. Физиология изучает механизмы осуществления функций организма, их взаимосвязи между собой, регуляцию и приспособление организма к условиям внешней среды в процессе эволюции.

Краткий курс лекций по дисциплине «Физиология мелких непродуктивных животных» дает представление об основных закономерностях, лежащих в основе физиологических процессов, происходящих в живом организме, в их развитии и взаимодействии с внешней средой, что необходимо для овладения научными основами современной технологии животноводства и успешного проведения зоотехнических и ветеринарных мероприятий.

Краткий курс лекций по дисциплине «Физиология» предназначен для аспирантов направления подготовки 06.06.01-Биологические науки, профиль – Физиология.

## Лекция 1

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### 1.1. Организм и его основные физиологические функции

Организм находится во взаимосвязи с внешней средой. Процессы, происходящие в живом организме, качественно отличаются от явлений мертвой природы. Постоянный *обмен веществ* между живым организмом и окружающей средой является основным признаком жизни. С прекращением обмена прекращается и жизнь.

В живом организме постоянно протекают два процесса: ассимиляция и диссимиляция. Эти процессы взаимно противоположны, неразрывно связаны один с другим и существуют одновременно. *Ассимиляция* — это процесс усвоения веществ, поступающих из внешней среды, в результате которого образуются клетки и межклеточное вещество. *Диссимиляция* — это процесс распада живой материи, в результате которого освобождается энергия живого вещества, необходимая для жизнедеятельности организма. С обменом веществ связаны все свойства организма, характеризующие его жизнедеятельность.

Гомеостаз — постоянство химического состава и физико-химических свойств внутренней среды — является особенностью целостного организма и имеет важнейшее значение для его жизнедеятельности.

Он выражается наличием ряда устойчивых количественных показателей (констант), характеризующих нормальное состояние организма, как-то: температура тела; осмотическое давление крови и тканевой жидкости; величины содержания в них калия, натрия, хлора, фосфора, а также белков и сахара, концентрации водородных ионов и др.

#### 2.1. Регуляция физиологических функций

Организм — это саморегулирующаяся система, реагирующая как единое целое на различные воздействия внешней среды. Функции и реакции в нем регулируются двумя системами (гуморальная и нервная). Филогенетически гуморальная (гумор — жидкость) регуляция значительно более древняя, чем нервная. *Гуморальная регуляция* осуществляется при помощи веществ, циркулирующих в крови и жидкостях организма; она имеется даже у низших существ.

Гуморальные связи имеются в растительном и животном мире. Однако животные обладают еще одной важнейшей связью — через нервную систему. Гуморальная система по сравнению с нервной является более медленной (она осуществляется в 200—20000 раз медленнее) и действует по принципу «всем—всем—всем». Нервная регуляция отличается строгой направленностью. Чем выше животное по филогенетическому развитию, тем в большей степени его функции находятся под контролем нервной регуляции.

Таким образом, в организме существует единый нервно-гуморальный механизм регуляции различных функций. Нервная система координирует как деятельность внутренних систем организма, так и взаимодействие и уравнивание его с окружающей средой.

Основу работы нервной системы составляет рефлекс, то есть отражение. *Рефлекс* — это ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая через центральную нервную систему. Нервный путь, по которому проходит возбуждение, идущее от

рецепторов через центральную неравную систему до различных органов, называется *рефлекторной дугой*, которая имеет обратную связь (рефлекторное кольцо) с центральной нервной системой, сообщаящую о результатах действия, регулируя силу и частоту раздражения.

В физиологии сформировались направления, изучающие связи организма с внешней средой, неизмеримо усложняющиеся в результате научно-технического прогресса: биоритмология, этология, физиология животных с высокой продуктивностью и репродуктивной функцией.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Отличия живого организма от неживой материи.
- 2) Организм как единое целое
- 3) Единство структуры и функции.
- 4) Регуляция основных физиологических функций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009.- 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

##### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных: учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.

4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 2

### СИСТЕМА КРОВИ

Внутренняя среда организма состоит из трех основных жидкостей: крови, лимфы и тканевой жидкости.

#### 2.1 Физиология системы крови

Кровь – жидкая соединительная ткань, которая обладает следующими функциями: 1) газообменной – доставляет клеткам кислород и выносит углекислый газ; 2) трофической – разносит по организму питательные вещества; 3) экскреторной – выносит из организма продукты распада; 4) защитной – осуществляет защиту нашего организма от вредных веществ и инородных тел; 5) секреторной – разносит по организму гормоны; терморегуляторной – обеспечивает регуляцию температуры тела; 6) гомеостатической – осуществляет постоянство метаболических процессов.

**Количество крови** различно у животных разного вида, пола, породы, и составляет в среднем 7...8 % от массы тела.

В нормальных условиях не вся кровь, а только ее часть циркулирует в кровеносных сосудах. Другая часть находится в кровяных депо (печень, селезенка, кожа). Потеря 1/2 - 1/3 количества крови опасна для жизни.

**В состав крови** входят плазма и форменные элементы крови. Гематокрит у собак - 37...66, у кошек-37...45%.

**Плазма** представляет собой желтоватую полупрозрачную жидкость с удельным весом 1021-1028. Она состоит из воды (90...92 %), органических соединений и неорганических солей. Органические соединения в совокупности с неорганическими солями составляют сухой остаток плазмы. На долю сухого остатка приходится 8...10 %, из которых 7,2 % приходится на белки, 0,17 % - органические вещества (глюкоза, мочевины, мочевая кислота и т.д.) и 1 % на неорганические соли. Состав плазмы в нормальных физиологических условиях относительно постоянен.

Плазма обладает **осмотическим давлением**, которое зависит в основном от концентрации находящихся в ней минеральных солей и имеет важное значение в распределении воды и растворенных веществ в тканях.

Наряду с постоянством осмотического давления и постоянством соотношения концентраций ионов солей в крови поддерживается **постоянство реакции**. Реакция среды определяется концентрацией водородных ионов - рН. Реакция крови слабо щелочная – рН в среднем 7,36. Поддержанию постоянства реакции крови способствует имеющиеся в крови буферные вещества, к которым относятся гемоглобин, бикарбонаты, фосфаты и белки крови.

**Белки плазмы крови** состоят из трех групп: альбумины, глобулины и фибриноген. Биосинтез альбуминов и фибриногена происходит в клетках печени. Глобулины синтезируются еще и в селезенке, костном мозге и лимфатических узлах. Белки плазмы выполняют следующие функции: обеспечивают вязкость крови, то есть поддерживают постоянство кровяного давления; обеспечивают онкотическое давление для поддержания вязкости крови; транспортируют жиры, гормоны и металлы; обеспечивают буферные свойства, то есть способствуют сохранению постоянства реакции крови; осуществляют гемостатическую функцию, которую выполняет

фибриноген, являясь основным фактором свертывания крови; осуществляют иммунологическую функцию, то есть обеспечивают невосприимчивость организма к инфекционным болезням; осуществляют ферментативно-метаболическую функцию.

К форменным элементам крови относят эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. **Эритроциты** представляют собой круглые двояковогнутые безъядерные клетки. Диаметр эритроцитов у собак равен 4,2...10,2 мкм, а у кошек – 5,0...8,2 мкм. Они циркулируют в крови 120 дней, а затем разрушаются в селезенке и в печени. В норме количество эритроцитов является одним из основных гематологических показателей в клинической диагностике. Количество эритроцитов у собак колеблется от 5,3 до 10,2 Т/л, у кошек – 5,0...12,0 Т/л (Т – тера,  $10^{12}$ ). Главной функцией эритроцитов является транспорт кислорода, кроме этого, эритроциты участвуют в транспорте гормонов, создании вязкости крови, поддержании кислотно-щелочного баланса.

В эритроцитах находится вещество, окрашенное в красный цвет – **гемоглобин**. Гемоглобин является дыхательным ферментом эритроцитов и составляет до 90 % их сухой массы. Гемоглобин – сложный белок, состоящий из собственно белковой части (глобина) и небелковой части – протетической группы (гема), содержащей железо. Важнейшая функция гемоглобина – связывание, перенос и высвобождение кислорода. Кроме этого, гемоглобин является главным внутриклеточным буфером, поддерживающим оптимальное для метаболизма рН. Количество гемоглобина в крови, или его концентрация, у собак 110...178 г/л, у кошек 80...180 г/л.

**Группы крови.** Совокупность эритроцитарных и плазменных белков определяет разделение крови на группы. Из многочисленных типов классификации наиболее распространена Янского-Ландштейнера (ABO) и резус-принадлежность ( $Rh^+$  -  $Rh^-$ ). В основе данной классификации лежит наличие в эритроцитах агглютиногенов (А, В), а в плазме крови агглютининов ( $\alpha$ ,  $\beta$ ). При взаимодействии одноименных агглютиногенов и агглютининов происходит реакция гемагглютинации, то есть склеивание эритроцитов. Группы крови у собак и кошек недостаточно изучены, стандартных сывороток для их определения нет. Поэтому перед переливанием донорской крови проверяют её на совместимость. Существуют немногочисленные данные о группах крови у кошек. Предполагают, что у них имеются, как и у человека, антигены Аи В. У беспородных кошек, а также у сиамских встречается в основном группа А, у короткошерстных экзотов и рексов группа В, группа АВ встречается чрезвычайно редко, а О группа не обнаружена вовсе.

**Лейкоциты** – клетки, содержащие ядро и цитоплазму. Образуются лейкоциты в красном костном мозге, лимфатических узлах и селезенке из стволовых клеток. В норме лейкоцитов содержится у собак 6,0...12,0 Г/л, а у кошек – 5,0...15,0 Г/л (Г – гига;  $10^9$ ). Количество лейкоцитов в течение суток колеблется: в утренние часы число лейкоцитов в крови минимальное, после приема пищи, во время физической работы и при сильных эмоциях число их увеличивается. Снижение количества лейкоцитов называется *лейкопенией*, а повышение – *лейкоцитозом*. Все лейкоциты делятся на два класса: гранулоциты (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы) и агранулоциты (лимфоциты и моноциты).

Моноциты являются предшественниками тканевых макрофагов. Время пребывания их в крови от 36 до 104 часов.

Процентное соотношение разных видов лейкоцитов описывается лейкоцитарной формулой.

Лейкоциты благодаря их способности выходить из кровеносного русла в ткани и возвращаться обратно участвуют в защитных реакциях организма. Лейкоциты способны захватывать и поглощать чужеродные частицы, продукты распада клеток, микроорганизмы, переваривать их. Эта способность лейкоцитарных клеток называется **фагоцитарной активностью**.

**Тромбоциты** – кровяные пластинки, которые образуются из мембраны мегакариоцитов. В норме у собак содержится от 200...500Г/л, у кошек 300...7000Г/л. **Система крови.** Количество их увеличивается после приема пищи и совершения мышечной работы. Увеличение количества тромбоцитов при мышечной нагрузке получило название миогенного тромбоцитоза. Тромбоциты обладают такими свойствами как **адгезия** (прилипание) и **агрегация** (склеивание) и выделяют вещества, способствующие свертыванию крови.

**Гемостаз.** Одной из важнейших характеристик крови является наличие гемостаза. **Гемостаз** – это совокупность механизмов, обеспечивающих целостность сосудистого русла и реологию крови. Гемостаз определяется как временный и постоянный. Временный гемостаз состоит из сосудистого, тромбоцитарного и коагуляционного гемостаза. Постоянный гемостаз составляют ретракция сгустка и реканализация сосуда.

**Свертывающая система крови** – это совокупность тромбоцитарных, тканевых и плазменных факторов, взаимодействие которых по каскадному принципу обеспечивает формирование тромба и остановку кровотечения. Свертывание крови является коагуляционным гемостазом, который следует за сосудисто-тромбоцитарным гемостазом. **1. Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз** – это начальный период гемостаза, который определяется активностью сосудистых и тромбоцитарных реакций. Этот гемостаз определяет спонтанную остановку кровотечения после повреждения мелких сосудов.

**2. Коагуляционный гемостаз.** При повреждении тканей и кровеносных сосудов свертывающая система активируется, и кровь человека свертывается в течение 3...4 минут, а через 5...6 минут превращается в плотный сгусток – тромб. Объясняется это тем, что имеющийся в плазме фибриноген переходит в нерастворимую форму – фибрин, который выпадает в виде нитей.

Кроме свертывающей системы в организме работает антикоагуляционная (противосвертывающая) система, которая предупреждает свертывание крови в кровеносных сосудах. В печени и легких образуется вещество гепарин, препятствующее свертыванию крови путем превращения тромбина в неактивное его состояние, в результате чего развивается фибринолиз – разрушение фибрина. Результатом совместной работы этих двух систем является поддержание жидкого состояния крови.

## 2.2. Физиология лимфатической системы

Лимфатическая система включает разветвленные в органах и тканях лимфатические капилляры, лимфатические сосуды, стволы и протоки. На путях следования лимфатических сосудов лежат лимфатические узлы. Функцией лимфатической системы является выведение из органов и тканей продуктов обмена веществ, растворенных и взвешенных в тканевой жидкости, и профильтровывание их через биологические фильтры – лимфатические узлы. В лимфатические капилляры вместе с тканевой

жидкостью всасываются крупнодисперсные белки, частицы погибших клеток, продукты жизнедеятельности микробных тел.

Между клетками нашего организма имеются небольшие промежутки, которые наполнены межклеточной (тканевой) жидкостью. Эта жидкость, находясь в постоянном движении, попадает в лимфатические сосуды, где смешивается с жидкостью оттекающей от разных органов. Любая тканевая жидкость есть результат фильтрации плазмы через стенки капилляров. Всосавшаяся в лимфатические капилляры тканевая жидкость вместе с содержащимися в ней веществами называется лимфой. Так как состав лимфы в зависимости от места своего нахождения различен, для исследования берется лимфа только из грудного протока. Эта лимфа в норме бесцветна, или слегка желтовата, имеет щелочную реакцию. В ней содержится: воды – 94...95 %, белков – сывороточного альбумина, сывороточного глобулина и фибриногена – до 4 %, минеральных солей – 0,7...0,8 %, содержание жира колеблется резко в зависимости от стадии пищеварения. В лимфе есть также клетки иммунной системы.

### 2.3. Физиология иммунной системы

Система крови, лимфатическая система и иммунная система тесно связаны между собой общностью происхождения, строения и функции. Родоначальником всех видов клеток системы крови и иммунной системы являются стволовые клетки костного мозга. Иммунная система объединяет органы и ткани, обеспечивающие защиту организма от генетически чужеродных клеток или веществ, поступающих извне или образующихся в организме. В органах иммунной системы и системы крови образуются иммунокомпетентные клетки, к которым относят: антигенпрезентирующие клетки (моноциты, макрофаги, эндотелиальные клетки); регуляторные клетки (хелперы, супрессоры, контрсупрессоры, памяти); эффекторы иммунного ответа (Т и В-киллеры, В-антителопродуценты, плазматические клетки).

Основными рабочими клетками иммунной системы являются лимфоциты, которые распознают и уничтожают проникшие в организм или образовавшиеся в нем генетически чужеродные клетки или другие чужеродные вещества. Все лимфоциты делят на три группы: Т-клетки, В-клетки. Т-лимфоциты осуществляют клеточный иммунитет, то есть они определяют, запоминают и сообщают организму о появившихся чужеродных белковых образованиях. Т-лимфоциты делятся на Т-хелперы, Т-супрессоры, Т-клетки памяти, Т-амплифайеры и Т-киллеры. В-лимфоциты осуществляют гуморальный иммунитет. Производные В-лимфоцитов – плазматические клетки – синтезируют антитела (иммуноглобулины) и выделяют их в кровь, в секреты желез, где антитела вступают в соединение с антигенами (чужеродными белками) и нейтрализуют их. В-лимфоциты так же подразделяются на подгруппы, в зависимости от выполняемой ими функции: В-антителопродуценты, В-хелперы, В-киллеры, В-клетки памяти, В-супрессоры.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Кровь как внутренняя среда организма и ее функции.
- 2) Состав крови сельскохозяйственных животных.
- 3) Эритроциты, их строение, количество и функции.
- 4) Лейкоциты, их строение, количество, лейкоцитарная формула и функции.
- 5) Кровяные пластинки, их строение, количество и функции.

- 6) Гемоглобин, его физиологическая характеристика, соединения с различными газами.
- 7) Биологическое значение и механизм свертывания крови.
- 8) Составляющие иммунной системы организма.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009.- 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 3

### КРОВООБРАЩЕНИЕ

#### 3.1. Структурно-функциональная организация сердца

Система кровообращения выполняет в организме следующие функции: транспортную, дыхательную, питательную, экскреторную, терморегуляторную и гуморальную. Функциональными отделами системы кровообращения являются:

1. сердце – генератор давления и расхода;
2. аорта – сосуд высокого давления;
3. артерии – сосуды стабилизаторы давления;
4. артериолы и прекапилляры – сосуды распределители капиллярного; кровотока;
5. капилляры – обменные сосуды;
6. венулы и вены – аккумулярующие сосуды;
7. полые вены – сосуды венозного возврата крови;
8. артерио-венулярные анастомозы – шунтирующие сосуды.

Важнейшей функцией системы кровообращения является поддержание постоянного и непрерывного движения крови по замкнутой, сильно разветвленной системе кровеносных сосудов.

**Макроструктура.** Сердце – полый мышечный четырехкамерный орган, состоящий из двух предсердий и двух желудочков. Правая и левая половины сердца разделены сплошной перегородкой. Предсердия и желудочки сообщаются через предсердно-желудочковые отверстия, в которых находятся клапаны, открывающиеся в сторону желудочков: трехстворчатый справа и двустворчатый (митральный) – слева. Предсердно-желудочковые клапаны обеспечивают ток крови только в одном направлении, по градиенту давления. Снаружи сердце покрыто перикардом. Внутренний (серозный) слой перикарда образует два листка – висцеральный (покрывает миокард) и париетальный (прилегает изнутри к фиброзному перикарду). Пространство между листками перикарда представляет собой полость, заполненную жидкостью, облегчающей движения сердца. Изнутри полость сердца выстлана эндокардом. Он состоит из соединительной ткани, покрытой эндотелием, и участвует в формировании створок клапанов

**Микроструктура миокарда.** Миокард – сложная многотканевая структура. Основной компонент миокарда – поперечно исчерченные сократительные кардиомиоциты (типические), образующие синопласт. Характерной особенностью микроструктуры миокарда является наличие вставочных дисков, где соседние кардиомиоциты образуют зоны плотного контакта. В области тесного прилегания кардиомиоцитов электрическое сопротивление ничтожно по сравнению с другими участками, поэтому возбуждение легко и быстро распространяется по всей массе миокарда. Миокард обладает несколькими крайне важными для сокращения сердца свойствами: автоматией, возбудимостью, проводимостью, сократимостью и внутренней секрецией.

**Цикл деятельности сердца.** *Первая фаза* сердечного цикла – это систола предсердий: предсердия сокращаются, и кровь, находящаяся в них, поступает в желудочки. Створчатые клапаны свободно открываются в сторону желудочков и поэтому не мешают току крови из предсердий в желудочки. При систоле предсердий

кровь не может поступать обратно в вены, так как устья вен при этом сжимаются кольцевыми мышцами. Систола предсердий длится 0,12 секунды. Вслед за систолой предсердий следует **вторая фаза** – систола желудочков. Систола желудочков в свою очередь состоит из двух периодов: фазы напряжения и фазы изгнания крови. В фазу напряжения (которая делится на фазу асинхронного сокращения и фазу изометрического сокращения) мышцы желудочков напрягаются (растет их тонус), и давление в желудочках повышается. Створчатые клапаны при этом захлопываются. Одновременно открываются створчатые клапаны, и кровь самотеком из предсердий вновь начинает поступать в желудочки. **Третья фаза** сердечного цикла – общая пауза. В период паузы кровь свободно протекает из верхней и нижней полых вен в правое предсердие, а из легочных вен - в левое предсердие. Так как створчатые клапаны открыты, то кровь отчасти попадает и в желудочки. Затем начинается новый сердечный цикл.

Частоту сердцебиения можно посчитать по пульсу. Ритм работы сердца зависит от массы, вида животного и уровня обмена веществ. Частота сердечных сокращений у жив собак — 90...100, кошек— 100...130, в минуту. Такую частоту сердечных сокращений называют **нормотонией**.

**Тоны сердца.** Работа сердца сопровождается характерными звуками, которые получили название **тонов сердца**. При выслушивании стетофонендоскопом различают два тона сердца: **первый тон** называется **систолическим**, так как он возникает вовремя систолы желудочков. Он протяжный, глухой и низкий. **Второй тон, диастолический**, соответствует диастоле желудочков. Он короткий, высокий и возникает при захлопывании полулунных клапанов, которое происходит следующим образом. После систолы давление крови в желудочках резко падает. В аорте и легочной артерии в это время оно высокое, кровь из сосудов устремляется обратно в сторону меньшего давления, то есть к желудочкам, и под напором этой крови полулунные клапаны захлопываются. Методика записи тонов сердца называется **фонокардиографией**.

**Сердечный толчок.** Если приложить руку к области проекции сердца то можно ощутить **сердечный толчок**. Этот толчок зависит от изменения положения сердца при систоле. При сокращении сердце, несколько поворачивается слева направо, левый желудочек прижимается к грудной клетке, давит на нее. Это давление ощущается в виде толчка.

**Количество крови, выбрасываемое сердцем.** При сокращении каждый желудочек выбрасывает в среднем 10...20 мл крови. Количество крови, выбрасываемое каждым желудочком при систоле, называется **ударным**, или **систолическим, объемом**. Количество крови, выбрасываемое правым и левым желудочками, одинаково. Если известно количество крови, выбрасываемой желудочком во время систолы, и ЧСС, то можно рассчитать количество крови, выбрасываемой сердцем в минуту, или **минутный объем** ( $УОК \cdot ЧСС = МОК$ ).

**Электрические явления в сердце.** Деятельность сердца сопровождается электрическими явлениями. Метод исследования сердца, основанный на регистрации и анализе суммарного электрического потенциала (токов действия), возникшего при возбуждении различных отделов сердца получил название **электрокардиографии**. **Электрокардиограмма** (ЭКГ) – периодически повторяющаяся кривая, отражающая протекание процесса возбуждения сердца во времени. По данным ЭКГ можно оценить ритм сердца и диагностировать его нарушения, выявить различного рода нарушения и повреждения миокарда (включая проводящую систему), контролировать действие

кардиотропных лекарственных средств. Электрокардиограмма у всех здоровых животных всегда постоянна и имеет пять зубцов, которые обозначаются буквами P, Q, R, S, T.

**Автоматия сердца. Проводящая система сердца.** Способность сердца ритмично сокращаться независимо от каких-либо внешних раздражений называется *автоматией*. Проводящая система сердца представлена узлами, которые образованы скоплениями атипичных кардиомиоцитов и, отходящим от этих узлов, пучком.

**Первое скопление** атипичных кардиомиоцитов располагается в правом предсердии между устьями верхней и нижней полых вен. Это скопление получило название **узла Кейт-Флэка**, или **синоатриального узла**. **Второе скопление** тоже находится в правом предсердии, но у атриовентрикулярной перегородки, поэтому называется **атриовентрикулярным узлом**, или **узлом Ашоф-Тавара**. От узла Ашоф-Тавара отходит пучок, который направляется в желудочки по межжелудочковой перегородке. Этот пучок получил название **пучка Гиса**. Пучок Гиса делится на две ножки, одна из которых идет в правый желудочек, а другая – в левый, соответственно чему эти ножки называются **правой и левой ножками пучка Гиса**. Основным центром автоматии является узел Кейт-Флэка. От него по проводящим волокнам предсердий возбуждение достигает атриовентрикулярного узла (Ашоф-Тавара), где происходит некоторая задержка проведения возбуждения, необходимая для согласованной работы желудочков и предсердий. Затем возбуждение по проводящим кардиомиоцитам (атипичным) пучка Гиса, его ветвям и волокнам Пуркинье, на которые делятся обе ножки пучка, распространяется на миокард (сократительные кардиомиоциты - типичные) обоих желудочков, вызывая их сокращение.

### 3.2. Регуляция работы сердца

**Иннервация сердца.** Несмотря на то, что периодическая деятельность сердца обусловлена автоматизмом, его работа находится также под постоянным влиянием экстракардиальных (внесердечных) факторов. Одним из важнейших среди них является действие вегетативной нервной системы – симпатического и парасимпатического ее отделов. Симпатические нервы отходят от шейного симпатического узла, а блуждающие нервы (парасимпатический отдел ВНС) начинаются в продолговатом мозгу, где лежит их центр. Раздражение симпатических и блуждающих нервов приводит к изменению возбудимости (батмотропный эффект), проводимости (дромотропный эффект), частоты сердечных сокращений (хронотропный эффект), амплитуды сокращений (инотропный эффект) и изменению тонуса мышечных волокон (тонотропный эффект). Симпатические и блуждающие нервы оказывают на сердце противоположное влияние: симпатические вызывают положительные эффекты – учащают и усиливают сердечные сокращения, повышают возбудимость и тонус миокарда, улучшают проводимость, а блуждающие – аналогичные отрицательные эффекты.

**Рефлекторные влияния на деятельность сердца** Экстракардиальная нервная регуляция работы сердца имеет рефлекторную природу. Значительную роль в этом играют влияния с рефлексогенных зон кровеносных сосудов – дуги аорты, сонного синуса, верхней полой вены и правого предсердия. Кроме того, рефлекторные изменения работы сердца возникают при стимуляции механорецепторов, расположенных в желудке, кишечнике, брыжейке, легких, при надавливании на

глазные яблоки и т.д. Поэтому раздражение этих органов способно оказывать как возбуждающее, так и тормозящее влияние на сердечную деятельность.

**Гуморальная регуляция работы сердца.** Большинство компонентов крови, в том числе гормоны, электролиты, другие биологически активные вещества влияют на работу сердца наиболее древним – гуморальным, способом. Положительное действие оказывают **гормоны** – адреналин (гормон мозгового вещества надпочечников), глюкагон (гормон поджелудочной железы), кортикостероиды (гормоны коркового вещества надпочечников), тироксин, трийодтиронин (гормоны щитовидной железы), а также кинины и простагландины. **Ионы натрия** необходимы для нормальной сократительной функции миокарда. **Ионы кальция** необходимы для электромеханического сопряжения. Деятельность сердца угнетают также **ионы водорода**, избыток которых образуется во всех случаях, связанных с кислородным голоданием (гипоксией).

### 3.3. Структурно-функциональная организация сосудистого русла

Раздел физиологии сердечнососудистой системы, изучающий закономерности движения крови по сосудам называется **гемодинамикой**. Основными закономерностями гемодинамики и характеристиками сосудистой системы являются:

**1. Сила, обеспечивающая движение крови по сосудам**, которая равна разности давления крови в начале и в конце кругов кровообращения (градиент кровообращения). Градиент кровообращения равен  $\delta P = P_n - P_k$ . Давление крови создается сократительной деятельностью миокарда.

**2. Сопротивление в сосудистой системе**, препятствующее движению крови. Различные отделы большого круга кровообращения оказывают разное сопротивление току крови. Общее сопротивление (принятое за 100%) складывается из следующих составляющих: сопротивление в аорте и крупных артериях равно 19 %, в мелких артериях и артериолах – 50 %, в капиллярах – 25 %, в венах – 4 %, в венах – 3 %. С увеличением радиуса сосудов сопротивление току крови уменьшается, при уменьшении увеличивается.

**3. Непрерывность кровообращения.** Важным условием непрерывности кровообращения является равенство объёмов кровотока – через суммарное поперечное сечение сосудов на любом участке малого и большого кругов кровообращения в норме протекает одинаковый объём крови. Объём крови, протекающий через поперечное сечение сосуда в единицу времени, называют **объёмной скоростью кровотока** (мл/мин). Объёмная скорость кровотока во всех отделах сосудистой системы одинаковая – 4...6 л/мин.

**4. Распределение крови по основным отделам кровеносной системы.** Содержащаяся в сердечнососудистой системе кровь распределяется следующим образом: в сердце – 7 % во время диастолы, в большом круге кровообращения – 84 % (из них в аорте и артериях – 14, в капиллярах – 6, в венах – 64), в малом круге кровообращения – 9 %.

**5. Линейная скорость кровотока.** Линейная скорость кровотока измеряется тем расстоянием, которое проходит частица крови за единицу времени. При одинаковой скорости линейная скорость кровотока в различных отделах кровеносного русла изменяется в больших пределах: с 20...25 см/с в аорте она уменьшается до 0,03...0,05 см/с в капиллярах, что важно для осуществления транспорта веществ в тканях. О

линейной скорости кровотока в целом в сосудистой системе судят по времени *полного кругооборота крови, которое в норме равно 21...23 секунды.*

### 3.4. Особенности кровотока в различных отделах сосудистой системы

**Кровоток в артериальной системе.** Артерии вмещают лишь 10...15 % циркулирующей крови. Непосредственной движущей силой крови в артериях является градиент давления. Порционный выброс крови в аорту приводит к пульсовым колебаниям артериального давления (АД). Максимальный объём АД во время систолы называют *систолическим* давлением, минимальное давление к моменту открытия полулунных клапанов – *диастолическим*, а разность между систолическим и диастолическим – *пульсовым* давлением. Непульсирующее давление, которое обеспечивает такой же гемодинамический эффект, как пульсирующее давление, называют *средним* давлением. Распространение пульсовой волны по сосудам сопровождается колебаниями артериальных стенок: они расширяются при повышении давления и спадаются при его падении. Эти колебания артериальных стенок называют *артериальным пульсом* и могут быть записаны с помощью сфигмографа. При анализе сфигмограммы выделяют следующие отрезки кривой – анакроту, катакроту и дикротический подъём (дикрота). *Анакрота* отражает повышение АД во время систолы желудочка, *катакрота* – снижение АД при расслаблении его мускулатуры, *дикрота* – дополнительную волну, обусловленную отражением гидравлической волны от замкнутых полулунных клапанов аорты.

**Микроциркуляторное русло** состоит из артериол, метартериол, прекапиллярных сфинктеров, магистральных капилляров, истинных капилляров, венул, анастомозов (шунтов). Скорость кровотока в капиллярах составляет 0,5...1,0 мм/с. Через стенку микрососудов происходит транспорт веществ, необходимых для метаболизма клеток, и продуктов обмена, подлежащих удалению из организма.

**Венозные отделы** сосудистой системы обеспечивают возврат крови к сердцу и наполнение правого предсердия и правого желудочка во время их диастолы. Высокая растяжимость стенок вен делает их резервуаром крови переменной емкости. Вены содержат 65...70 % всего объёма циркулирующей крови.

**Особенности кровотока по сосудам различных органов.** Кровоснабжение различных органов находится в тесной корреляции с их функциональными особенностями и интенсивностью метаболизма.

**1. В сосудистой сети малого круга кровообращения** осуществляется обмен газов между кровью и альвеолярным воздухом.

**2. Кровоток по сосудам сердца** резко уменьшается при систоле в фазу напряжения. Причиной данного уменьшения является сжатие сосудов миокардом. В период диастолы кровоток восстанавливается. В 1 мм<sup>3</sup> сердечной мышцы имеются 3500...4000 капилляров, из которых в покое функционируют только 50 %.

**3. Особенности кровотока по сосудам головного мозга.** Кровоснабжение головного мозга соответствует его высоким энергетическим потребностям. Он потребляет около 20 % энергии, расходуемой организмом в покое. Прекращение кровоснабжения мозга на 5...6 секунд приводит к потере сознания. Отсутствие кровотока в течение 5...7 минут вызывает необратимые изменения в нейронах коры. Сосуды микроциркуляции головного мозга не имеют анастомозов, поэтому при их

закупорке или спазме невозможно восстановление кровоснабжения за счет коллатералей микрососудов.

**4. Регуляция тонуса сосудов.** Количество крови, протекающее через любой орган, возрастает с увеличением системного артериального давления и просвета сосудов в органе. Тонус сосудов (их просвет) регулируется с помощью нервного, гуморального и миогенного механизмов.

**Нервная регуляция тонуса сосудов** осуществляется сосудодвигательным центром, который располагается в продолговатом мозге. Кроме этого важную роль в регуляции тонуса сосудов играют гипоталамус и кора большого мозга

**Гуморальная регуляция** осуществляется биологически активными веществами, одни из которых обладают вазоконстрикторным, а другие - вазодилаторным действием. **Сосудорасширяющим действием обладают** гистамин, брадикинин, ацетилхолин, окись азота, простагландины. Сильным сосудорасширяющим действием обладают **АТФ, АДФ, АМФ и аденозин. Адреналин** активирует  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторы. В низких концентрациях адреналин вызывает расширение сосудов кожи, мышц, сосудов брюшной полости.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Функции системы кровообращения в организме.
- 2) Макроструктура сердца.
- 3) Микроструктура миокарда.
- 4) Сердечный цикл и его фазы.
- 5) Внешние проявления работы сердца.
- 6) Физиологические особенности миокарда.
- 7) Пути регулирования сердечной деятельности.
- 8) Основные закономерности гемодинамики.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009.- 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

*Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 4

### ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ КОШЕК И СОБАК

#### 4.1 Внешнее дыхание. Структурно-функциональная организация дыхательной системы

**Дыхание** – это совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, использование его для окисления органических веществ с высвобождением энергии и выделением углекислого газа в окружающую среду. Процесс аэробного окисления является главным механизмом, обеспечивающим освобождение энергии в организме.

Различают пять основных этапов дыхания:

1. Вентиляция легких - газообмен между легкими и окружающей средой;
2. Газообмен между кровью и газовой смесью, находящейся в альвеолах;
3. Транспорт газов кровью - кислорода от легких к тканям, и двуокиси углерода от тканей к легким;
4. Газообмен между кровью и тканями организма – кислород поступает к тканям, а углекислый газ из тканей в кровь;
5. Внутренне (тканевое) дыхание - потребление кислорода тканями и выделение углекислого газа.

Совокупность первого и второго этапов дыхания – это **внешнее дыхание**, которое обеспечивает газообмен между окружающей средой и кровью. Оно осуществляется с помощью внешнего звена системы дыхания. Прочие этапы дыхания осуществляются посредством внутреннего звена системы дыхания, которые обеспечивают **тканевое дыхание**.

**Функции легких.** Легкие выполняют газообменную и негазообменные функции.

**Газообменная функция** является главной. Структурно-функциональной единицей легкого является альвеола. Диаметр альвеол составляет 0,3...0,4мм. Суммарная площадь всех альвеол достигает 80...120м<sup>2</sup>, их число – около 300...550млн. Совокупность альвеолярных ходов и мешочков, несущих на себе альвеолы, где происходит газообмен между альвеолярным воздухом и кровью, называют дыхательной зоной.

**Негазообменные функции легких:**

1. Участвуют в процессах выделения, причем газообменная функция является также и выделительной (СО<sub>2</sub>, вода, ацетон, этанол, эфир, закись азота).
2. Инактивируют биологически активные вещества: 90...95% простагландинов, происходит превращение ангиотензина I в ангиотензин II под влиянием ангиотензиназы
3. Участвуют в выработке биологически активных веществ: гепарина, тромбксана, простагландинов, тромбопластина, факторов свертывания крови VII и VIII, гистамина, серотонина, метилтрансферазы, моноаминоксидазы, гликозилтрансферазы.
4. Выполняют защитную функцию – являются барьером между внутренней и внешней средой организма, в них образуются антитела, осуществляется фагоцитоз, вырабатываются лизоцим, интерферон, лактоферрин, иммуноглобулины; в легочных капиллярах задерживаются и разрушаются микробы, агрегаты жировых клеток, тромбоемболы.

5. Являются резервуаром воздуха для голосообразования.

**Функция воздухоносных путей** – газообменная и негазообменная.

**Газообменная функция** – доставка атмосферного воздуха в газообменную зону и проведение газовой смеси из легких в атмосферу. Воздухоносные пути начинаются с отверстий полостей носа и рта и включают носоглотку, гортань, трахею, бронхи, дыхательные бронхиолы.

**Негазообменные функции** воздухоносных путей осуществляются в основном слизистой оболочкой носа.

1. **Очищение вдыхаемого воздуха от пылевых частиц** осуществляется в преддверии полости носа и носовых ходах. Пыль смешивается с слизью и с помощью мерцательного эпителия продвигается к глотке и далее в пищеварительный тракт. **Увлажнение вдыхаемого воздуха** начинается еще в верхних дыхательных путях (в носовой полости).

2. **Согревание воздуха** – особое значение в согревании вдыхаемого воздуха имеет слизистая оболочка полости носа, которая богата снабжена капиллярами. Кроме этого согревание воздуха происходит за счет сужения носовых ходов. Если температура выше 37°C, то воздух охлаждается до этой температуры.

3. Являются **периферическим аппаратом генерации звуков**.

4. **Терморегуляция** организма за счет теплопродукции, теплоиспарения и конвекции.

**Механизм акта вдоха и акта выдоха.** Вдох происходит с помощью трех одновременно протекающих процессов: 1) расширения грудной клетки; 2) увеличения объема легких; 3) поступления воздуха в легкие.

Расширение грудной клетки при вдохе обеспечивается сокращением **инспираторных мышц** – диафрагмы, наружных межреберных и межхрящевых. Грудная клетка при вдохе расширяется в трех направлениях. *В горизонтальном направлении* грудная клетка расширяется за счет сокращения диафрагмы – уплощения ее купола. *Во фронтальном направлении* грудная клетка расширяется благодаря некоторому разворачиванию ребер в стороны при движении их вверх. *В сагиттальном направлении* грудная клетка расширяется вследствие удаления концов ребер от грудины вперед при поднятии их в результате сокращения наружных межреберных и межхрящевых мышц. Вместе с расширением грудной клетки расширяются и легкие. При этом увеличивается их объем. Вследствие расширения легких увеличивается отрицательное давление в плевральной щели и давление в самих легких. Воздух начинает энергично двигаться через воздухоносные пути и заполнять легкие. Вслед за вдохом плавно начинается выдох.

Выдох осуществляется вследствие одновременно происходящих процессов: 1) сужения грудной клетки; 2) уменьшения объема легких; 3) изгнания воздуха из легких. **Экспираторными мышцами** являются внутренние межреберные мышцы и мышцы брюшной стенки. Сужение грудной клетки обеспечивается эластической тягой легких и эластической тягой брюшной стенки.

**Легочные объемы и емкости.** Объемы вентиляции легких непосредственно зависят от глубины вдоха и выдоха и частоты дыхания. Вентиляция легких – это газообмен между атмосферным воздухом и легкими. Различают следующие объемы и емкости, при этом под **емкостью** понимают совокупность нескольких объемов.

1. **Дыхательный объём (ДО)** – это объём воздуха, который вдыхается и выдыхается при спокойном дыхании. Такое дыхание называется эйпное (хорошее дыхание, 0,3... 0,5л).

2. **Резервный объём вдоха ( $PO_{\text{вдоха}}$ )** – максимальный объём воздуха, который можно дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха 0,5 ... 1,0 литр.

3. **Резервный объём выдоха ( $PO_{\text{выдоха}}$ )** – максимальный объём воздуха, который можно выдохнуть после спокойного выдоха ) 0,3...0,5 л.

4. **Остаточный объём (ОО)** – объём воздуха, остающийся в легких после максимального выдоха. 0,5... 1.5 литра.

5. **Минутный объём воздуха (МОВ)** – это объём воздуха, проходящего через легкие за 1 минуту. Он составляет в покое 6...8 литров, частота дыхания 18...20 в минуту. При интенсивной мышечной нагрузке МОВ может составлять 100 литров.

6. **Объём анатомического мертвого пространства (МП)** – объём воздуха, который находится в альвеолах не участвующих в дыхании и в складках верхних дыхательных путей.

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

#### 4.2 Газообмен между альвеолами и кровью

Обмен газов между кровью и альвеолами осуществляется с помощью диффузии:  $CO_2$  выделяется из крови в альвеолы,  $O_2$  поступает из альвеолы в венозную кровь. При этом венозная кровь превращается в артериальную, насыщенную  $O_2$  и обедненную  $CO_2$ .

**Движущей силой**, обеспечивающей газообмен в альвеолах, является градиент парциального давления газов – разность парциальных давлений кислорода и углекислого газа в альвеолярной смеси газов и напряжений этих газов в крови.

1. На скорость диффузии влияют свойства самого газа. Углекислый газ диффундирует в альвеолы в 20...30 раз быстрее, чем кислород.

2. Большая скорость диффузии газов через тонкую легочную мембрану.

3. Большая поверхность контакта легочных капилляров и альвеол (80...120 м<sup>2</sup>). Каждый капилляр контактирует с 5...7 альвеолами.

**Роль крови в газообмене.** Газы транспортируются кровью, главным образом, в виде химической связи, и лишь незначительная часть – в виде физического растворения.

**Транспорт кислорода.** В условиях нормального дыхания практически весь кислород переносится кровью в виде химического соединения с гемоглобином. Гемоглобин – кровяной фермент эритроцитов, обладающий свойством присоединять кислород, когда кровь находится в легких, и отдавать кислород, когда кровь проходит по капиллярам всех органов и тканей организма. Кислород образует обратимую связь с

гемом (**оксигенация**), причем валентность железа не изменяется. При этом восстановленный гемоглобин становится оксигенированным. Каждый гем присоединяет одну молекулу кислорода, поэтому одна молекула гемоглобина максимально связывает 4 молекулы кислорода. Количество кислорода, которое может быть связано в 1 литре крови составляет **кислородную емкость крови**. При присоединении кислорода к гемоглобину образуется **оксигемоглобин**

Таким образом, свойства гемоглобина как переносчика кислорода следующие: во-первых, он обладает большим сродством к кислороду и быстро соединяется с ним при увеличении парциального давления кислорода, не изменяя валентности железа; во-вторых, он легко отдает кислород при уменьшении парциального давления последнего.

Некоторую роль в обеспечении мышц кислородом играет также **миоглобин**. Сродство миоглобина к кислороду больше, чем у гемоглобина. Сродство миоглобина к СО меньше, чем у гемоглобина. Миоглобин труднее отдает кислород. Поэтому он является своеобразным депо для кислорода. Запас кислорода в миоглобине составляет 14% от общего количества  $O_2$ , содержащегося в организме. В условиях гипоксии кислород миоглобина освобождается.

**Транспорт углекислого газа.** Углекислый газ переносится плазмой и эритроцитами с помощью различных соединений.

Большая часть  $CO_2$ , транспортируется плазмой крови, причем около 60% всего  $CO_2$  плазмы находится в виде бикарбоната натрия (48%), то есть в виде химической связи, остальная часть находится в виде физически растворенного (5...10%) и в виде угольной кислоты (5...15%).

Углекислый газ, образующийся в организме, выделяется в основном через легкие (98%), и только 0,5% - через почки, и 2% - через кожу в виде бикарбонатов.

Некоторое увеличение содержания  $CO_2$  в крови оказывает благоприятное влияние на организм: увеличивает кровоснабжение мозга и миокарда, стимулирует процессы биосинтеза и регенерацию поврежденных тканей.

### 4.3. Регуляция дыхания

**Дыхательным центром** называется совокупность нервных клеток, расположенных в разных отделах ЦНС и обеспечивающих координированную ритмическую деятельность дыхательных мышц в целях приспособления дыхания к изменениям внешней и внутренней среды организма. Дыхательный центр головного мозга представлен инспираторным центром, экспираторным центром и пневмотаксическим центром. Центры вдоха и выдоха расположены в продолговатом мозге, пневмотаксический центр – в верхней части варолиева моста. Клетки пневмотаксического центра во время выдоха вызывают возбуждение центра выдоха и тем самым обеспечивают ритмическое чередование актов вдоха и выдоха. Нервные импульсы, возникающие в дыхательном центре продолговатого мозга, поступают к подчиненным двигательным центрам спинного мозга или двигательным центрам блуждающих и лицевых нервов. Главным фактором, определяющим уровень дыхательных движений, является концентрация  $CO_2$  в крови. Повышение его содержания увеличивает возбудимость структур дыхательного и пневмотаксического центров, в результате чего усиливается и учащается дыхание.

В регуляции дыхания определенную роль играет раздражение рецепторов легких, принимающих участие в рефлекторной **саморегуляции** дыхательного ритма. При акте

вдоха в рецепторах, расположенных в стенках альвеол, возникают распространяющиеся по блуждающему нерву нервные импульсы, которые рефлекторно тормозят вдох и стимулируют выдох. При резком выдохе возникают импульсы, поступающие в дыхательный центр и рефлекторно стимулирующие вдох. Кроме возбуждения легочных рецепторов дыхательные движения вызываются возбуждением проприорецепторов дыхательных мышц. В то время как легочные рецепторы растяжения оказывают через бульбарный дыхательный центр тормозное влияние на мышцы вдоха, рецепторы растяжения дыхательных мышц стимулируют акт выдоха через соответствующие спинальные центры межреберных мышц и диафрагмы. **Важная роль в регуляции дыхания принадлежит коре больших полушарий**, которая расширяет диапазон сигнальных раздражителей, требующих соответствующего изменения дыхания организма.

Некоторые **гормоны** (адреналин, прогестерон при беременности) усиливают дыхание.

#### **Дыхание при различных условиях**

**Дыхание при изменении атмосферного давления.** Понижение атмосферного давления на высотах 2500...3000 м ведет к снижению парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе до 55...60мм.рт.ст. При дальнейшем подъеме в горы парциальное давление еще больше снижается, соответственно падает и насыщение крови кислородом (гипоксемия), и наступает недостаточное снабжение тканей кислородом (гипоксия) ; последнее обусловлено недостаточным поступлением кислорода из альвеолярного воздуха в кровь.

Дыхание при повышенном барометрическом давлении. При спуске в глубину (работа в кессонах, опускание водолазов и др.) давление воздуха может достигать 8...10атм, в таких случаях азот воздуха поступает в кровь (растворяется) в количестве, пропорциональном давлению. При быстром переходе от высокого давления к низкому азот быстро выделяется из крови, образуя в ней пузырьки, которые могут закупорить кровеносные сосуды (воздушная эмболия). При закупорке сосудов сердца или мозга наступают тяжелые расстройства; возможна даже смерть. Поэтому изменять давление нужно медленно. В таких случаях азот будет постепенно выделяться из крови в воздух легких.

**Дыхания при мышечной работе.** Во время интенсивной физической работы вентиляция легких значительно усиливается, частота дыхания нарастает. Эти изменения могут возникнуть рефлекторно даже перед началом работы, но они выражены слабо. В начале напряженной работы мышц количество кислорода оказывается недостаточным для полного удовлетворения возросших потребностей в нем. Вследствие этого образующаяся молочная кислота не может полностью окислиться до  $H_2O$  и  $CO_2$ , она быстро накапливается в мышцах и в значительном количестве поступает в кровь. Такое состояние называют *кислородной задолженностью*. Накопившаяся в мышцах молочная кислота (до 100...200 мг% вместо 15...24 в норме) быстро вытесняет угольную кислоту из ее связи с ионами натрия и калия, вследствие чего увеличивается напряжение двуокиси углерода в крови и возбуждается дыхательный центр. При быстром беге у нетренированных собак наступает сильная одышка с хрипами, резко учащается сердцебиение (до 130 ударов в 1 мин), повышается кровяное давление.

## Вопросы для самоконтроля

- 1) Основные этапы дыхания.
- 2) Функции легких.
- 3) Механизм вдоха и выдоха
- 4) Жизненная емкость легких и ее компоненты.
- 5) Газообмен в легких.
- 6) Транспорт газов кровью.
- 7) Регуляция дыхания.
- 8). Дыхание при необычных условиях

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 5

### ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ СОБАК

#### 5.1. Основные функции пищеварения

Пищеварение - сложный комплекс процессов, включающий прием корма, его механическую и физико-химическую переработку, всасывание низкомолекулярных веществ и выделение непереваренных остатков корма. Пищеварение - начальный этап обмена веществ. Сущность пищеварения заключается в том, чтобы, во-первых, компоненты корма преобразовать в растворимую форму, а во-вторых, сложные органические вещества - белки, жиры и углеводы, являющиеся полимерами, разделить до более мелких мономеров, доступных для всасывания. Образующиеся мономеры всасываются в кровь и лимфу, и из них организм синтезирует новые сложные органические вещества - белки, жиры и углеводы, имеющие видовые и индивидуальные свойства.

Органы пищеварения у млекопитающих состоят из пищеварительного канала (трубки) - ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, тонкой и толстой кишок и лежащих за ее пределами желез - слюнных, поджелудочной и печени.

Основные функции пищеварительного тракта:

- секреторная - выработка и выделение железистыми клетками пищеварительных соков (слюны, желудочного и поджелудочного сока, желчи, кишечного сока);
- моторно-эвакуаторная (двигательная) - измельчение пищи, перемешивание ее с пищеварительными соками и передвижение по отделам желудочно-кишечного тракта. Она обеспечивается мышцами - поперечно-полосатыми в начальном и конечном отделах и гладкими - по всей длине пищеварительного тракта;
- всасывательная - перенос конечных продуктов переваривания, воды, солей и витаминов через эпителий пищеварительного тракта в кровь и лимфу;
- экскреторная - выделение из организма продуктов обмена веществ, токсинов, непереваренных и излишних веществ;
- эндокринная - синтез и выделение биологически активных веществ и гормонов;
- защитная - защита внутренней среды организма от попадания вредных агентов (бактерицидное, бактериостатическое и дезинтоксикационное действие);
- рецепторная - осуществление нервных связей. В пищеварительном тракте находятся рецептивные поля многих рефлекторных дуг висцеральных систем и соматических рефлексов.
  - теплопродуцирующая;
  - плазмообразующая - поддержание постоянного химического состава плазмы крови.

У собак тип пищеварения как у хищных, но в результате многовековой domestikации они стали способны переваривать не только животную, но и растительную пищу. Поэтому в их рационе могут присутствовать корма и животного, и растительного происхождения. Длина кишечника у собак в 4...5 раз больше длины тела. Продолжительность пребывания корма в пищеварительном тракте в среднем составляет 12...15 ч. Однако это время может сильно измениться в зависимости от состава рациона и количества съеденного корма. На скорость прохождения корма по

кишечнику влияют физическая и эмоциональная нагрузка, физиологическое состояние животного, температура среды и многие другие факторы.

У крупных собак пищеварительная система в 2,5 раза менее эффективна, чем у мелких (вес пищеварительного тракта у мелких собак – 7 % их общего веса, а у крупных собак – лишь 2,7 %).

## **5.2 Прием корма**

Прием корма обеспечивает специальный аппарат, состоящий из ротовой полости (губы, язык, жевательные мышцы, челюсти, зубы), слюнных желез, глотки и пищевода. Прием корма связан с рядом процессов и приспособлением их к меняющимся условиям: поиск, захват и введение корма в ротовую полость, жевание (частичном измельчении пищи), увлажнение, ослизнение и проглатывание.

Механизм регуляции поиска и приема корма:

1. рецепция обонятельная, слуховая, зрительная, вкусовая и тактильная (слизистая оболочка ротовой полости);

2. нервный центр (центр насыщения и голода), образованный нейронами медиальных и латеральных ядер гипоталамуса, лимбической системы, подкорковых ядер и коры больших полушарий, ретикулярной формации, а также нейронами продолговатого мозга, формирующими так называемые центры жевания и глотания;

3. эфферентные проводники - нервные волокна тройничного, лицевого, языкоглоточного, подъязычного и добавочного нервов.

Собаки заглатывают корм, не «попробовав» его предварительно. Пищу собаки захватывают зубами и языком. Губы тонкие, малоподвижные, почти не принимают в этом участия.

Однако собаки тщательно пищу не пережевывают, а отрывают куски и проглатывают, поэтому в ротовой полости корм долго не задерживается и не успевает сильно пропитаться слюной. Более того, считают, что в желудке собак корм более полно переваривается, если он плохо пережеван. Иногда, при поедании крупных кусков мяса, собака производит движения, напоминающие пережевывания, но на самом деле происходит перекусывание куска на более мелкие.

## **5.3. Восприятие вкуса**

Восприятие вкуса осуществляется благодаря вкусовым сосочкам, расположенным на языке и в полости рта. Эти рецепторы ориентированы не на какой-либо один определенный вкус, а скорее на «систему вкусов», в зависимости от группы нейронов, реагирующих на химический стимул. Для собак соленый вкус не имеет особого значения. Согласно другим данным собаки (как и кошки) проявляют некоторое предпочтение растворам солей. Однако, хотя есть исследования, что соленый вкус может повысить привлекательность корма для собаки, у них нет выраженного «солевого аппетита», присущего некоторым всеядным и травоядным животным.

Собаки также имеют предпочтение сладкого вкуса (поэтому у них высока вероятность отравления теобромином, содержащимся в шоколаде). Вопреки распространенному мнению оно не является врожденным. Приобретение этого предпочтения сильнее выражено у самок, чем у самцов.

В отличие от кошек, собакам не нравится горький вкус.

#### 5.4. Слюна и слюноотделение

Слюна секретируется в ротовую полость четырьмя парами слюнных желез. Количество слюны у собак во многом зависит от породы и массы тела. Считается, что у собак среднего размера в сутки выделяется около 1,5 л слюны.

Реакция слюны собак слабощелочная, pH составляет 7,2-7,8. В слюне 99,4-99,5% воды и 0,5-0,6 % сухого остатка. Высокое содержание воды в слюне способствует растворению и извлечению вкусовых веществ из корма. Половину сухого остатка составляют неорганические вещества (ионы натрия, калия, кальция, лития, магния, железа, фтора, серы, роданистые соединения, бикарбонаты, сульфаты, хлориды).

Из органических компонентов слюны следует выделить белки. Некоторые из них поступают в слюну из плазмы крови. Другие белки, например, ферменты, синтезируются клетками слюнных желез. В отличие от людей, в слюне у кошек и собак отсутствует усваивающий крахмал фермент амилаза, что препятствует быстрому гидролизу крахмала в ротовой полости.

Мукопротеин муцин (слизь) обволакивает пищу, и благодаря жевательным движениям образуется пищевой корм. Слизь выступает в качестве действенного смазывающего вещества и способствует заглатыванию, особенно сухой пищи.

Характерной особенностью слюны собак является наличие в ней большого количества лизоцима - фермента, обладающего бактерицидным действием. Также слюна содержит свободные аминокислоты, таурин и азотсодержащие продукты белкового обмена - мочевины, аммиак, креатинин.

Помимо участия в пищеварении слюна выполняет и ряд других функций, не связанных с приемом пищи. Испарение слюны с поверхности слизистой и языка способствует терморегуляции. Со слюной из организма удаляются неорганические соли, продукты азотистого обмена (аммиак, мочевина), иногда соли тяжелых металлов, лекарственные препараты - в этом проявляется ее экскреторная функция.

Вне приема пищи слюна из крупных слюнных желез не отделяется. Для увлажнения ротовой полости достаточно той слюны, которая секретируется мелкими железами, находящимися в слизистой оболочке.

Характер слюноотделения у собак зависит от тех раздражителей, которые попадают в ротовую полость и вызывают раздражение вкусовых рецепторов.

Слюнные железы иннервируются симпатическими и парасимпатическими нервами. Парасимпатические нервы при стимуляции вызывают отделение большого количества слюны, но бедной органическими веществами. Симпатические нервы являются также секреторными, при их раздражении выделяется небольшое количество густой и вязкой слюны.

В регуляции слюноотделения участвуют нервные центры гипоталамуса, лимбической системы. Сюда поступают импульсы не только из ротовой полости, но и от других рецепторов - желудка, терморепцепторов кожи и сосудов.

##### 5.4.1 Лакание воды

Собака погружает язык в воду и затем резко убирает его обратно в пасть, слегка загибая края языка вниз; за счёт сил поверхностного натяжения и прилипания к языку жидкость поднимается столбом и захватывается пастью животного до того, как под действием гравитации упадёт обратно. Собака загибает язык назад, что увеличивает поверхность, касающуюся воды, и количество жидкости, которое поднимается вслед за

языком. Такой же столб жидкости можно увидеть, если положить ладонь плашмя на поверхность воды, а потом резко поднять руку.

### 5.5. Глотание

Глотание — сложнорефлекторный акт. Движение языка направляет скользкий пищевой ком. Корм раздражает корень языка и глотки, вызывает рефлекторное сокращение мышц глотки и мягкого нёба. А корень языка прижимает надгортанник к гортани, закрывая верхние дыхательные пути. Дальнейшее движение пищевого кома происходит за счет перистальтических движений пищевода. Клетки слизистой оболочки пищевода выделяют слизь в ответ на присутствие пищи, что еще больше способствует смазке комка пищи, когда он проходит в желудок. Перистальтическая волна вызывает рефлекторное открытие кардиального сфинктера, и пищевой ком попадает в желудок. Он тут же сужается, чтобы предотвратить рефлюкс содержимого желудка обратно в нижний отдел пищевода.

### 5.5. Общие закономерности пищеварения в желудке

Вне пищеварения желудок находится в спавшемся состоянии, а его узкая полость заполнена небольшим количеством желудочного сока основной, нейтральной или слабокислой реакции. В зависимости от химического состава и количества принятой пищи она может задерживаться в желудке от 3 до 10 часов. Желудок хранит, сортирует, смешивает, размельчает, растворяет, приводит в полужидкое состояние, согревает, переваривает и продвигает пищевое содержимое в дистальном направлении.

Желудочный сок образуется в результате секреторной деятельности железистого аппарата фундального и пилорического отделов желудка.

**Состав и свойства желудочного сока.** Чистый желудочный сок собак представляет собой бесцветную прозрачную жидкость с удельным весом 1,002...1,007. Он имеет резко кислую реакцию ( $pH = 1,0...2,1$ ). Он состоит из воды (99...99,5 %) и плотных веществ (1...0,5 %). Плотный остаток представлен органическими и неорганическими веществами.

Основным неорганическим компонентом желудочного сока является соляная кислота в свободном и связанном с протеинами состоянии. Кроме этого в желудочном соке присутствуют хлориды, фосфаты, сульфаты, гидрокарбонаты, магний и кальций.

Органическими компонентами желудочного сока являются мукоиды, белки и азотсодержащие вещества небелковой природы (мочевина, креатинин, мочева кислота).

**Ферменты желудочного сока.** Ферментативная система желудочного сока образована протеазами и липазами. **Пепсиногены** активируются под влиянием соляной кислоты, которая превращает их в пепсины. Пепсины – первые протеолитические ферменты пищеварительной трубки. Поэтому основным ферментативным процессом в желудке является начальный гидролиз белков до стадии полипептидов (альбумозов и пептонов). **Ренин** – действует на белки молока и приводит к створаживанию казеина.

**Липаза** желудочного сока оказывает слабый гидролизующий эффект на жиры. В основном её действие проявляется только на липидах молока.

**Соляная кислота** желудочного сока образуется обкладочными клетками. Соляная кислота активирует пепсиногены и создает в желудке кислую среду. Она вызывает

денатурацию белка и его набухание, обеспечивает антибактериальное действие желудочного сока, участвует в регуляции секреторной деятельности пищеварительных желез, определяет продолжительность и интенсивность моторно-эвакуаторной деятельности желудка. Свободная кислотность, измеренная в титрационных единицах, равна 40...60, общая- 60...80. Доля свободной соляной кислоты -0,1...0,2%.

**Муцин** – желудочная слизь - представляет собой сложную динамическую систему коллоидных растворов высокомолекулярных биополимеров. Муцин выполняет защитную функцию и кроветворную. **Защитная функция** заключается в образовании слизистого барьера, который покрывает внутреннюю поверхность желудка и предотвращает самопереваривание слизистой оболочки.

**Регуляция желудочной секреции.** Отделение кислого желудочного сока начинается через 5...10 минут от момента приема пищи, продолжается в течение нескольких часов после прекращения акта еды и зависит от вида и количества принятой пищи. В желудочной секреции выделяют две последовательные стадии: сложнорефлекторную и нервно-гуморальную. Первая стадия имеет сложную природу, обусловленную безусловно-рефлекторным и условно-рефлекторным механизмом стимуляции железистых клеток желудка под влиянием раздражения периферических рецепторов (вкусовых, тактильных и температурных). Вторая стадия секреции – нервно-гуморальная – имеет желудочную и кишечную природу.

**Моторная активность желудка.** Моторная функция желудка обеспечивается продольной и кольцевой мускулатурой стенок. Её роль заключается в перемешивании содержимого желудка и передвижении пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку. Поступление пищевого комка в полость желудка вызывает перистальтические движения желудка с частотой 3...4 в минуту в направлении пилорического отдела. Переход пищи из полости желудка в полость двенадцатиперстной кишки осуществляется отдельными порциями. Прерывистый характер эвакуации пищевого комка из желудка связан с различиями реакции среды в желудке и двенадцатиперстной кишке. Моторная активность желудка регулируется блуждающим и симпатическим нервами: блуждающий нерв активизирует её, а симпатический чревной нерв подавляет.

Гуморальными возбудителями мускулатуры желудка являются гастрин, гистамин, мотилин, простагландины. Тормозной эффект оказывают адреналин, секретин и бульбогастрон.

## 5.6. Пищеварение в кишечнике

**Пищеварение в тонком кишечнике.** В кишечном отделе пищеварительной трубки завершается процесс гидролитического расщепления пищевых продуктов и осуществляется всасывание конечных продуктов гидролиза и формирование каловых масс.

**В двенадцатиперстную кишку** открываются протоки поджелудочной железы, выводной проток печени и желчного пузыря. В кишечном соке, который вырабатывают эти железы, содержится протеолитический, амилалитический и липолитический ферменты. Но их активность невелика. Более активными являются ферменты поджелудочной железы.

**Поджелудочная железа** выполняет в организме функцию внешней и внутренней секреции. Поджелудочный сок представляет собой бесцветную жидкость щелочной реакции. Сок представляет собой бесцветную прозрачную жидкость щелочной реакции

(рН = 7,5...8,8). Он содержит 98,7 % воды и сухой остаток в виде органических и неорганических веществ. Гидролитическая активность поджелудочной железы определяется наличием в нем трех групп ферментов: протеолитических (трипсин, химотрипсин), амилолитических (амилаза, мальтаза, галактозидаза) и липолитического (липаза).

**Трипсин** выделяется в неактивной форме в виде трипсиногена. Трипсиноген активируется и превращается в трипсин под действием другого фермента – энтерокиназы. Трипсин гидролизует белки, пептоны и альбумозы до дипептидов и аминокислот. Трипсин также является активатором химотрипсиногена и превращает его в химотрипсин. **Химотрипсин** оказывает аналогичный трипсину протеолитический эффект. Трипсин работает при рН=8,0-9,0.

**Амилазы** расщепляет углеводы до дисахаридов. **Мальтаза** расщепляет дисахарид мальтозу до глюкозы, **лактаза** расщепляет молочный сахар до моносахаридов.

**Липолитический фермент** активизируется солями желчных кислот. Липаза расщепляет нейтральный жир на молекулы глицерина и жирной кислоты.

Нервная регуляция секреции поджелудочной железы осуществляется блуждающим нервом, который стимулирует обогащение сока поджелудочной железы ферментами. Гуморальная регуляция осуществляется гормоном секретинном, который через кровь стимулирует секрецию железы.

**Желчь** образуется в клетках печени – гепатоцитах. Дальнейшее созревание желчи происходит в желчных протоках. Желчь печеночная отличается от желчи, находящейся в желчном пузыре. Первая более жидкая, так в ней содержится больше воды и меньше электролитов. Специфическим компонентом желчи являются желчные кислоты, которые образуются в результате распада холестерина. Кроме этого в состав желчи входит билирубин, который возникает из крови при разрушении эритроцитов. Желчь обеспечивает смену желудочного пищеварения на кишечное, инактивируя пепсин, нейтрализуя соляную кислоту, усиливая активность ферментов поджелудочной железы, активируя липазу. Желчь облегчает расщепление жиров путем эмульгирования жиров. Она ускоряет всасывание продуктов гидролиза жиров, и жирорастворимых витаминов D, E, K.

Желчеобразование стимулируется актом приема пищи. Стимуляция блуждающего нерва сопровождается усилением процесса образования желчи. Гуморальная регуляция желчеобразования осуществляется секретинном.

Дальнейшая обработка пищевой кашицы в тонком кишечнике происходит **в тощей и подвздошной кишке** под влиянием кишечного сока. Кишечный сок имеет слабощелочную реакцию (рН = 7-8), состоит из 98 % воды и 2 % сухого остатка и содержит три группы ферментных систем. **Протеолитические ферменты** такие же, как в соке поджелудочной железы, но к ним добавляется некоторые пептидазы, расщепляющие низкомолекулярные белки до аминокислот. **Амилолитические ферменты** кишечного сока представлены β-галактозидазой, разлагающей молочный сахар, α-глюкозидазой и β-фруктофуранозидазой, разлагающей сахарозу. **Липолитический фермент** в кишечном соке мало активен.

. Регуляция осуществляется как нервно-рефлекторным, так и гуморальным путем. Нервно-рефлекторная регуляция осуществляется периферической нервной системой, а гуморальная – гастрином (активация) и секретинном (тормозное действие).

**Моторная активность тонкого кишечника** обеспечивается координированной деятельностью продольных и кольцевых волокон мышечной стенки. Различают два

типа движений кишечника: перистальтические и маятникообразные. **Перистальтические движения** формируются в результате ритмических сокращений и расслаблений продольной мускулатуры стенки кишечника, что приводит к периодическому укорочению и удлинению отдельных его сегментов. Наряду с этим происходят сокращения кольцевых мышц определённых участков кишечника, что приводит к возникновению кольцевых перехватов.

**Маятникообразные** движения обеспечиваются попеременным ритмическим сокращением продольных и кольцевых волокон мускулатуры стенки кишечника. Маятникообразные движения происходят беспорядочно в разных сегментах кишечника и выполняют функцию перемешивания. Кроме этих типов движения к двигательной активности относится постоянное тоническое сокращение мускулатуры кишечника и автоматия кишечной стенки. Двигательная активность тонкого кишечника регулируется нервно-рефлекторным (чревным и блуждающим нервами) и гуморальным путем (серотонином, холином и энтерокрином).

### **5.7. Пищеварение в толстом кишечнике**

Из тонкого кишечника через илеоцекальный сфинктер химус попадает в слепую кишку, далее в ободочную, сигмовидную, прямую, и подвергается действию микрофлоры толстого кишечника. Здесь в процессе движения происходят два основных вида расщепления: брожение растительной клетчатки и гниение растительного белка. В результате этих двух процессов завершается процесс расщепления пищевых продуктов, происходит активное всасывание воды и формирование каловых масс. Кроме этого в толстом кишечнике имеется небольшое количество ферментов (нуклеаза, амилаза, пептидаза, липаза и катепсины). Пищеварительный тракт собак имеет микрофлору в основном в толстом кишечнике и совсем немного в нижних отделах тонкого. Толстый кишечник осуществляет следующие виды движений: маятникообразные, антиперистальтические и пропульсивные. Все виды движений толстого кишечника обеспечиваются автоматией гладкомышечных клеток. Регуляция осуществляется блуждающими и тазовыми нервами, а также серотонином (активация), адреналином, глюкагоном и секретинном (тормозное действие).

Акт дефекации осуществляется координированным сокращением одних и расслаблением других групп мышц стенки прямой кишки, внутреннего и наружного сфинктера, а также при участии ряда сегментных мышц промежности и мускулатуры брюшного пресса. Акт дефекации вызывается механическим раздражением каловыми массами нижних отделов толстой кишки. Центральные нервные структуры, принимающие участие в регуляции акта дефекации, локализованы в поясничной части спинного мозга. Иннервация осуществляется тазовым нервом.

### **5.8. Пищеварение у щенков**

У щенков в подсосном периоде пищеварительная система адаптирована к усвоению молозива и молока. Переваривание белков, жиров и углеводов осуществляется при участии соответствующих ферментов слюны и желудочного сока. Низкая кислотность желудочного сока, отсутствие в нем свободной соляной кислоты облегчает расщепление в желудке жира и препятствует перевариванию белков, сохраняя их от

преждевременного гидролиза. В кишечнике путем пиноцитоза всасываются иммуноглобулины, причем имеются механизмы защиты иммуноглобулинов от предварительного разрушения ферментами.

### **5.9. Пищеварение у пожилых животных**

У старых животных снижается кислотность желудочного сока, но активность пищеварительных ферментов не уменьшается. Понижается чувство голода, собаки меньше потребляют корма. Уменьшается тонус мышц кишечника, следовательно, корм дольше переваривается и возможны запоры.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Особенности ротового пищеварения
- 2) Пищеварение в однокамерном желудке
- 3) Процесс гидролиза пищи в тонком кишечнике
- 4) Пищеварение в толстом отделе кишечника
- 5) Роль желчи в пищеварении.
- 6) Моторная активность пищеварительного тракта.
- 7) Всасывание в различных отделах пищеварительного тракта.
- 8) Особенности пищеварения у щенков и пожилых собак

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

##### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.

3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 6

### ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ КОШЕК

#### 6.1. Пищеварение в ротовой полости

Кошки также как и собаки, относятся к хищникам, но по характеру питания они более плотоядны и являются карнивами. Растительная пища переваривается значительно хуже, медленно и не полностью.

**Прием корма.** В процессе приёма пищи кошка проявляет выраженное предпочтение запаху, консистенции продуктов и их вкусу. Пища тщательно обнюхивается, особенно если она ей незнакома. Затем с помощью рецепторов ротовой полости отбирает подходящий корм. Кошки захватывают пищу резцами и клыками, разминают, раздробляют и быстро проглатывают не пережевывая, воду и жидкую пищу лакают языком.

**Собственно ротовое пищеварение.** В ротовой полости корм смачивается и пропитывается слюной. Слюна кошек слабощелочная (рН= 7,1...7,4), содержит 99,4...99,5% воды и 0,5...0,6% сухого остатка. Сухой остаток содержит неорганические и органические вещества. В ротовой полости естественная микрофлора и бактерицидные ферменты обеспечивают защиту от патогенных бактерий. Мукопротеин муцин обволакивает пищу, склеивает сыпучие корма, обеспечивая формирование пищевого кома.

**Глотание.** Акт глотания – двигательная реакция, благодаря которой пищевой ком перемещается из ротовой полости по пищеводу в желудок. Он состоит из двух фаз: произвольной и непроизвольной. Центр глотания находится в продолговатом мозге. Пищевод - мышечная трубка, по которой ком поступает в желудок. Перистальтическая волна вызывает рефлекторное открытие кардиального сфинктера, и пища попадает в желудок.

#### 6.2. Пищеварение в желудке

Желудок кошки вмещает 300...400мл, что составляет около 70% всей емкости пищеварительного канала. В желудке вырабатываются протеазы, активные в кислой среде (пепсины А, В, С, Д). Протеолитические ферменты участвуют в переваривании белков соединительной ткани, скрепляющие мышечные волокна, створаживают молоко. Растительные белки перевариваются хуже.

Желудочная липаза является малоактивным ферментом и действует только на эмульгированный жир молока.

Муцин желудочного сока предохраняет слизистую оболочку от самопереваривания и способствует заживлению язв.

Свободная кислотность желудочного сока составляет 40...60 титрационных единиц. Содержание свободной соляной кислоты 01...0,2%.

**Моторика желудка.** После приема корма сокращения в желудке составляют 4...5 раз в 1мин. Плотные куски пищи задерживаются в желудке от 3 до 8 часов, а жидкая часть эвакуируется очень быстро

У кошек регуляция секреции и моторики желудка происходит как у собак (см. выше).

### 6.3. Кишечное пищеварение.

Содержимое желудка отдельными мелкими порциями переходит в двенадцатиперстную кишку. Общие принципы пищеварения в тонком кишечнике у кошек и собак схожи, но есть свои особенности.

**Тонкий кишечник.** Вместимость тонкой кишки относительно небольшая - 15% или 120мл. на долю тощей кишки приходится около 50% всосавшихся веществ. В связи с этим корм проходит быстро (в среднем за 1 ч). Тем не менее, в тонком кишечнике кошек осуществляется основное переваривание белков, жиров и углеводов. В отличие, от собак активность гидролиза углеводов низкая.

Печень у кошек относительно большая и обеспечивает детоксикацию, усвоение и синтез органических веществ, включая образование желчи.

Свойства и состав желчи, процессы желчеобразования у кошек и собак аналогичны.

**Толстый кишечник.** Толстая кишка очень короткая 35см, вместимость 120мл. В этом отделе кишечника нет ворсинок, но слизистая оболочка имеет глубокие складки и крипты, что увеличивает её площадь и создаёт ниши благоприятные для заселения микрофлорой.

В толстой кишке происходит окончательный гидролиз питательных веществ (8% переваривания пищи), всасывание воды и минеральных веществ и формирование кала. При участии микроорганизмов-симбионтов переваривается клетчатка с образованием летучих жирных кислот, которые служат источником энергии и идут на синтез собственного жира.

Моторика толстого кишечника включает в себя те же виды сокращений, что и тонкого, а также имеет место антиперистальтика.

### 6.4. Возрастные особенности пищеварения.

У котят в подсосный период пищеварительная система адаптирована к усвоению молозива и молока. Низкая кислотность желудочного сока, отсутствие свободной соляной кислоты облегчает расщепление в желудке жира и препятствует гидролизу белков, сохраняя их от преждевременного переваривания.

У старых животных снижается кислотность желудочного сока, понижается чувство голода, и кошки меньше едят. Уменьшается тонус мышц кишечника, следовательно, пища дольше переваривается и возможны запоры.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Анатомо-физиологические особенности пищеварения у кошек.
- 2) Особенности ротового пищеварения.
- 3) Пищеварение в желудке.
- 4) Пищеварение в тонком отделе кишечника.
- 5) Пищеварение в толстой кишке.
- 6) Биосинтетические процессы, осуществляемые микроорганизмами-симбионтами.
- 7) Особенности пищеварения у котят и старых кошек.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 7 Обмен белков, углеводов и липидов

### 7.1. Значение метаболических процессов

**Обмен веществ** – это совокупность процессов поступления питательных веществ в организм, использования их организмом для синтеза клеточных структур и выработки энергии, а также выделения конечных продуктов в окружающую среду. Обмен веществ проходит в три этапа: 1) поступление веществ в организм (обеспечивает пищеварительная система); 2) использование веществ клетками организма и 3) выделение продуктов распада в окружающую среду посредством систем дыхания и выделения.

**Питание** – это совокупность питательных веществ и их способ поступления в организм. Питательные вещества – это продукты гидролиза жиров, белков и углеводов (мономеры – пластический и энергетический материал, а также вода, минеральные соли и витамины, которые являются только пластическими материалами).

**Ассимиляция** – совокупность процессов, обеспечивающих поступление питательных веществ во внутреннюю среду организма, и использование их для синтеза клеточных структур и секретов клеток.

**Пищеварение** – первый этап ассимиляции (расщепление белков, жиров и углеводов пищи с помощью гидролиза). Конечными продуктами гидролиза белков являются аминокислоты, нуклеотиды; углеводов – моносахариды; жиров – жирные кислоты, моноглицериды.

**Анаболизм** – заключительная часть ассимиляции, совокупность внутриклеточных процессов, обеспечивающих синтез структур и секретов клеток организма. Исходными продуктами анаболизма являются: мономеры (аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты, моноглицериды, нуклеотиды), а также вода, минеральные соли и витамины; конечными – полимеры: специфические белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты. Анаболизм обеспечивает восстановление распавшихся в процессе диссимиляции клеточных структур, восстановление энергетического потенциала, рост развивающегося организма.

**Диссимиляция** – процесс распада клеточных структур до мономеров и других соединений без высвобождения энергии. Исходными продуктами диссимиляции являются белки, жиры и углеводы клеток организма, конечными – аминокислоты, моносахара, жирные кислоты, нуклеотиды, содержащие энергию.

**Катаболизм** – процесс распада мономеров и других соединений, попадающих в клетку из крови, до конечных продуктов (воды, углекислого газа и аммиака) с высвобождением энергии.

### 7.2. Белковый обмен

Белки составляют 15...20 % сырой массы тканей организма. Белки могут быть структурными, ферментативными, транспортными, сократительными, рецепторными и участвующими в передаче генетической информации.

1. **Роль белков в организме.** С синтезом белка в клетках связаны: 1) процессы роста и самообновления структурных компонентов организма; 2) процессы регенерации и восполнения специфических клеточных белков; 3) продукция

ферментов, гормонов, иммуноглобулинов, гемоглобина, рецепторных белков; 4) в плазме крови белки обеспечивают онкотическое давление и тем самым влияют на обмен воды между кровью и тканями; 5) участвуют в важнейших защитных реакциях организма; 6) входят в состав буферных систем плазмы; 7) являются переносчиками гормонов, минеральных веществ, липидов, холестерина; 8) поддерживают суспензионные свойства и вязкость крови, необходимые для обеспечения оптимальных параметров гемодинамики; 9) белки могут использоваться в качестве источника энергии, особенно во время стрессовых ситуаций.

2. **Биологическая ценность** различных белков определяется соотношением содержащихся в них аминокислот. Основными структурными компонентами белков являются 20 аминокислот, их которых 10 считаются *незаменимыми*, то есть не синтезируются в организме и поступают с пищей. К ним относятся: аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин. Животные белки, которые содержат все выше перечисленные аминокислоты, называются *полноценными*. Они почти полностью способны превращаться в белковые структуры организма. *Неполноценными* называются белки, которые не содержат хотя бы одну незаменимую аминокислоту. Пищевой рацион должен включать до 55...60% белков животного происхождения.

3. **Азотистый баланс** оценивается по результатам сравнения количества принятого с пищей и выведенного из организма азота и позволяет судить о характере белкового обмена. В организме взрослого здорового животного эти параметры обычно равны между собой, то есть имеет место азотистое равновесие. Преобладание количества выведенного из организма азота – *отрицательный баланс* – может наблюдаться при недостатке в пище полноценных белков, при голодании, при травмах, ожогах, после хирургических операций, а также в результате старения. При белковом голодании источником свободных аминокислот становятся белки плазмы, печени, слизистой оболочки кишечника и мышечной ткани, что позволяет достаточно долго поддерживать обновление белков мозга и сердца. Положительный баланс азота, характеризующийся накоплением белка в организме, развивается обычно в условиях преобладания анаболических процессов над катаболическими.

4. **Регуляция обмена белков** осуществляется нервными, нервно-гуморальными и гуморальными механизмами. В ядрах гипоталамуса анализируется состояние внутренней среды организма. Управляющие сигналы посредством вегетативных путей и связей с гипофизом приспособливают метаболические реакции к потребностям организма.

Гормональная регуляция белкового обмена чаще приводит к увеличению его анаболической направленности, но может способствовать и катаболическим эффектам.

Инсулин повышает поступление в клетки аминокислот. Гормон роста – соматотропин – повышает транспорт аминокислот в клетки и синтез белка. Тестостерон и эстрогены анаболически работают в мышечной ткани. Тироксин повышает скорость обменных реакций во всех клетках и способствует повышению синтеза белка. Глюкокортикоиды вызывают уменьшение концентрации белка в большинстве клеток, повышение концентрации аминокислот в плазме, увеличение синтеза белка в печени и его переход в углеводы (глюконеогенез).

### 7.3. Обмен липидов

Липиды представлены в организме в основном нейтральными жирами (триглицеридами), фосфолипидами, холестерином и жирными кислотами. Жирные кислоты являются компонентами триглицеридов и фосфолипидов и делятся на ненасыщенные (линолевая и линоленовая) и насыщенные (стеариновая и пальмитиновая) жирные кислоты.

**Роль липидов:** 1. Пластическая роль липидов реализуется фосфолипидами и холестерином. Эти вещества участвуют в синтезе тромбоплатина, миелина, стероидных гормонов, желчных кислот, простогландинов, витамина D<sub>4</sub>, в формировании биологических мембран, обеспечении их прочности и биофизических свойств.

2. Жиры являются источником энергии.

3. Жиры выполняют защитную функцию. Холестерин входит в состав компонентов кожи и тем самым ограничивает абсорбцию водорастворимых веществ и некоторых химически активных факторов. Холестерин уменьшает потери воды через кожу. Жиры обеспечивают механическую фиксацию и защиту внутренних органов от механических повреждений. Подкожная жировая клетчатка является теплоизолирующим слоем.

4. Жиры являются источником образования эндогенной воды и являются депо энергии и воды.

**Транспорт липидов лимфой и кровью.** В пищеварительном тракте жиры расщепляются до моноглицеридов и жирных кислот. Из кишечника весь жир всасывается в лимфу в виде мелких капель – хиломикрон, на поверхности которых имеется белковая «одежка». Через грудной лимфатический проток хиломикроны попадают в венозную кровь. Хиломикроны – это различные соединения жирных кислот. Соединения жирных кислот с альбуминами крови называют *свободными жирными кислотами*. Кроме этого особой формой транспорта липидов кровью являются *липопротеины* (ЛП). Липопротеины делят на две группы в зависимости от их плотности: липопротеины низкой плотности (*ЛПНП*) и липопротеины высокой плотности (*ЛПВП*). ЛПВП на 50% состоят из белка, в них относительно мало холестерина и фосфолипидов. Эти соединения способны адсорбировать холестерин и его эфиры из стенок артерий и переносить их в печень, где они преобразуются в желчные кислоты. В ЛПНП содержится относительно много триглицеридов и до 80 % холестерина плазмы. При большом количестве в крови ЛПНП их захватывают макрофаги кровеносных сосудов. В результате в стенках кровеносных сосудов накапливаются низкоактивные формы холестерина, что является стимулом формирования атеросклеротических бляшек. По соотношению концентраций ЛПВП и ЛПНП можно судить о величине риска нарушений липидного обмена, приводящих к атеросклеротическим поражениям.

**Регуляция липидного обмена.** Нервные влияния на жировой обмен осуществляются гипоталамусом. Симпатические центры тормозят синтез триглицеридов, а парасимпатические способствуют отложению жира. Гормональная регуляция обмена триглицеридов зависит от количества углеводов в крови. Тиреоидные гормоны, первично влияя на скорость энергетического обмена, приводят к снижению количества коэнзима А и других метаболитов липидного обмена, в результате способствуют быстрой мобилизации жира.

## 7.4. Обмен углеводов

Углеводы поступают в организм в основном в виде полисахаридов растительного (крахмал) и животного (гликоген) происхождений. Конечными продуктами их гидролиза в пищеварительном тракте являются: глюкоза (80% этих продуктов), также фруктоза и галактоза, которые всасываются в кровь и быстро превращаются в глюкозу. Глюкоза представляет собой общий конечный продукт транспорта углеводов кровью.

### **Роль углеводов в организме и пути их преобразования:**

1. **Пластическая роль углеводов.** Глюкоза, галактоза и другие сахара входят в состав гликопротеинов, гликолипидов, которые играют важную роль в рецептивной функции клеточных мембран. Пентозы входят в состав нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Глюкоза необходима для синтеза некоторых липидов и аминокислот.

2. **Энергетическая роль углеводов.** В клетках глюкоза используется как источник энергии путем фосфорилирования при участии фермента гексокиназы или глюкокиназы. Основная часть глюкозы, пройдя ряд преобразований и включаясь в цикл Кребса, расходуется на синтез АТФ в процессе окислительного фосфорилирования. Более 90 % углеводов расходуется для выработки энергии.

**Регуляция обмена углеводов.** Существуют два состояния углеводного обмена: гипергликемия и гипогликемия.

**Гипергликемия.** Раздражение таламуса, дна четвертого желудочка мозга и коры больших полушарий ведет к гипергликемии. Гипергликемия не опасна для жизни, но может приводить к увеличению осмотического давления плазмы крови.

**Гипогликемия.** При снижении концентрации глюкозы в крови (гипогликемии) ускоряется гликогенез – превращение гликогена в глюкозу – под влиянием фосфорилазы, активируемой гормоном поджелудочной железы глюкагоном и гормоном мозгового вещества надпочечников адреналином.

Вопросы для самоконтроля

1. Значение обмена веществ для организма.
2. Процессы ассимиляции и диссимиляции.
3. Белковый обмен.
4. Роль лимитирующих аминокислот.
5. Обмен липидов.
6. Обмен углеводов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е.,

Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.

5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).

6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.

7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

#### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.

2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.

3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.

4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.

5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.

6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.

7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.

8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.

9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 8

### Минеральный обмен и водный баланс организма

#### 8.1. Минеральный обмен.

Минеральные вещества участвуют: 1) в регуляции кислотно-основного состояния; 2) регуляции осмотического давления; 3) в создании мембранного потенциала покоя и мембранного потенциала действия; 4) играют роль кофакторов в ферментативных реакциях; 5) в процессах свертывания крови.

#### 8.2. Физиологическое значение микро- и микроэлементов

**Натрий и калий** определяют величину осмотического давления, рН, объём жидкостей тела, участвуют в формировании биоэлектрических потенциалов, в транспорте аминокислот, сахаров и ионов через мембрану клеток.

**Кальций** содержится в виде фосфатов в костях и в тканях зубов. Ионизированный кальций в возбудимых тканях играет роль фактора электросекреторного и электромеханического сопряжения. Кальций участвует в функционировании клеточных мембран и реакциях гемостаза

**Фосфор** входит в состав фосфорно-кальциевых соединений костного вещества, а также анионов внутриклеточной жидкости, макроэргических соединений, коферментов тканевого дыхания и гликолиза. Соли фосфорной кислоты и ее эфиров являются компонентами буферных систем поддержания кислотно-щелочного равновесия.

**Магний** является катализатором многих внутриклеточных процессов, особенно связанных с углеводным обменом. Он снижает возбудимость нервной системы и сократительную активность скелетных мышц, способствует расширению кровеносных сосудов, уменьшению частоты сердечных сокращений и снижению артериального давления.

**Микроэлементы** – это химические элементы, содержащиеся в организме и пище в крайне малых количествах. Из них наиболее важное функциональное значение имеют железо, фтор, йод, цинк, кобальт, хром, медь, марганец. Большая часть микроэлементов входит в состав витаминов, ферментов, гормонов или катализаторов их действия на ферментативные процессы.

**Железо** входит в состав гемоглобина и цитохромов митохондрий, поэтому оно абсолютно необходимо для транспорта кислорода и для окислительных реакций.

**Йод** – единственный микроэлемент, участвующий в построении молекул гормонов – до 90 % циркулирующего в крови органического йода приходится на долю тироксина и трийодтиронина. Недостаточное поступление в организм йода может быть причиной нарушения функций щитовидной железы.

**Фтор** защищает зубы от кариеса. Он стимулирует реакции иммунитета и кроветворение, предупреждает развитие старческого остеопороза.

#### 8.2. Водный обмен.

Вода составляет 55...60 % массы тела животного. У животных с пониженным содержанием в организме жира этот показатель достигает 70 %.

**Роль воды** в организме:

1. Конституциональная вода – компонент клеток и тканей организма;

2. Свободная вода – растворитель для многих биологически важных веществ, обеспечивает условия для образования дисперсных форм липидов и белков; является основной средой и участницей биохимических реакций;

3. Связанная вода – способствуя гидратации макромолекул, участвует в их активации;

4. Терморегуляторная функция воды заключается в высокой теплоте испарения;

5. Экскреторная функция воды заключается в растворении конечных продуктов обмена веществ.

**Жажда** представляет собой реакцию организма на повышение осмотического давления и снижение объёмов жидкостей. Утоление жажды возникает в процессе питья (сенсорное насыщение) – до всасывания воды. Это явление развивается благодаря растяжению стенок желудка и возбуждению его механорецепторов. Истинное водное насыщение формируется в результате всасывания принятой воды при восстановлении параметров водно-солевого гомеостаза. Предполагается, что центр вальморегуляции находится в ядрах гипоталамуса и среднего мозга.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Значение минеральных веществ для организма.
2. Физиологическое значение макроэлементов.
3. Физиологическое значение микроэлементов.
4. Роль воды в организме.
5. Жажда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

##### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.

## Лекция 9

### ОБМЕН ЭНЕРГИИ

#### 9.1. Общие закономерности обмена энергии

Жизнедеятельность организма обеспечивается множеством активных процессов, протекающих с использованием химической энергии. Эту энергию клетки получают из белков, жиров и углеводов пищи путем перехода её в форму, доступную для использования в организме. Такая энергия образуется в сложной цепи метаболических реакций, в которых выделяют три стадии.

**На первой стадии**, которая реализуется главным образом в пищеварительном тракте, крупные молекулы белков, жиров и углеводов расщепляются ферментами на специфические структурные блоки – аминокислоты, жирные кислоты, глицерол, глюкозу и другие моносахариды. **На второй стадии** из этих продуктов образуются еще более простые молекулы общие для обмена разных веществ. К ним относятся, в частности, пируват, ацетилкоэнзим А, L-кетоглутарат, оксалоацетат, фумарат, сукцинат. **Третья стадия** - цикл трикарбоновых кислот, цикл лимонной кислоты, или цикл Кребса – приводит к окислению веществ до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Вода с углекислым газом и освобождающиеся азотистые продукты обмена удаляются выделительными органами.

Вторая и третья стадии метаболизма развиваются внутриклеточно в различных органах. На этих стадиях из продуктов расщепления питательных веществ освобождается почти вся заключенная в них энергия, на первой стадии освобождается лишь 1 % энергии в результате гидролиза в пищеварительном тракте.

**Соотношение прихода и расхода энергии.** Для адекватно питающегося взрослого организма с достаточной двигательной активностью характерно энергетическое равновесие: поступление в организм энергии соответствует ее расходу, то есть имеет место равенство процессов анаболизма и катаболизма. Существуют периодические (биоритмические) колебания скорости реакций энергетического обмена. Так, в утренние часы и в летнее время года анаболические реакции несколько менее активны, чем в вечернее время суток и в зимние месяцы.

**Преобразования энергии в организме.** Конечной формой преобразования энергии является тепловая энергия. Часть энергии, заключенная в молекулах белков, жиров и углеводов, не используется для синтеза макроэргических соединений, а рассеивается в окружающую среду. Доля этой энергии – первичного тепла – соответствует примерно 35 % всей химической энергии пищевых веществ. При распаде макроэргических соединений часть их энергии также переходит в тепло, названное вторичным. Оно также выделяется в окружающую среду. Для функций организма (внутренней работы) - транспорта, синтеза, секреции, сокращения гладких и скелетных мышц - используется 25 % всей химической энергии пищи. Эта энергия в последующем также переходит в тепловую.

Интенсивность энергетического обмена принято оценивать в единицах тепловой энергии, поскольку тепловая энергия представляет собой единственный эквивалент преобразующейся в организме химической энергии. В Международной системе единиц (СИ) в качестве основной единицы энергии принят джоуль (Дж): 1 Дж = 1 ватт в 1 секунду =  $2,39 \cdot 10^4$  кал; 1 ккал = 4,19 кДж.

## 9.2. Виды расхода энергии

Различают основной обмен, общий обмен и пластический обмен.

**Основной обмен** обеспечивает гомеостазис организма в стандартных условиях и процессы ресинтеза их структур после диссимиляции. Измеряется он утром натощак, в положении лежа. Энергия основного обмена расходуется на синтез клеточных структур, поддержание постоянной температуры тела, деятельности внутренних органов и поддержание тонуса скелетных мышц. Величина основного обмена зависит от вида животного, породных особенностей, пола, возраста, массы тела.

**Пластический обмен** – это расход энергии, обеспечивающий рост развивающегося организма и восстановление структурных элементов организма после тяжелой болезни или длительного голодания.

**Общий обмен** – это сочетание основного, пластического обмена и энергетических трат организма, обеспечивающих его жизнедеятельность в условиях терморегуляторной, эмоциональной, пищевой и рабочей нагрузок. Общий обмен превышает основной обмен за счет функций скелетных мышц. При их интенсивном сокращении расход энергии в мышце может повыситься в 100 раз, общий расход энергии за несколько секунд может повыситься в 50 раз при участии в такой реакции более трети скелетных мышц.

Специфически динамическое действие пищи – это повышение расхода энергии, связанное с превращением пищевых веществ в организме после их всасывания из пищеварительного тракта. При потреблении смешанной пищи обмен повышается на 5-10 %; углеводистая и жирная пища увеличивает его незначительно – примерно на 4 %. Пища богатая белком, может повышать расход энергии на 30 %, эффект длится 12-18 часов.

Во время сна уровень метаболизма на 10...15 % ниже, чем в условиях бодрствования.

**Регуляция обмена энергии.** В гипоталамусе имеются так называемые эрготропные и трофотропные зоны таламуса, в которых располагаются центры голода, жажды, пищевого и питьевого насыщения. Лимбическая кора способствует как вегетативному, так и метаболическому обеспечению эмоциональных реакций. Кроме этого новая кора может быть субстратом для выработки «метаболических» условных рефлексов.

Вопросы для самоконтроля

1. Значение обмена энергии для организма.
2. Преобразование обмена энергии в организме.
3. Виды расхода энергии.
4. Основной обмен.
5. Специфическое динамическое действие пищи.
6. Регуляция обмена энергии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

8. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
9. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
10. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
11. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
12. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
13. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
14. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 10 Физиологическое значение витаминов

### 10.1. Жирорастворимые витамины

**Витамины** – это биологически активные вещества, поступающие с пищей и необходимые для регуляции биохимических процессов. Источником витаминов является пища, а некоторые витамины синтезируются в организме в небольших количествах. Витамины делятся на водо- и жирорастворимые.

Повышенный прием витаминов, в частности А, С, Е, рекомендуется для сохранения здоровья, профилактики стрессов, а также к сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, в развитии которых свободные радикалы играют большую роль.

### 10.2. Водо- и жирорастворимые витамины

**Витамин С** (аскорбиновая кислота).

Роль в организме. Аскорбиновая кислота участвует во многих процессах обмена веществ. Является компонентом окислительно-восстановительных систем. Она необходима для гидроксирования пролина (аминокислота, точнее иминокислота). Образующийся оксипролин используется для синтеза структур соединительной ткани. По этой причине при недостаточности аскорбиновой кислоты разрыхляются десны, стенки капилляров, появляются кровоизлияния, выпадают зубы, т.е. развивается цинга.

Витамин С способствует окислению холестерина, участвует в образовании некоторых гормонов, проявляет выраженное положительное влияние на многие звенья иммунной системы организма, противодействует образованию избытка окислительных свободных радикалов.

**Тиамин** (витамин В<sub>1</sub>, антиневритный).

Роль в организме. Тиамин является составной частью ферментов, участвующих в обмене углеводов, жиров, белков и воды. Он необходим для образования медиатора ацетилхолина. А это связано с деятельностью парасимпатического отдела вегетативной системы и регулируемых ею функций органов и систем (сердца, желудочно-кишечного тракта и др.). Кроме того ацетилхолин является медиатором и некоторых синапсов ЦНС, в том числе ретикулярной формации и коры головного мозга

**Рибофлавин** (витамин В<sub>2</sub>). Его называют также лактофлавином, т.к. впервые он был обнаружен в молоке.

Роль в организме. Витамин В<sub>2</sub> является коферментом ферментов, катализирующих транспорт электронов в окислительно-восстановительных реакциях животного и растительного мира.

Рибофлавин оказывает специфическое действие на функцию слизистых оболочек пищеварительного тракта, особенно ротовой полости, языка. Этот витамин необходим для обеспечения цветного зрения, процессов кроветворения и ряда других физиологических функций.

**Витамин РР** (никотиновая кислота, ниацин, антипел лагрический).

Свойствами витамина РР обладает как никотиновая кислота, так и ее амид, в виде которого она содержится в естественных источниках.

Роль в организме. Витамин РР входит в состав ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях, которые обеспечивают клеточное дыхание. Он оказывает регулирующее влияние на органы пищеварения, обеспечивает нормальный обмен веществ в коже, улучшает функцию печени (обезвреживающую и

гликогенообразующую. Ниацин оказывает специфическое влияние на психическую деятельность, положительно влияет на обмен холестерина и образование эритроцитов.

**Витамин В<sub>6</sub>** (пиридоксин, адермин).

Роль в организме. Пиридоксин входит в состав ферментов, катализирующих обмен аминокислот и других веществ в тканях. Он необходим для нормальной функции ЦНС, печени, органов кроветворения, кожи.

**Цианкобаламин** (витамин В<sub>12</sub>, антианемический).

Роль в организме. Витамин В<sub>12</sub> имеет значение для кроветворения в костном мозге, способствует биосинтезу холина, лецитина, участвует в образовании нуклеиновых кислот.

**Фолиевая кислота** (витамин В<sub>с</sub>, фолацин).

Роль в организме. Данный витамин участвует в кроветворении, процессах метилирования, в синтезе нуклеиновых кислот и холина, улучшает функциональное состояние печени и повышает устойчивость организма к различным химическим веществам.

**Биотин** (витамин Н).

Роль в организме. Биотин необходим для нормальной функции кожи, нервной системы. Он участвует в обмене жирных кислот и стероидов.

**Пантотеновая кислота** (витамин В<sub>3</sub>).

Роль в организме. Пантотеновая кислота входит в состав фермента, катализирующего превращение в организме углеводов, белков и жиров. Она участвует в синтезе ацетилхолина, оказывает регулирующее влияние на функции нервной системы, желез внутренней секреции, двигательную активность кишечника, способствует обезвреживанию промышленных ядов.

**Витамин А** (Ретинол, антисерофталмический, антиинфекционный, витамин роста).

Роль в организме. Ретинол называют витамином роста, т.к. он необходим для обеспечения процессов роста и развития человека, формирования скелета. Ретинол участвует в биосинтезе глюкопротеинов, входящих в состав слизистых оболочек и других барьерных тканей, поэтому он необходим для нормальной функции слизистых оболочек глаз, дыхательных путей и пищеварительной системы.

Альдегидная форма витамина А входит в состав зрительного пурпура, обеспечивая адаптацию глаз к различной освещенности среды

**Кальциферолы** (витамины Д<sub>2</sub>, Д<sub>3</sub>, антирахитический фактор).

Роль в организме. Витамин Д регулирует обмен кальция и фосфора, обеспечивает всасывание этих элементов в тонком кишечнике, а также реабсорбцию фосфора в почечных канальцах и перенос кальция из крови в костную ткань, т.е. участвует в ее формировании

**Токоферолы** (витамин Е, витамин размножения).

Роль в организме. Токоферолы участвуют в процессах тканевого дыхания. Они являются эффективными антиоксидантами (антиоксидантами), предохраняющими организм от образования избыточного количества свободных окислительных радикалов. Повышают устойчивость мембран эритроцитов. Половые железы очень чувствительны к действию витамина Е, поэтому характерным следствием Е-авитаминоза является нарушение функции размножения. Витамин Е необходим для поддержания нормальных процессов обмена веществ в скелетных мышцах и мышце сердца.

**Витамин К** (филлохинон, антигеморрагический).

Роль в организме. Витамин К участвует в синтезе протромбина и ряда соединений, необходимых для свертывания крови. Активностью витамина К обладают и некоторые другие производные нафтохинона

### 10.3. Антивитамины

Вещества блокирующие активность витаминов получили название антивитаминами. Механизм действия антивитаминов различен.

В настоящее время известны антивитамины почти ко всем витаминам ,поэтому при лечебном использовании их следует увеличивать суточные дозы витаминов

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Обмен веществ и его значение.
- 2) Обмен углеводов
- 3) Белковый обмен.
- 4) Обмен липидов.
- 5) Физиологическое значение биоэлементов и воды
- 6) Физиологическая роль витаминов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

##### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.

2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных: учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с

## Лекция 11

### ТЕПЛООБМЕН И РЕГУЛЯЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА

#### 11.1. Постоянство температуры тела

Постоянство температуры тела животного — необходимое условие для обмена веществ и ведущий фактор, обеспечивающий нормальный уровень тканевых процессов в целом организме. В то же время уровень обмена веществ и энергии определяет постоянство температуры животного. Тепловой баланс находится в прямой зависимости от равновесия между продукцией энергии, образующейся в результате жизнедеятельности организма, и отдачей ее в окружающую среду. Поддержание термического гомеостаза в организме высших животных осуществляется благодаря деятельности сложного физиологического механизма, регулирующего теплопродукцию и теплоотдачу. Теплопродукция — процесс химический, а теплоотдача — физический.

По температуре тела животных делят на две большие группы. К одной принадлежат так называемые **пойкилотермные** (холоднокровные) животные. Температура их тела пассивно изменяется вслед за колебаниями температуры внешней среды. К ним относятся рептилии, земноводные, насекомые и некоторые другие.

Другую группу составляют **гомойотермные** (теплокровные) животные — птицы и млекопитающие. Они способны поддерживать стабильную температуру внутренних частей тела на определенном уровне. Такое постоянство температуры тела называют **изотермией**.

Для каждого вида гомойотермного животного характерна определенная температурная граница.

Низкая температура тела вызывает в организме ряд очень важных физиологических изменений. Самое существенное из них — это уменьшение потребности в кислороде. Данным обстоятельством пользуются хирурги при труднейших операциях на сердце, мозге и других важных органах в условиях, приближающихся к искусственной зимней спячке (гибернация).

Если температура тела у разных видов животных относительно постоянна, то температура поверхности тела (кожи) подвержена значительным колебаниям. Это зависит как от величины нагревания кожи притекающей кровью, так и от охлаждения ее окружающей средой. Поэтому организм теплокровных животных делят на две части: внутреннюю, или сердцевину (внутренние органы, скелетная мускулатура), и поверхностную оболочку тела (кожа, конечности).

Примерно 50...60 % химической энергии корма, освобождаемой в организме, переходит в химические связи особых органических соединений - макроэргов. Остальная энергия в процессе этих превращений выделяется в виде тепла, которое рассеивается в тканях и нагревает их. Температурный гомеостаз в основном поддерживается за счет сердцевины тела. Постоянство температуры тела животного, с одной стороны, осуществляется химической, с другой — физической терморегуляцией.

#### 11.2. Химическая терморегуляция.

Под химической терморегуляцией понимают совокупность физиологических процессов, обеспечивающих обмен веществ и образование тепла в организме животных при воздействии различных температур и других факторов внешней среды. Она

является сложным рефлекторным актом, имеющим довольно постоянный видовой признак, характеризующий отношение разных животных к условиям внешней среды.

Как известно, тепло образуется при окислительных процессах в митохондриях клеток. Мышцы и железы, составляя большую часть живых тканей, служат основными участками теплопродукции. Более 80 % тепла организма образуется в скелетных мышцах во время работы. Второе место по выработке тепла занимает печень. Поэтому ведущая роль в осуществлении химической терморегуляции принадлежит скелетным мышцам и печени.

На обмен веществ и энергии влияет температура окружающей среды. При понижении внешней температуры обмен веществ повышается, и наоборот, при повышении — понижается, чтобы не допустить перегревания организма. Температура среды, при которой теплоудерживающие механизмы не могут больше поддерживать постоянную температуру тела и теплопродукция должна возрасти, называют **критической**. Причем для разных видов животных эта температура различна.

### **11.3. Физическая терморегуляция.**

Под физической терморегуляцией понимают совокупность физиологических процессов, регулирующих отдачу тепла из организма и тем самым обеспечивающих постоянство температуры тела животного.

Организм выводит тепловую энергию следующими способами: 1) радиацией и конвекцией; 2) с испаряющейся водой через кожу и дыхательные пути; 3) с калом и мочой.

Первые два способа более важны для выделения тепла по сравнению с третьим. Эффективность данных способов во многом зависит от достаточного запаса воды в организме. Количество тепла, потерянного телом при испарении 1 г воды, составляет примерно 2,4 кДж.

Кожа играет важную роль в терморегуляции, так как около 60 % общей потери тепла при испарении происходит через нее. Этому способствуют потовые железы. Хорошо развиты потовые железы у лошадей, крупного рогатого скота и овец. В зависимости от уровня химической терморегуляции, выполнения мышечной работы и температуры окружающей среды выделяется различное количество пота. У собак из-за слабого развития потовых желез вода испаряется в основном через дыхательные пути.

Благодаря совместному действию механизмов, регулирующих интенсивность обмена веществ и энергии (химическая терморегуляция), и механизмов, регулирующих кровоснабжение кожи и потоотделение, то есть теплоотдачу (физическая терморегуляция), температура тела животного всегда находится на постоянном уровне, но имеет суточную ритмику. Утром она обычно ниже, чем вечером (циркадианный ритм).

**Регуляция температуры тела.** Основной центр, регулирующий температуру тела животного, — это гипоталамус. В его передней части расположен центр теплоотдачи, а в задней — центр теплообразования. Благодаря наличию в коже тепловых и холодных рецепторов сигналы об изменениях температуры поступают в центр терморегуляции, который передает соответствующие импульсы сосудистым, дыхательным, двигательным и другим центрам, участвующим в терморегуляции. Центральный механизм терморегуляции приводится в действие двумя путями. Первый определяется температурой циркулирующей крови, омывающей гипоталамус. В зависимости от ее температуры возбуждается соответствующий центр, влияющий на теплопродукцию или теплоотдачу. Второй путь — рефлекторный и условно-рефлекторный.

## Вопросы для самоконтроля

1. Постоянство температуры тела.
2. Температурные границы тела.
3. Химическая терморегуляция.
4. Физическая терморегуляция.
5. Температура тела у кошек и собак, ее суточные колебания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.

### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 12

### ЭКСКРЕЦИЯ

#### 12.1. Значение экскреции и функция почек

**Выделение (экскреция)** – освобождение организма от конечных продуктов обмена, чужеродных веществ и избытка питательных веществ. Главными органами, выполняющими выделительную функцию, являются почки и легкие.

Почки выделяют практически все азотсодержащие вещества, больше половины воды, минеральные соли, избыток питательных веществ, чужеродные вещества.

Легкие удаляют практически весь образующийся в организме углекислый газ, небольшое количество воды, некоторые летучие вещества.

Выделительную функцию кроме почек и легких выполняют также кожа, желудочно-кишечный тракт, слюнные железы и слизистые оболочки.

Железы пищеварительного тракта выделяют соли тяжелых металлов, чужеродные органические соединения, небольшое количество мочевины и мочевой кислоты, лекарственные вещества. Экскреторная функция слюнных желез и всей пищеварительной системы возрастает при нарушении функции почек. Печень также принимает участие в выделении. С помощью печени через желудочно-кишечный тракт удаляются из крови гормоны и продукты их превращений, продукты обмена гемоглобина, конечные продукты обмена холестерина – желчные кислоты.

Потовые железы играют важную роль в выделении воды. Они выделяют также соли натрия, калия, кальция, мочевины, креатинин, мочевую кислоту, небольшое количество углекислого газа.

Сальные железы выделяют продукты обмена половых гормонов, кортикостероидов, витаминов, ферментов.

**Функции почек.** Функции почек объединяют в четыре основные группы:

1. **Экскреторная функция** – выведение продуктов обмена белков (мочевины, мочевой кислоты и креатинина), воды, гормоны и продукты их распада, лекарственные средства, избыток питательных веществ.

2. **Почка участвует в метаболических процессах.** В ней активно идет глюконеогенез – особенно при голодании. Почка участвует в обмене липидов. Почка расщепляет белки, реабсорбируемые из первичной мочи с помощью пиноцитоза, участвуя тем самым в обмене белков. В ней синтезируются важные компоненты клеточных мембран, которые затем поступают в кровь. В почке образуется основное количество аргинина, необходимое для организма.

3. **Почка участвует в регуляции** рН, осмотического и артериального давления, постоянства ионного состава плазмы крови, регуляции объема внеклеточной жидкости.

4. **Почка продуцирует** биологически активные вещества: ренин (активирует ангиотензиноген, который вызывает сужение сосудов), урокиназу (активирует плазминоген, который вызывает фибринолиз), тромбопластин, тромбоксан (способствует агрегации тромбоцитов и сужению сосудов), простаглицлин (тормозит агрегацию тромбоцитов), эритропоэтин, тромбопоэтин, аденозин.

5. **Защитная функция почки** заключается в том, что она обезвреживает чужеродные ядовитые вещества.

## 12.2. Механизм образования мочи

Мочеобразование – это процесс, который протекает в две фазы.

**Первая фаза – фильтрационная.** Она протекает в капсуле Шумлянского-Боумена и заключается в образовании первичной мочи. Первичная моча – это плазма крови, лишенная белков. Первичная моча фильтруется из капилляров мальпигиева клубочка в полость капсулы. Для того чтобы была возможна фильтрация, необходима значительная разность давления в сосудах и капсуле. Такое давление в клубочке обеспечивается тем, что почечные артерии отходят непосредственно от брюшной аорты и кровь поступает в эти сосуды под большим давлением. Кроме этого, диаметр приносящего сосуда больше диаметра выносящего. Объем фильтрации может изменяться. Так, например, при повышении систолического артериального давления выше 180 мм рт.ст. объем фильтрации увеличивается. Физическая нагрузка, уменьшает клубочковую фильтрацию. Увеличение онкотического давления плазмы крови препятствует фильтрации согласно закону осмоса.

**Вторая фаза – фаза реабсорбции.** Фаза реабсорбции – обратного всасывания – идет в проксимальных извитых канальцах нефрона и петле Генле. Моча, которая течет по канальцам и петле нефрона называется *вторичной*. В проксимальных извитых канальцах реабсорбируется до 65 % объема всего фильтрата. Полностью реабсорбируются аминокислоты, глюкоза, витамины, микроэлементы, белки (которые в малых количествах попадают в фильтрат), фосфаты, основная часть бикарбоната. Кроме этого здесь реабсорбируется значительная часть хлора, 50 % мочевины, около 65 % натрия. Совсем не реабсорбируются креатинин и сульфаты. Вещества, которые реабсорбируются полностью называются *пороговыми*, а те которые не реабсорбируются называются *беспороговыми*. Реабсорбция осуществляется с помощью следующих механизмов: 1) вода и мочевина реабсорбируются с помощью осмоса; 2) аминокислоты и глюкоза – посредством натрийзависимого транспорта; 3) белки – пиноцитозом; 4) электролиты – первично-активным и вторично-активным транспортом. Кроме этого проксимальные канальцы выполняют секреторную функцию.

Петля Генле выполняет функцию создания высокого осмотического давления в мозговом веществе почки. Эта функция осуществляется за счет разности диаметров нисходящего и восходящего колена. Диаметр нисходящего колена меньше диаметра восходящего колена, при этом моча по коленам движется в противоположных направлениях. Таким образом создается давление, которое способствует переходу жидкости в интерстиций, а также способствует движению вторичной мочи. Затем вторичная моча из петли Генли попадает в дистальный извитой каналец. В дистальных извитых канальцах практически заканчивается реабсорбция электролитов и воды. Реабсорбция в этой части нефрона называется факультативной, так как она идет под действием антидиуретического гормона, то есть принудительно. Изотоническая моча из дистальных канальцев переходит в собирательные трубки – конечный отдел нефрона. В собирательных трубках заканчивается формирование небольшого количества (около 1,5 л) концентрированной мочи. В собирательных трубках вторичная моча течет очень медленно, в них реабсорбируются большое количество воды, мочевины и электролиты. В результате образуется конечная моча, которая не содержит сахар, аминокислоты, белок и т.д. Но при этом количество мочевины в ней составляет 2 %, в отличие от 0,03 %, содержащихся в плазме. Конечная моча из лоханки по

мочеточникам поступает в мочевой пузырь и затем удаляется из организма. В течение суток организм собаки выделяет 0,5...2 л конечной мочи, а кошки 0,02...0,2 л.

За 24 часа через почки проходит в среднем 600 литров крови, из которой образуется 100 литров первичной мочи. Вся плазма крови за сутки очищается 60 раз.

**Регуляция процессов мочеобразования.** Деятельность почек регулируется 1) вегетативной нервной системой симпатическими волокнами и блуждающим нервом, а также корой больших полушарий через ее влияние на эндокринную систему; 2) гуморальная регуляция осуществляется с помощью следующих гормонов: а) **вазопрессин** – гормон гипофиза (осморецепторы дают информацию о содержании солей в крови, если их концентрация повышается, то начинает вырабатываться вазопрессин, который запускает секрецию фермента, стимулирующего канальцевую реабсорбцию); б) **антидиуретический гормон** – гормон гипофиза стимулирует обратное всасывание воды; в) **тироксин** – гормон щитовидной железы – усиливает мочеобразование; г) **адреналин** – гормон надпочечников уменьшает мочеобразование.

**Процесс мочеыведения.** Моча после прохождения через извитые каналцы по выводным протокам поступает в лоханки, а затем по мочеточникам в мочевой пузырь. Опорожнение мочевого пузыря осуществляется рефлекторно. Симпатическая нервная система способствует накоплению мочи (сжимает сфинктер), а парасимпатическая – выведению мочи (расслабляет круговую мышцу). Центр мочеиспускания находится в крестцовом отделе спинного мозга.

### 12.3. Состав конечной мочи

С помощью почек из организма выводятся практически все азотсодержащие продукты обмена белков. С мочой за сутки выделяется 25...35 г мочевины, 0,4...1,2 г азота, 0,5 г аминокислот, 0,5...1,0 г мочевой кислоты, 1,5 г креатинина, 3...6 г натрия, 1,5...3,0 г калия. В норме средняя концентрация азотсодержащих веществ в моче составляет: креатинина 60...100 моль/л, мочевины 5 моль/л, мочевой кислоты 0,25...0,30 ммоль/л, аммиака 0,03...0,08 моль /л. **Белков и глюкозы в норме в моче нет.** В мочу попадают в небольших количествах производные продуктов гниения белков в кишечнике – фенола, индола и скатола. В конечной моче имеются пигменты, образующиеся из билирубина (уробилиноген). В конечной моче также имеются производные гормонов, витамины, ферменты, электролиты. Плотность мочи составляет 1,005-1,025, осмотическое давление ее составляет 15...16 атм. Физико-химические свойства мочи, ее состав подвержены значительным колебаниям, зависящим главным образом от состава корма, количества принятой жидкости, состояния животного (покой, работа, голод, сытое состояние и т. д.).

Моча собак и кошек прозрачная, жидкая, желтого цвета. Плотность мочи колеблется от 1,018 до 1,040, осмотическое давление 23...30 мм. рт. ст. Реакция мочи у собак 5,2...7,0, у кошек 5,0...7,2

В ней содержится около 96 % воды и 4 % сухого вещества. В состав сухого остатка входят самые разнообразные вещества как органического, так и неорганического происхождения — минеральные соли.

У млекопитающих основным продуктом белкового распада является мочевина (она составляет 90 % всего азота мочи), а у птиц — мочевая кислота. Исследование состава и физико-химических свойств мочи имеет большое значение при определении состояния животного организма, так как оно может дать необходимые сведения по обмену белков, жиров, углеводов и минеральных соединений.

## Вопросы для самоконтроля

- 1) Значение выделительных процессов.
- 2) Физиологическая роль почек.
- 3) Механизм образования мочи.
- 4) Физико-химические свойства мочи.
- 5) Регуляция мочеобразования и мочеотделения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 13

### ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

#### 11.1. Общие представления об эндокринных железах

Железы внутренней секреции – специализированные органы, не имеющие выводных протоков и выделяющие секрет в кровь, церебральную жидкость, лимфу через межклеточные щели.

Эндокринные железы отличаются сложной морфологической структурой с хорошим кровоснабжением, расположены в различных частях организма. Различают две группы эндокринных желез: 1) осуществляющие внешнюю и внутреннюю секрецию со смешанной функцией, (т.е. это половые железы, поджелудочная железа); 2) осуществляющие только внутреннюю секрецию.

Гормоны – химические соединения, обладающие высокой биологической активностью и в малых количествах значительным физиологическим эффектом.

Гормоны транспортируются кровью к органам и тканям, при этом лишь небольшая их часть циркулирует в свободном активном виде.

По химической природе гормоны разделены на три группы: 1) стероиды; 2) полипептиды и белки с наличием углеводного компонента и без него; 3) аминокислоты и их производные.

**Свойства гормонов, механизм их действия.** Выделяют три основных свойства гормонов: 1) дистантный характер действия (органы и системы, на которые действует гормон, расположены далеко от места его образования); 2) строгую специфичность действия (ответные реакции на действие гормона строго специфичны и не могут быть вызваны другими биологически активными агентами); 3) высокую биологическую активность (гормоны вырабатываются железами в малых количествах, эффективны в очень небольших концентрациях, небольшая часть гормонов циркулирует в крови в свободном активном состоянии).

По механизму воздействия клеток с гормонами гормоны делятся на два типа.

Первый тип (стероиды, тиреоидные гормоны) – гормоны относительно легко проникают внутрь клетки через плазматические мембраны и не требуют действия посредника (медиатора).

Второй тип – плохо проникают внутрь клетки, действуют с ее поверхности, требуют присутствия медиатора, их характерная особенность – быстровозникающие ответы.

Выделяют четыре типа воздействия гормонов на организм: 1) метаболическое воздействие – влияние на обмен веществ; 2) морфогенетическое воздействие – стимуляция образования, дифференциации, роста и метаморфозы; 3) пусковое воздействие – влияние на деятельность эффекторов; 4) корректирующее воздействие – изменение интенсивности деятельности органов или всего организма.

#### 11.2. Частная физиология желез внутренней секреции

**Гормоны передней доли гипофиза** Гипофиз занимает особое положение в системе эндокринных желез. Его называют центральной железой, так как за счет его тропных гормонов регулируется деятельность других эндокринных желез. Гипофиз – сложный орган, он состоит из аденогипофиза (передней и средней долей) и нейрогипофиза

(задней доли). Гормоны передней доли гипофиза делятся на две группы: гормон роста и пролактин и тропные гормоны (тиреотропин, кортикотропин, гонадотропин).

Гормон роста (соматотропин) принимает участие в регуляции роста, усиливая образование белка. Наиболее выражено его влияние на рост эпифизарных хрящей конечностей, рост костей идет в длину, размеры тех частей тела, которые еще способны расти (акромегалия).

Пролактин способствует образованию молока в альвеолах, но после предварительного воздействия на них женских половых гормонов (прогестерона и эстрогена), продолжительному функционированию желтого тела и выработке им прогестерона.

Ко второй группе гормонов относят: 1) тиреотропный гормон (тиреотропин). Избирательно действует на щитовидную железу, повышает ее функцию; 2) адренотропный гормон (кортикотропин). Стимулирует выработку глюкокортикоидов надпочечниками; 3) гонадотропные гормоны (гонадотропины – фоллитропин и лютропин).

а) фоллитропин (фолликулостимулирующий гормон), стимулирующий рост и развитие фолликула в яичнике. Он незначительно влияет на выработку эстрагенов у самок, у самцов под его влиянием происходит образование сперматозоидов; б) лютеинизирующий гормон (лютропин), стимулирующий рост и овуляцию фолликула с образованием желтого тела. Он стимулирует образование женских половых гормонов – эстрагенов. Лютропин способствует выработке андрогенов у самцов.

**Гормоны средней и задней долей гипофиза.** В средней доле гипофиза вырабатывается гормон меланотропин (интермедин), который оказывает влияние на пигментный обмен.

Задняя доля гипофиза тесно связана с супраоптическим и паравентрикулярным ядром гипоталамуса. Нервные клетки этих ядер вырабатывают нейросекрет, который транспортируется в заднюю долю гипофиза. Накапливаются гормоны в питуицитах, в этих клетках гормоны превращаются в активную форму. В нервных клетках паравентрикулярного ядра образуется окситоцин, в нейронах супраоптического ядра – вазопрессин.

Вазопрессин выполняет две функции: 1) усиливает сокращение гладких мышц сосудов (тонус артериол повышается с последующим повышением артериального давления); 2) угнетает образование мочи в почках (антидиуретическое действие). Уменьшение образования вазопрессина является причиной возникновения несахарного диабета (несахарного мочеизнурения).

Окситоцин (оцитоцин) избирательно действует на гладкую мускулатуру матки, усиливает ее сокращение. Окситоцин стимулирует выделение молока, усиливается именно выделительная функция, а не его секреция.

Гипоталамическая регуляция образования гормонов гипофиза

Нейроны гипоталамуса вырабатывают нейросекрет. Продукты нейросекреции, которые способствуют образованию гормонов передней доли гипофиза, называются либеринами, а тормозящие их образование – статинами. Поступление этих веществ в переднюю долю гипофиза происходит по кровеносным сосудам.

Симпатический отдел вегетативной нервной системы усиливает выработку тропных гормонов, парасимпатический отдел угнетает.

**Гормоны эпифиза, тимуса, паращитовидных желез.**

**Эпифиз** находится над верхними буграми четверохолмия. Значение эпифиза крайне противоречиво. Из его ткани выделены два соединения: 1) мелатонин (принимает участие в регуляции пигментного обмена, тормозит развитие половых функций у молодых животных и действие гонадотропных гормонов у взрослых). 2) гломерулотропин (стимулирует секрецию альдостерона корковым слоем надпочечников).

**Тимус** (вилочковая железа) – парный дольчатый орган, расположенный в верхнем отделе переднего средостения. Тимус образует несколько гормонов: тимозин, гомеостатический тимусный гормон, тимопоэтин I, II, тимусный гуморальный фактор. Они играют важную роль в развитии иммунологических защитных реакций организма, стимулируя образование антител. Тимус контролирует развитие и распределение лимфоцитов. Секреция гормонов тимуса регулируется передней долей гипофиза.

**Паращитовидные железы** – парный орган, они расположены на поверхности щитовидной железы. Гормон паращитовидной железы – паратгормон (паратирин).

Паратгормон регулирует обмен Са в организме и поддерживает его постоянный уровень в крови. Паратгормон усиливает рассасывание кости, что приводит к увеличению освобождения ионов Са, регулирует процессы отложения и выхода солей Са в костях.

**Гормоны щитовидной железы.** Щитовидная железа расположена с обеих сторон трахеи ниже щитовидного хряща, имеет дольчатое строение. Структурной единицей является фолликул, заполненный коллоидом, где находится йодсодержащий белок – тиреоглобулин.

Гормоны щитовидной железы делятся на две группы: 1) йодированные – тироксин, трийодтиронин; 2) тиреокальцитонин (кальцитонин).

Роль йодированных гормонов: 1) влияние на функции ЦНС. Гипофункция ведет к резкому снижению двигательной возбудимости, ослаблению активных и оборонительных реакций; 2) влияние на высшую нервную деятельность. Включаются в процесс выработки условных рефлексов, дифференцировки процессов торможения; 3) влияние на рост и развитие. Стимулируют рост и развитие скелета, половых желез; 4) влияние на обмен веществ. Происходит воздействие на обмен белков, жиров, углеводов, минеральный обмен. Усиление энергетических процессов и увеличение окислительных процессов приводят к повышению потребления тканями глюкозы, что заметно снижает запасы жира и гликогена в печени; 5) влияние на вегетативную систему. Увеличивается число сердечных сокращений, дыхательных движений, повышается потоотделение; 6) влияние на свертывающую систему крови. Снижают способность крови к свертыванию (уменьшают образование факторов свертывания крови), повышают ее фибринолитическую активность (увеличивают синтез антикоагулянтов). Тироксин угнетает функциональные свойства тромбоцитов – адгезию и агрегацию.

Тиреокальцитонин образуется парафолликулярными клетками щитовидной железы, которые расположены вне железистых фолликул. Он принимает участие в регуляции кальциевого обмена, под его влиянием уровень Са снижается. Тиреокальцитонин понижает содержание фосфатов в периферической крови.

Тиреокальцитонин тормозит выделение ионов Са из костной ткани и увеличивает его отложение в ней.

**Гормоны поджелудочной железы.** Поджелудочная железа – железа со смешанной функцией. Морфологической единицей железы служат островки Лангерганса,

преимущественно они расположены в хвосте железы. Бета- клетки островков вырабатывают инсулин, альфа- клетки – глюкагон, дельта- клетки – соматостатин. В экстрактах ткани поджелудочной железы обнаружены гормоны ваготонин и центропнеин.

Инсулин регулирует углеводный обмен, снижает концентрацию сахара в крови, способствует превращению глюкозы в гликоген в печени и мышцах. Он повышает проницаемость клеточных мембран для глюкозы: попадая внутрь клетки, глюкоза усваивается. Инсулин задерживает распад белков и превращение их в глюкозу, стимулирует синтез белка из аминокислот и их активный транспорт в клетку, регулирует жировой обмен путем образования высших жирных кислот из продуктов углеводного обмена, тормозит мобилизацию жира из жировой ткани.

Глюкагон принимает участие в регуляции углеводного обмена, по действию на обмен углеводов он является антагонистом инсулина. Глюкагон расщепляет гликоген в печени до глюкозы, концентрация глюкозы в крови повышается. Глюкагон стимулирует расщепление жиров в жировой ткани.

Физиологическое значение липокаина. Он способствует утилизации жиров за счет стимуляции образования липидов и окисления жирных кислот в печени, он предотвращает жировое перерождение печени.

Функции ваготонина – повышение тонуса блуждающих нервов, усиление их активности.

Функции центропнеина – возбуждение дыхательного центра, содействие расслаблению гладкой мускулатуры бронхов, повышение способности гемоглобина связывать кислород, улучшение транспорта кислорода.

**Нарушение функции поджелудочной железы.** Уменьшение секреции инсулина приводит к развитию сахарного диабета, основными симптомами которого являются гипергликемия, глюкозурия, полиурия (до 10 л в сутки), полифагия (усиленный аппетит), полидиспепсия (повышенная жажда).

**Гормоны надпочечников.** Надпочечники – парные железы, расположенные над верхними полюсами почек. Они имеют важное жизненное значение. Различают два типа гормонов: гормоны коркового слоя и гормоны мозгового слоя.

Гормоны коркового слоя делятся на три группы:

- 1) глюкокортикоиды (гидрокортизон, кортизон, кортикостерон);
- 2) минералокортикоиды (альдостерон, дезоксикортикостерон);
- 3) половые гормоны (андрогены, эстрогены, прогестерон).

Глюкокортикоиды синтезируются в пучковой зоне коры надпочечников. По химическому строению гормоны являются стероидами, образуются из холестерина, для синтеза необходима аскорбиновая кислота.

Глюкокортикоиды влияют на обмен углеводов, белков и жиров, усиливают процесс образования глюкозы из белков, повышают отложение гликогена в печени, по своему действию являются антагонистами инсулина.

Глюкокортикоиды оказывают катаболическое влияние на белковый обмен, вызывают распад тканевого белка и задерживают включение аминокислот в белки.

Гормоны обладают противовоспалительным действием, что обусловлено снижением проницаемости стенок сосуда при низкой активности фермента гиалуронидазы., которые стимулируют воспалительный процесс.

Глюкокортикоиды оказывают влияние на выработку защитных антител: гидрокортизон подавляет синтез антител, тормозит реакцию взаимодействия антитела с антигеном.

Глюкокортикоиды оказывают выраженное влияние на кроветворные органы: 1) увеличивают количество эритроцитов за счет стимуляции красного костного мозга; 2) приводят к обратному развитию вилочковой железы и лимфоидной ткани, что сопровождается уменьшением количества лимфоцитов.

#### **Минералокортикоиды**

Минералокортикоиды образуются в клубочковой зоне коры надпочечников и принимают участие в регуляции минерального обмена. К ним относятся альдостерон и дезоксикортикостерон. Они усиливают обратное всасывание ионов Na в почечных канальцах и уменьшают обратное всасывание ионов K, что приводит к повышению ионов Na в крови и тканевой жидкости и увеличению в них осмотического давления. Это вызывает задержку воды в организме и повышение артериального давления.

Минералокортикоиды способствуют проявлению воспалительных реакций за счет повышения проницаемости капилляров и серозных оболочек. Они принимают участие в регуляции тонуса кровеносных сосудов. Альдостерон обладает способностью увеличивать тонус гладких мышц сосудистой стенки, что приводит к повышению величины кровяного давления. При недостатке альдостерона развивается гипотония.

**Половые гормоны (андрогены, эстрогены, прогестерон)** образуются в сетчатой зоне коры надпочечников. Они имеют большое значение в развитии половых органов в раннем возрасте, когда внутрисекреторная функция половых желез незначительна. Оказывают анаболическое действие на белковый обмен: повышают синтез белка за счет увеличенного включения в его молекулу аминокислот.

При гипофункции коры надпочечников возникает заболевание – бронзовая болезнь, или аддисонова болезнь.

При гиперфункции коры надпочечников (причиной которой чаще всего является опухоль) происходит увеличение образования гормонов, отмечается преобладание синтеза половых гормонов над другими, поэтому у больных начинают резко изменяться вторичные половые признаки. У женщин наблюдается проявление вторичных мужских половых признаков, у мужчин – женских.

**Гормоны мозгового слоя надпочечников** Мозговой слой надпочечников вырабатывает гормоны, относящиеся к катехоламинам. Основной гормон – адреналин, вторым по значимости является предшественник адреналина – норадреналин. **Значение адреналина и норадреналина.** Адреналин влияет на углеродный обмен, ускоряет расщепление гликогена в печени и мышцах, расслабляет бронхиальные мышцы, угнетает моторику ЖКТ и повышает тонус его сфинктеров, повышает возбудимость и сократимость сердечной мышцы. Он повышает тонус кровеносных сосудов, действует сосудорасширяюще на сосуды сердца, легких и головного мозга. Адреналин усиливает работоспособность скелетных мышц.

Повышение активности адреналовой системы происходит под действием различных раздражителей, которые вызывают изменение внутренней среды организма. Адреналин блокирует эти изменения.

Норадреналин выполняет функцию медиатора, он входит в состав симпатина – медиатора симпатической нервной системы, он принимает участие в передаче возбуждения в нейронах ЦНС.

**Эндокринные функции половых желез.** Половые железы (семенники самцов, яичники у самок) относятся к железам со смешанной функцией, внутрисекреторная функция проявляется в образовании и секреции половых гормонов, которые непосредственно поступают в кровь.

Мужские половые гормоны – андрогены образуются в интерстициальных клетках семенников (клетки Лейдига). Различают два вида андрогенов – тестостерон и андростерон.

**Андрогены** стимулируют рост и развитие полового аппарата, мужских половых признаков и появление половых рефлексов.

Они контролируют процесс созревания сперматозоидов, способствуют сохранению их двигательной активности, проявлению полового инстинкта и половых поведенческих реакций, увеличивают образование белка, особенно в мышцах, уменьшают содержание жира в организме.

**Эстрогены** стимулируют рост матки, влагалища, труб, вызывают разрастание эндометрия, способствуют развитию вторичных женских половых признаков, проявлению половых рефлексов, усиливают сократительную способность матки, повышают ее чувствительность к окситоцину, стимулируют рост и развитие молочных желез.

**Прогестерон** обеспечивает процесс нормального протекания беременности, способствует разрастанию слизистой эндометрия, имплантации оплодотворенной яйцеклетки в эндометрий, тормозит сократительную способность матки, уменьшает ее чувствительность к окситоцину, тормозит созревание и овуляцию фолликула за счет угнетения образования лютропина гипофиза.

**Гормоны плаценты.** Плацента – уникальное образование, которое связывает материнский организм с плодом. Она выполняет многочисленные функции, в том числе метаболическую и гормональную. Она синтезирует гормоны двух групп:

- 1) белковые – хорионический гонадотропин (ХГ), плацентарный лактогенный гормон (ПЛГ), релаксин;
- 2) стероидные – прогестерон, эстрогены.

Функции ХГ – увеличение роста фолликулов, образование желтого тела, стимулирование выработки прогестерона. Защитная функция заключается в способности предотвращать отторжение зародыша организмом матери. ХГ обладает антиаллергическим действием.

Релаксин секретируется на поздних стадиях развития беременности, расслабляет связки лонного сочленения, снижает тонус матки и ее сократимость.

Прогестерон вызывает расслабление матки, снижение ее сократимости и чувствительность к эстрогенам и окситоцину, накопление воды и электролитов, особенно внутриклеточного натрия. Эстрогены и прогестерон способствуют росту, растяжению матки, развитию молочных желез и лактации.

### **11.3. Тканевые гормоны и антигормоны**

Тканевые гормоны - биологически активные вещества, действующие в месте своего образования, не поступающие в кровь. Простагландины образуются в микросомах всех тканей, принимают участие в регуляции секреции пищеварительных соков, изменении тонуса гладких мышц сосудов и бронхов, процесса агрегации тромбоцитов. К тканевым гормонам, регулирующим местное кровообращение, относят гистамин (расширяет

сосуды) и серотонин (обладает прессорным действием). Тканевыми гормонами считают медиаторы нервной системы – норадреналин и ацетилхолин.

Антигормоны – вещества, обладающие противогормональной активностью. Их образование происходит при длительном введении гормона в организм извне. Каждый антигормон обладает выраженной видовой специфичностью и блокирует действие того вида гормона, на который выработался.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Классификация желез внутренней секреции.
- 2) Гормоны значение, механизм действия, свойства.
- 3) Частная физиология желез внутренней секреции.
- 4) Тканевые гормоны. Простагландины.
- 5) Антигормоны
- 6) Применение гормональных препаратов в клинической практике.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутичкина, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

### *Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.

## Лекция 14

### ОСОБЕННОСТИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОБАК

#### 14.1. Типы высшей нервной деятельности

Высшей нервной деятельностью называют совместную рефлекторную деятельность коры больших полушарий и ближайшей подкорки, которая обеспечивает сложные отношения организма как единого целого к внешнему миру. Таким образом, ВНД проявляется в виде сложных рефлекторных реакций, которые осуществляются при обязательном участии коры головного мозга и ближайших к ней подкорковых образований.

Свойства нервных процессов. В коре головного мозга постоянно протекают два процесса: возбуждение и торможение. Вся высшая нервная деятельность животных протекает при взаимодействии этих двух процессов. Но не у всех животных процессы возбуждения и торможения одинаковы. Они отличаются по силе, уравновешенности и подвижности.

Различные соотношения этих свойств нервных процессов обуславливают типологические особенности высшей нервной деятельности. Описанные И.П. Павловым типы высшей нервной деятельности находят свое соответствие в темпераментах: холерик – это сильный неуравновешенный, безудержный тип; сангвиник – сильный уравновешенный, подвижный тип; флегматик – сильный, уравновешенный, инертный тип; меланхолик – слабый тип.

У собак морфологические соответствия, выглядя следующим образом:

- холерики сухой тип конституции;
- сангвиники крепкий тип конституции
- флегматики сырой тип конституции
- меланхолики нежный тип конституции.

В практике кинологии принимают во внимание не столько тип высшей нервной деятельности, с трудом выявляемый без специальных лабораторных исследований, сколько тип внешнего поведения. Определены следующие типы внешнего поведения собак:

1. Умеренно возбудимый (примерно соответствует сангвинику).
2. Малоподвижный, спокойный (сопоставим с флегматиком).
3. Возбудимый (относится к холерику).
4. Трусливо-пассивный (проявляется у меланхолика).

Следует учитывать, что тип внешнего поведения существенно зависит от смысла реакции собаки на конкретный раздражитель.

#### а. Социальное поведение

Социальные ранги в собачьей стае определяются не физической силой особи, а соотношением прав, обязанностей и ответственности по отношению к группе в целом. Наличие социальных рангов в структуре собачьей стаи обуславливает бесконфликтность отношений в межвидовых структурах. Учитывая это выделяют шесть основных рангов.

1. Высший ранг – вожак – предусматривает максимальную ответственность за выживание стаи в целом.

2. Ближайший к вожаку ранг – ранг матери. В этой роли как правило выступает

взрослая неоднократно рожавшая сука.

3. Ранг воина – ответственный социальный статус, в этой роли выступает боеспособный кобель, подчиненный вожаку в ситуациях, касающихся стратегии выживания.

4. Опекун – это последний из ответственных рангов. В подчинении опекуна находятся щенки и молодняк, которых он воспитывает и обучает.

5. Щенок – этот ранг не связан ни с какой ответственностью, но дает право на защиту и пищу.

6. Инвалид – ранг почти не предполагает ответственности перед членами стаи, но дает право на пищу и защиту, но весьма ограниченно.

### 14.3. Основы тренинга

**Методика выработки условных рефлексов.** Для выработки условных рефлексов во время тренинга применяются различные методики: секреторная, слюноотделительная, двигательная- оборонительная, двигательная - пищевая.

Основные условия для выработки условных рефлексов следующие:

1. Между действием условного и безусловного раздражителей должно быть определенное соотношение по времени. Индифферентный раздражитель должен несколько предшествовать безусловному. Если оба раздражителя совпадают по времени, условный рефлекс предшествует индифферентному раздражителю, последний не становится условным раздражителем. Увеличение времени между условным и безусловным раздражителем затрудняет выработку условного рефлекса и делает его менее прочным.

2. При образовании условных рефлексов должны соблюдаться определенные требования к характеру условного и безусловного раздражителей: *условный* раздражитель должен быть умеренной оптимальной силы (слабые и сильные условные раздражители затрудняют или делают невозможной выработку рефлекса); *безусловный* раздражитель должен быть биологически сильным (пищевой, оборонительный), чтобы он мог в ЦНС вызвать надпороговое возбуждение. Поэтому, при выработке условных рефлексов безусловный рефлекс лучше усилить (пищевой – голоданием).

3. Животные должны находиться в деятельном бодрственном состоянии, здоровыми (это определяет и состояние коры). В состоянии сна условный рефлекс выработать не удастся.

4. Необходимо свести на нет все посторонние раздражители.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Основные понятия и принципы ВВД.
- 2) Типы высшей нервной деятельности.
- 3) Типы внешнего поведения собак.
- 4) Особенности социального поведения собак в стае.
- 5) Основы тренинга.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.

2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).

3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутишникова, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

*Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## Лекция 15 ОСОБЕННОСТИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОШЕК

### 15.1. Особенности ЦНС кошек

Поведение можно определить как целенаправленную деятельность организма во взаимодействии с окружающей средой, направленную на удовлетворение биологических (а у человека и социальных) потребностей, которая проявляется в разной степени активности его функциональных систем.

Различные формы поведения животных определяются безусловными (врожденными, индивидуальными, корковыми, нестойкими) рефлексам, которые приобретаются в процессе индивидуальной жизни в результате опыта, обучения, тренинга. Центральная нервная система (ЦНС) различных представителей позвоночных схожа, но имеются видовые различия. Мощность мозга, несомненно, была основным фактором эволюции семейства кошачьих. Причина, по которой около 7 млн лет назад вымерла одна ветвь этого семейства — палеофелиды (реликтовые кошки), вероятно, заключалась в увеличении размеров и сложности мозга сменивших их современных кошек — неофелидов. Об этом можно судить не только по черепам современных видов, но и по ископаемым останкам как вымерших, так и существующих сегодня.

Степень отличия мозга каждого вида животных от расчетного стандарта называется коэффициентом интеллекта (КИ). Высокий КИ необязательно отражает только уровень интеллекта, он может быть связан с особенностями образа жизни животного. Все представители семейства кошачьих имеют одинаково высокий КИ, за исключением, по неизвестной причине, рыси.

Большая часть кошачьего мозга управляет их «гимнастическими» способностями. Мозжечок, координирующий равновесие и движение, у кошек значительно больше, чем у других млекопитающих, а большая часть коры головного мозга занята контролем за движениями. Значительная часть коры занимается обработкой громадной информации, поставляемой чувствительными кошачьими ушами.

Как известно, у кошек без неокортекса способность к условно-рефлекторной деятельности сохраняется. Они, реагируя на раздражение любого рецептора, отвечают адекватной ориентировочной реакцией. Очевидно, пусковой механизм ориентировочной реакции имеется и в палеокортексе. Прежде всего надо отметить, что кошка без неокортекса не ( в состоянии самостоятельно пойти к кормушке после однократного кормления из нее. У нормальных же кошек это обычное явление и оно совершается «спонтанно», помимо всяких искусственных сигналов, благодаря репродукции образа местонахождения кормушки.

Этот образ у нормальной кошки создается после одного кормления.

Кошки без неокортекса обучаются побежке к кормушке после десятка подкармливаний. Они могут пойти к ней после открытия клетки не только при соответствующем звуковом или световом сигнале, но и без него; открытие клетки является пищевым сигналом. Однако это индивидуально приобретенное поведение неустойчиво. Источники звука или света находились у соответствующих кормушек, что должно было благоприятствовать побежке к сигнализируемой кормушке. Несмотря на это, после многих десятков подкармливаний кошки очень часто отклонялись от пути, ходили по комнате и не достигали кормушки. Нельзя было дифференцировать побежки к определенным кормушкам на разные сигналы. Они обычно шли на данный сигнал к той кормушке, из которой ели в последний раз. Далее, при изменениях обстановки опыта — увеличение расстояния между клеткой и кормушками, прикрытие кормушки ширмами, прекращение условных раздражителей после выхода животного из клетки — всегда происходила дезориентация оперированных кошек. При опытах с нормальными кошками все эти изменения обстановки не препятствуют быстрому достижению кормушки. Характерно, что если у кошки были предварительно выработаны пищевые рефлексы на звук и свет, то после удаления неокортекса они исчезали полностью и приходилось применять десятки подкармливаний, чтобы образовать их заново.

Все эти отличительные особенности поведенческой деятельности у кошек без новой коры вызваны тем обстоятельством, что такие кошки, с одной стороны, лишены способности создавать образы внешних объектов и проецировать их в пространстве, с другой стороны, у них не образуются цепные условные рефлексы с участием зрительных, проприорецептивных и лабиринтных раздражений. Поэтому кошки без неокортекса не только не в состоянии производить ориентированное пищевое поведение по отношению к новому месту пищи, где они один раз ели, но не могут осуществлять и автоматизированное пищевое поведение по отношению к обычному месту приема пищи.

У кошек без неокортекса не проявляется реакция «удовольствия», которая состоит в мурлыкании, в поднятии хвоста вверх, в трении головой и телом о предметы, в производстве ритмических движений передних лап, в выпускании когтей и растопыривании пальцев. Очевидно, кора неокортекса играет существенную роль в активации того нервного субстрата в палеокортексе, который продуцирует чувство «удовольствия».

Однако и в отношении других эмоциональных реакций неокортекс играет важную роль. Это прежде всего проявляется в том, что реакции «страха» и «ярости» могут быть вызваны электрическим раздражением затылочно-височной доли.

Каковы же эмоциональные функции палеокортекса и в каких частях его они представлены? Было показано, что после двустороннего повреждения *lobus rugiformis* реакция «ярости» (фырканье, рычание, замахивание лапой), которая до операции обычно наступала в полной мере на шипание хвоста, после операции заметно ослабевает. Точно так же ослабевает условная реакция «ярости» на условный звуковой сигнал, который много раз сочетался с этой реакцией. После же удаления *lobus rugiformis* и задних частей орбитальной области эмоциональная реакция «ярости» резко усиливается. Такая кошка бурно реагирует не только на шипок хвоста, но и на прикосновение рукой. На основании этих данных надо считать, что *lobus rugiformis* и

задняя орбитальная область являются основным регулятором эмоциональной реакции «ярости». Здесь же, вероятно, производится субъективное переживание ярости.

## 15.2. Инстинкты

В проявлениях сложного врожденного поведения простые поведенческие реакции суммируются в комплекс форм рефлекторного поведения, проявляющегося в ответ на возникшую комбинацию нескольких раздражителей. Комплекс форм поведения такого типа, обусловленный генетически и характерный для данного вида животных, который проявляется в результате возбуждения определенных нервных центров, называется *инстинктом*.

Инстинкт (от лат. Instincts – побуждение) представляет собой целенаправленную приспособительскую деятельность, обусловленную врожденными механизмами и совершенствующуюся под влиянием основных биологических потребностей. В чистом виде инстинкты у высших животных проявляются только у новорожденных (импринтинг - запечатление), в дальнейшем они развиваются в сочетании и взаимодействии с процессами обучения, то есть с выработкой условных рефлекторных реакций.

Таким образом, инстинкты определяют поведение животных без предварительного обучения; они соответствуют их биологической организации и несут ответственность за адаптацию особи к условиям существования.

Подавление того или иного инстинкта может привести к невротическим реакциям. Если кошку держать, скажем, в клетке, не давать знакомиться с новыми явлениями, лишить общения с себе подобными или людьми, то мы получим настоящего, как и в случае с человеком, невротика! Условный рефлекс — это индивидуальная память животного, навыки, которые вырабатываются при жизни каждой особи. Естественно, что способность обучаться помогает выживанию. Любой инстинкт требует «доводки» с помощью условного рефлекса. Например, сосание — врожденная реакция новорожденного котенка. Но как именно сосать, чтобы доставалось больше молока — этому необходимо научиться. Поэтому инстинктивное поведение всегда обрастает условными рефлексам.

Е. Л. Торндайк помещал кошку в ящик с вертикальными щелями, через которые была видна пища. Сначала голодная кошка скреблась в ящике и пыталась дотянуться до приманки лапками, потом случайно нажимала на запирающий механизм — дверца открывалась и кошка добиралась до пищи. На 3...4-й раз кошка запоминала, как открывается ящик, и уверенно нажимала на запор. Впоследствии было доказано, что инструментальный метод является основным видом обучения. Он опирается на отрицательное или положительное подкрепление.

## 15.3. Сон

Кошки - настоящие мастера сна, которые более  $\frac{2}{3}$  суток (более 16 часов) могут дремать или спать. За 12...14 часов сна они в основном лишь дремлют, часто меняя позу, и не погружаясь в глубокий сон.

Спит ли кошка или бодрствует — она непрерывно получает сведения из окружающего мира. В одном научном эксперименте кошку поместили таким образом, что никаких сигналов извне она не получала, при этом была снята энцефалограмма работы мозга. Результат таков: в этом случае мозг кошки воспринимает лишь работу собственного организма.

С помощью энцефалографии выяснили, что стадии глубокого и поверхностного сна составляют соответственно 30 и 70%. Фазы эти чередуются, и можно проследить за внешними проявлениями такого состояния по движениям лап и когтей, подергиванию усов, шевелению ушей. В некоторых случаях кошки издают во сне разные звуки. Любопытно, что мозг кошки, находясь в глубоком сне, так же активен, как и в минуты бодрствования, и постоянно на чеку для восприятия сигнала опасности, который подается через сенсорный аппарат.

Сегодня ученые уверены в их экологических сверхспособностях, что означает способность определенного вида животных приспосабливаться к необычным ситуациям. Некоторые виды, особенно четко вписанные в окружающую среду, могут оказаться неспособными привыкнуть к большим изменениям, по крайней мере, на протяжении жизни одного поколения. Другие, такие, как обезьяны и дельфины, так хорошо усваивают новые знания и навыки, что легко приспосабливаются к любой новой ситуации. Кошки находятся где-то посередине между двумя этими крайностями.

Врожденные формы поведения так же, как и приобретенные в процессе жизни, состоят из мотивационных (побуждающих) и подкрепляющих звеньев

### 15.4 Стресс

Следует отметить, что неврологические заболевания у кошек изучены хуже, нежели у собак. Это связано тем, что нервная система кошек гораздо более устойчива к внешним воздействиям, в том числе к механическим. Кошки, при прочих равных условиях, получают значительно меньшие повреждения, чем собаки. Если вести речь о восстановительной способности, то и здесь преимущество за кошками: при аналогичных травмах кошки выздоравливают быстрее собак.

Почему, кошки более устойчивы к стрессам? Скорее всего потому, что у кошек пониженное содержание адреналина в крови, что приводит к тому, что они практически не испытывают стрессов (с физиологической точки зрения), и поэтому инсульты и инфаркты у них практически не встречаются.

Немаловажную роль в повышенной устойчивости нервной системы к стрессам у кошек может играть и то, что кошки – одиночные животные. Стрессы «социального» типа кошкам индивидуалистам практически не ведомы.

### 15.3. Поведенческие акты кошек

Поведение животных, - это многообразное взаимодействие их с окружающей средой. Всякий поведенческий акт имеет определенную цель и направлен на достижение этой цели.

**Поведенческие акты.** Любой кошачий поступок состоит из унитарных реакций (или поведенческих актов):

мотивация — связывание памяти с поиском цели — важнейший элемент любого поступка;

взаимодействие с целью — непосредственное исполнение того или иного позыва, вызванного мотивацией;

покой после достижения цели — животное успокаивается, добившись того, чего оно хотело.

Все поступки, совершаемые кошкой, можно разделить на три большие группы.

Безусловные рефлекс (инстинкты). Этот вид реакций относят к наследственной программе (памяти вида). Эта память заложена при рождении и

присутствует на протяжении всей жизни. В свою очередь, инстинкты можно подразделить на витальные (боль, голод, жажда, температурное восприятие), зоосоциальные (половые, родительские, эмоционального резонанса), саморазвития (исследовательские, игровые, манипуляционные действия, инстинкт свободы).

**Условные рефлексы.** Эти рефлексы приобретаются в процессе жизни. С помощью них животное доводит свои инстинкты до совершенства. В результате вырабатывается индивидуальная память; правда, реакция на те или иные действия (события) может угасать со временем. На основе условных рефлексов основаны три типа обучения кошек:

**инструментальное обучение.** Это обучение положительным и отрицательным подкреплением, т. е. животное необходимо поощрять за успехи и ругать за проступки. Очень важно не путать отрицательное подкрепление и наказание. Это совершенно разные понятия;

**латентное обучение.** Это обучение кошки без видимого подкрепления (фактически самообучение). Например: кошка, попав в новый дом, начинает его обследовать; это и будет латентным обучением;

**инсайтное обучение.** Это самообучение кошки, при котором она методом проб и ошибок находит решение на поставленную для себя задачу.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Инстинкты и их значение в жизни кошки.
- 2) Мотивации и их виды.
- 3) Виды памяти.
- 4) Формы поведения кошек.
- 5) Стресс и здоровье кошек.
- 6) Особенности ЦНС у кошек.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009. - 365 с.
2. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
3. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
4. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутильников, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
5. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
6. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.

7. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

*Дополнительная*

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
6. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
7. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
8. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
9. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Базанова, И.У.** Физиология с/х животных / Базанова, У.И. [и др.]. – М.: Колос, 1991. - 378 с.
2. **Битюков, И.П.** Практикум по физиологии с/х животных / Битюков, И.П. [и др.] - М.: Агропромиздат, 1990. - 123 с.
3. **Георгиевский, В.И.** Физиология с/х животных:учебник / Георгиевский, В.И. - М.: Агропромиздат, 1990. - 510 с.
4. **Грачев, И.И., Галинцев В.П.** Физиология лактации с/х животных: учебник / Грачев, И.И., Галинцев, В.П. - М.: Колос, 1974. - 477 с.
5. **Иванов, А.А.** Этология с основами зоопсихологии: учебник / Иванов, А.А. - Лань, 2009.- 365 с.
6. **Костин, А.П.** Физиология с/х животных: учебник/ Костин, А.П. [и др.]. - М.: Колос, 1993. - 386 с.
7. **Новицкий, Б.Б.** Поведение с/х животных: учебник / Новицкий, Б.Б. – М.: Колос, 1981.
8. **Основы физиологии и этологии животных:** Учебное пособие / Лысов, В.Ф., Максимов, В.И. – М.: КолосС, 2004. – 256 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
9. **Практикум по физиологии животных:** Учебное пособие /Лысов, В.Ф., Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Шевелев, Н.С. / Под ред. Максимова, В.И. – М.: КолосС, 2010. – 303 с.
10. **Руководство по физиологии:** Физиология с/х животных. – М. Наука, 1978.
11. **Сборник заданий к лабораторному практикуму по физиологии и этологии животных:** учебное пособие /Ипполитова, Т.В., Максимов, В.И., Ткаченко, Т.Е., Вальциферова, С.В., Фомина, В.Д., Ветрова, Л.Ю., Любимов, В.Е., Мусиенко, П.М., Хомутишникова, Ю.А., Николаева, Э.Б. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2009. – 119 с.
12. **Сысоев, А.А.** Физиология с/х животных (в рисунках и системах): атлас/ Сысоев, А.А. - М.: Колос, 1974. - 147 с.
13. **Физиология и этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] – М.: КолосС, 2004. – 568 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния»).
14. **Физиология и этология сельскохозяйственных птиц:** Учебник / Гудин, В.А. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 336 с.
15. **Шмидт–Нельсон, К.** Физиология животных: учебник / Т.1 и 2 / Шмидт–Нельсон, К. – М.: Мир, 1982. - 389 с.
16. **Этология животных:** Учебник / Лысов, В.Ф. [и др.] / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 296 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Лекция 1. Общие положения</b> .....	4
<b>Лекция 2. Система крови</b> .....	7
<b>Лекция 3. Кровообращение</b> .....	12
<b>Лекция 4. Физиология дыхания кошек и собак</b>	19
<b>Лекция 5. Физиология пищеварения у собак</b>	25
<b>Лекция 6. Физиология пищеварения у кошек</b>	37
<b>Лекция 7. Обмен белков, углеводов и липидов</b> .....	41
<b>Лекция 8. Минеральный обмен и водный баланс организма</b>	42
<b>Лекция 9. Обмен энергии</b> .....	45
<b>Лекция 10. Физиологическое значение витаминов</b>	48
<b>Лекция 11. Теплообмен и регуляция температуры тела</b>	52
<b>Лекция 12. Экскреция</b> .....	55
<b>Лекция 13. Железы внутренней секреции</b>	59
<b>Лекция 14. Особенности высшей нервной деятельности собак</b>	66
<b>Лекция 15. Особенности высшей нервной деятельности кошек</b>	69
<b>Библиографический список</b> .....	75
<b>Содержание</b> .....	76