

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волхонов Михаил Станиславович
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.02.2025 12:04:03
Уникальный программный ключ:
40a6db1879d6a9ee29ec8e0ffb2f95e4614a0998

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра анатомии, физиологии и биохимии животных им. проф. Э.Ф. Ложкина

С.В. Бармин

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Методические указания

*для контактной и самостоятельной работы студентов
среднего профессионального образования специальности 36.05.01
Ветеринария очной формы обучения*



КАРАВАЕВО
Костромская ГСХА
2025

УДК 636.04 : 611 + 636.04 : 612
ББК 46.7 : 46.26 + 46.7-455 + 28.66
А 64

Составитель: канд. ветер. наук, доцент, заведующий кафедрой анатомии, физиологии и биохимии животных им. проф. Э.Ф. Ложкина *С.В. Бармин.*

Рецензенты: канд. ветер. наук, доцент кафедры эпизоотологии, паразитологии и микробиологии *М.Ю. Якубовская.*

Рекомендованы к изданию методической комиссией факультета ветеринарной медицины и зоотехнии в качестве методических указаний для контактной и самостоятельной работы для студентов среднего профессионального образования специальности 36.05.01 Ветеринария очной формы обучения

А 64 Анатомия и физиология животных : методические указания / сост. С.В. Бармин. — Караваево : Костромская ГСХА, 2025. — 144 с. 20 см. — 50 экз. — Текст : непосредственный.

В издании даны методические указания к практическим занятиям по дисциплине, а также практические задания, методические рекомендации по самостоятельной работе студентов, учебный справочный материал.

Методические указания предназначены для выполнения практических работ и самостоятельной работы студентами среднего профессионального образования специальности 36.05.01 «Ветеринария» очной формы обучения.

УДК 636.04 : 611 + 636.04 : 612
ББК 46.7 : 46.26 + 46.7-455 + 28.66

© ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, 2025
© С.В. Бармин, составление, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Разделы дисциплины

Раздел 1. Цитология, гистология и эмбриология.	4
1.1. Устройство микроскопа	4
1.2. Основные положения предмета	6
Раздел 2. Анатомия животных.....	24
2.1. Остеология.....	24
2.2. Миология.....	33
2.3. Ангиология.....	41
2.4. Спланхнология.....	49
2.5. Эндокринология	60
2.6. Нейрология.....	61
2.7. Эстеziология	65
2.8. Дерматология	66
Раздел 3. Физиология систем организма животных.....	68
3.1. Физиология кровообращения	68
3.2. Физиология дыхания	71
3.3. Физиология пищеварения.....	75
3.4. Метаболизм и гомеостаз.....	84
3.5. Физиология нервной и эндокринной систем.....	98
3.6. Физиология иммунной системы.....	102
3.7. Физиология размножения.....	108
Список рекомендуемых источников	120

РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Цитология, гистология эмбриология.

Устройство микроскопа. Методика работы с микроскопом. Живая клетка: строение, химический состав и деление клетки

1.1. Устройство микроскопа

Современные методы гистологических исследований весьма многочисленны и разнообразны. Они позволяют производить структурный и гистохимический анализ объектов на микроскопическом и субмикроскопическом уровнях.

Микроскопический метод. Это основной метод изучения животных тканей. Сущность его определяется фиксацией материала исследования с последующим приготовлением окрашенных срезов.

К световой микроскопии относят также фазово-контрастную микроскопию, флуоресцентную и ультрафиолетовую. Современные микроскопы обеспечивают разрешение (возможность наблюдать две точки отдельно) порядка 0,2 мкм и дают максимальное увеличение в 2000 - 2500 раз. Электронная микроскопия – метод субмикроскопического исследования, осуществляется с помощью трансмиссионного (просвечивающего) электронного микроскопа. В современных трансмиссионных микроскопах разрешающая способность составляет 0,1 – 0,7 нм.

Приборы и оборудование. Основным прибором для изучения гистологических объектов является **микроскоп** – световой, электронный и телемикроскоп. Для изготовления срезов применяют прибор микротом. Существует много его конструкций, но чаще всего используется санный микротом. Он состоит из тяжелой металлической станины, несущей полозья, по которым в особом держателе движется микротомный нож.

Устройство микроскопа. Особенностью микроскопа как оптического прибора, позволяющего получить сильное увеличение рассматриваемых объектов, является комбинация двух систем оптических линз: объектива – системы линз, дающих непосредственное, первичное увеличение объекта, и окуляра – системы линз, с помощью которых рассматривается в увеличенном виде изображение, даваемое объективом.

В микроскопе различают штатив, объединяющий механические и осветительные части микроскопа, и оптические линзы. В штативе микроскопа различают следующие основные части (см. рис. 1).

Оптические системы микроскопов состоят из объективов, ввинчивающихся в гнезда револьвера, и окуляров, свободно вставляющихся в верхнее отверстие тубуса. Объективы отечественных микроскопов разделяют на 4 категории: с кратностью увеличения 8 или 10 раз (слабые), 20 (средние), 40 (сильные) и 90 (очень сильные – иммерсионные или погруженные вводу, масло и т.д.).

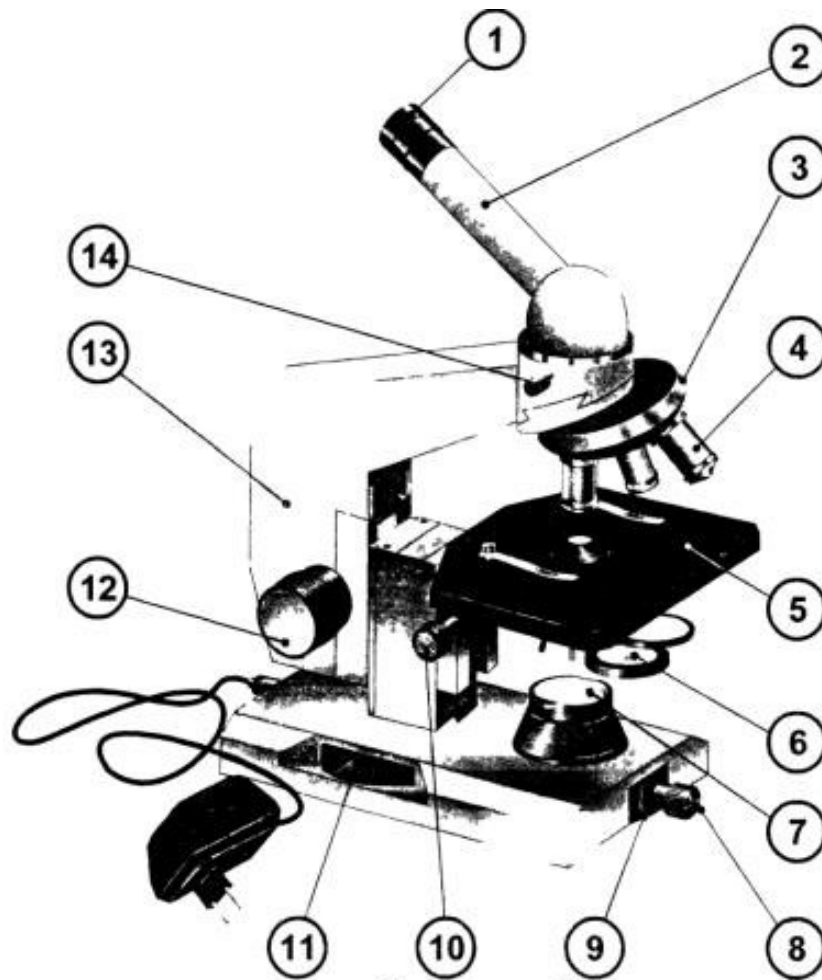


Рис. 1 Микроскоп с монокулярной насадкой, встроенным в основание осветителем с галогенной лампой 6 В, 6 Вт или 6 В, 10 Вт и совмещенным с сетевой вилкой источником питания

- 1 – окуляр; 2 – монокулярная насадка; 3 – револьверное устройство 4 – объектив;
 5 – предметный столик; 6 – конденсор; 7 – корпус коллекторной линзы;
 8 – патрон с лампой; 9 – шарнир; 10 – рукоятка перемещения кронштейна конденсора;
 11 – рукоятка тонкой фокусировки; 12 – рукоятка грубой фокусировки;
 13 – тубусодержатель; 14 – винт для крепления насадки

Окуляры также бывают: с кратностью увеличения 5 и 7 (слабые), 10 (средние), 15 (сильные). Увеличение объекта определяется произведением увеличения, даваемого объективом, на увеличение, даваемое окуляром. Надо иметь в виду, что только объектив увеличивает объект, а окуляр лишь растягивает изображение, даваемое объективом.

Основные положения и терминология цитологии, гистологии, эмбриологии, морфологии, анатомии и физиологии животных

Организм многоклеточных состоит из клеток и межклеточного вещества. Клетка является элементарной единицей живого. Это основа строения, развития и жизнедеятельности. Шванн в 1839 году открыл клеточную теорию (размножаются делением, если клетка теряет ядро, то теряет способность к делению – эритроцит). В состав клеток входят белки, углеводы, липиды, соли, ферменты и вода. В клетке выделяют цитоплазму и ядро.

Ткань – это возникшая в ходе эволюции частная система организма, состоящая из одного или нескольких дифференцированных клеток и их производных, обладающая специфическими функциями благодаря кооперативной деятельности всех ее элементов.

Ткань как система

Любая ткань – сложная система, элементы которой – клетки и их производные. Сами ткани тоже являются элементами морфофункциональных единиц, а последние выступают в роли элементов органов. Поскольку по отношению к системе высшего ранга (в нашем случае – организму) системы более низких рангов рассматриваются как частные, то и о тканях следует говорить как о частных системах.

В любой системе все элементы упорядочены в пространстве и функционируют согласованно друг с другом; система в целом обладает при этом свойствами, не присущими ни одному из ее элементов, взятому в отдельности. Соответственно и в каждой ткани ее строение и функции несводимы к простой сумме свойств отдельных входящих в нее клеток и их производных. Ведущими элементами тканевой системы являются клетки.

Ткани являются строительными материалами, из которых сформированы органы. В организме человека выделяют 4 основные формы тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную.

Эпителиальная ткань покрывает внешнюю поверхность тела и выстилает слизистые оболочки полых органов. Эта ткань выполняет защитную функцию, а также обеспечивает обмен веществ между организмом и средой. Морфологически эпителиальная ткань характеризуется тем, что составляющие ее клетки объединяются в пласты из одного или многих слоев.

Соединительная ткань очень разнообразна по строению и функции. Для нее характерно наличие клеток и межклеточного вещества, состоящего из коллагеновых, эластических волокон и основного вещества. Она подразделяется на собственно соединительную и опорные ткани – хрящевую

и костную. Собственно соединительная ткань имеет несколько видов: волокнистая, или фиброзная, жировая, ретикулярная и другие. Фиброзная ткань бывает рыхлой и плотной. Рыхлая соединительная ткань сопровождает сосуды и нервы, входит в состав различных органов. Плотная соединительная ткань бывает неоформленной и оформленной. Последняя содержит определенным образом ориентированные пучки волокон и участвует в построении связок, мембран, сухожилий. Близко к соединительной ткани стоят жидкие ткани организма - кровь и лимфа.

Мышечная ткань осуществляет двигательные процессы в организме животного и человека. Она обладает специальными сократительными структурами - миофибриллами. Различают следующие виды мышечной ткани: гладкую (неисчерченную), поперечно-полосатую скелетную и сердечную поперечно-полосатую.

Нервная ткань состоит из нервных клеток, способных к генерированию нервных импульсов, восприятию, проведению и передаче раздражений, и нейроглии, которая осуществляет опорную, трофическую, защитную и разграничительную функции.

Орган - исторически сложившаяся система различных тканей (нередко всех четырех основных групп), из которых одна или несколько преобладают и определяют его специфическое строение и функцию.

Орган, как часть организма, характеризуется следующими признаками: определенным положением в теле, свойственной данному органу формой, конструкцией и пространственными взаимоотношениями с другими органами. Каждый орган несет в организме свою особую функцию. Большинство органов выполняют несколько функций, то есть являются мультифункциональными.

В целостном организме органы объединяются в комплексы - анатомо-функциональные системы. Под **системой органов** принято понимать ряд органов, связанных между собой анатомически, топографически и функционально, имеющих общее происхождение и общие черты строения. Органы, входящие в систему, выполняют часть общей функции или функцию этой системы.

Кроме понятия «система органов» применяется понятие «аппарат»: говорят об опорно-двигательном, голосовом аппарате и т.д.

Аппарат представляет собой функциональное объединение органов, которые могут быть однородными и разнородными по своему происхождению и строению. Например, кости и мышцы, составляющие опорно-двигательный аппарат.

Различают следующие системы органов и аппараты:

1. органы, осуществляющие обмен веществ с окружающей средой. Этот процесс представляет собой единство противоположных явлений - усвоения (ассимиляции) и выделения (диссимиляции). Усвоение питательных веществ и кислорода обеспечивают *пищеварительная* и *дыхательная* системы. Выделение продуктов обмена производит *система мочевых органов*. Продукты обмена выделяются также пищеварительной и дыхательной системами;
2. органы, служащие для сохранения вида - система органов размножения или *половые органы*. Мочевые и половые органы тесно связаны между собой по развитию и строению, вследствие чего их объединяют в *мочеполовой аппарат*;
3. органы, через которые воспринятый пищеварительной и дыхательной системами материал распределяется по всему организму, а вещества, подлежащие удалению, доставляются к выделительной системе, - органы кровообращения - сердце и сосуды. Они составляют *сердечно-сосудистую систему*;
4. органы, осуществляющие химическую связь и регуляцию всех процессов в организме, - *железы внутренней секреции*, или эндокринные железы;
5. органы, приспособляющие организм к окружающей среде при помощи движения, составляют *опорно-двигательный аппарат*, состоящий из костей (*костная система*), их соединений (суставы и связки) и приводящих их в движение мышц (*мышечная система*);
6. органы, воспринимающие раздражения из внешнего мира, составляют *систему органов чувств*;
7. органы, осуществляющие нервную связь и объединяющие функцию всех органов в единое целое, составляют *нервную систему*, с которой связана высшая нервная деятельность (психика).

Органы пищеварения, дыхания, мочеотделения, размножения, сосуды и эндокринные железы объединяются вместе под названием органов вегетативной, растительной, жизни, так как аналогичные им функции наблюдаются и у растений.

Опорно-двигательный аппарат, органы чувств и нервная система объединяются под названием органов анимальной, животной, жизни, так как функции передвижения и нервной деятельности присущи только животным и почти отсутствуют у растений.

Опорно-двигательный аппарат, покрытый кожей, образует собственно тело – «сому», внутри которого находятся полости - грудная, брюшная и тазовая. Следовательно, «сома» образует стенки полостей. Содержимое этих полостей называют «внутренностями». К ним относятся органы

пищеварения, дыхания, мочеотделения, размножения и связанные с ними железы внутренней секреции. К внутренностям и «соме» подходят пути, проводящие жидкости, то есть сосуды, несущие кровь и лимфу и составляющие сосудистую систему, и пути, проводящие раздражения, то есть нервы, составляющие вместе со спинным и головным мозгом нервную систему.

Пути, проводящие жидкости и раздражения, образуют анатомическую основу объединения организма при помощи нейрогуморальной регуляции. Поэтому внутренности и «сома» являются частями единого целостного организма и выделяются условно.

В итоге можно наметить следующую схему построения организма: организм - система органов - орган - структурно-функциональная единица - ткань - клетка - клеточные элементы - молекулы.

Наряду с традиционным делением организма на системы существует понятие **функциональных систем**, которые объединяют структурные элементы, входящие в состав различных органов и связанные участием в выполнении определенной функции или приспособительной реакции организма. Например, функциональная система дыхания, которую составляют кроме собственно дыхательных органов также части скелета и мышц, осуществляющие дыхательные движения, управляющие ими мозговые центры и нервные проводники. Структурные элементы одного и того же органа могут входить в различные функциональные системы. Изучение функциональных систем является одним из путей применения в анатомии системно-структурного подхода.

Связь между отдельными органами и системами настолько тесна, что изолировать в организме одну систему от другой как в анатомическом, так и в функциональном смысле невозможно. Это хорошо сформулировал А. Гегель в своей «Логике»: «Части и органы тела должны рассматриваться не только как его части, так как они представляют собой то, что они представляют собой, лишь в их единстве и отнюдь не относятся безразлично к этому единству».

Организм — это исторически сложившаяся целостная, многоуровневая, все время меняющаяся биологическая система, части которой взаимосвязаны и взаимодействуют между собой, способная к обмену веществ с окружающей средой, к росту и размножению.

Организму как живой биологической системе присущи характерные свойства. Основные из них следующие:

1. Обмен веществ.
2. Раздражимость.

3. Способность к росту.
4. Способность к размножению.
5. Подвижность.
6. Устойчивость (поддержание постоянства внутренней среды).
7. Пластичность.
8. Целостность.

Строение клетки

Цитоплазма представляет собой коллоидную систему, состоящую из закономерно взаимосвязанных органических и неорганических веществ. В состав цитоплазмы входят белки, жиры, углеводы, аминокислоты, азотистые основания (пурины и пиримидины), минеральные соли, ферменты и другие вещества (см. рис. 2).

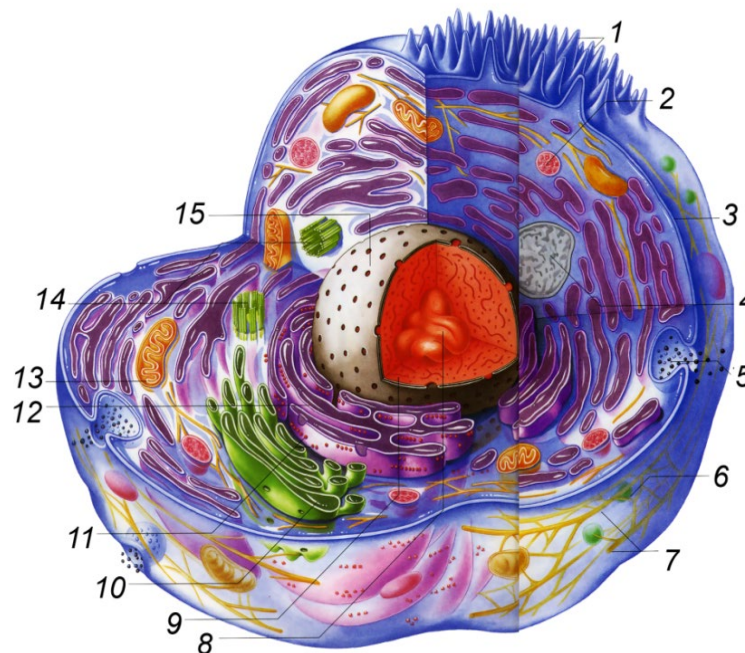


Рис. 2 Строение клетки

1 – микроворсинки; 2 – лизосомы; 3 – клеточная мембрана; 4 – вакуоль; 5 – везикула;
6 – пероксисома; 7 – клеточный скелет; 8 – ядрышко; 9 – хроматин; 10 – комплекс Гольджи;
11 – рибосомы; 12 – эндоплазматическая сеть; 13 – митохондрия;
14 – центриоли; 15 – ядро

В цитоплазме происходят процессы жизнедеятельности клетки: дыхание, накопление энергии, синтез веществ, свойственный данной клетке.

Все структуры цитоплазмы клеток подразделяют на органеллы – структурные постоянные образования в любой клетке, выполняющие различные функции, необходимые для её жизнедеятельности; включения, временно возникающие в клетке в зависимости от её функционального состояния; специализированные структуры, связанные с выполнением определённых функций.

Органеллы цитоплазмы. К органеллам цитоплазмы относятся плазмолемма, цитоплазматическая сеть, рибосомы, пластинчатый комплекс, митохондрии, центросома (клеточный центр), лизосомы, микротрубочки, пероксисомы. Перечисленные органеллы выполняют совершенно разные, строго определённые функции и обладают своей структурой. Кроме указанных органелл, клетки некоторых тканей в зависимости от особенностей их функции имеют специальные структуры: в нервных тканях

– это нейрофиламенты, в клетках эпителия – тонофибриллы, обеспечивающие прочность клеток и их объединение в пласт и др.

Плазмолемма, или плазматическая мембрана, представляет собой поверхностный, более уплотнённый слой полужидкой цитоплазмы. Задача плазмолеммы – сохранять внутреннюю среду клетки, отличную от внешней, и поддерживать постоянство микросреды, окружающей клетку. Плазмолемма

– типичная элементарная мембрана толщиной 9-10 нм, состоящая из трёх слоёв, обеспечивающих возможность входа в клетку и выхода из неё водорастворимых и жирорастворимых веществ. Плазмолемма выполняет не только функцию изолята и защиты клетки от разных раздражающих и вредных факторов внешней среды, но и является носителем исходного материала для

формирования и развития таких органелл клетки, как цитоплазматическая сеть, лизосомы различного качества и состава ферментов, митохондрий.

Цитоплазматическая сеть представляет собой скопление двухслойных липопротеиновых мембран. Различают два вида цитоплазматической сети: гранулярную и агранулярную. На поверхности агранулярных гладких мембран рибосомных гранул не бывает. На поверхностях гранулярных мембран находятся рибосомы. В цитоплазматической сети совершаются сложнейшие процессы по синтезу белковых веществ и другие процессы метаболизма.

Рибосомы – это небольшие субмикроскопические образования, представляющие собой гранулы диаметром до 35нм. Они состоят из белка и рибонуклеиновой кислоты. В рибосомах осуществляется сложнейший процесс синтеза белков по заданной программе, переданной с молекулой информационной РНК из ядра клетки. Создаётся и РНК только с помощью и на основе ДНК, расположенной в хромосомах ядра.

Пластинчатый комплекс при рассмотрении в оптическом микроскопе представляется в виде густой сети или клубка нитей, лежащего поблизости от ядра (см. рис.91); под электронным микроскопом – это системы параллельно расположенных гладких липопротеиновых двойных мембран, образующих замкнутые щелевидные каналы, полости и пузырьки.

Митохондрии – многочисленные органеллы диаметром 0,4-1мкм. Они имеют вид овалов и нитей, могут свободно перемещаться в цитоплазме, образуя скопления в определённых местах. Митохондрии состоят из мембраны гребней и жидкого матрикса, заполняющего все пространства между мембранами. В мембранах содержатся дыхательные ферменты, обеспечивающие перенос электронов. В системе матрикса имеются ферменты, участвующие в других внутриклеточных процессах.

Центросома (клеточный центр) – это специфическая органелла, всегда выполняющая разные локомоторные функции. Структурно она состоит из двух центриолей, окружённых светлым ободком цитоплазмы. Центросома расположена поблизости от ядра клетки. Функция центриолей – двигательная: передвижение хромосом к разным полюсам делящейся клетки, движения хвостика сперматозоидов и т.д.

Лизосомы – органеллы клетки, выполняющие функцию органов пищеварения в клетке. Лизосомы имеют вид мелких пузырьков диаметром около 0,5мкм, поверхность которых покрыта оболочкой, являющаяся частью оболочки самой клетки. Жидкие питательные продукты, адсорбируясь сначала на определённом участке клеточной оболочки, втягиваются внутрь

клетки, опутываясь участком вывернутой оболочки. Такие пузырьки с питательным веществом обособляются, затем отделяются от клеточной оболочки и самостоятельно существуют в цитоплазме клетки, приобретая название лизосом. Внутри лизосом всегда имеется до 10 ферментов, переваривающие захваченные лизосомой частички. Случайное разрушение оболочек лизосом может привести к самоперевариванию всей клетки и её гибели.

Микротрубочки образованы фибриллами, состоящими из глобулей. Представляют собой лабильную систему. При понижении температуры до 0°C могут исчезать, а при повышении – восстанавливаться, т.е. обладают способностью к самосборке. Функции микротрубок транспортная, опорно-каркасная.

Пероксисомы – небольшие вакуоли с одинарной мембраной и мелкозернистым содержимым. Они, вероятно, участвуют в синтезе углеводов, белка и жиров.

Включения – это часто встречаемые, но необязательно присутствующие органические и неорганические вещества клетки. Они появляются (и исчезают) в клетке и исчезают в зависимости от условий её обмена и интенсивности функций. К ним относятся белковые гранулы, жировые капельки (запасной питательный материал), углеводы (энергетический источник клетки), пигментные включения (естественно окрашенные органические вещества): липофусцин (пигмент изнашивания) жёлто-бурого цвета; меланины чёрного или жёлто-коричневого цвета, от которых зависит цвет кожи. В состав клеток в качестве включений входят витамины А, В, С, а также другие элементы в виде зёрен или капелек.

Межклеточное вещество. Каждая клеточная система выделяет в межклеточное пространство специфические вещества, которые, подвергаясь перекристаллизации образуют системы сложнейших полимерных волокон, мембран, отделяется студневидное аморфное вещество. Эти системы пропитываются солями кальция, фосфора. Межклеточное вещество в разных органах и тканях специфическое – жидкое, студенистое, волокнистое, мягкое, твёрдое, эластичное.

Неклеточные структуры. Кроме клеточных структур и межклеточного вещества встречаются и неклеточные структуры: поперечнополосатая мышечная ткань, временные органы, возникающие во время эмбриогенеза и др. неклеточные образования занимают в теле животного большую часть. Их называют симпластами. Симпласты состоят из общей массы цитоплазмы и множества ядер, свободно плавающих в ней. Клеточных границ и отдельных

клеточных оболочек в симпластах нет. Подобно тому, как гигантская многоядерная клетка может в определённых условиях разделиться на ряд одиночных и одноядерных клеток, симпласт способен как бы рассыпаться на множество независимых клеток.

В процессе эмбрионального развития симпластическое состояние часто используется, а в некоторых случаях оно остаётся на всю жизнь как необходимая структурная организация, например в виде скелетной мускулатуры.

Ядро – это важнейшая часть клетки. Именно оно определяет специфику жизненных свойств клетки, передающихся по наследству. В связи с этим без ядра клетки существовать и размножаться не могут. В ядре различают ядерную оболочку, ядрышко, хроматин и ядерный сок.

Ядро обычно расположено в центральной части клетки и обособлено от окружающей его цитоплазмы с помощью ядерной оболочки, или мембраны. Ядерная оболочка состоит из двух слоёв тонких мембран толщиной по 8 нм разделённых пространством около 25 нм. Наружная (обращённая к цитоплазме) мембрана ядерной оболочки сходна с системой цитоплазматических мембран и связана с ней. В ядерной оболочке через каждые 100-200 нм друг от друга имеются отверстия, или ядерные поры. Диаметр пор около 100 нм. На периферии каждой поры наружная мембрана ядерной оболочки, не прерываясь, переходит во внутреннюю. Через ядерную оболочку идёт непрерывный обмен химической информацией.

Форма ядер разнообразна. Обычно в клетке бывает одно ядро, но встречаются и многоядерные клетки. По объёму ядро в 3-4 раза меньше общей массы цитоплазмы.

В ядре всегда имеется одно, а иногда два-три ядрышка. Ядрышко – это производное определённого локуса хромосомы, на котором образуется рибосомная РНК (рРНК), поступающая в цитоплазму. В ядрышке содержится РНК, ДНК и белок. Оболочки в ядрышке нет.

Хроматин в ядре содержится в виде зёрнышек и глыбок. Хроматин – это хромосомы в определённом состоянии спирализации. Хроматин состоит из ДНК, РНК и белков.

Продолжительность жизни различных видов клеток неодинакова, и в сложном многоклеточном организме происходит постоянная смена клеток. Например, эпителиальные клетки слизистой оболочки желудка у человека сменяются каждые трое суток. Некоторые клетки (костные, хрящевые, эритроциты), закончив своё развитие, полностью теряют способность к

размножению, а нейроны (нервные клетки) прекращают размножаться на ранней стадии развития организма.

Химический состав клеток

Химический состав клеток различных организмов зависит от выполняемых клеткой функций и её морфологических особенностей.

Однако, элементы, входящие в её состав, одинаковы. Клетка состоит из органических и неорганических веществ.

К неорганическим веществам относятся вода и соли. В костной ткани воды 20%, в мышечной – 70%. Вода способствует ходу реакции, и сама участвует в разнообразных обменных процессах. В цитоплазме клетки содержится 2-5% солей. Они регулируют осмос, от них зависит состояние напряжения клетки. Особенно важны минеральные соли калия, натрия, кальция, магния, фосфора. Однако специфика живой клетки определяется органическими веществами: углеводами, жирами и белками. Углеводы при окислении выделяют энергию, используемую в жизненных процессах клетки. Жиры доставляют организму ещё большее количество энергии. Белки являются строительным материалом клетки. Синтезированные из аминокислот белки из рибосом поступают в цитоплазматическую цепь, а по ней транспортируются к определённым участкам клетки. Таким образом, возникают белковые молекулы определённого вида, которые приобретают соответствующую объёмную форму. Так осуществляются белковые скопления и создаются макроструктуры организма взрослого животного – мышцы, сухожилия, кости и т.д.

Понятия о тканях, их классификация, морфологические и функциональные особенности тканей

Система клеток и неклеточных структур, характеризующаяся общим типом обмена веществ, общими чертами происхождения строения и функции, называются тканями организма. В организме животных имеется четыре типа тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервные. Соединяясь друг с другом, однородные по строению, функции, положению ткани образуют органы.

Эпителиальные ткани

Эпителиальная ткань является пограничной тканью между организмом и окружающей средой. Эпителий покрывает всю наружную поверхность, пищеварительный тракт, дыхательные и мочеполовые пути, все серозные оболочки полостей тела. Клетки тесно расположены одна к другой, промежуточного межклеточного вещества между ними очень мало. Среди

эпителиальных тканей различают две группы: покровные эпителии и железистые.

Покровные эпителии

Покровные эпителии разрастаются большим пластом. Они всегда расположены на тонкой прослойке или базальной мембране, отделяющей их от подлежащей соединительной ткани.

Среди покровных эпителиев различают многослойные и однослойные.

В однослойном эпителии имеется только один слой клеток, которые располагаются непосредственно на базальной мембране, а в многослойном эпителии только самые глубокие цилиндрические, или ростковые, клетки лежат на базальной мембране, а вышележащие слои клеток не имеют с ней прямой связи. К покровным эпителиям относятся мезотелий, выстилающий все серозные оболочки внутренних органов и внутренних полостей.

В зависимости от высоты и формы клеток различают однослойный плоский, кубический, цилиндрический или призматический эпителий, а также однослойный многорядный мерцательный эпителий.

В зависимости от выполняемой функции различают реснитчатый эпителий с ресничками на одном конце клеток (выстилает поверхности дыхательных путей), каёмчатый – с кутикулярной каёмкой на дистальном кончике клеток (выстилает внутреннюю поверхность кишечника и выполняет функцию всасывания питательных веществ).

К многослойным эпителиям относят многослойный плоский эпителий, выстилающий внутреннюю стенку мочевого пузыря и мочеточника, многослойный цилиндрический – в носовой полости.

У высших позвоночных многослойный плоский эпителий покрывает всю поверхность кожи (называется эпидермисом), слизистую оболочку полости рта, пищевода, преджелудков жвачных, преддверия носа, влагалище, конечную часть прямой кишки, роговицу глаза.

Многослойный плоский эпителий кожи хорошо предохраняет тело животного от воздействия разных вредных внешних и раздражающих факторов. Ороговевшие омертвевшие эпителиальные клетки, сосредотачиваясь в определённых местах тела животного, превращаются в такие роговые органы как рога, копыта, клювы у птиц и др.

Железистые эпителии

Все железы в организме животных настроены из эпителиальных клеток. Они синтезируют и накапливают в цитоплазме капли или гранулы различных

органических веществ (секрет), которые периодически могут эвакуироваться за пределы клетки.

Железы бывают одноклеточными. Они выделяют слизь и встречаются в многорядном однослойном реснитчатом и однослойном каёмчатом эпителии. Обычно железы – это многоклеточные образования. Если выделяемый секрет многоклеточной железы выводится из клеток по системе трубчатых выводных протоков, то такие железы называют экзокринными. Они выделяют свой секрет по протокам в какую-либо полость тела или за пределы организма. К таким железам относятся молочные, потовые, слюнные. Если железы не имеют выводных протоков и выделяемый ими секрет поступает в кровяное русло через стенки капилляров, то их называют эндокринными. К ним относятся щитовидные, гипофиз, надпочечники и др. Экзокринные железы построены более сложно, в них всегда различают концевые секретирующие отделы, например в молочной железе, и систему выводных трубчатых отделов.

В структурный состав всех желез входят не только секретирующие эпителиальные клетки, но и соединительная ткань в виде соединительных прослоек, объединяющих и связывающих все эпителиальные клетки в железистый орган. По прослойкам проходят кровеносные сосуды, питающие железу, и нервы, регулирующие её жизнедеятельность.

Соединительные ткани

Соединительная ткань составляет более 50% массы тела. Различают жидкую соединительную ткань, например кровь и лимфу, часто встречается рыхлая соединительная ткань, формирующая опорные остовы и прослойки для органов.

К плотной соединительной ткани относятся собственно кожа, сухожилия, связки, хрящи и твёрдая соединительная ткань. В соединительной ткани межклеточное вещество преобладает в количественном отношении над клетками. Клетки обычно отростчатые. Межклеточное вещество представлено из коллагеновых и эластических волокон, пространство между которыми заполнено основным веществом, содержащем белково-углеводные комплексы. Коллагеновое волокно представляет собой пучок фибрилл, состоящих из протофибрилл, которые образованы макромолекулами белка коллагена. Молекула коллагена – это тройная полипептидная цепочка длиной около 280 нм, диаметром около 1,5 нм. В отличие от коллагеновых эластические волокна не имеют пищевой (не перевариваются в желудке человека) и хозяйственной ценности и являются балластным материалом. Они состоят из белковых нитей проэластина.

Мезенхима

Мезенхима – это эмбриональная, исходная соединительная ткань. Она является родоначальницей всех видов соединительной ткани взрослого животного. Мезенхима состоит из мелких отростчатых, рыхло расположенных клеток, которые, соприкасаясь своими отростками, создают синтиций.

Между клетками расположено полужидкое или студенистое промежуточное вещество. Уплотнённые вытянутые клетки, адсорбируясь на поверхности потоков межтканевой жидкости, создают первый слой всех кровеносных сосудов, вплоть до внутренней стенки сердца и называются эндотелиальными.

У взрослых животных мезенхима не остаётся, она превращается в ретикулярную ткань, в студенистом промежуточном веществе которой появляются ретикулиновые волокна.

Ретикулярная ткань образует остов кроветворных органов – костного мозга, селезёнки и лимфоузлов. Встречается в слизистой оболочке кишечника, почках, печени и других органах.

Рыхлая соединительная ткань

Рыхлая соединительная ткань пронизывает все ткани и органы в виде прослоек и оболочек. В её состав входят клетки и промежуточное межклеточное вещество, представленное двумя типами волокон – коллагеновыми и эластическими.

К клеточным элементам рыхлой соединительной ткани относятся фибробласты, гистиоциты.

Фибробласты – это многоотростчатые клетки производят волокнистое промежуточное вещество проколлаген (предшественник коллагена).

Гистиоциты – это отростчатые клетки, являющиеся активными фагоцитами.

Жировая ткань

Жировая ткань – это производная рыхлой соединительной ткани и образуется за счёт скопления в рыхлой соединительной ткани липоцитов. Размер липоцитов может достигать 150мкм. У более упитанных животных размер их крупнее, чем у менее упитанных.

Жировая ткань образуется в определённых местах тела животного. Жировая ткань спины у свиней содержит остатки подкожной мышечной ткани и нередко волосные луковицы, и волосные сумки. Наружный слой называется кожной жировой тканью, он содержит 88,4% жира. Внутренний слой называется подкожной жировой тканью. Она рыхлая и содержит 94,2% жира. Жировая ткань почек состоит из липоцитов, окружающих мочеточники. Перикордовая жировая ткань у крупного рогатого скота¹⁸ содержит много коллагеновых волокон. Жировая ткань расположена и под

брюшной. В некоторых случаях в соединительных клетках жировой ткани у свиней обнаруживаются пигментные пятна коричневого или чёрного цвета. При распаде жиров высвобождается большое количество воды, выделяется энергия.

Пигментная ткань – представляет собой скопление меланоцитов и меланофоров. Меланоциты (меланобласты) синтезируют меланины (естественные краски), а меланофоры, как фагоциты, заглатывают зёрна пигмента, выделяемые меланобластами. Много пигментных клеток в сосудистой оболочке глаза и радужине.

Плотные соединительные ткани

Различают коллагеновую и эластическую плотные оформленные соединительные ткани. К ним относятся сухожилия, связки, фасции и др.

Сухожилия прочно связывают мышцы скелета. Они построены из разных пучков коллагеновых волокон, идущих в одном направлении, т.е. упорядоченно в сухожилиях различают три порядка коллагеновых волокон. Пучки I порядка – это коллагеновые волокна, отделённые друг от друга сухожильными клетками. Совокупность пучков I порядка, объединённая тонкой прослойкой рыхлой соединительной ткани, составляет пучки II порядка. Совокупность пучков II порядка составляет пучки III порядка. Они окружены значительно более толстой прослойкой соединительной ткани в прослойках между пучками II и III порядков проходят кровеносные сосуды и нервные волокна, питающие и иннервирующие сухожилия.

Плотная оформленная эластическая соединительная ткань в основном состоит из эластических волокон и прослоек рыхлой соединительной ткани, содержащей коллагеновые волокна и фибробласты. Эластическая ткань расположена в основном в связках. Эластическая ткань представлена также и обширными мембранами, например, в стенках крупных артерий и других органах.

Дерма кожи является представителем плотной неоформленной соединительной ткани. Она тоже в основном состоит из плотной сети коллагеновых волокон, расположенных разнонаправлено. В ячейках сети расположены мелкие островки рыхлой соединительной ткани с кровеносными сосудами, питающими кожу, и редкими жировыми клетками.

К плотным тканям относятся хрящевая и кожная ткани.

Хрящевая ткань. Хрящевая ткань характеризуется плотным основным промежуточным веществом, в котором располагаются группами и поодиночке хрящевые клетки без отростков (хондроциты). Хрящевая ткань выполняет опорную функцию и является основой для закладки скелета

животного. У взрослых животных хрящ встречается на суставных поверхностях, кончиках рёбер, в стенках трахеи и бронхов, ушной раковине и других местах. Хрящи состоят из большого количества межклеточного вещества и клеточных элементов. Основное промежуточное вещество настолько плотно, что в него не прорастают сосуды и нервы. Поэтому хрящи питаются с поверхности через их надхрящницу путём диффузии веществ. По строению промежуточного вещества различают три вида хрящей: гиалиновый, эластический и волокнистый. Клетки надхрящницы хондробласты размножаются путём митоза и, обводняясь, превращаются в хондроциты, увеличивая общую массу развивающегося хряща или заполняя места после его повреждения.

Костная ткань

Костная ткань составляет основу скелета животного. Она выполняет опорную функцию, способствует сохранению нормального содержания кальция и фосфора в крови и других тканях и органах животного. Костная ткань возникает из мезенхимы и состоит из отростчатых клеток – остеоцитов и большого количества промежуточного вещества – оссеина, пропитанного фосфатом кальция (до 85%), который и придаёт твёрдость костям.

В минеральный состав кости входят карбонат кальция (10%), хлорид натрия (3,2%), фосфат магния и фторид кальция (0,3%).

В процессе старения количество неорганических солей в костях увеличивается, поэтому кости у старых животных становятся более хрупкими и легче подвергаются переломам.

Промежуточное вещество кости состоит аморфного и волокнистого белкового вещества. Волокнистое вещество состоит из оссеиновых волокон, по составу очень близких к коллагеновым. Различают два типа костной ткани: грубоволокнистые и пластинчатые или тонковолокнистые. В грубоволокнистой костной ткани коллагеновые волокна располагаются беспорядочно в виде войлока, а в тонковолокнистой – упорядоченно: в одной пластинке в одном направлении, а в другой, соседней – в ином направлении. Грубоволокнистая костная ткань у взрослых животных встречается только в определённых местах (в черепных швах, в местах прикрепления сухожилий к костям). Все остальные грубоволокнистые кости зародышей у взрослых животных заменяются на пластинчатые.

Пластинчатые кости состоят из упорядоченно расположенных костных пластинок. Костные клетки располагаются в промежуточном веществе кости как между пластинками, так и внутри них.

В каждой кости различают компактное вещество и губчатое. Компактное вещество расположено снаружи и состоит из спрессованных между собой пластин и хорошо развито в стенках трубчатых костей.

Губчатое вещество кости состоит из множества костных пластин, расположенных в строгом соответствии с законами механики. Это создаёт облегчённость и обеспечивает этой части кости большое сопротивление на разлом. В ячейках между перекладинами губчатого вещества находится красный костный мозг и кровеносные сосуды.

Губчатое вещество находится в эпифизах трубчатых костей и во внутренних костях плоских костей.

Компактное вещество диафиза трубчатой кости состоит из трёх слоёв: наружного и внутреннего слоёв общих генеральных костных пластинок и среднего остеонного слоя. Наружный слой общих пластин окружает всю поверхность кости. В некоторых местах проходят прямые прободающие каналы, по которым в кость из надкостницы, окружающей кость, входят кровеносные сосуды. Они идут радиально и проходят в средний остеонный слой.

Внутренний слой общих пластин также состоит из концентрически расположенных костных пластин, но значительно тоньше, чем средний остеонный слой. Самая внутренняя стенка этого слоя непосредственно окружает костную полость, в которой помещается костный мозг.

Итак, стенка свежей трубчатой кости состоит из надкостницы, наружного слоя общих пластин, остеонного и внутреннего слоёв общих пластин. Костный мозг расположен в центральной костномозговой полости.

Кость взрослого животного в разных своих участках постоянно перестраивается по всей толщине. Чем старше кость, тем больше в ней отложено минеральных солей. Между костными пластинами всех систем залегают удлинённые (в виде многоножек) костные клетки или остециты. Это живые клетки, но, находясь в замурованном виде, они делиться не могут.

Мышечная ткань

Мышечная ткань в живом организме выполняет только двигательную функцию и составляет у крупного рогатого скота свыше 50%. Она бывает двух видов: гладкая и поперечнополосатая (исчерченная).

Гладкая мышечная ткань развивается из мезенхимы, т.е.

имеет соединительнотканное происхождение. Гладкая мышечная ткань состоит в основном из мелких веретеновидных клеток длиной от 15 до 200 мкм, диаметром от 2 до 20 мкм. ядро овальное или палочковидное, расположено примерно посередине клетки. В цитоплазме

клетки имеется множество тонких белковых нитей, называемых миофиламентами. Филаменты представлены трёх видов: актиновые (тонкие) толщиной 7 нм, миозиновые (толстые) толщиной 17 нм и промежуточные толщиной 10 нм. Актиновые и миозиновые укорачивают клетку, обуславливая её сокращение. Промежуточные располагаются пучками и при укорочении клетки препятствуют её избыточному расширению.

Гладкомышечные клетки с помощью прослоек соединительной ткани собраны в мощные пласты с густой сетью кровеносных сосудов и нервов.

Гладкая мышечная ткань имеет ряд особенностей: она обладает большой силой (передвигая в кишечнике значительные массы пищи), обладает слабой утомляемостью, медленным сокращением и медлительностью движений (в стенке кишечника гладкая мускулатура сокращается 12 раз в 1 мин, а в селезёнке – только 1 раз), а также она не подчиняется воле животного.

Поперечнополосатая мышечная ткань – основа мяса. Её количество изменяется обратно пропорционально содержанию в туше жировой ткани, которое зависит от возраста, породы и кормления.

Поперечнополосатая мышечная ткань наиболее питательна и усваиваемая из всех тканей. В зависимости от приёмов технологической обработки она способна приобретать новые органолептические свойства.

Скелетная мышечная ткань. Поперечнополосатые мышечные волокна имеют вид тонких длинных цилиндров с тупыми или слегка заострёнными концами. Длина волокон от нескольких миллиметров до 13-15 см, диаметр 10-150 мкм. Отдельные совокупности или пучки таких волокон составляют отдельные мышцы убойного скота. В них волокна расположены продольно в одном направлении.

В каждом поперечнополосатом мышечном волокне различают наружную оболочку – сарколемму, цитоплазму или саркоплазму, многочисленные овальные ядра и белковые тончайшие нити (миофибриллы).

Форма ядер мышечных волокон определяется степенью сокращения мышечного волокна. Если волокна находятся в расслабленном состоянии, то ядра имеют овальную или палочковидную форму, если резко сокращены – округлую форму.

Саркоплазма располагается в мышечном волокне под сарколеммой и в глубине между фибриллами. Она содержит митохондрии, пластинчатый комплекс, рибосомы, цитоплазматическую сеть, а также растворимый пигментный белок – миоглобин, способный связывать кислород и отдавать его по мере необходимости.

Общее количество миофибрилл в разных мышечных волокнах различно.

Волокна с большим количеством миофибрилл обладают большой силой и вместе с тем быстро утомляются, так как в них мало жидкой саркоплазмы, поставляющей энергетические ресурсы для сократительных реакций миофибрилл. Волокна с большим числом миофибрилл составляют белое мясо, так как сами волокна из-за малого содержания саркоплазмы, имеющей красноватый пигмент миоглобин, кажутся беловатыми. Волокна, содержащие меньше миофибрилл, но больше саркоплазмы, имеют красноватую окраску. В таких мышечных волокнах миофибриллы собраны в отдельные пучки, среди которых расположены толстые прослойки саркоплазмы. Красные мышечные волокна с большим количеством саркоплазмы и митохондрий утомляются меньше, чем белые, но зато обладают и меньшей силой.

Сердечная мышечная ткань.

Сердечная мышца – это поперечнополосатая мышечная ткань, которая беспрестанно работает в течение всей жизни животного. Мышечные волокна сердца анастомозируют между собой, имеют клеточную структуру. Каждая мышечная клетка имеет сарколемму, саркоплазму, богатую гликогеном, и сравнительно мало миофибрилл. Ядра расположены в центре волокна, а миофибриллы – по периферии, по анастомозам они переходят из одного волокна в другое.

Поперечная исчерченность в сердечной мышце выявляется слабее, чем в скелетной. Работа сердечной мышцы не подчиняется воле животного. Сердечная мышца, имея симпластическую структуру и тесную взаимосвязь между волокнами, обладает большой силой, мощным запасом энергии. Потребность в энергии обеспечивает большое количество митохондрий в саркоплазме мышечной клетки.

По длине мышечных волокон сердца выявляются вставочные полосы или диски. Они бывают прямые и ступенчатые. Они представляют собой границы соседних клеток. Миофибриллы прикрепляются к вставочным дискам, но не проходят через них.

Особенностью строения сердечной мышцы является то, что часть мышечных волокон, имея непосредственную связь с обычными волокнами сердца, значительно отличается по своему строению. В совокупности такие атипические мышечные волокна образуют систему, проводящую раздражения. Эта система расположена на границе между эндокардом и миокардом. В атипических проводящих мышечных волокнах огромное количество саркоплазмы и малое количество пучков миофибрилл. У

животных с редким пульсом (коровы, овцы) атипические волокна очень толстые, их называют волокнами Пуркинье.

Возбуждение к движению сердечная мышца получает от волокон проводящей системы, а не от нервов. У эмбрионов сердце начинает автоматически и ритмично сокращаться до вставания в него нервных волокон.

Раздел 2. Анатомия организма животных

Система органов произвольного движения состоит из скелета и мышц. Она обуславливает внешнюю форму животного (экстерьер); обеспечивает различные движения тела животного, его равновесие, позу, участвует в обменных процессах организма.

Скелет представляет собой подвижную систему закономерно соединенных друг с другом в определённом порядке костей посредством сращений или суставов. Скелет подразделяется на осевой и периферический, т. е. скелет конечностей. Осевой состоит из скелета головы (черепа) и позвоночного столба. Позвоночный столб включает шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы. В осевом скелете всех животных имеются общие закономерности строения: одноосность, антимерия и метамерия.

Одноосность характеризуется тем, что все отделы осевого скелета располагаются на одной оси, в результате чего в теле животного можно установить два направления: в сторону головы - краниальное (cranium - череп), в сторону хвоста - каудальное (cauda - хвост).

Антимерия выражается в том, что скелет, как и тело животного, может быть разделен одной средней сагиттальной плоскостью на две симметричные половины - антимеры (anti -против, meros - часть). Благодаря антимерии различают два направления в теле животного: в сторону средней сагиттальной плоскости — медиальное и вправо, влево - латеральное, и ещё в сторону спины - дорсальное (dorsum - спина), в сторону живота — вентральное (ventrum - живот).

Метамерия или сегментация даёт возможность делить скелет и тело животного сегментальными плоскостями на сегменты и метамеры.

2.1. Остеология.

Строение кости как органа

Кости построены из костной ткани и сверху покрыты надкостницей. В кости различают компактное костное вещество и губчатое костное вещество. Компактное вещество имеет пластинчатое строение. Различают общинаружные пластины; системы гаверсовых пластин, или остеоны; вставочные пластины, расположенные между остеонами и под надкостницей, где образуют наружный слой компактного вещества.

Губчатое костное вещество находится под компактным веществом в утолщенных концах трубчатых костей, во всех коротких костях, внутри длинных изогнутых костях. Губчатое костное вещество имеет пористую структуру за счет перекадин, располагающихся по силовым линиям сжатия и растяжения. Эти перекадины образуются в процессе роста из остатков остеонов, вставочных и других пластинок. Благодаря губчатому строению повышается прочность, упругость, увеличивается поверхность костей при минимальной их массе. Между перекадинами губчатой кости находится красный костный мозг и многочисленные кровеносные сосуды.

Каждая кость снаружи окружена надкостницей, в которой проходит много кровеносных сосудов, проникающих через специальные каналы в систему гаверсовых каналов, обеспечивая питание кости. Надкостница состоит из двух слоев плотной соединительной ткани. В наружном слое располагаются толстые пучки коллагеновых волокон, во внутреннем слое — более тонкие, имеются и эластические волокна. Поверхностный слой надкостницы особенно толстый в местах прикрепления сухожилий и связок, так как пучки коллагеновых волокон проникают в толщу кости.

Глубокий слой обильно снабжен клетками — остеобластами. При росте кости они энергично размножаются, вырабатывают межклеточное вещество костной ткани и одна за другой превращаются в настоящие костные клетки вновь сформированных костных пластов. Так растет кость в толщину снаружи. В сформировавшемся организме остеобласты сохраняются в надкостнице не сплошным слоем, а участками и участвуют в восстановлении поврежденных участков кости.

По форме и функции кости делятся на длинные трубчатые, длинные изогнутые, короткие симметричные, короткие ассиметричные, пластинчатые.

Длинные трубчатые кости выполняют функцию рычагов движения и опоры и составляют скелет конечностей. В длинной трубчатой кости различают тело — диафиз с костномозговым участком и два утолщенных конца: проксимальный (верхний) и дистальный (нижний) — эпифизы. На некоторых костях встречаются костные отростки — апофизы.

Длинные изогнутые кости — ребра — формируют боковые стенки грудной клетки, придавая ей форму, и защищают органы грудной полости. Ребра выполняют функцию рычагов движения для мышц грудных стенок, обеспечивая процесс вдоха и выдоха.

Короткие симметричные кости — позвонки — обеспечивают подвижность позвоночного столба,

Короткие ассиметричные кости — правые и левые кости запястья, заплюсны, коленные чашки — обладают рессорной функцией.

Пластинчатые кости — кости черепа, лопатка, тазовые кости — являются опорой для органов, расположенных в них, увеличивают поверхность для прикрепления мышц.

Пневматические кости в лобной, челюстной и других костях имеют костные полости, заполненные воздухом. Эти кости облегчают массу тела.

Свойства костей зависят от их строения, химического состава и места их расположения в скелете. Свежие кости содержат в среднем воды до 50%, жира до 15, органического вещества (оссеина) до 13, минеральных веществ до 22%: в том числе фосфорнокислой извести до 85%, углекислой извести до 9, фтористой извести до 3, железа до 0.6, хлора до 0.2%. Кости обладают большой прочностью на сжатие, на разрыв и излом. Прочность 1 см³ костина сжатие составляет 1400 кг, на разрыв – 1055 кг и зависит от вида, пола, возраста животного, топографии кости в скелете, условий содержания и кормления.

Красный костный мозг - орган кроветворения

Красный костный мозг заполняет кроветворной тканью ячейки губчатого вещества костей, их костномозговые полости и крупные гаверсовы каналы. Костный мозг появляется в мезенхиме на третьем месяце внутриутробного развития.

Он начинает функционировать уже в самом раннем возрасте, в нем непрерывно созревают красные кровяные клетки и выделяются в венулы. Кроме того, костный мозг воспроизводит белые зернистые формы клеток крови. С возрастом он перерождается и замещается желтым костным мозгом, который заполняет костномозговую полость трубчатых костей и части ячеек губчатого костного вещества. В желтом костном мозге до конца жизни в трубчатых костях остаются островки кровеобразующих клеток. Красный костный мозг сохраняет функцию кроветворения на всю жизнь в плоских и коротких костях туловища (позвонки, грудина, черепные кости и лишь отчасти в эпифизах трубчатых костей). Возникая в костном мозгу, непосредственно возле его капилляров, форменные элементы проникают через их стенки и стенки в венулы. Объем костного мозга приблизительно равен объёму печени.

Типы соединения костей.

Различают два типа соединения костей: подвижное — суставы и неподвижное — сращение.

Сращение при помощи плотной соединительной ткани - синдесмоз, встречается в виде связок, мембран, швов. Связка образована пучками коллагеновых волокон, соединенных рыхлой соединительной тканью.

Связки располагаются на поверхности двух рядом лежащих костей. Мембрана состоит из коллагеновых волокон, образующих тонкие пластины между костями. Шов соединяет пластинчатые кости черепа.

Сустав или диартроз - прерывистое подвижное соединение костей, имеющих суставные поверхности, покрытые гиалиновым хрящом. Между поверхностями имеется щелевидное пространство, заполненное синовиальной жидкостью, сходной с плазмой крови. Она смазывает

суставные поверхности костей, уменьшая трение между ними, является питательной средой для суставного хряща, участвует в обмене веществ сустава. Полость сустава окружена капсулой, которая герметично ее закрывает.

Капсула сустава состоит из двух слоев: наружного фиброзного и внутреннего синовиального, который и выделяет в полость сустава жидкость — синовию. Фиброзный слой является продолжением надкостницы, переходящей с одной кости на другую, соединяя, их друг с другом. В результате утолщения фиброзного слоя образуются добавочные связки сустава.

Характер движения в каждом суставе определяет форму суставных поверхностей костей. Суставы делятся на одноосные, двуосные, многоосные и тугие. В одноосных суставах движение происходит вокруг одной оси (сгибание и разгибание), в двуосных - по двум осям, в многоосных - по многим осям (плечевой, тазобедренный суставы), в тугих суставах движение крайне ограничено (запястно – пястный, заплюсно - плюсневый).

По строению суставы бывают простые и сложные. В образовании простых суставов участвуют только две кости, в сложных несколько костей (запястный и заплюсневый) или между соединяющимися костями могут быть оставлены хрящевые пластинки в виде менисков (коленный сустав) и в виде диска (челюстной сустав).

В простых многоосных суставах нет никаких дополнительных связок, но внутри тазобедренного сустава имеются круглая связка, ограничивающая размах движения и добавочная связка (у лошадей), ограничивающая движение в сторону.

Все простые и сложные суставы имеют боковые латеральные и медиальные связки, обеспечивающие крепость суставов. Только в подвздошных суставах связки располагаются вокруг капсулы и делают сустав тугим, неподвижным. В сложных суставах помимо длинных боковых связок расположены короткие боковые, межрядовые, межкостные, крестовидные внутри сустава (коленный сустав), общая волярная связка в запястном суставе, общая плантарная связка в заплюсневом суставе.

В осевом скелете находится межкостные связки, надостистая связка, дорсальная и вентральная продольные связки позвоночного столба. На шее развита мощная эластичная выйная связка (сухожилие), у свиньи она отсутствует. Ребра соединяются с позвонками, суставами и связками, грудная кость с рукояткой грудной кости (у рогатого скота и свиней) и с реберными хрящами соединяется суставами.

Осевой скелет

Осевой скелет состоит из скелета головы (черепа) и скелета туловища (позвоночного столба).

Скелет головы или череп (cranium) построен из пластинчатых костей, формируя его полости. Череп выполняет функции опоры и защиты размещенных в нем органов.

В черепе различают мозговой и лицевой отделы, граница между которыми проходит через сегментальную плоскость в области глазниц. На размеры этих отделов влияют условия жизни животного, возраст, величина головного мозга, зубной аппарат, мимические, жевательные мышцы, закрепляющиеся на черепе. Лицевой отдел черепа у травоядных животных развит сильнее в связи с усиленной жевательной функцией, благодаря особенностям их зубного аппарата. У молодых животных череп более округлый, так как мозговой отдел развит сильнее лицевого.

Череп образован тринадцатью парными и шестью непарными костями.

Название костей соответствует их положению в черепе.

Кости мозгового отдела черепа

Теменная кость парная, располагается между чешуей затылочной кости, лобной и височными костями.

Височная кость парная, лежит дорсоназально от чешуи затылочной кости и состоит из каменистой кости, чешуи и скулового отростка. В каменистой кости находится наружное, среднее и внутреннее ухо.

Лобная кость парная, каудально граничит с теменной, назально – с носовой и слезной костями, латероventрально - с небной, клиновидной и височной костями, медиоventрально - с решетчатой костью.

Затылочная кость непарная, состоит из тела, двух боковых частей и чешуи. Тело назально срастается с телом клиновидной кости. Через затылочное отверстие черепная полость сообщается с позвоночным каналом.

Клиновидная кость непарная, лежит назально от тела затылочной кости. Граничит дорсально и латерально с височными и лобными костями, а назально с сошником, решетчатой, небными и крыловидными костями.

Межтеменная кость непарная, лежит между затылочной и теменной костями, с которыми у взрослых животных она срастается.

Кости лицевого отдела черепа.

Носовая кость парная, назально от лобных костей образует крышу носовой полости, латерально граничит с верхнечелюстной и межчелюстной костями.

Верхнечелюстная кость парная, граничит с сошником, вентральной раковинной, резцовой, носовой, слезной, скуловой и небной костями, участвует в образовании боковой стенки носовой полости и дорсальной стенки ротовой полости.

Резцовая кость парная, лежит назально от верхнечелюстной кости.

Небная кость парная, граничит с клиновидной, верхнечелюстной, слезной и лобной костями. Между небными, клиновидными костями и сошником находятся два выхода из носовой полости в глотку – хоаны.

Слезная кость парная, расположена между лобной, верхнечелюстной и скуловой костями. На глазничной поверхности имеется ямка слезного мешка со слезным отверстием.

Скуловая кость парная, соединена с верхнечелюстной, слезной костью и скуловыми отростками височной и лобной костей.

Крыловидная кость парная, покрывает назально и медиально крыловой отросток клиновидной кости.

Сошник — непарная кость, простирается назально по всей дорсальной поверхности костного неба в виде желоба, в котором помещается хрящевая носовая перегородка.

Решетчатая кость непарная, находится между лобной и клиновидной костями, имеет отверстия для прохождения обонятельных нервов.

Носовые раковины дорсальная и вентральная — парные, находятся на медиальной стенке носовой полости.

Нижняя челюсть состоит из двух костей, на которых различают тело и челюстную ветвь. На латеральной поверхности ветви находится ямка, на которой закрепляется большая жевательная мышца.

Подъязычная кость непарная, находится между ветвями нижней челюсти.

Хоботная кость непарная, находится на телах резцовых костей и является остовом рыльца у свиньи.

Скелет туловища состоит из костных сегментов (позвонков). Позвонок (vertebra) — это симметричная кость, на которой различают тело, дужку и отростки.

На краниальном конце тела позвонка имеется головка, на каудальном — ямка. Дужка позвонка располагается над телом позвонка, образуя позвоночное отверстие. Все отверстия позвонков образуют позвоночный канал, в котором размещается спинной мозг. На дорсальной поверхности дужки позвонка расположен непарный остистый отросток, на боковых поверхностях дужки - парные поперечнореберные отростки, а в грудном отделе - поперечные. Кроме того, на дужке позвонка имеются парные суставные краниальные и каудальные отростки. Между смежными позвонками в области вырезок дужек позвонка образуются парные межпозвоночные отверстия, которые служат для прохождения спинномозговых нервов и кровеносных сосудов.

Скелет туловища (позвоночный столб) состоит из пяти отделов: шейного, грудного, поясничного, крестцового и хвостового. У разных видов животных количество позвонков в каждом отделе различно.

Шейный отдел у всех млекопитающих животных имеет семь позвонков.

1-ый шейный позвонок - атлант, имеет кольцевидную форму с дорсальной дужкой. Вместо тела позвонка имеется вентральная дужка. Поперечнорёберные отростки срослись с суставными отростками, и поэтому имеют вид крыльев атланта. На них находятся глубокие составные краниальные поверхности для соединения с затылочной костью черепа и плоские каудальные для соединения со 2-ым шейным позвонком. На крыльях атланта краниально расположены межпозвоночное и крыловое отверстия, соединенные желобком, а в основании крыла - межпоперечное отверстие. У жвачных животных оно отсутствует.

2-ый шейный позвонок (эпистрофей) имеет зубовидный отросток (зуб) вместо головки и гребень вместо остистого отростка. Гребень эпистрофея у лошади раздвоен и срастается с каудальными суставными отростками, у жвачных - квадратный, у свиньи - узкий, высокий.

3-6-ой позвонки четырехгранной формы, массивные. Суставные отростки сильно развиты, поперечнорёберные - раздвоены (имеется межпоперечное отверстие, остистые отростки направлены краниально).

7-й шейный позвонок имеет поперечные отростки и одну пару реберных фасеток на каудальном конце тела позвонка, межпоперечное отверстие отсутствует.

Грудной отдел кроме грудных позвонков имеет ребра и грудную кость, которые формируют грудную клетку.

Грудные позвонки имеют три пары фасеток для ребер (по паре на головке, ямке тела позвонка и на поперечном отростке), высокие остистые отростки, направленные каудально.

Ребра - парные длинные изогнутые кости, состоят из костного ребра и реберного хряща, соединенного с грудной костью. Первые 7-8 пар ребер соединяются с грудной костью реберными хрящами, называются грудинными, или истинными. Последующие ребра, не соединяющиеся с грудной костью, называются позвоночными, или ложными. У них реберные хрящи образуют с последним истинным ребром реберную дугу.

Грудная кость длинная, симметричная, имеет 8-10 сегментов. Она состоит из рукоятки, тела и мечевидного отростка. Боковые поверхности несут фасетки для реберных хрящей.

Поясничный отдел формирует дорсальную стенку брюшной полости. Поясничные позвонки имеют мощные пластинчатые поперечнорёберные отростки. Остистые отростки направлены краниально, суставные отростки сильно развиты.

Крестцовый отдел представлен позвонками, сросшимися в единую крестцовую кость. Поперечнорёберные отростки в области первых позвонков

образуют мощные крылья крестцовой кости. На них имеются суставные поверхности для соединения с подвздошными костями. Тела позвонков уменьшаются в каудальном направлении. У крупного рогатого скота и лошадей крестцовая кость состоит из 5-ти позвонков, у свиней - из четырех позвонков, остистые отростки отсутствуют.

Хвостовой отдел состоит из большого количества позвонков. Остистые, поперечные отростки и дужки позвонков можно обнаружить только на первых позвонках. Количество хвостовых позвонков у разных видов и пород различно.

Периферический скелет

Периферический скелет состоит из костей грудной и тазовой конечностей.

Скелет грудной конечности. Скелет грудной конечности состоит из плечевого пояса и костей свободной конечности.

Пояс грудной конечности представлен только лопаткой треугольной формы с суставным концом, на котором имеется суставная впадина и бугор лопатки.

На наружной поверхности находится лопаточная кость, которая у рогатого скота заканчивается отростком — акромионом.

Свободная грудная конечность имеет три звена: плечо, предплечье и кисть.

Плечевая кость трубчатая, на проксимальном конце имеется головка для соединения с лопаткой. Латерально от головки выступает большой мышечный бугор, а медиально-малый, между ними проходит межбугорковый желоб. На дистальном конце расположен поперечный суставной блок, позади него - локтевая ямка. На латеральной поверхности тела кости имеется дельтовидная, на медиальной — круглая шероховатость.

Кости предплечья состоят из двух трубчатых костей: лучевой и локтевой, проксимальный конец которой сильно выступает в виде локтевого отростка. Проксимальный эпифиз имеет вогнутую суставную поверхность, на дистальном эпифизе она разделена на 2-3 участка.

Кисть имеет три звена: запястье, пясть и палец.

Кости запястья короткие, ассиметричные состоят из двух рядов. В верхнем четыре кости: 2-я срослась с 3-й, 4-я с 5-й, у лошади три: 2,3,4-я срослись с 5-й, у свиньи четыре: 1,2,3,4-я срослись с 5-й.

Пястные кости трубчатые, на дистальном конце имеют блок, разделенный гребнем. У рогатого скота 3-я и 4-я пястные кости срослись, у лошади одна (3-я) пястная кость, 2-я и 4-я рудиментарные.

Кости пальцев состоят из трех фаланг в каждом пальце, количество пальцев соответствует количеству пястных костей: у лошади один палец, у жвачных два, у свиньи четыре. Первая фаланга — путовая кость, вторая

фаланга — венечная кость, третья фаланга у животных и свиней копытцевая, у лошадей - копытная.

Скелет тазовой конечности. Скелет тазовой конечности состоит из тазового пояса и костей свободной конечности.

Тазовый пояс образован парными тазовыми (безымянными) костями. Тазовая кость имеет суставную впадину-границу трех костей, формирующих тазовую кость: подвздошную (краниальную), лонную (медиальную), седалищную (каудальную). Лонная и седалищная кости соединяются друг с другом тазовым сращением. Подвздошная кость соединяется с крыльями крестцовой кости, образуя крестцово-подвздошный сустав. Тазовые кости, крестцовая кость и первые хвостовые позвонки образуют таз (pelvis) конусовидной или цилиндрической формы.

Подвздошная кость имеет расширенную часть (краниальную) - крыло и суженную (каудовентральную)-тело подвздошной кости. На крыле с медиальной стороны находится крестцовый бугор, а с латеральной стороны - подвздошный бугор, или маклок. У лошади эти бугры имеют по два бугорка.

Лонная кость образована шовной ветвью, которая участвует в формировании тазового сращения.

Седалищная кость состоит из тела, которое каудолатерально ограничено седалищным бугром и шовной ветвью.

Между правым и левым седалищными буграми находится седалищная дуга. У рогатого скота седалищный бугор имеет три бугорка, у лошади два бугорка, у свиньи один латеральный бугорок.

Свободная тазовая конечность состоит из бедра, голени и стопы.

Бедренная кость трубчатая, имеет на проксимальном конце головку для соединения с суставной впадиной таза, выраженную шейку большого вертела с латеральной стороны. Головка имеет ямку для круглой связки. Медиокаудально расположен малый вертел. На дистальном конце имеется блок для коленной чашки (краниально), каудально направлены мыщелки для соединения с большой берцовой костью.

Коленная чашка - короткая ассиметричная, сезамовидная (формируется в области очень сильного напряжения мышц и сухожилий) кость. Суставная поверхность разделена гребнем на две неровные части. На более широком проксимальном конце (основании) прикрепляются мышцы, дистальный конец сужен.

Кости голени включают большую берцовую кость. Большая берцовая кость трубчатая, трехгранная в верхней четверти. Проксимальная часть утолщена, гребень передней поверхности, прикрепляющий прямые связки коленной чашки, загнут в латеральную сторону. Латеральнее гребня располагается мышечный желоб. Проксимальная суставная поверхность конусовидная за счет межмышцелкового возвышения, разделенного межмышцелковыми

бугорками, между которыми находится ямка, в которой прикрепляются внутрисуставные связки. На дистальном конце хорошо развиты боковые связочные бугры (лодыжки). Суставная впадина имеет два полукруглых продольных желоба, разделенных гребнем. Малая берцовая кость развита только у свиней, у рогатого скота — в виде бугорка на латеральном мыщелке, у лошади сохранился лишь верхний конец.

Стопа имеет три звена: заплюсну, плюсну и палец.

Кости заплюсны, или заплюсневого сустава (скакательного сустава) представлены тремя рядами коротких ассиметричных костей.

У рогатого скота их пять, у лошади - шесть-семь, у свиней - семь. В верхнем ряду находится таранная и пяточная, в среднем центральная кость, которая у рогатого скота срастается с 4-й костью нижнего ряда. В нижнем ряду 3-4 кости — это 2-я, 3-я и 4-я, наиболее крупные латеральные 3-я и 4-я кости заплюсны.

Пяточная кость располагается латерально, имеет большой отросток с пяточным бугром. На медиальной поверхности находится держатель таранной кости с выступами суставных площадок для сочленения с таранной и центральной костями. Таранная кость расположена медиально и имеет на проксимальном конце блок с двумя гребнями.

Кости плюсны по строению и форме похожи на кости пясти, но массивнее и длиннее. У жвачных 3-я и 4-я плюсневые кости срослись, формапроксимального конца на поперечном сечении четырехгранная, у лошади плюсневая кость округлая, у свиней - треугольной формы.

Кости пальцев состоят из трех фаланг: 1-я путовая, 2-я венечная, 3-я копытная у лошади, копытцевая у рогатого скота и свиней.

2.2. Миология

Мышцы начинаются на костях чаще брюшком (мышечно), а заканчиваются сухожильно, что хорошо видно на конечностях. Поэтому проксимальная часть конечности более мясистая, в ней меньше соединительной ткани, чем в дистальной. На туловище в области позвоночника соединительной ткани меньше, чем в области белой линии. Мышцы длительно работающие, грубоволокнистые. К ним относятся мышцы шеи, плечевого пояса, межреберные брюшного пресса, свободной части конечности и диафрагма.

Всего мышц на теле у животного около 300. Названия у всех животных одинаковые. Больших мышц на туше насчитывается около 16, из них на шее - полуостистая головы, пластыревидная, ромбовидная (у свиней); на груди и пояснице — вентральная зубчатая, глубокая грудная, длиннейшая спины и поясницы; на передних конечностях - трехглавая плеча, предостная и заостная, на задних - средняя ягодичная, двуглавая и четырехглавая бедра, полусухожильная, полуперепончатая, приводящая и др. Эти мышцы составляют около 50% массы всех мышц животного. Самые крупные из них

у молодняка в возрасте 18 месяцев - двуглавая, у лошади — средняя ягодичная.

Мышцы головы делятся на жевательные и лицевые.

Жевательные мышцы закрепляются на костях мозгового черепа и с помощью зубов нижней челюсти растирают, размалывают пищу (у травоядных) и дробят ее на части (у плотоядных животных). К жевательным мышцам относятся: большая жевательная, крыловая и височная мышцы, которые сжимают челюсти, двубрюшная и яремно-челюстная (у лошади) опускают нижнюю челюсть.

Крыловая мышца расположена на медиальной поверхности челюсти, начинается на небной и крыловидных костях, оканчивается в крыловой ямке нижней челюсти. Её также осматривают на финноз.

Большая жевательная мышца, или *массетер*, начинается на скуловой дуге и скуловом гребне и оканчивается на латеральной поверхности нижней челюсти сухожилием. Ее осматривают на финноз путем касательных разрезов.

Остальные мышцы этой группы мелкие. Они берут своё начало на яремном отростке и височной ямке, а заканчиваются на медиальной поверхности ветви нижней челюсти.

Лицевые (мимические) мышцы находятся в кожных складках вокруг отверстий: ротового, носового, для глаз, век, наружных слуховых проходов.

Круговая мышца губ (рта) сжимает ротовое отверстие, опускает нижнюю и верхнюю губы, скуловая и подкожная мышцы губ оттягивают угол рта назад. Носогубной подниматель и клыковая мышца расширяет носовое отверстие и оттягивает верхнюю губу вверх. Специальный подниматель верхней губы поднимает верхнюю губу. Щечная мышца подает на зубы пищу из защечного пространства.

Мышцы плечевого пояса соединяют туловище с грудной конечностью. Основная из них зубчатая вентральная мышца, на которой шея и туловище подвешены между лопатками. Основание лопатки прикрепляется к туловищу двумя мышцами: трапецевидной и ромбовидной, а плечевая кость - поверхностной и глубокой грудными. Эти мышцы двигают лопатку на туловище, помогая вынесению конечности вперед, а затем подтягиванию туловища вперед между конечностями.

Плечеголовая мышца идет от головы до плечевой кости по боковой поверхности шеи, выносит конечность вперед, разгибает плечевой сустав.

Атлантакрониальная мышца тонкая расположена между крылом атланта и акромионом лопатки на боковой поверхности шеи, тянет лопатку вперед. У лошадей отсутствует.

Трапецевидная мышца, пластинчатая, треугольной формы, лежит в области шеи и холки, начинается на боковой поверхности остистых отростков и

надостистой связки, закрепляется на ости лопатки, вращает и тянет ее вперед или назад.

Ромбовидная мышца пластинчатая берет свое начало на медиальной поверхности лопаточного хряща, имеет грудную и более развитую шейную части, прикрепляет лопаточный хрящ к туловищу животного.

Широчайшая мышца спины плоская, широкая, треугольной формы массой около 1, 5 - 2 кг спереди более толстой частью прикреплена к плечу и лопатке, а сзади тонкой частью - к ребрам, сгибает плечевой сустав, тянет конечность назад.

Вентральная зубчатая мышца пластинчатая имеет шейную и грудную части. Начинается от 3-го и 7-го шейных позвонков и от средней трети ребер с 1 - го по 9-е заканчивается на зубчатой поверхности лопатки, подвешивает туловище между грудными конечностями.

Грудная поверхностная мышца лежит между конечностями на вентральной поверхности грудной кости, закрепляется на бугре плечевой кости, подтягивает конечность вперед.

Глубокая грудная мышца начинается на реберных хрящах, грудной кости и заканчивается на бугре плечевой кости, тянет выставленную вперед конечность назад.

Мышцы грудных и брюшных стенок

Мышцы грудных стенок — это вдохатели-инспираторы. Действуя на ребра, они расширяют грудную полость, обеспечивают вдох. Другие мышцы - выдыхатели-экспираторы - суживают ее, обеспечивая выдох. Дорсальный зубчатый инспиратор начинается на остистых отростках передних грудных позвонков и оканчивается на ребрах с 5-го по 8-е отдельными зубцами.

Лестничная мышца начинается на поперечнореберных отростках 3-6-го шейных позвонков и заканчивается тремя ветвями на 1- 4 - м ребрах.

Наружные межреберные мышцы лежат между ребрами и заканчиваются на краниальном крае позади лежащего ребра.

Подниматели ребер начинаются на сосцевидных отростках грудных позвонков и заканчиваются на краниальных краях впереди лежащих ребер.

Прямая грудная мышца закрепляется на 2-4-м реберных хрящах.

Диафрагма является мощным инспиратором, отделяет грудную полость от брюшной. В местах, прилегающих к ребрам, грудной кости, пояснице, она мясистая, а середина ее представляет плоское сухожилие. В области поясницы правая и левая ножки диафрагмы прикрепляются к поясничным позвонкам.

Дорсальный зубчатый экспиратор начинается на остистых отростках последних грудных и первых поясничных позвонков, оканчивается на каудальных краях последних ребер.

Внутренние межреберные мышцы лежат под наружными межреберными.

Пояснично-реберная мышца лежит между поперечным отростком 1-го поясничного позвонка и последним ребром.

Грудная поперечная мышца лежит на дорсальной поверхности грудной кости между реберными хрящами.

Мышцы живота: наружная косая, внутренняя косая, поперечная и прямая участвует в акте дыхания, поддерживают брюшные органы и сдавливают их, сжимая внутренности, помогают их опорожнению.

Вентральные мышцы шеи находятся под позвоночником, идут вдоль трахеи, пищевода и других органов, имеют вид длинных тяжей. К ним относятся грудино-челюстная, расположенная ниже яремной вены и сбоку трахеи. Она прикреплена сзади к рукоятке грудной кости, а спереди к нижней челюсти. Под этой мышцей глубже лежат грудино-сосцевидная и плечеподъязычная мышцы, у лошади - только плечеподъязычная. Эти мышцы идут от грудной кости и подлопаточной фасции к сосцевидному отростку верхней челюсти и телу подъязычной кости. Снизу трахеи лежат две пары небольших мышц - грудино-щитовидные и грудино-подъязычные.

Мышцы позвоночного столба

Дорсальные мышцы позвоночного столба расположены между поперечнореберными остистыми отростками позвонков и на позвоночных концах ребер. Они разгибают позвоночный столб.

Разгибатели позвоночника начинаются в области крестца и идут в краниальном направлении до холки и головы, а в каудальном направлении - до хвоста.

К ним относятся длиннейшая мышца спины, подвздошно-реберная мышца, остистая мышца спины и шеи, многораздельная мышца спины, подниматели хвоста. В разгибании позвоночника участвуют межостистые и межпоперечные мышцы. От холки по шее на голову идут пластыревидная мышца, длиннейшая мышца головы и шеи, полуостистая мышца головы, многораздельная мышца шеи.

Подвздошно-рёберная мышца делится на поясничную, спинную и шейную части и начинается от маклока подвздошной кости и поперечнореберных отростков поясничных позвонков и оканчивается на поперечных отростках 7-го, 4-го шейных позвонков.

Длиннейшая мышца лежит дорсолатерально от подвздошно-реберной мышцы и простирается от области крестца и подвздошной кости до головы. Она состоит из пояснично-спинной, шейной и головной частей.

Длиннейшая мышца спины и поясницы занимает все пространство между остистыми и поперечнореберными отростками поясничных позвонков. В

области грудных позвонков мышца уменьшается и исчезает в области шейного последнего позвонка.

Длиннейшая мышца шеи лежит между сосцевидными отростками 5-8-го грудных позвонков и поперечнореберными отростками 4-5-го шейных позвонков, прикрыта длиннейшей мышцей спины.

Длиннейшая мышца головы и атланта начинается от первых грудных и шейных последних позвонков, закрепляется на крыле атланта и сосцевидном отростке височной кости.

Остистая мышца спины и шеи лежит медиодорсально от длиннейшей мышцы спины, а на остистых отростках и в области шеи - медиально от полуостистой мышцы головы; начинается от остистых отростков поясничных 5-6-го грудных позвонков и оканчивается на остистых отростках 7-го грудного и 4-5-го шейных позвонков.

Полуостистая мышца головы начинается от остистопоперечной фасции и заканчивается на затылочном гребне.

Пластыревидная мышца прикрывает полуостистую мышцу головы, начинается и заканчивается вместе с ней.

Многораздельная мышца простирается от крестца до гребня эпистрофея отдельными межпозвоночными пучками, лежит под длиннейшей мышцей. Межостистые мышцы лежат между остистыми отростками, а межпоперечные - между поперечными отростками.

Длинный и короткий подниматели хвоста поднимают хвост.

Вентральные мышцы позвоночного столба лежат на вентральной поверхности тел шейных и поясничных позвонков и состоят из сегментов

Длинная мышца головы начинается на реберных отростках 6-2-го шейных позвонков и закрепляется на гребнях тел позвонков до основания черепа. Эта и прямая вентральная мышца головы, лежащая между атлантов и телом затылочной кости, опускает голову животного.

Длинная мышца шеи располагается от атланта до 5-го грудного позвонка, огибает шейную часть позвоночного столба.

Малая поясничная мышца начинается на телах последних трех грудных позвонков, оканчивается на поясничном бугорке подвздошной кости, сгибает поясницу и тазобедренный сустав.

Большая поясничная мышца начинается на позвоночных концах последних ребер и поперечнореберных отростках поясничных позвонков, оканчивается на малом вертеле бедренной кости, сгибает поясницу и тазобедренный сустав.

Квадратная поясничная мышца идет от крыла крестцовой кости до последних ребер, изгибает в бок поясницу и фиксирует ее. Короткий и длинный опускатели хвоста опускают хвост. 37

Мышцы конечностей

Мышцы грудной конечности

Предостная мышца начинается в предостной ямке лопатки, оканчивается на буграх плечевой кости, является разгибателем.

Заостная мышца начинается в заостной ямке, оканчивается на плечевой кости.

Подлопаточная мышца заполняет подлопаточную ямку, оканчивается на плечевой кости.

Дельтовидная мышца лежит позади лопаточной ости, начинается на ней и заостной мышце, оканчивается на дельтовидной шероховатости плечевой кости.

Малая круглая мышца начинается на лопатке, оканчивается на плечевой кости, лежит позади заостной.

Большая круглая мышца начинается от каудального края лопатки, оканчивается на медиальной поверхности плечевой кости.

Двуглавая мышца плеча начинается на бугре лопатки, оканчивается на лучевой кости.

Плечевая мышца начинается на шейке плечевой кости и заканчивается вместе с двуглавой. Обе являются сгибателями.

Разгибатели - трехглавая мышца плеча, локтевая мышца и напрягатель фасции предплечья лежат на вершине угла локтевого сустава. Трехглавая мышца плеча состоит из трех головок: длинной, латеральной и медиальной. Длинная головка начинается на каудальном крае лопатки, медиальная и латеральная головки - на теле плечевой кости, оканчиваются на локтевом бугре локтевой кости.

Локтевая мышца лежит под латеральной головкой трехглавой мышцы, начинается по краям локтевой ямки, оканчивается на локтевом бугре.

Напрягатель фасции предплечья начинается от лопатки, оканчивается на локтевом бугре.

Лучевой разгибатель запястья начинается на плечевой кости, оканчивается на пястных костях, помогает разгибателям локтевого сустава.

Длинный абдуктор большого пальца начинается на лучевой кости, оканчивается на головке второй пястной кости.

Локтевой сгибатель запястья имеет плечевую головку, начинающуюся на плечевой кости и локтевую головку - на локтевом бугре. Обе головки оканчиваются на добавочной кости запястья. Лучевой сгибатель запястья лежит на медиальной поверхности предплечья.

Среди мышц, действующих на пальцы, различают длинные и короткие пальцевые разгибатели и сгибатели. К длинным пальцевым разгибателям

относятся общий и боковой пальцевые разгибатели, которые расположены в области предплечья. Короткие пальцевые сгибатели, к которым относятся межкостные мышцы, располагаются на пальмарной (каудальной) поверхности пястных костей.

Мышцы тазовой конечности

Тазовую конечность приводят в движение мышцы тазобедренного, коленного, скакательного, пальцевых суставов.

Мышцы тазобедренного сустава проходя через вершину угла тазобедренного сустава, образуют ягодичную и заднебедренную группы мышц.

К ягодичной группе разгибателей тазобедренного сустава относятся поверхностная ягодичная мышца, добавочная ягодичная мышца, глубокая ягодичная мышца.

Поверхностная ягодичная мышца лежит в ягодичной области под кожей впереди двуглавой мышцы бедра. Начинается от ягодичной фасции, маклока, крестцовой кости и закрепляется на 3-м вертеле бедренной кости (у лошади).

Средняя ягодичная мышца начинается от крыла подвздошной кости, оканчивается на большом вертеле.

Добавочная ягодичная мышца начинается от крыла подвздошной кости, оканчивается на большом вертеле, срастается со средней ягодичной мышцей.

Глубокая ягодичная мышца начинается на латеральной поверхности седалищной ости, оканчивается на большом вертеле.

К заднебедренной группе разгибателей тазобедренного сустава относятся двуглавая мышца бедра, полусухожильная, полуперепончатая и квадратная мышца.

Двуглавая мышца бедра начинается от седалищного бугра, оканчивается на гребне большой берцовой кости и пяточном бугре.

Полусухожильная мышца начинается от седалищного бугра, оканчивается на гребне большой берцовой кости и пяточном бугре.

Полуперепончатая мышца начинается от седалищного бугра, оканчивается на медиальном мыщелке бедренной кости.

Квадратная мышца начинается от седалищной кости, оканчивается на бедренной кости вблизи вертлужной ямки.

Сгибатели (флексоры) развиты слабее, лежат на медиальной поверхности конечности впереди тазобедренного сустава, т.е.

внутри его угла. К ним относятся малая поясничная, подвздошно-поясничная, квадратная, гребешковая, портняжная мышца, прямая головка четырехглавой мышцы, напрягатель широкой фасции бедра.

Подвздошно-поясничная мышца начинается на крыльях подвздошной и крестцовой костей, оканчивается на малом вертеле бедренной кости.

Напрягатель широкой фасции бедра начинается сухожильно от маклока, оканчивается на коленной чашке и на гребне большой берцовой кости.

Гребешковая мышца начинается на подвздошной кости и оканчивается дистально от малого вертела бедренной кости.

Аддукторы - приводящие мышцы располагаются на медиальной поверхности бедренной кости.

Стройная мышца начинается на тазовом сращении и сухожилии прямой брюшной мышцы, заканчивается на прямой связке коленной чашки, гребне большой берцовой кости.

Приводящая мышца бедра начинается от вентральной стенки таза и каудально от запертого отверстия, оканчивается на плантарной поверхности бедренной кости малого вертела до медиального мыщелка.

Абдукторы — это отводящие мышцы лежат на латеральной поверхности. Абдукция производится в основном глубокой ягодичной мышцей и в меньшей степени средней ягодичной и двуглавой мышцей бедра.

Супинаторы поворачивают конечность наружу. К ним относят наружный и внутренний запиратели, двойничную, подвижно-поясничную и двуглавую мышцы бедра.

Пронаторы поворачивают конечность внутрь. Пронацию выполняют поверхностная ягодичная, полуперепончатая, полусухожильная мышцы.

Мышцы коленного сустава

Четырехглавая мышца бедра располагается впереди бедренной кости. Состоит из четырех головок: прямой, латеральной, медиальной и промежуточной. Прямая головка начинается на подвздошной кости, остальные - на проксимальном конце бедренной кости.

Все головки оканчиваются на коленной чашке. Мышца в целом разгибает коленный сустав, а прямая головка, кроме того, сгибает тазобедренный сустав.

Подколенная мышца начинается сухожильно в подколенной ямке бедренной кости, закрепляется на каудальной поверхности большой берцовой кости, сгибает коленный сустав.

Мышцы скакательного сустава

— разгибатели лежат на каудальной поверхности голени и проходят через вершину его угла. К ним относятся трехглавая мышца голени и задняя большеберцовая. Им помогают двуглавая мышца бедра, полусухожильная и оба сгибателя пальцев.

Сгибатели скакательного сустава располагаются на краниальной поверхности голени и проходят внутри его угла. К ним относятся передняя большеберцовая, малоберцовые, длинные, короткие и 3-я, длинный и боковой разгибатели пальцев.

Трехглавая мышца голени состоит из икроножной, которая начинается на бедренной кости и закрепляется на бугре пяточной кости и пяточной мышцы.

Вся мышца разгибает скакательный сустав и помогает сгибать коленный сустав.

Мышцы пальцевых суставов

Разгибатели пальцев располагаются на краниальной поверхности голени стопы, а сгибатели – на каудальной поверхности.

Длинный разгибатель пальцев начинается в специальной ямке латеральной мышцы бедренной кости и заканчивается на 3-ей фаланге.

Короткий разгибатель пальцев начинается на связках скакательного сустава, оканчивается на 2-й фаланге.

Боковой разгибатель пальцев лежит на латеральной поверхности голени.

Длинный разгибатель большого пальца лежит на малой берцовой кости, оканчивается на 2-й фаланге пальцев.

Поверхностный сгибатель пальцев начинается в плантарной ямке бедренной кости, оканчивается на 1-2-й фалангах пальцев.

Глубокий сгибатель пальцев лежит на плантарной поверхности большой берцовой кости, начинается на латеральном мыщелке большой берцовой кости, оканчивается на 3-й фаланге пальцев.

Межкостные мышцы у копытных животных – это сухожилие, начинающееся от общей связки заплюсны, оканчивается двумя ветвями на сезамовидных костях.

3.8. Ангиология.

Система органов кровообращения и лимфообращения

Система органов крово- и лимфообращения по своему значению занимает особое положение в организме. Она объединяет отдельные части, органы и ткани организма в одно целое, обеспечивая тем самым его функциональное единство под контролем нервной системы.

Кровь - основная функциональная и морфологическая составная часть системы крово- и лимфообращения, постоянно движущаяся по кровеносным сосудам организма. Кровью к клеткам и тканям организма доставляется всё необходимое для обмена веществ: вода, питательные вещества, витамины, минеральные вещества, кислород. Конечные продукты обмена питательных веществ и двуоксид углерода, выделяемый клетками и тканями поступают по кровеносному руслу к органам выделения: почкам, потовым железам и частично к кишечнику, лёгким, а двуоксид углерода поступает из крови в лёгкие и выделяется во внешнюю среду. Циркулирует около 50% всей крови,

а остальная кровь находится в специальных резервуарах -депо крови: в селезёнке 16%, в печени 20, в коже 10, в костях 2-3%.

Кровь — жидкая соединительная ткань красного цвета, солоноватого вкуса, со своеобразным запахом, рН больше 7,0, вязкость крови в 3-5 раз больше вязкости воды и зависит от содержания белков и количества форменных элементов: у крупного рогатого скота 4,09-5,46, у свиней 5,08- 6,76, у мелкого рогатого скота 3,32-4,84. Количество крови у крупного рогатого скота 7,6-8,3% живой массы, у свиней 4,6, у лошадей 10, у кур 8,5%. У более подвижных животных крови больше, чем у малоподвижных.

Кровь состоит из клеточных или форменных элементов и плазмы. Форменные элементы находятся в плазме во взвешенном состоянии и обуславливают непрозрачность и цвет крови. Кровь, богатая кислородом, ярко-красного цвета, бедная кислородом - тёмно-вишнёвого. Плазма — это кровь, освобождённая от клеточных элементов, соломенного цвета. В плазме находятся антитела (особые белковые образования), защищающие организм от болезнетворных микробов, их ядов, инородных или посторонних тел.

Форменные элементы крови - эритроциты: безъядерные красные кровяные тельца, которые переносят кислород из лёгких к клеткам организма, за счёт соединения с гемоглобином крови, образуя легко распадающиеся соединения

— оксигемоглобин. После отдачи кислорода клетки оксигемоглобина соединяются с диоксидом углерода, образовавшимся в результате обмена веществ в клетках и тканях организма. Если во вдыхаемом воздухе есть хотя бы одна десятитысячная доля оксида углерода (II) с ним может соединиться до 50-70% гемоглобина. В этих условиях кислород уже не может соединяться с гемоглобином, и доставка его к тканям прекращается, следовательно, тканевое дыхание прекращается, то есть фактически наступает смерть;

лейкоциты: белые клетки крови, обладают амёбовидным движением, обезвреживают и уничтожают посторонние частицы в организме, в том числе микробы. Способность переваривать внутри себя инородные тела (явление фагоцитоза) и тем самым защищать организм открыл И.И.Мечников в 1883г.

Живут лейкоциты 5-10 дней, обладают удивительной способностью проникать сквозь стенки кровеносных сосудов в ткани и перемещаться в самые различные части и органы тела по току крови и против тока, т.е. туда, где организм нуждается в их присутствии;

тромбоциты, или кровяные пластинки круглые или овальные очень небольшого размера. Малейшее ранение кровеносных сосудов вызывает гибель тромбоцитов. Разрушаясь, они склеиваются и образуют тромб, который и закупоривает отверстие в повреждённом сосуде, приостанавливая кровотечение.

Процесс свёртывания крови протекает следующим образом: разрушаясь, тромбоциты выделяют в кровь тромбокиназу, которая превращает неактивный фермент крови - протромбин в присутствии солей кальция и витамина К в активный фермент - тромбин или фибрин, который,

воздействуя на растворимый белок крови - фибриноген, превращает его в нерастворимый белок фибрин, выпадающий из крови в осадок в виде тончайших длинных нитей.

Жидкая часть крови, освобождённая от форменных элементов и фибриногена, называется сывороткой.

Кровь, лишённая фибрина, называется дефибринированной. При соблюдении установленных правил оглушения и обескровливания путём перерезания в области шеи сонных артерий и яремных вен, или плечевого ствола около 1-ого ребра можно извлечь крови: из туш крупного рогатого скота 4,5%, из туш мелкого рогатого скота 3,2-3,5, из туш свиней 3,5% живой массы тела.

Сердце

Сердце (лат. cor, греч. cardia) – это центральный орган крово- и лимфообращения. Благодаря непрерывным ритмическим сокращениям сердца кровь и лимфа циркулирует по большому (системному) и малому (лёгочному) кругам кровообращения.

Сердце млекопитающих – мышечный четырёхкамерный орган, имеющий два предсердия и два желудочка, овально-конусовидной формы. Расположено оно в грудной полости между лёгкими, впереди диафрагмы, в области от 3-го до 6-го ребра. На сердце различают основание и верхушку. Основание расширено, лежит на высоте середины 1-го ребра. Верхушка сердца сужена, расположена в области 5-6-го межрёберного пространства вблизи грудной кости. Продольной мышечной перегородкой полость сердца разделена на правую и левую половины. Каждая половина имеет две камеры: предсердие и желудочек.

Предсердия (atrium cordis) расположены в основании сердца, снаружи отделены от желудочков венечной бороздой, в которой проходят основные венечные сосуды. Стенки предсердий образуют слепые мешки – правое и левое сердечные ушки. В правое предсердие открываются краниальная и каудальная полые вены и устье большой сердечной вены – венечный синус сердца, в левое – три-четыре лакуны лёгочных вен. Предсердия и желудочки сообщаются правым и левым предсердно-желудочковыми отверстиями, в толще которых расположено два фиброзных кольца. К краям правого отверстия прикреплён трёхстворчатый клапан, к краям левого – двустворчатый. Клапаны пропускают кровь только из предсердий в желудочки. Из левого желудочка выходит аорта, из правого – ствол лёгочных артерий, в толще их также имеются фиброзные кольца. У оснований этих сосудов находятся полулунные клапаны, состоящие из трёх кармашков, обеспечивающих ток крови только из желудочков. В фиброзном кольце аорты встречаются два-три сердечных хряща, у рогатого скота – правая и левая сердечные кости.

Желудочки (*Ventriculus cordis*) образуют большую часть сердца. Снаружи на их боковых поверхностях проходят левая и правая продольные борозды, не достигая его верхушки. Верхушка сердца принадлежит левому желудочку, который находится несколько слева и сзади, а правый желудочек – несколько справа и спереди.

Стенки левого желудочка в два- три раза толще стенок правого. На стенках желудочков имеются перекладки (трабекулы) и сосцевидные мышцы, к которым прикрепляются сухожильные струны створчатых клапанов.

Полость сердца выстлана тонкой оболочкой – эндокардом, покрытым эндотелием. Средний слой – миокард – построен из мышечных слоёв (5-8 мм), соединённых между собой. Наружный слой сердца представлен тонкой серозной оболочкой – эпикардом. Он переходит на сосуды, входящие и выходящие из сердца, и окутывает его снаружи как париетальный лист перикарда. Между эпикардом и париетальным листом перикарда формируется сердечная полость, заполненная небольшим количеством серозной жидкости. С перикардом прочно соединяются фиброзный слой, происходящий от внутригрудной фасции, и перикардиальная плевро, являющаяся продолжением средостения. Эти три слоя образуют околосердечную сумку, в которой заключено сердце. Она крепится к грудной кости связками и к позвоночному столбу сосудами, входящими и выходящими из сердца.

Величина сердца зависит от возраста, вида, породы, мышечной нагрузки. Предсердия и желудочки сердца сокращаются обособлено друг от друга но согласованно.

В первой фазе работы сердца сокращаются предсердия, из которых кровь поступает в расслабленные желудочки (состояние диастолы желудочков). При этом правые и левые створчатые клапаны между предсердиями и желудочками открыты, т.е. створки клапанов опущены и прилегают к стенкам желудочков.

Во второй фазе сокращаются желудочки (состояние систолы). При этом кровь из желудочков поступает в лёгочную артерию и аорту при открытых полулунных клапанах, которые закрываются в момент диастолы желудочков, препятствуя обратному току крови из аорты и лёгочной артерии в желудочки.

В третьей фазе наступает общее расслабление предсердий и желудочков. Три фазы сердечной деятельности составляют один цикл работы сердца. Перед началом очередного цикла наблюдается некоторая пауза – отдых сердечной мышцы.

Большой и малый круги кровообращения

Кровь в организме движется по двум кругам кровообращения: большому и малому.

Большой круг кровообращения, или системный охватывает все системы организма. Он начинается из левого желудочка аортой и заканчивается в правом предсердии краниальной и каудальной полыми венами.

Артериальная кровь, поступающая из сердца в аорту, богата кислородом, питательными веществами и содержит определённое количество продуктов обмена веществ. Кровь из аорты направляется в отходящие от неё артерии, из них в более мелкие сосуды – артериолы и далее в капилляры, где и происходит обмен веществ между кровью и клетками органа. Из крови в клетки поступает питательные вещества, кислород, гормоны, витамины минеральные соли, вода, а из клеток в кровь продукты обмена веществ и диоксид углерода. Кровь становится венозной и из многочисленных вен головы, шеи, грудных конечностей, грудной клетки направляется в краниальную полую вену (в неё же поступает и лимфа со всего тела), а из тазовых конечностей, задней половины туловища, внутренних органов – в каудальную полую вену. Обе вены несут венозную кровь в правое предсердие, а затем в правый желудочек.

Артериальные сосуды большого круга кровообращения, получающие кровь из сердца, которое работает прерывисто, толчками, испытывают громадное давление. При сокращении левого желудочка сердца кровь выталкивается в аорту и движется со скоростью 25 м/с. Артерии толстостенные, упругие прочные, беловатого цвета.

В стенках сосудов различают четыре оболочки: внутреннюю – эндотелий, интиму, среднюю – медию и наружную адвентицию. Эндотелий состоит из ряда плоских клеток; интима состоит из эластических элементов; медиа состоит из эластических и мышечных волокон; адвентиция состоит из соединительнотканых элементов и продольных эластических и гладких мышечных волокон. В самых тонких артериях стенка состоит из трёх оболочек: эндотелиальной, мышечной и соединительнотканной.

Из артерий кровь переходит в капилляры. Через просвет капилляра может пройти одно кровяное тельце; эритроциты, протискиваясь через капилляры, даже несколько сплющиваются. Капилляры пронизывают почти все ткани организма. Стенка капилляров представляет собой полупроницаемую мембрану и состоит из оболочки – базальной мембраны и одного слоя плоских эндотелиальных клеток. Эндотелий препятствует проникновению инфекции в ткани из кровеносного русла. Особенно много капилляров в сером мозговом веществе, в лёгких, в сердце, меньше всего их в сухожилиях, связках. Они отсутствуют в эпидермисе, роговице и хрусталике глаза, в артериях волос, гиалиновом хряще и др.

Артериальные сосуды большого круга кровообращения начинаются аортой, которая выходит из левого желудочка и тут же над предсердием отдаёт плечеголовый ствол, идущий вперёд к шее, а сама проходит дорсокаудально, образуя дугу. В грудной полости аорта лежит в средостении между тупыми краями лёгкого. В брюшной полости спускается

диафрагмы она проходит под позвоночником слева от каудальной полой вены и называется брюшной аортой. На уровне последних рёбер от неё отходят два крупных сосуда: чревная и краниальная брыжеечные артерии, снабжающие кровью внутренние органы брюшной полости. Дальше на уровне второго поясничного позвонка от брюшной аорты отходят почечные артерии, затем семенные. На уровне последнего поясничного позвонка поясничная аорта отдаёт две парные крупные ветви: наружную подвздошную, идущую в заднюю конечность, и внутреннюю подвздошную артерию, идущую в мышцы крупа и в тазовую область, а сама становится сравнительно тонкой и продолжается вначале как крестцовая артерия, а затем как хвостовая.

От дуги аорты в самом начале отходят правая и левая венечные артерии, питающие сердце. В полости сердечной сумки дуга аорты соединяется со стволом лёгочных артерий мощной связкой. Затем от дуги аорты сразу же за пределами перикардальной полости в краниальном направлении отходят плечеголовый ствол, располагающийся в области первых двух пар рёбер вентрально от трахеи над краниальной полой веной, от которого отходят левая и правая подключичные сонные артерии. У свиней левая подключичная ответвляется от дуги аорты.

Подключичные артерии снабжают кровью шею, грудные конечности и частично грудную клетку. От них отходят позвоночная, внутренняя и наружная грудные, шейно-рёберные. Позвоночная артерия самая крупная, проходит в межпоперечном канале шейных позвонков до атланта. Сонные артерии питают голову и мозг. От общей сонной артерии отделяются такие крупные артерии как краниальная щитовидная в щитовидную железу и внутренняя сонная – для питания головного мозга.

Артерии проводят кровь от сердца на периферию, а вены – с периферии к сердцу. Капилляры соединяют артерии с венами и являются питающими сосудами.

Венозные сосуды тонкостенные, хотя содержат все три слоя, в основном за счёт среднего слоя. Давление крови в них низкое. Диаметр вен больше диаметра соответствующих артерий, цвет синеватый. Внутри вен имеются клапаны, которые способствуют передвижению крови от периферии к сердцу. Вены постоянно испытывают давление при сокращении скелетных мышц, натяжении связок, которое усиливает ток крови в них. На хорошо обескровленных тушах вены почти спавшиеся, просвет их незначителен, что говорит о правильном оглушении и обескровливании животных на мясокомбинатах. Венозные сосуды размещаются более поверхностно, чем артерии. Названия их чаще одноимённые с артериями. Но основные венозные магистрали, от которых ветви отходят равномерно через определённые промежутки кратчайшим путём, в грудной и брюшной полостях имеют свои названия. Так, в брюшной и грудной полости позади сердца – каудальная полая вена, а в грудной впереди сердца – краниальная

полая вена. Краниальная полая вена образуется путём слияния общих стволов (правого и левого) внутренних и наружных подвздошных вен. Краниальная полая вена образуется путём слияния парных яремных вен (внутренних и наружных). Каудальная проходит в брюшной полости под позвоночником справа от аорты, собирает кровь из задних конечностей, тазовой, брюшной и грудной стенок, а также из желудочно-кишечного тракта. Венозная кровь из желудка, кишечника и селезёнки, обогащённая питательными веществами, попадает в общее русло каудальной полой вены, через печень, в которую она поступает по воротной вене, которая формируется за счёт брыжеечных вен.

В печени кровь очищается от различных токсинов, изменяет свой состав и через систему печёночных вен поступает в заднюю (каудальную) полую вену, которая вместе с передней (краниальной) полой веной, собирающей кровь из передних конечностей, головы, шеи, и передней части грудной стенки, впадает в правое предсердие сердца, а из него венозная кровь поступает в правый желудочек. На этом заканчивается большой круг кровообращения. Печень является своеобразным барьером, не допускающим проникновения вредных агентов в общее кровяное русло. Она не всегда справляется с сильной интоксикацией или инфекционным началом, поражается сама и пропускает токсины и микроорганизмы в большой круг кровообращения.

Из мышц сердца кровь выносятся большой сердечной веной в правое предсердие.

Малый круг кровообращения

начинается из правого желудочка стволом лёгочных артерий, который у корня лёгких делится на правую и левую лёгочные артерии (см. рис. 59а). каждая из них отдаёт краниальную, среднюю и каудальные артерии в соответствующие доли лёгких.

Далее артерии делятся соответственно на капилляры, которые оплетают тонкостенные лёгочные альвеолы. Через стенки альвеол и капилляров происходит газообмен: из крови в альвеолы поступает диоксид углерода, а из альвеол в кровь — кислород. Таким образом, венозная кровь, пройдя через капилляры лёгких, освобождается от диоксида углерода и обогащается кислородом, т.е. становится артериальной. Капилляры образуют вены, которые, соединяясь, идут вместе с соответствующими артериями, имеют одинаковые названия, приносят артериальную кровь и тремя-четырьмя отдельными лёгочными венами впадают в левое предсердие, где и заканчивается малый круг кровообращения.

При поражении лёгких аэрогенным и другими путями инфекционное начало может проникнуть через лёгочные вены в сердце и артериальную кровь большого круга кровообращения.

Лимфатическая система

Лимфатическая система имеет некоторые общие черты строения и развития с кровеносной системой, но значительно отличается от неё по своим функциям. Она выполняет дренажную, транспортную, защитную, кровообразовательную функции.

Лимфатическая система представлена в организме лимфой, лимфатическими узлами, лимфоидными образованиями, лимфоидными путями, проводящими лимфу (капилляры, сосуды, протоки и стволы). Она является кроветворным органом и перемещает избыток жидкости, поступающей из крови в ткани и снова в кровь (кровеносные сосуды).

Лимфа состоит из плазмы и форменных элементов. Плазма лимфы сходна с плазмой крови. Клеточные элементы представлены главным образом лимфоцитами, вырабатываемыми в лимфатических узлах. Эритроциты отсутствуют, поэтому лимфа представляет собой прозрачную беловатую или желтоватую жидкость. Лимфа входит в лимфатический узел по многочисленным приносящим сосудам, а выходит по более крупным, но меньшим по количеству отводящим сосудам.

Лимфатические узлы розово-серого цвета, бывают овальные, шаровидные, бобовидные, чаще всего сплюснуты. Средняя длина их 2-20 см, ширина 2-3 см, диаметр не более 2 см, на разрезе сочные, подвижные.

Лимфатические узлы состоят из соединительнотканного остова и паренхимы. Остов образован капсулой и трабекулами, идущими внутрь узла. Паренхима узла представляет собой густую ретикулярную ткань, образующую фолликулы, лежащие на периферии узла, и мозговые или фолликулярные тяжи, находящиеся в центре узла.

Жидкость в виде лимфы выявляется только в просвете лимфатических капилляров. Лимфатические капилляры построены из одного только эндотелия. От кровеносных капилляров они отличаются более крупным просветом. Лимфатические капилляры начинаются замкнутыми петлями, но встречаются и слепые пальцевидные капилляры. Между капиллярами существуют многочисленные анастомозы. Лимфатические капилляры не содержат головной и спинной мозг, селезёнка, хрящи, эпителиальный покров, роговица и хрусталик глаза, плацента и пупочный канатик.

Лимфатические сосуды образуются слиянием лимфатических капилляров. По анатомическому строению они более тонкостенные, меньшего диаметра, чем вены, цвет серо-жёлтый. Поверхностные или подкожные лимфатические сосуды подходят к лимфатическим узлам радиально, а глубокие располагаются вместе с артериями. Для каждого органа, области тела имеется свой областной (региональный) лимфатический узел со своими корнями, образованными лимфатическими сосудами, выходящими из этой области тела.

К основным крупным лимфатическим сосудам относятся: лимфатический грудной проток, кишечные, поясничные, трахеальные, протоки и правый лимфатический ствол.

Лимфатический грудной проток располагается в грудной полости справа от аорты. В него вливается лимфа из правого и левого поясничных протоков, собирающих лимфу из задних конечностей, тазовой полости, поясницы и боковой брюшной стенки, а также из органов брюшной и тазовой полостей.

Таким образом, лимфатическая система, состоящая из лимфатических сосудов, узлов и лимфы, является придатком (производным) венозного русла кровеносной системы.

2.4. Спланхнология.

Система органов пищеварения

Пищеварительный аппарат представляет собой комплекс внутренних органов в брюшной, частично в грудной и тазовой полостях, а также в области головы и шеи. У млекопитающих животных пищеварение происходит в специальной полости – пищеварительной трубке и называется полостным.

Функциональное значение пищеварительного аппарата следующее:

1. Расщепление под влиянием ферментов, выделяемых пищеварительными железами сложных пищевых веществ: белков, жиров и углеводов на более простые, легко растворимые органические соединения (секреторная функция).

2. всасывание слизистой оболочкой желудочно-кишечного тракта расщеплённых питательных веществ (всасывательная функция).

3. Передвижение пищевых масс по пищеварительной трубке (моторная функция).

В зависимости от вида пищи и строения пищеварительного канала время прохождения пищи через него у разных животных колеблется: жвачных – 7-8 дней, лошади – 4 дня, свиней – 1-2 дня. В формировании пищеварительных органов и их функций огромное значение имеет структура скормливаемого рациона, особенно в молодом возрасте. В частности, раннее приучение молодняка крупного рогатого скота к поеданию кормов растительного происхождения повышает способность к перевариванию этих кормов и росту пищеварительных органов.

Органы пищеварения состоят из следующих отделов: головной (ротовая полость и глотка), передний или пищеводно-желудочный, средний или тонкая кишка, задний или толстая кишка.

Органы ротовой полости

Пища, попадая в полость рта, обследуется на вкус, измельчается, увлажняется слюной, перемещается в глотку. Эту работу выполняют органы ротовой полости: губы, щёки, зубы, дёсны, твёрдое и мягкое нёбо, язык, миндалины и слюнные железы.

Губы (*Labia oris*) состоят из кожи, сросшейся с мышечным слоем. Губы участвуют в приёме воды и корма. У крупного рогатого скота губы толстые и малоподвижные, верхняя губа переходит в носогубное зеркало, без волосяного покрова, у свиньи губы короткие, верхняя губа переходит в хоботок. Нижняя губа у животных переходит в подбородок.

Дёсны (*Cingiva*) – часть слизистой оболочки, которая покрывает луночки верхней и нижней челюстей, окружает шейки зубов и тесно срастается с надкостницей.

Щёки (*Bucca*) – это кожно-мышечные складки, соединяющие верхнюю и нижнюю челюсти и формирующие боковые стенки ротовой полости.

Твёрдое нёбо (*Palatum durum*) – является сводом ротовой полости и отделяет её от носовой. По середине твёрдого костного нёба проходит нёбный шов, справа и слева от него располагаются нёбные валики, по бокам оно переходит в дёсны, а назад в мягкое нёбо.

Мягкое нёбо (*Palatum molle*), или нёбная занавеска отделяет ротовую полость от глотки. В спокойном состоянии оно опущено и прикрывает вход в глотку, свободным краем касаясь корня языка. При прохождении пищевого кома оно поднимается и прикрывает хоаны (отверстия из носовой полости). (рис. 38)

Язык (*Lingua*) – это мышечный подвижный орган, лежащий на дне ротовой полости. Он участвует в приёме воды, пищи, перемещении её на зубы при пережёвывании и проглатывании. На языке (рис. 40) различают корень (от гортани до последних коренных зубов), тело (между коренными зубами), верхушку – свободную часть языка. На поверхности языка имеются четыре вида сосочков: вкусовые – грибовидные, валиковидные, листовидные и выполняющие механическую функцию – нитевидные, которые у крупного рогатого скота ороговевают.

В слизистой корня и края языка находятся язычные миндалины и слизистые железы, увлажняющие язык своим секретом.

Язык животных как питательный, высокоценный мясопродукт относят к субпродуктам I категории, используют для изготовления языковых колбас, выпускают в свежем, солёном, солёно-копчёном виде.

Зубы (*Dentes*) – прочные костные органы служат для захвата и удержания корма, его откусывания, разгрызания и пережёвывания. В зубе различают коронку, выступающую в полость рта, шейку, окружённую десной, и корень, погружённый в зубную луночку. По функции, строению и положению зубы разделяют на резцы, клыки и коренные. У жвачных резцовые зубы на верхней челюсти отсутствуют, на нижней челюсти их восемь, у других

животных по шесть. По длине коронки зубы бывают короткокоронковые и длиннокоронковые. Короткокоронковые зубы свойственны собакам, свиньям. Длиннокоронковые зубы – это все зубы у лошадей, коренные – у жвачных, клыки – у свиней. Они не имеют шейки, эмалью покрыта не только коронка, но и корень зуба, на поверхности эмали находится цемент.

Слюнные железы подразделяются на пристенные и застенные. Пристенные находятся в толще губ, щёк, языка, нёбной занавески. Застенные железы – это околоушные, подчелюстные, подъязычные. Их секрет поступает в ротовую полость. На сухие и грубые корма отделяется больше слюны, чем на влажные. Измельченная и увлажнённая пища из ротовой полости поступает в глотку. Во время глотания нёбная занавеска поднимается и закрывает отверстия из носовой полости – хоаны, ведущие в глотку, поэтому при дыхании пища или вода не попадает в носовую полость.

Глотка

Глотка (Pharynx) – перепончатомышечный воронкообразный орган соединяет полость рта с началом пищевода, а полость носа – с гортанью. Глотка имеет три входных отверстия: два из носовой полости – хоаны, одно из ротовой полости – зев, четыре выходных отверстия: два ведут к среднему уху, третье в гортань и четвёртое в пищевод.

Глотка делится на две части: пищеварительную, где проходит пищевой ком, и дыхательную, где проходит воздух.

Пищевод и желудок

Пищевод (Oesophagus) – это длинный перепончатомышечный трубчатый орган, начинается от глотки, проходит через грудную полость, прободает диафрагму и в брюшной полости впадает в желудок. Мышечный слой пищевода можно использовать в мясной промышленности для колбасного фарша.

Желудок (Ventriculus) – это расширение пищеварительной трубки. Он расположен в левом подреберье, соприкасается с диафрагмой, печенью, поджелудочной железой, кишечником. В желудке корм задерживается, переваривается пищеварительными ферментами, и всасываются некоторые вещества. Вход пищевода в желудок называется кардия, выход – пилорус. В пилорусе желудка имеется мышечный сфинктер, а у свиней и рогатого скота ещё и особое образование слизистой оболочки – подушечка закрывающая выходное отверстие. У свиней с левой стороны желудка около кардия находится небольшое выпячивание конической формы – дивертикул, у лошади слепой мешок.

Желудок жвачных четырехкамерный: первая камера – рубец (Rumen), вторая - сетка (Reticulum), третья – книжка (Omasum). От входа пищевода в рубец по сетке до входа в книжку расположен пищеводный желоб сетки, края которого имеют мышцы. Благодаря этому желоб может открываться и закрываться проводя жидкую пищу и способствуя отрыжке. В первых трёх отделах в слизистой нет желез и желудочный сок не вырабатывается. Четвёртый отдел желудка – сычуг (Abomasum), в нём вырабатывается желудочный сок, содержащий фермент пепсиноген и соляную кислоту, под влиянием которой пепсиноген переходит в активный пепсин и расщепляет белки до полипептидов. Липаза желудочного сока расщепляет жир молока на глицерин и жирные кислоты. У молодых телят имеется сычужный фермент химозин, необходимый для свёртывания белка молока казеиногена. Через 15

– 45 минут после приёма пищи она отрыгивается из рубца через сетку, а из сетки через пищевод в ротовую полость, где начинается вторичное пищевое пережёвывание – жвачка. Хорошо пережеванная масса проглатывается, проходит через желоб в книжку и сычуг, где далее изменяется механически и химически.

Желудок свиньи и лошади однокамерный пищеводно-кишечного типа. Верхняя часть желудка имеет вогнутую форму и называется малой кривизной желудка, нижняя часть выпуклая и называется большой кривизной желудка. Из желудка, где pH среды меньше 7.0, пища поступает в тонкий, а затем в толстый кишечник, где pH среды больше 7.0.

Тонкий кишечник

Тонкий кишечник или средний отдел пищеварительной трубки идёт от пилоруса желудка до слепой кишки в виде дугообразных петель, подвешенна брыжейке. Отдел тонких кишок делится на двенадцатиперстную, тощую и подвздошные кишки.

Самая длинная тощая кишка. Слизистая оболочка тонкого кишечника покрыта многочисленными мельчайшими ворсинками, которые, таким образом, увеличивают всасывающую поверхность тонкого кишечника примерно в 23 раза. Крупнейшие застенные железы – печень и поджелудочная железа – своими протоками открываются в краниальную часть двенадцатиперстной кишки.

Печень (Hepar) – самая крупная железа организма, красно-бурого цвета, плотной консистенции, дольчатая, образована клетками печёночного эпителия, множеством кровеносных сосудов и нервов. Она расположена за диафрагмой в точке самого относительного покоя тела. Масса печени у крупного рогатого скота 3.4 – 10 кг, у свиньи до 1.5 кг, у лошадей 1.5 – 5 кг. Печень участвует в процессах пищеварения, выделяет в двенадцатиперстную

кишку желчь, которая способствует перевариванию жиров, эмульгируя их, участвует в обмене веществ и гормонов, оказывает влияние на водно-солевой обмен, кислотно-щелочное равновесие. В печени образуются новые аминокислоты, происходит биосинтез веществ способствующих (протромбин) и препятствующих (гепарин) свёртыванию крови, из глюкозы синтезируется сложный углевод гликоген, являющийся главным источником энергии организма. В печени из каротина образуется витамин А. Она расположена на пути направляющегося к сердцу большого количества крови, оттекающей от желудочно-кишечного тракта, селезёнки, поджелудочной железы по желудочным, кишечным, селезёночным венам. При впадении в печень они формируют крупную воротную вену печени. Поступившая кровь в печени подвергается химическому анализу и обработке. Здесь обезвреживаются яды, образовавшиеся в толстой кишке в результате гниения брожения, а также все вредные вещества. Продукты белкового обмена здесь превращаются в мочевины, которая выводится из организма через почки.

Поджелудочная железа (Pancreas) – альвеолярно – трубчатого строения, расположена каудально от желудка в брыжейке S – образного изгиба двенадцатиперстной кишки. Её внешний секрет содержит ферменты трипсин, химотрипсин, амилазу, мальтазу, липазу, лактазу. Под действием трипсина белки расщепляются до аминокислот, химотрипсин створаживает молоко; амилаза, мальтаза расщепляет крахмал до виноградного сахара; лактаза – молочный сахар на глюкозу и галактозу; липаза – жиры до жирных кислот и глицерина. Продукты расщепления всасываются в кровь и лимфу кишечных сосудов. Внутренний секрет инсулин поступает непосредственно в кровеносные сосуды и регулирует углеводный обмен.

Поджелудочные железы животных являются сырьём для получения технического препарата оропона, используемого при смягчении кожевенного сырья и лечебных препаратов инсулина, панкреатина.

Толстый кишечник

Толстый кишечник или задний отдел пищеварительной трубки (Intestinum crallum), включает слепую (cesum), ободочную (colon) и прямую (rectum) кишки. Сок пищеварительных желез толстой кишки состоит в основном из слизи и воды.

Ферментов содержит мало и поэтому процесс пищеварения в толстом кишечнике протекает слабее. Здесь всасываются питательные вещества, минеральные соли, вода, в результате чего в конечных отделах толстой кишки формируются каловые массы.

Слизистая оболочка имеет много складок, но не содержит ворсинок. Кишечная микрофлора меняется с возрастом животных. У новорождённых бактериальная флора отсутствует, но с поступлением в пищеварительный тракт молока появляются бактерии молочнокислые. При приёме корма, содержащего клетчатку, вырабатываются бактерии, вызывающие брожение и расщепление углеводов, способствующие образованию витамина В₆, участвующего в кроветворении.

У лошади и свиньи продольные и мышечные волокна толстого кишечника сконцентрированы в продольные мышечные тяжи – тении, между которыми образуются складки кишечной стенки и выпячивания.

Слепая кишка у лошадей больших размеров и имеет форму запятой. Различают головку, тело и верхушку, обращённую краниально. В слепой кишке идут процессы бактериального брожения трудноперевариваемой растительной пищи и подготовка её к всасыванию. У жвачных слепая кишка цилиндрической формы, без тений, у свиней конусовидной формы, слепой конец обращён каудально.

Ободочная кишка является продолжением слепой. У свиньи она штопорообразной формы, у жвачных образует диск (длина кишки до 6 м), у лошади подразделяется на большую и малую. Большая ободочная лежит подковообразно в виде двух колен: вентрального и дорсального. На слепой большой и ободочной кишках у лошади четыре тении, у свиньи три тении.

Прямая кишка короткая, лежит в тазовой полости, оканчивается заднепроходным отверстием – анусом, образованным кольцевым слоем мышц из гладкой мускулатуры – наружный сфинктер. Слизистая оболочка прямой кишки собрана в складки, мышечный слой хорошо развит.

Система органов дыхания

Органы дыхания осуществляют обмен газов между внешней средой и кровью организма. Органы дыхания состоят из носа с двумя парными носовыми полостями, носоглотки, гортани, трахеи, лёгких.

Нос (Nasus) — это начальный отдел дыхательных путей, выполняет функцию обследования на запахи вдыхаемого воздуха, обогрева, увлажнения и очищения его от загрязнения.

Носовая полость при помощи входных отверстий — ноздрей — сообщается с внешней средой. В полость глотки ведут выходные отверстия - хоаны. Носовая полость делится срединной хрящевой перегородкой на правую и левую половины. Вместе с воздухом в носовую полость попадают частицы пыли, вредные вещества и огромное количество бактерий. Крупные частицы оседают на волосках, микробы погибают под действием лейкоцитов,

которые находятся в слизи. С носовой полостью сообщаются наполненные воздухом и выстланные слизистой оболочкой околоносовые пазухи.

Носоглотка соединяет носовую полость с гортанью. Гортань (Larynx) - полый орган, состоит из пяти хрящей, соединённых суставами, связками и мышцами. Хрящи обеспечивают просвет полости гортани при дыхании (рис.5). На внутренних стенках гортани имеются голосовые губы, которые могут расслабляться или напрягаться, изменяя, тем самым, голосовые звуки. Между черпаловидными хрящами и голосовыми губами расположена голосовая щель, её нижний участок выполняет голосовую функцию, а верхний - дыхательную. От гортани идут мышцы на глотку и формируют её стенки. Мышцы, действующие в целом на гортань и глотку, оттягивают глотку назад или вперёд при глотании. Мышцы, расположенные на самой гортани, расширяют вход в гортань и её полость, другие суживают вход в гортань.

Трахея (Trachea) или дыхательное горло начинается от гортани, проходит в области или, входит в грудную полость и ветвится на два главных бронха.

Форма трахеи у животных неодинакова: у жвачных сжата с боков, у свиней округлая, у лошадей сжата дорсо-вентрально.

Лёгкие (Pulmones) — это парные органы дыхания, которые осуществляют газообмен между организмом и внешней средой. Они расположены в грудной полости, имеют форму усечённого конуса. Паренхима лёгких построена из дыхательных путей, многократно ветвящихся и заканчивающихся расширенными мельчайшими пузырьками - альвеолами. Она заключена в соединительнотканый остов, который делит лёгкое на дольки. В нём проходит большое количество лимфатических, кровеносных сосудов, нервов. Всё это объединяется в компактные органы - правое и левое лёгкое. Главный бронх (правый и левый) многократно ветвится, формируя бронхиальное дерево. По мере ветвления в стенках уменьшается количество хрящевой ткани, появляется мышечный слой из гладких мышечных волокон. Самые мелкие бронхи-бронхиолы диаметром до 1 мм, вступают в лёгочные дольки через их вершины. В дольке они делятся на концевые и респираторные, затем на альвеолярные ходы и заканчиваются альвеолярными мешочками, стенки которых образуют множество лёгочных пузырьков - альвеол диаметром до 0,1 - 0,14 мм. Респираторные бронхиолы с альвеолами — это структурная и функциональная единица лёгких. Обмен газов осуществляется путём диффузии. Лёгочная артерия ветвится вместе с бронхами. Лёгкие могут функционировать только при работе скелетных дыхательных мышц грудной клетки.

Система органов мочеотделения и мочевыделения

Системам органов мочеотделения и мочевыделения служит для очищения крови от вредных продуктов в виде мочи, выведения её из организма и

поддержания постоянного состава крови. В её состав входят парные почки парные мочеточники, мочевого пузыря, мочеиспускательный канал.

Почка (Ren.s.nephilos) - это орган, построенный по типу альвеолярно – трубчатых желез, сосудистый, плотной консистенции, красно-бурого цвета. Почки располагаются в брюшной полости, по бокам от позвоночного столба, в поясничном отделе между поясничными мышцами и пристеночным листком брюшины. Почка снаружи покрыта фиброзной капсулой, затем окружена жировой капсулой и снизу покрыта серозной оболочкой - брюшиной. Через углубление на внутренней поверхности-ворота почек, впочки входят сосуды и нервы, а выходят вены и мочеточники. В глубине ворот находятся почечная полость, в которой располагается почечная лоханка.

На разрезе почка имеет три зоны: наружную (корковую или мочеотделительную), среднюю (пограничную или сосудистую) и внутреннюю (мозговую или мочеотводящую).

Корковая зона темно-красного цвета, в ней расположены почечные тельца – нефроны, где протекают все процессы: очищение крови и образование мочи. Нефрон - структурная и функциональная единица почек состоит из сосудистого клубочка и двустенной капсулы, переходящей в извитой каналец.

По анатомическому строению различают четыре типа почек: множественные, бороздчатые многососочковые, гладкие однососочковые, гладкие многососочковые

Множественная почка состоит из множества отдельных маленьких почек. От каждой почки отходит полый стебелёк. Стебельки соединяются в крупные ветви, которые впадают в общий мочеточник. Такое строение имеют почки плодов крупного рогатого скота.

Правая почка лежит сбоку от позвоночника в 8 -10 см от средней сагиттальной линии под поперечнореберными отростками двух первых поясничных позвонков и последним ребром, передним концом касается печени. Левая почка лежит позади правой в промежутке от второго до пятого поясничного позвонка, ближе к позвоночнику. Она имеет длинную брыжейку, поэтому может смещаться вправо или попускаться вниз в зависимости от наполнения рубца. У подвешенных туш почки смещаются к голове на 5-6 см. Масса почек взрослых животных 520-720г, у телят 300-480г.

У коз околопочечного жира мало.

Мочеточник (ureter) - парный орган в виде тонкой длинной трубки, выходящий из почечной лоханки. Она проходит каудально под брюшиной, по брюшной стенке до мочевого пузыря, впадает в его верхнюю стенку около шейки, прободает сначала мышечную оболочку, проходит на некотором расстоянии между мышечной и слизистой оболочками, а затем, прободая

слизистую оболочку, открывается в полость мочевого пузыря. При этом ходе мочеточники сдавливаются растянутыми слоями стенки мочевого пузыря, переполненного мочой, исключая обратный ток мочи. Просвет мочеточника крупноскладчатый и выстлан толстым переходным эпителием.

Мочевой пузырь (*vesica urinaria*) - полый орган грушевидной формы является временным резервуаром для накопления мочи. В нем имеется верхушка, направленная краниально, тело и шейка, направленная каудально. Мышечная оболочка хорошо развита. Круговые мышечные волокна в области шейки образуют сфинктер мочевого пузыря, при расслаблении которого моча поступает в мочеиспускательный канал. Слизистая оболочка покрыта толстым переходным эпителием, в котором имеются характерные наружные кроющие клетки. Это гигантские уплощенные клетки многоядерные, на всей поверхности образуют кутикулярный слой, предотвращающий возможность проникновения мочи внутрь стенки пузыря.

Мочеиспускательный канал или уретра начинается внутренним отверстием от шейки мочевого пузыря и открывается наружным отверстием на головке полового члена, а у самок - между влагалищем и мочеполовым преддверием. У самцов в мочеиспускательный канал позади шейки мочевого пузыря впадают семяпроводы и канал становится мочеполовым. Мочеиспускательный канал лежит вне брюшной полости.

Первичная моча (фильтрат крови) образуется в почечном тельце из плазмы крови в результате фильтрации через биологический барьер, который составляют стенка капилляров клубочка, внутренний листок капсулы почечного тельца и базальная мембрана. Первичная моча попадает в просвет мочевого канальца (нефрона), которых в корковом веществе почки под капсулой (соединительнотканной оболочкой) скапливается до 1 млн. Первичная моча свободна от белков, но содержит глюкозу и мочевины. Проходя по мочевому канальцу, с помощью эпителиальных клеток проксимального отдела канальца, первичная моча освобождается от сахара и сильно обезвоживается.

Щеточная каёмка в эпителиальных клетках состоит из совокупности микроворсинок, в которых имеется фермент, способствующий всасыванию глюкозы. В мочу поступают другие вредные вещества. Далее формирующаяся моча переходит в петлю нефрона. Основная часть петли находится в мозговом веществе петли. Нисходящее тонкое колено петли состоит из низких эпителиальных клеток. Через его стенку вода всасывается в кровь. Восходящее толстое колено петли нефрона по строению сходно с проксимальным отделом нефрона (длинная извивающаяся трубка), образовано высокими клетками с мутной цитоплазмой. Эти клетки не имеют щеточной каемки, выполняют секреторную функцию, влияя на изменение состава мочи.

Из петли нефрона моча переходит в дистальный отдел. Здесь обратно всасываются вода и хлориды. Моча поступает в тонкий связующий отдел,

который выполняет механическую функцию передачи мочи в собирательную трубку, которая впадает в сосочковый канал. В корковом слое почки кроме нефронов имеются светлые мозговые лучи. Отдельный мозговой луч состоит из совокупности прямых собирательных канальцев. Они впадают в сосочковые каналы, расположенные уже в мозговом веществе почки. По ним из сосочков почечных пирамид моча поступает в чашечки (у животных, свиней) или почечную лоханку (у лошадей, овец). Между мозговыми пирамидами корковое вещество вклинивается в виде перегородок. Область между корковым и мозговым веществом состоит из отдельных островков рыхлой соединительной ткани, по которым проходят кровеносные сосуды.

Система органов размножения

Органы размножения обеспечивают сохранение вида. Они разделяются на мужские и женские, которые состоят из парных: половых желез, половых проводящих путей, придаточных половых желез; непарных органов совокупления.

Органы размножения самок

Женские органы размножения состоят из парных яичников, где созревает яйцеклетка, парных яйцепроводов, в которых яйцеклетка оплодотворяется, матки, где развивается плод, выводящих или родовых путей – влагалища, мочеполювого предверия и наружных половых органов.

Яичник (Ovarium) – железистый орган бобовидной формы покрыт зачатковым эпителием.

Под зачатковым эпителием располагается фолликулярная зона со множеством фолликулов (пузырьков), в которых созревают яйцеклетки. Крупный фолликул с созревшей яйцеклеткой подходит к поверхности яичника и разрывает её. Созревшая яйцеклетка выводится в брюшную полость и попадает в воронку яйцепровода, а затем ворсинкамимерцательного эпителия перемещается в матку. Если яйцеклетка оплодотворена, она задерживается в матке и продолжает развиваться, а на яичнике, там, где яйцеклетка вышла из фолликула, развивается жёлтое тело, которое начинает функционировать как железа внутренней секреции. В центре яичника находится сосудистая зона.

Яйцепроводы (Tubauterina) – это тоненькие извитые трубочки, в которых оплодотворяется яйцеклетка и начинает делиться, продвигаясь по ним в матку. Около яичника воронкообразное расширение яйцепровода окружено бахромой. Противоположный конец яйцепровода постепенно переходит в рог матки (у лошади впадает в него). В стенках яйцепровода имеются кольцевые и продольные мышечные волокна, которые способствуют продвижению яйцеклетки в матку.

Матка (Uterus) – полый мышечный орган, расположенный между прямой кишкой и мочевым пузырём. На матке различают рога матки, в которых развивается плод, тело и клетку. У рогатого скота и лошадей шейка вдаётся

во влагалище. У рогатого скота рога матки изогнуты спирально, у лошади закруглённые тупые, у свиней длинные. В стенках матки имеется густая сеть кровеносных сосудов. Через них питается плод, и выводятся вредные продукты в организм матери, а затем во внешнюю среду. Слизистая оболочка матки – эндометрий – имеет железы. Мышечный слой состоит из гладких мышечных волокон. Снаружи матка покрыта серозной оболочкой.

Влагалище (Vagina) – это широкая трубка. На вентральной стенке каудальной части влагалища открывается отверстие мочеиспускательного канала. Мочеполовое предверие заканчивается наружными половыми органами – половыми губами, а в вентральном углу половой щели расположен клитор.

Органы размножения самцов

Мужские органы размножения состоят из парных семенников и придатка семенника, в котором развиваются сперматозоиды, выводящих путей-семяпроводов и мочеполового канала. Тазовая часть мочеполового канала имеет придаточные половые железы (рис.

57а): предстательную железу (секрет которой обеспечивает подвижность сперматозоидов), пузырьковидные и луковичные (их секрет увеличивает объем спермы и создает среду для жизни сперматозоидов).

Семенник (Testis) эллипсоидной формы имеет головчатый и хвостатый концы, на латеральной поверхности между придатком и семенником имеется синус (рис. 57б).

Семенник покрыт серозной оболочкой, прочно срастающейся с белочной оболочкой семенника, которая с головчатого конца семенника внедряется в него в виде средостения, от которого отходят к поверхности семенника многочисленные перегородки, формирующие отдельные камеры. В камерах стромы, состоящей из белочной оболочки, средостения, перегородок располагается паренхима семенника. Она представлена семенными канальцами, в которых развиваются сперматозоиды и промежуточной тканью.

Придаток семенника (Epididymis) - орган, где созревают сперматозоиды. Он лежит на придатковом крае семенника, имеет головку придатка, состоящую из 7-20 выходящих из семенника канальцев. Тело придатка образовано общим, сильно извивающимся каналом длиной до 50-80 м у быка и 40- 86м у жеребца. Семенники хряка очень крупные.

Семенной канатик (Funiculus Spermaticus) расположен со стороны головки придатка и представляет складку брыжейки семенника, в которой расположены артерии, питающие семенник, вены, выносящие кровь, внутренний подниматель семенника и семяпровод.

Семяпровод (Ductus Deferens) – это тонкая трубка, являющаяся продолжением хвоста придатка, идет в паховом канале в составе семенного канатика, проходит над мочевым пузырем и впадает в дорсальную стенку

мочеиспускательного канала позади шейки мочевого пузыря. Перед впадением семяпровод образует расширение, в стенки которых заложены железы. Семяпровод впадает в мочеиспускательный канал, который называется потом мочеполовым каналом. Он делится на тазовую и удовую части. Мышечная оболочка его хорошо развита, образует мочеполовой мускул. Кроме того, в стенках мочеполового канала заложены пещеристые тела. После выхода из тазовой полости мочеполовой канал лежит в вентральном желобе полового члена (удовая, половочленная часть).

Половой член имеет свои мощные пещеристые тела (особенно у жеребца), расположенные между трабекулами белочной оболочки и заканчиваются головкой полового члена. Мочеполовой канал заканчивается мочеполовым отростком, который расположен в кожной складке, образующей препуций (у жеребцов двойной).

Семенники, придатки семенников, основания семенных канатиков лежат в семенниковом мешке, который образован оболочками: мошонкой, состоящей из кожи и мышечно-эластической оболочки, общей влагалищной оболочкой.

Яичники и семенники являются железами внутренней секреции. Они выделяют гормоны в кровь, влияют на обмен веществ, активизируя деятельность организма. Их используют как сырье для приготовления гормональных препаратов.

2.5. Эндокринология (железы внутренней секреции)

В организме млекопитающих имеются специальные железы без выводных протоков. В них вырабатываются активные вещества – гормоны. Они поступают непосредственно в кровь и участвуют в регуляции важнейших функций организма: обмена веществ, размножения, роста, поддерживают постоянство внутренней среды организма.

Образование гормонов и их действие регулируются нервной системой, в тоже время сами гормоны влияют на функцию нервной системы. Таким образом, в организме осуществляется единая нервно-гуморальная регуляция жизненных процессов.

Щитовидная железа (gl.thyreoidea) располагается на вентральной и латеральной поверхностях первых колец трахеи, имеет две доли (у свиней она не разделена на доли). Масса щитовидной железы крупного рогатого скота около 15г, свиней 18г, лошади 25-30г. Вырабатываемый железой гормон тироксин повышает общий обмен веществ, усиливает азотистый обмен, ускоряет рост костей. При функциональной недостаточности железы развивается кретинизм, выражающийся в задержке роста, диспропорции частей тела.

Околощитовидные железы (gl. parathyreoidea) округлой или овальной формы. Наружное тельце железы располагается на поверхности щитовидной

железы, а внутреннее тельце – внутри щитовидной железы. Масса их 0,15-0,4г. Гормон паратиреодин регулирует кальциевый и фосфорный обмены.

Надпочечник (gl. suprarenalis) лежит впереди и медиально от почки. Это парный орган овальной формы. Корковый (периферийный) слой вырабатывает более 30 гормонов. Они регулируют концентрацию натрия, калия и хлора в крови и тканях, углеводный, белковый и жировой обмены, а также выработку половых гормонов. Мозговой (центральный) слой вырабатывает гормоны: адреналин и норадреналин. Они усиливают сократимость и возбудимость сердечной мышцы, суживают сосуды, повышают кровяное давление, снижают тонус желудочно-кишечного тракта. Масса надпочечника у крупного рогатого скота 20г, свиньи 7г.

Эпифиз (epiphysis) лежит в ямке между зрительными буграми и четверохолмием. Эпифиз выделяет гормон мелатонин, который активизирует развитие пигментных клеток, а также тормозит действие гормонов передней доли гипофиза. Масса эпифиза крупного рогатого скота 0,1-0,5г.

Гипофиз, или придаток мозга (hypophysis cerebri) располагается на основании большого мозга. В гипофизе различают железистую переднюю, промежуточную и нервную заднюю доли. Передняя доля влияет на рост и развитие животных. Задняя доля вырабатывает окситоцин, вызывающий сокращение гладкой мускулатуры и вазопрессин, повышающий давление и понижающий диурез.

К половым железам относятся яичники и семенники. Они выделяют гормоны в кровь, влияют на обмен веществ, активизируют половую функцию и деятельность организма в целом.

2.6. Нервная система

Нервная система является центральным органом, регулирующим физиологические процессы всех органов, и подразделяется на центральную периферическую и вегетативную.

К центральной нервной системе относится головной и спинной мозг, к периферической – парные соматические нервы, отходящие от серого вещества головного мозга – 12 пар и от спинного – 40 пар.

Они иннервируют скелетную мускулатуру, кожу, кости и другие органы. В них различают чувствительные и двигательные волокна и органы чувств (зрение, слух, обоняние, осязание и вкус). По чувствительным волокнам импульсы раздражения воспринимаются через экстеро- и интерорецепторы и передаются в центральную нервную систему, обратно в органы передаются по двигательным волокнам в виде сокращения мышц, движения органов и др. Эти движения подчинены воле животного.

Нервная вегетативная система не подчиняется воле животного. Она делится на симпатическую, иннервирующую⁶¹ сердечно-сосудистую и

парасимпатическую, иннервирующую все внутренние органы. Симпатическая представлена парными стволами и нервными узлами (ганглиями). От ганглиев отходят ветви в спинной мозг и к симпатическим нервам. Парасимпатические нервы парные, отходят от головного мозга и крестцового отдела спинного. Функция соматических, симпатических и парасимпатических нервов регулируется центральной нервной системой.

Головной мозг (Encephalon) – это передний отдел центральной нервной системы. С дорсальной поверхности он разделяется поперечной щелью на большой и ромбовидный мозг (рис.68).

Большой мозг (Cerebrum) состоит из концевых мозга или двух полушарий, - промежуточного и среднего мозга, дорсально прикрытых полушариями.

Ромбовидный мозг (Rhombencephalon) состоит из заднего и продолговатого мозга.

Задний мозг (Metencephalon) имеет мозжечок (Cerebellum), который располагается дорсально от продолговатого мозга и сзади от полушарий большого мозга и мозговой мост (Pons).

Продолговатый мозг (Medulla oblongata) является продолжением спинного мозга. На переднем его конце с вентральной поверхности он граничит с мозговым мостом.

Головной мозг является основным регулятором жизненных функций организма. Он находится в мозговой части черепа и покрыт тремя мозговыми оболочками: твёрдой, паутинной и мягкой. Твёрдая оболочка самая наружная, срастается с надкостницей черепных костей. Паутинная оболочка на извилинах мозга прочно срастается с мягкой оболочкой. Мягкая оболочка прочно срастается с мозгом, заходит во все щели и углубления и вместе с сосудами проникает в вещество мозга, образуя гематоэнцефалический барьер. Головной мозг получает питание от внутренних сонных и затылочных артерий.

Спинной мозг (Medulla Spinalis) – один из подпоровых отделов центральной нервной системы. Он координирует работу всех скелетных мышц туловища и конечностей, в нём сосредоточены центры безусловных рефлексов. Спинной мозг имеет форму округлого длинного толстого шнура. Он расположен в позвоночном канале, покрыт тремя оболочками: твёрдой, паутинной и мягкой. Твёрдая оболочка спинного мозга наружная и самая плотная, прочно срастается с мозгом, сопровождая кровеносные сосуды, внедряется вместе с ними в мозговое вещество. Паутинная оболочка очень тонкая и нежная. Она отделяется от твёрдой мозговой оболочки небольшим пространством, а от мягкой более обширным паутинным пространством. Эти пространства спинного мозга соединяются с одноимёнными пространствами головного мозга и заполнены спинномозговой жидкостью.

Спинной мозг развивается из эктобласта. Последовательно образуются нервная пластинка, нервный желобок с ганглиозной пластинкой, нервная

трубка, из которой развивается серое мозговое вещество спинного мозга, а изганглиозной пластинки - спинномозговые чувствительные ганглии.

Белое мозговое вещество развивается позднее за счёт отростков нервных клеток, поэтому и лежит поверхностно, а серое мозговое вещество располагается в его центральной части.

Серое мозговое вещество на поперечном разрезе имеет вид буквы Н и разграничено на дорсальные чувствительные рога (столбы), более узкие, и вентральные двигательные рога, более широкие. Дорсальные и вентральные корешки мозга, соединяясь вместе, образуют парные спинномозговые нервы, которые выходят из позвоночного канала на периферию через межпозвоночные отверстия. В центре серого вещества располагается спинномозговой канал. Мягкая мозговая оболочка подвешивает мозг к твёрдой оболочке посредством зубовидных связок. Субдуральное (между твёрдой и паутинной оболочками) и субарохноидальное (между паутинной и мягкой оболочкой) пространства головного и спинного мозга полости желудочков и каналов мозга сообщаются между собой и заполнены спинномозговой жидкостью. Она образуется из плазмы крови, питает нервные клетки, обеспечивает постоянство внутричерепного давления и удаление вредных продуктов обмена веществ из мозга. Оттекает она из подоболочного пространства в венозную систему и в органы лимфообращения.

Концевой мозг (Telencephalon) состоит из двух полушарий большого мозга. На каждом полушарии рассматривают плащ и обонятельный мозг, а между ними – боковые желудочки мозга. На дне желудочков различают полосатые тела и аммоновые рога.

Плащ (Pallium) состоит из серого и белого мозгового вещества. Серое мозговое вещество лежит поверхностно и образует кору полушарий большого мозга – высший отдел центральной нервной системы. В коре полушарий сосредоточены двигательные центры органов тела животного и мозговые отделы органов чувств.

Гиппокамп или аммоновые рога являются высшими подкорковыми (промежуточными) обонятельными центрами, промежуточным звеном между обонятельным мозгом и корой полушарий большого мозга. В обонятельном мозге находятся первичные двигательные центры, а в полосатых телах – высшие подкорковые двигательные центры.

Промежуточный мозг (Diencephalon) состоит из эпиталамуса, таламуса и гипоталамуса.

Таламус или зрительные бугры являются своеобразными воротами, через которые проходят чувствительные сигналы в кору больших полушарий. К ядрам таламуса стекается информация от температурных, болевых и вкусовых рецепторов.

Гипоталамус состоит из серого бугра с воронкой, на которой закрепляется гипофиз и сосцевидного тела, являющегося промежуточным обонятельным центром. Гипоталамус участвует в терморегуляции.

Эпиталамус состоит из эпифиза, уздечки эпифиза и узла уздечки. Средний мозг находится впереди продолговатого.

Продолговатый мозг является связующим звеном между спинным и головным мозгом. Белое мозговое вещество его состоит из пучков нервных волокон. Чувствительные пучки идут из спинного мозга в разные отделы головного мозга, а двигательные пучки идут из коры полушарий.

Мозжечок имеет почти шаровидную форму. Мозжечок покрыт корой из серого мозгового вещества в виде ядер. Мозжечок двумя бороздами разделяется на среднюю часть (червячок) и две боковые доли. В белом мозговом веществе червячка находится ядро, которое является подкорковым центром, координирующие мышечные движения для сохранения равновесия.

2.7. Эстеziология (органы чувств)

Рецепторные аппараты (органы чувств) воспринимают раздражение, как из внешней, так и из внутренней среды, трансформируют световой, тепловой, звуковой виды энергии в нервный процесс.

Зрительный анализатор состоит из глаза, зрительных нервов, нервных центров в подкорке и коре головного мозга.

Глаз (Oculus) – орган зрения, периферическая часть зрительного анализатора. Он состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата, расположенных в глазнице черепа.

Глазное яблоко – это парные образования, которые обеспечивают зрительную ориентацию животных благодаря способности улавливать излучаемый или отражённый свет от объектов внешнего мира и воспринимать их. Цветовое зрение свойственно лошадям, крупному рогатому скоту. Глазное яблоко имеет шаровидную форму и состоит из трёх оболочек: наружной – фиброзной или белочной, средней – сосудистой и внутренней сетчатой. Полость глазного яблока заполнена стекловидным телом. Это совершенно прозрачная студенистая масса заключена в строуму из тончайших волокон. Наружная оболочка глазного яблока белого цвета. Спереди глаза образует прозрачную, очень тонкую пластинку (роговица), занимающую пятую часть площади глаза. Глазное яблоко спереди покрыто соединительнотканной оболочкой бледно-розового цвета (конъюнктивой), переходящей на внутреннюю поверхность века, фиксирует передний край глазного яблока в глазнице.

Под конъюнктивой лежат слёзные железы, выделяющие прозрачную жидкость для увлажнения конъюнктивы и роговицы.

Сосудистая оболочка глаза позади роговицы образует радужку, имеющую своеобразное окрашивание, обуславливающее цвет глаза. В центре радужки

имеется отверстие (зрачок), в котором расположено прозрачное твёрдое тело – хрусталик.

Сетчатая оболочка глаза нежная, тонкая, прозрачная, розоватого цвета. После смерти животного быстро мутнеет. Зрительная часть сетчатки имеет пигментный слой.

В глазное яблоко с задненижней поверхности входит крупный зрительный нерв (зрительный сосок), из центра которого или рядом с ним выходят сосуды сетчатки глаза.

К защитным органам относятся: орбита, периорбита, ресницы, веки, слёзный аппарат.

Органы слуха.

Ухо (Auris) – орган слуха и равновесия позвоночных животных. Оно воспринимает звуковые колебания, трансформируя их в нервное возбуждение, определяет изменение положения тела. Ухо состоит из наружного, среднего и внутреннего уха.

Наружное ухо собирает и концентрирует звуковые волны. К нему относятся ушная раковина с мышцами и наружный слуховой проход. Ушная раковина твёрдая и состоит из эластического хряща, покрытого кожной складкой. Наружный слуховой проход с костной основой, снаружи в виде кольцевидного хряща, выстлан кожей и в начальной части покрыты волосами.

Среднее ухо расположено в барабанной полости каменистой кости содержит четыре слуховые косточки: молоточек, наковальню, чечевицеобразную косточку и стремечко. Из полости среднего уха выходят слуховые трубы, идущие в глотку. Полость выстлана слизистой оболочкой. На медиальной стенке барабанной полости имеется два отверстия, ведущие во внутреннее ухо: окно преддверия, закрытое стремечком, и окно улитки, закрытое тонкой внутренней барабанной перепонкой. В дорсальной стенке проходит канал лицевого нерва.

Внутреннее ухо расположено в скалистой части каменистой кости, представлено костным лабиринтом, в котором расположен перепончатый лабиринт включает костную улитку, три костных полукружных канала и костное преддверие. Перепончатый лабиринт включает в себе три перепончатых полукружных канала, овальный и круглые мешочки и перепончатую улитку. Перепончатый лабиринт заполнен эндолимфой и замкнут.

Колебания наружной барабанной перепонки через систему косточек среднего уха передаются на овальное окошечко и вызывают движение пирамиды внутри костного лабиринта, вызывая колебания перепончатого лабиринта и эндолимфы внутри его. Колебания эндолимфы улавливают

основная мембрана, покровная пластинка и слуховые клетки, в которых разветвляются дендриты слухового нерва.

Органы вкуса и обоняния

Рецепторный аппарат вкусового анализатора, воспринимающий вкусовые раздражения, находятся во вкусовых луковицах листовидных, валиковидных, грибовидных сосочков, расположенных на боковых поверхностях языка.

Во вкусовых клетках луковиц, поддерживаемых опорными клетками, при попадании пищи возникает нервный процесс возбуждения. Изолированные раздражители действуют на отдельные сосочки: валиковидные, воспринимающие горький вкус, грибовидные - сладкий.

При помощи обоняния животные находят пищу, спасаются от врага, метят территорию, узнают полового партнера. Рецепторный аппарат обонятельного анализатора находится в обонятельной области слизистой оболочки лабиринта решетчатой кости. Обонятельные рецепторы – клетки, непосредственно воспринимающие запах. Запахи, поступающие вдыхаемым воздухом через нос или хоаны во время еды, вызывают раздражение обонятельных клеток и возникновение нервного импульса. По обонятельному нерву он поступает в обонятельные луковицы, а оттуда полуобработанная информация поступает в мозговые центры, где формируется ощущение действующего запаха.

Кожный анализатор

Рецепторы кожи могут воспринимать раздражители контактные и дистантные, тепло, холод, слабые и сильные от соприкосновения, давления и связанные с ощущением боли.

Чувство боли является одним из защитных приспособлений живого организма.

Оно предупреждает организм о грозящей ему опасности. Чувство боли возникает в нервных клетках коры головного мозга, в частности в теменных долях, куда доходят болевые сигналы по нервным проводникам от рецепторного аппарата, воспринимающего болевые раздражения. В коре не только формируется чувство боли, но и вырабатываются акты поведения, облегчающие боль. Кожные рецепторы, воспринимающие температуру внешней среды, играют важную роль для рефлекторного регулирования температуры тела организма.

2.8. Дерматология. Кожа. Строение кожи

Кожанный покров – это плотная, прочная и эластичная наружная оболочка тела животного, повторяющая рельеф мышц и костей. В коже выделяют три слоя: поверхностный – эпидермис, средний – основа кожи, или дерма и глубокий подкожный слой.

Эпидермис состоит из плоского многослойного эпителия, расположенного в несколько слоев. Глубокий слой призматических клеток непрерывно размножается и в клетках откладывается пигмент. Роговой или поверхностный слой состоит из плоских ороговевших безъядерных клеток, которые постепенно отмирают и слущиваются, образуя чешуйки.

Основа кожи состоит из сосочкового и сетчатого слоев. Сосочковый слой лежит под эпидермисом, от которого отделен мембраной. В сосочках располагается густая сеть кровеносных сосудов и нервных окончаний. Сосочковый слой построен из эластических волокон, рыхлой и ретикулярной тканей. Сетчатый слой образован плотной соединительной тканью с преобладанием коллагеновых и эластических волокон. В дерме располагаются корни волос, сальные и потовые железы, а также гладкие мышцы и пигментные клетки.

Подкожный слой состоит из рыхлой соединительной ткани, в промежутках между волокнами которой находится жировая ткань – подкожная жировая клетчатка. У свиней после убоя подкожный жир (шпик) используют как самостоятельный продукт в колбасном производстве.

Функции кожи очень разнообразны. Она представляет собой рецепторное поле, которое воспринимает раздражение и устанавливает таким образом связь организма с внешней средой. Кровеносные сосуды и капилляры кожи осуществляют регуляцию температуры тела, кожное дыхание и депонирование крови.

Дыхательная функция кожи осуществляется за счет выделения диоксида углерода и поступления кислорода из воздуха в кровь.

Выделительная функция кожи осуществляется потовыми, сальными и молочными железами.

Специфические железы, расположенные в коже, выполняют секреторную функцию. Секрет этих желез является одним из источников обонятельных сигналов и обуславливает поведение животных. При помощи запахов они могут распознавать принадлежность особи к определенному виду.

Кожный покров защищает организм от вредных воздействий, микроорганизмов, низких и высоких температур, высыхания.

Толщина кожи зависит от возраста, пола, породы и продуктивности животного. У молодых она тоньше, чем у взрослых; у самок тоньше, чем у самцов, у молочного скота тоньше, чем у мясного. Толщина подкожного слоя у крупного рогатого скота достигает 15% общей толщины кожи, а у откормленных животных и в особенности свиней он может во много раз превышать толщину кожи.

Прочность и толщина кожи зависят также от места нахождения ее на теле животного. Так на спине, пояснице, крестце она толще и прочнее, чем на животе; на наружной стороне конечностей толще, чем на внутренней. Тонкая

кожа лежит позади ушной раковины, на шее, под мышкой, в области коленной (щуп) и хвостовой складок. В этих местах она хорошо собирается в складки и прощупывается благодаря развитому подкожному слою рыхлой клетчатки.

Раздел 3. Физиология органов и систем органов организма животных.

Живой организм представляет собой самостоятельно существующую единицу органического мира, обладающую способностью к *самообновлению, самовоспроизведению и саморегуляции* и реагирующую как единое целое на различные воздействия со стороны внешней или внутренней его среды.

Несмотря на то, что многоклеточный животный организм существует в непосредственной взаимосвязи и взаимодействии с окружающей его внешней средой, многие факторы которой изменяются в широких пределах, все же внешней средой для его клеток является омывающая их **межклеточная (тканевая или интерстициальная) жидкость**, химический состав и физико-химические свойства которой в норме изменяются в довольно узких пределах, совместимых с жизнью клеток. Эта межклеточная жидкость, в свою очередь, находится в постоянной взаимосвязи как с внутриклеточной жидкостью, так и с внутрисосудистой жидкостью. Таким образом, в многоклеточном животном организме существует собственная водная среда, составляющая большую часть от его массы тела. Так, у молодого взрослого человека 18% массы тела составляют белки и родственные соединения, 7% - минеральные вещества и 15% - жиры. Остальные 60% от массы тела приходятся на долю воды (у новорожденного ребенка вода составляет около 90% от массы тела). Внутренняя вода содержится в самих клетках (внутриклеточная жидкость, составляет 40% от массы тела), в межклеточных пространствах (межклеточная или интерстициальная жидкость), а также в кровеносном и лимфатическом руслах организма человека. Причем концентрация растворенных солей во внутренней водной среде организма несколько меньше таковой нынешней морской воды и близка к воде первичного мирового океана, в котором предположительно зародилась жизнь.

3.1. Физиология кровообращения

Кровообращение — это движение крови по сосудам, обеспечивающее обмен веществ между всеми тканями организма и внешней средой. Система органов кровообращения включает сердце и кровеносные сосуды.

Сердце (cor, kardia) — центральный орган крово- и лимфообращения, расположенный в грудной полости от III до VI—VII ребер, внутри околосердечной сумки (pericardium). Сердце составляет от 0,4 до 1 % массы тела. Стенка сердца состоит из трех слоев: внутреннего (эндокарда), среднего

(миокарда) и наружного (эпикарда). По форме сердце представляет собой полое конусовидное образование, в котором различают верхушку (направлена вниз и назад) и основание (направлено вперед и вверх). Сердце млекопитающих четырехкамерное. В основании расположены два предсердия (правое и левое), а большую часть сердца образуют два желудочка (правый и левый), разделенных межжелудочковой перегородкой. Мышечная оболочка сердца (миокард) в области предсердий имеет два слоя поперечно-полосатой мускулатуры, а в области желудочков — пять слоев. Мышцы прикрепляются к особому фиброзному скелету сердца, представленному четырьмя фиброзными кольцами, два из которых расположены между предсердиями и желудочками, а два — в устье артериальных сосудов. Сердце имеет специальный клапанный аппарат, который способствует одностороннему движению крови. Этот аппарат состоит из четырех клапанов: двух створчатых — между предсердиями и желудочками (справа трехстворчатый, слева двухстворчатый, или митральный) и двух кармашковых (полулунных) в устье артериальных сосудов.

Сердечная мышца характеризуется четырьмя свойствами:

автоматия — способность ритмически сокращаться под влиянием импульсов, возникающих в самой сердечной мышце, и возможна благодаря наличию особого нервно-мышечного аппарата, состоящего из синоатриального, атриовентрикулярного узлов и пучка Гиса;

возбудимость — возникновение импульса возбуждения при действии раздражителя;

проводимость — распространение возбуждения от синоатриального узла по всему сердцу;

сократимость — способность отвечать сокращением только на одиночный импульс возбуждения.

Деятельность сердца происходит циклично. В сердечном цикле выделяют период сокращения (систола), который составляет 40 % длительности сердечного цикла, и период расслабления (диастола) — 60 % длительности сердечного цикла.

Минутный объем кровотока — количество крови, выбрасываемое желудочком сердца (правым или левым) в 1 мин (у лошади 20—30 л, крупного рогатого скота до 35 л, у мелкого рогатого скота до 4 л, у собак до 1,5 л).

Систолический объем кровотока — количество крови, выбрасываемой желудочком сердца за одну систолу (вычисляется как частное при делении минутного объема на количество сокращений в 1 мин). Этот показатель у лошадей составляет 850 мл, у крупного рогатого скота — 580 мл, у мелкого рогатого скота — 55 мл, у собак — 14—25 мл.

Регуляция работы сердца обеспечивается нервными и гуморальными механизмами. Нервные механизмы регуляции связаны с деятельностью вегетативной нервной системы и наличием в некоторых сосудах рефлексогенных зон (скоплением хемо- и прессосенсорных рецепторов). Гуморальные механизмы регуляции осуществляются за счет гормонов мозгового вещества надпочечников и щитовидной железы, а также ионов калия (урежают и ослабляют сердечные сокращения), кальция (стимулируют сердечные сокращения) и других химических веществ.

Кровеносные сосуды представляют собой систему полых трубок, которые сгруппированы в два круга кровообращения — большой и малый. Стенка сосудов состоит из трех слоев: внутреннего (*tunica intima*), среднего (*tunica media*) и наружного (*tunica adventicia*). В артериальных сосудах хорошо развит средний слой, в котором присутствуют мышечные и эластические компоненты. Венозная система в два-три раза объемнее артериальной. Наибольшего развития в венозных сосудах получает наружная оболочка. Малый (функциональный) круг кровообращения начинается в правом желудочке сердца общим стволом легочных артерий, который в паренхиме легких распадается на сеть капилляров, переходящих в легочные вены, которые несут кровь в левое предсердие. Большой (системный) круг кровообращения начинается из левого желудочка и складывается из следующих сосудов: аорты, магистральных артерий, капилляров, магистральных вен, образующих два венозных бассейна (краниальной и каудальной полых вен), которые несут кровь в правое предсердие. Аорта начинается дугой, от которой отходит справа плечеголовной ствол, несущий кровь к голове, правой половине шеи и правой грудной конечности. Дуга продолжается каудально в грудную, брюшную, срединную крестцовую и срединную хвостовую артерии.

Движение крови по сосудам происходит благодаря работе сердца, упруго-эластическим свойствам артериальных стенок, присасывающей роли грудной полости (в ней имеется отрицательное давление), клапанному аппарату вен (складки внутреннего слоя сосудистой стенки) и работе мышц. Движение крови по сосудам (кровоток) характеризуется такими параметрами, как скорость движения, кровяное давление, ритмическое сокращение артериальной стенки (пульс). Эти параметры соответствуют законам гидродинамики (в частности, закону Бернулли, который устанавливает зависимость между диаметром сосуда, давлением и скоростью движения). Так, в артериях, имеющих минимальный суммарный диаметр, наблюдаются максимальное давление и скорость кровотока. Регуляция кровотока сводится к изменению диаметра сосудов, которые находятся в постоянном тонусе, и количества циркулирующей крови. В этом процессе принимают участие вегетативная нервная система и рефлексогенные сосудистые зоны (нервная регуляция), а также гормоны надпочечников, гипофиза, почек и медиаторы центральной нервной системы (вещества, участвующие в передаче нервного импульса). В состоянии покоя около

половины всей массы крови находится в кровяных депо: 20 % в печени, 16% в селезенке и 10% в подкожной клетчатке.

3.2. Физиология дыхания

Оптимальный для метаболизма газовый состав организма - относительное постоянство диоксида углерода и кислорода в альвеолярном воздухе, крови и тканях - обеспечивает система дыхания. Системой дыхания называют исполнительные органы системы дыхания и механизмы регуляции поддержания оптимального для метаболизма газового состава организма. В процессе метаболизма в клетках тканей постоянно используется кислород и образуется диоксид углерода. Система дыхания обеспечивает снабжение тканей кислородом и удаление диоксида углерода.

Исполнительные органы системы дыхания, следующие:

мышцы инспираторные - диафрагма, наружные косые межреберные мышцы и др.;

мышцы экспираторные - внутренние косые межреберные мышцы, мышцы брюшной стенки и др.;

грудная клетка; плевра;

бронхи и легкие;

трахея, гортань, носоглотка, носовые ходы - воздухоносные пути; сердце и сосуды;

кровь.

Воздухоносные пути. Обеспечивают прохождение воздуха в легкие из окружающей среды. Проходя через них, вдыхаемый воздух увлажняется, согревается или охлаждается, очищается от пыли и микроорганизмов. Слизистая оболочка стенки воздухоносных путей покрыта слизью; трахею и бронхи выстилает мерцательный эпителий. Поступающий воздух контактирует со слизью, к которой прилипают частицы из воздуха и микроорганизмы; движением мерцательного эпителия слизь продвигается по направлению к носоглотке.

Функциональной единицей легких является альвеола - легочный пузырек. Альвеола имеет полушаровидную форму, малую толщину стенки. Внутренняя поверхность альвеолы выстлана эпителием, находящимся на базальной мембране; снаружи она густо оплетена легочными капиллярами. Внутренняя поверхность альвеол покрыта пленкой сурфактанта, которая препятствует слипанию стенок их в период выдоха. Легочные пузырьки расположены на концах разветвленных бронхиол, переходящих в два бронха. Альвеолы образуют губчатую массу легких. Легкие обеспечивают газообмен между воздухом и кровью, т.е. обмен кислорода и диоксида углерода.

Дыхание - совокупность физиологических процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода и удаление диоксида углерода, т.е. поддержание относительного постоянства диоксида углерода и кислорода в альвеолярном воздухе, крови и тканях.

Дыхание включает в себя следующие физиологические процессы:

обмен газами между внешней средой и смесью газов в альвеолах; обмен газами между альвеолярным воздухом и газами крови; транспорт газов кровью; обмен газами между кровью и тканями; использование кислорода тканями и образование диоксида углерода.

Обмен газами между внешней средой и смесью газов в альвеолах. Процесс обмена газами между внешней средой и смесью газов в альвеолах называется легочной вентиляцией. Обмен газами обеспечивается за счет дыхательных движений - актов вдоха и выдоха. При вдохе происходит увеличение объема грудной клетки, понижение давления в плевральной полости и, как следствие, поступление воздуха из внешней среды в легкие. При выдохе объем грудной клетки уменьшается, давление воздуха в легких повышается, и в результате альвеолярный воздух вытесняется из легких наружу.

Механизм вдоха и выдоха.

Вдох и выдох происходят потому, что объем грудной полости изменяется, то увеличиваясь, то уменьшаясь. Легкие - губчатая масса, состоящая из альвеол, не содержит мышечной ткани. Они не могут сокращаться. Дыхательные движения совершаются с помощью межреберных и других дыхательных мышц и диафрагмы.

При вдохе одновременно сокращаются наружные косые межреберные мышцы и другие мышцы груди и плечевого пояса, что обеспечивает поднятие или отведение ребер, а также диафрагма, которая смещается в сторону брюшной полости. В результате объем грудной клетки увеличивается, понижается давление в плевральной полости и в легких и, как следствие, воздух из окружающей среды поступает в легкие. Во вдыхаемом воздухе содержится 20,97% кислорода, 0,03% диоксида углерода и 79% азота.

При выдохе одновременно сокращаются экспираторные мышцы, что обеспечивает возвращение ребер в положение до вдоха. Диафрагма возвращается в положение до вдоха. При этом уменьшается объем грудной клетки, повышается давление в плевральной полости и в легких и часть альвеолярного воздуха вытесняется. В выдыхаемом воздухе содержится 16% кислорода, 4% диоксида углерода, 79% азота.

У животных различают три типа дыхания: реберный, или грудной, - при вдохе преобладает отведение ребер в стороны и вперед; диафрагмальный, или брюшной, - вдох происходит преимущественно за счет сокращения диафрагмы; ребернобрюшной - вдох за счет сокращения межреберных мышц, диафрагмы и брюшных мышц.

Обмен газами между альвеолярным воздухом и газами крови. Обмен газов в легких между альвеолярным воздухом и кровью капилляров малого круга кровообращения осуществляется вследствие разности парциального давления этих газов. Концентрация кислорода в альвеолярном воздухе значительно выше, чем в венозной крови, движущейся по капиллярам. Кислород вследствие разности парциального давления по закону диффузии

легко переходит из альвеол в кровь, обогащая ее. Кровь становится артериальной. Концентрация диоксида углерода гораздо выше в венозной крови, чем в альвеолярном воздухе. Диоксид углерода вследствие разности напряжения его в крови и парциального его давления в альвеолярном воздухе по закону диффузии проникает из крови в альвеолы. Состав альвеолярного воздуха постоянен: около 14,5% кислорода и 5,5% диоксида углерода.

Газообмену в легких способствует большая поверхность альвеол и тонкий слой мембраны из эндотелиальных клеток капилляров и плоского альвеолярного эпителия, разделяющей газовую среду и кровь. В течение суток из альвеол в кровь переходит у коровы около 5000 л кислорода и из крови в альвеолярный воздух поступает около 4300 л диоксида углерода.

Транспорт газов кровью. Кислород, проникнув в кровь, соединяется с гемоглобином эритроцитов и в виде оксигемоглобина транспортируется артериальной кровью до тканей. В артериальной крови содержится 16... 19 объемных процентов кислорода и 52...57 об. % диоксида углерода.

Диоксид углерода поступает из тканей в кровь, плазму и затем в эритроциты. Часть его образует химическое соединение с гемоглобином - карбогемоглобин, а другая под действием фермента карбоангидразы, который содержится в эритроцитах, образует соединение - угольную кислоту, которая быстро диссоциирует на ионы H^+ и HCO_3^- . Из эритроцитов HCO_3^- поступает в плазму крови, где соединяется с $NaCl$ или KCl , образуя соли угольной кислоты: $NaHCO_3$, $KHCO_3$. Около 2,5 об. % CO_2 находится в плазме в состоянии физического растворения. В виде этих соединений диоксид углерода транспортируется венозной кровью от тканей к легким. В венозной крови содержится 58...63 об. % диоксида углерода и 12 об. % кислорода.

Обмен газов между кровью и тканями. В тканях кислород освобождается из непрочного соединения с гемоглобином эритроцитов и по закону диффузии легко проникает в клетки, так как концентрация кислорода в артериальной крови значительно выше, чем в тканях. Здесь кислород используется на окисление органических соединений с образованием диоксида углерода. Концентрация диоксида углерода в тканях возрастает и становится значительно выше, чем в притекающей к ним крови. Напряжение диоксида углерода составляет 60 мм рт. ст. в тканях и 40 мм рт. ст. в артериальной крови, поэтому по закону диффузии он переходит из тканей в кровь. Она насыщается диоксидом углерода, т.е. становится венозной.

Показатели системы дыхания

Деятельность системы дыхания характеризуют определенные внешние показатели.

Частота дыхательных движений за 1 мин. У лошади она составляет 8...16, крупного рогатого скота - 10...30, овцы - 10... 20, свиньи - 8...18, кролика - 15...30, собаки - 10...30, кошки - 20...30, птицы - 18...34, а у человека 12...18 движений в минуту. Четыре первичных легочных объема: дыхательный, резервный вдоха, резервный выдоха, остаточный объем. Соответственно у крупного рогатого скота и лошади приблизительно 5...6 л, 73

12...18, 10...12, 10...12 л. Четыре емкости легких: общая, жизненная, вдоха, функциональная остаточная. Минутный объем. У крупного рогатого скота - 21...30 л и лошади - 40...60 л. Содержание кислорода и диоксида углерода в выдыхаемом воздухе. Напряжение кислорода и диоксида углерода в крови.

Регуляция дыхания

Под регуляцией дыхания понимают поддержание оптимального содержания кислорода и диоксида углерода в альвеолярном воздухе и в крови за счет изменения частоты и глубины дыхательных движений. Частота и глубина дыхательных движений обусловлены ритмом и силой генерации импульсов в дыхательном центре, расположенном в продолговатом мозге, в зависимости от его возбудимости. Возбудимость определяется напряжением диоксида углерода в крови и потоком импульсов с рецепторных зон сосудов, дыхательных путей, мышц.

Регуляция частоты дыхательных движений. Регуляция частоты дыхательных движений осуществляется центром дыхания, который включает в себя центры вдоха, выдоха и пневмотаксиса; центру вдоха принадлежит главная роль. В центре вдоха ритмически залпами рождаются импульсы в единицу времени, определяя частоту дыхания. Импульсы из центра вдоха поступают к дыхательным мышцам и диафрагме, вызывая вдох такой продолжительности и глубины, который соответствует сложившимся условиям и характеризуется определенным объемом поступившего в легкие воздуха, силой сокращения дыхательных мышц. Количество импульсов, рожденных в центре вдоха в единицу времени, зависит от его возбудимости: чем выше возбудимость, тем чаще рождаются импульсы, а значит, и чаще дыхательные движения.

Регуляция смены вдоха выдохом, выдоха вдохом. Регуляция смены вдоха выдохом, выдоха вдохом осуществляется рефлекторно. Возбуждение, возникающее в центре вдоха, обеспечивает акт вдоха, который сопровождается растяжением легких и возбуждением механорецепторов легочных альвеол. Импульсы с рецепторов по афферентным волокнам блуждающих нервов поступают уже в центр выдоха и возбуждают его нейроны. Одновременно непосредственно через центр пневмотаксиса центр вдоха также возбуждает центр выдоха. Нейроны центра выдоха, возбуждаясь, по законам реципрокных отношений тормозят активность нейронов центра вдоха, и вдох прекращается. Центр выдоха посылает информацию к мышцам экспираторам, вызывает их сокращение, и осуществляется акт выдоха. Так происходит чередование вдоха и выдоха. Количество залпов импульсов, поступающих из центра вдоха в единицу времени, и сила этих залпов зависят от возбудимости нейронов центра дыхания, специфики обмена веществ, особой чувствительности нейронов к окружающей их гуморальной среде, к поступающей информации с хеморецепторов сосудов, дыхательных путей и легких, мышц и пищеварительного аппарата. Избыток в крови и альвеолярном воздухе диоксида углерода и недостаток кислорода, усиление потребления кислорода и образования диоксида углерода в мышцах и других органах при усилении их деятельности вызывают следующие реакции:

повышение возбудимости дыхательного центра, увеличение частоты рождения импульсов в центре вдоха, учащение дыхания и, как следствие, восстановление оптимального содержания кислорода и диоксида углерода в альвеолярном воздухе и крови. И наоборот, избыток в крови и альвеолярном воздухе кислорода ведет к урежению дыхательных движений и уменьшению вентиляции легких. В связи с приспособлением к изменившимся условиям число дыхательных движений у животных может увеличиться в 4...5 раз, дыхательный объем воздуха в 4...8 раз, минутный объем дыхания в 10...25 раз.

3.3. Физиология пищеварения

Для роста и развития организма животного необходим пластический материал, а для осуществления различных физиологических процессов — энергия. Источником пластического материала и энергии служит корм. В состав корма входят питательные вещества, минеральные соли, витамины и вода. Питательные вещества — это сложные органические соединения и в таком виде организмом не усваиваются. Они должны быть переведены в более простые растворимые соединения, что происходит в процессе пищеварения органами системы пищеварения. Системой пищеварения называют исполнительные органы системы пищеварения: губы, язык, жевательные мышцы, челюсти, зубы, слюнные железы, глотка, пищевод, желудок с желудочными железами, тонкий и толстый кишечник с кишечными железами, печень, поджелудочная железа и механизмы регуляции процессов физико-химического превращения корма и всасывания конечных продуктов гидролиза, минеральных веществ, витаминов и воды.

Пищеварение — это совокупность процессов механического и химического превращения корма до такого состояния питательных и биологически активных веществ, в котором они могут всосаться в кровь и лимфу.

Механическое превращение корма — это измельчение, расплющивание, растирание его до состояния кашицы с помощью зубов и мышц пищеварительного аппарата. Химическое превращение корма происходит с помощью ферментов пищеварительных соков желез пищеварительного аппарата, ферментов микроорганизмов и корма. Ферменты — это вещества белковой природы, являющиеся биологическими катализаторами. Все они относятся к белкам типа глобулинов; оказывают свое действие в достаточно малых концентрациях, ускоряя течение химической реакции. Различают простые и сложные ферменты. У последних имеется белковая часть и небелковый компонент, определяющий активность молекулы фермента и осуществляющий контакт между апоферментом и субстратом — веществом, на которое действует фермент. Коферменты могут быть представлены органическими веществами или неорганическими. Ферменты специфичны, т. е. действуют только на вещество определенного

химического строения, зависят от pH и температуры среды. Выделены три группы ферментов: протеолитические — расщепляют белки; гликолитические — расщепляют углеводы; липолитические — расщепляют жиры.

Прием корма

Пищеварению предшествует акт приема корма. В нем участвуют следующие исполнительные органы: губы, язык, жевательные мышцы, челюсти, зубы, слюнные железы, глотка, пищевод, желудок. В этом процессе принимают участие кроме органов пищеварения органы движения. Система обеспечивает поиск и прием корма, удовлетворение потребностей организма в питательных, минеральных веществах, витаминах и воде. Поиск корма обусловлен чувством голода и связан со зрительной, обонятельной, вкусовой рецепциями, осязанием его языком и губами. Поедание корма состоит из захвата его языком, губами и зубами, пережевывания, увлажнения слюной, проглатывания и продвижения по пищеводу. Захваченная порция корма направляется на поверхность зубов и пережевывается. Жевание завершается формированием пищевого кома, который проглатывается, поступает через глотку в пищевод и по пищеводу в желудок.

Число жевательных движений при пережевывании грубых кормов у крупного рогатого скота более 15 тыс., у овец — 12 тыс. Крупный рогатый скот корм захватывает языком, направляет на резцы нижней челюсти, сдавливает между резцами нижней челюсти и зубной пластиной резцовой кости и рывком головы отрывает захваченную часть. Концентраты, корнеплоды и клубнеплоды из кормушки захватываются также губами и зубами. Захваченная порция корма пережевывается. Животное совершает 22...30 жевательных движений в зависимости от объема, структуры и состава порции корма. При приеме грубых кормов число жевательных движений больше. Время пережевывания одной порции составляет 20...50 с. Тщательно пережевывают корм свиньи. Прием корма у них сопровождается чавканьем вследствие выхода воздуха, попадающего при жевании в ротовую полость через открытые щели рта.

Лошади пережевывают корм длительно и тщательно. У них отмечают функциональную асимметрию жевания: жуют на одной стороне челюстей, затем через 30...60 мин меняют сторону жевания. Лошадь пережевывает 1 кг овса за 8...9 мин; на формирование пищевого кома затрачивает около 50 жевательных движений.

У жвачных животных после приема корма происходит отрыгивание и повторное пережевывание принятого корма — жвачка. Жвачка — приспособительная реакция у жвачных животных, проявляющаяся в отрыгивании поверхностно пережеванных порций корма из рубца, повторном пережевывании и проглатывании их, что обеспечивает

дальнейшее переваривание принимаемых растительных кормов. Жвачка осуществляется периодами; в течение суток 6...8 периодов по 14...50 мин. Каждый жвачный период состоит из отдельных жвачных циклов: 8...40 циклов в периоде. Каждый цикл состоит из трех фаз: отрыгивание порции корма из пищеводной области рубца через пищевод обратно в ротовую полость, пережевывание этой порции, проглатывание повторно пережеванной порции корма. Крупный рогатый скот совершает при пережевывании каждой порции отрыгнутого корма 40...60 жевательных движений, овцы — 50...60.

Физико-химическое превращение питательных веществ в пищеварительном аппарате

Пищеварение в различных отделах пищеварительного аппарата имеет свои особенности. Различают ротовое, желудочное и кишечное пищеварение.

Пищеварения в ротовой полости

В ротовой полости некоторое количество веществ принятого корма подвергается превращению благодаря жеванию и секреторной деятельности слюнных желез. Корм в ней задерживается недолго. Ротовое пищеварение завершается формированием и проглатыванием пищевого кома. Жевание. Осуществляется у животных движениями нижней челюсти относительно верхней то на одной, то на другой стороне при закрытой ротовой щели. Корм раздавливается между поверхностями коренных зубов. Число жевательных движений зависит от физических свойств принятого корма. Животные на пережевывание корма затрачивают 22...60 жевательных движений. Язык перемещает корм во время пережевывания. Секреторная функция слюнных желез. В ротовую полость у животных открываются протоки следующих слюнных желез: парных околоушных, подъязычных и подчелюстных, а также масса мелких нижних, верхних и задних щечных, губных. Секрет слюнных желез — слюна. Слюна — жидкий секрет щелочной реакции. Смачивает пищу и участвует в ее химическом превращении за счет гликолитических ферментов — амилазы и глюкозидазы. Слюна содержит воду, неорганические и органические вещества.

В ротовой полости химическому превращению подвергаются углеводы — крахмал, мальтоза. Превращается небольшое количество углеводов, так как пища находится во рту непродолжительное время. Под действием фермента амилазы крахмал расщепляется до мальтозы. Под действием глюкозидазы мальтоза гидролизруется до глюкозы, которая частично всасывается уже в ротовой полости. Чем дольше пережевывается корм, тем больше образуется глюкозы и больше ее всасывается.

Слюнные железы возбуждаются и выделяют слюну уже в первую минуту после начала поедания корма и продолжают свою деятельность в течение всего приема корма и ротового пищеварения. Например, у крупного

рогатого скота объем слюны 60 л, лошадей — 40, свиней — 15 л. Глотав е. Ротовое пищеварение завершается измельчением корма, фс эмированием пищевого кома, его ослюнением и проглатыванием при этом пищевой ком поступает через глотку и по пищеводу в прикрывает путь в гортань. Пищевой ком за счет смыкания челюстей и усиленного надавливания корня языка на заднюю часть нёба быстро продвигается через глотку. Перистальтическими сокращениями стенки пищевода пищевой ком продвигается по пищеводу в желудок.

Пищеварение в желудке

Настоящее пищеварение принятого корма начинается в желудке. Пищеварение в желудке связано с секреторной деятельностью желудочных желез, двигательной активностью мышц желудка и деятельностью кардиального и пилорического сфинктеров его.

Секреторная деятельность желудочных желез. В слизистой оболочке стенки желудка находится большое количество желез, состоящих из трех видов клеток — главных, обкладочных и добавочных, три секреторные зоны

— кардиальная с железами из добавочных клеток, фундальная с железами из обкладочных, главных и добавочных клеток, пилорическая с железами из главных и добавочных клеток. Желудочные железы основной фундальной зоны вырабатывают кислый желудочный сок. Желудочный сок содержит воду, свободную и связанную соляную кислоту, неорганические и органические вещества — ферменты, белки, аминокислоты и другие, слизь. Основные ферменты желудочного сока — пепсины, реннин, желудочная липаза — продуцируются главными клетками. Пепсины расщепляют белки до пептидов, альбумоз и пептонов, частично аминокислот, последних образуется мало. Действие пепсинов возможно только *в кислой среде; они вырабатываются в форме пепсиногенов — неактивной форме и активируются соляной кислотой до пепсинов. Соляная кислота также вызывает набухание и денатурацию белка, что способствует ферментации. Реннин превращает белок молока казеиноген в казеин, т. е. створаживает молоко, что особенно важно у новорожденных животных. Желудочная липаза расщепляет жиры молока до глицерина и жирных кислот. Корм, попадая в желудок, пропитывается желудочным соком постепенно. Поэтому расщепление белков начинается в поверхностном слое пищевого кома, а в глубине его временно под действием гликолитических ферментов слюны происходит расщепление крахмала и мальтозы. Когда вся пищевая масса пропитается кислым желудочным соком, действие ферментов слюны прекращается.

Сократительная деятельность желудка. Она обеспечивает депонирование в желудке принятого корма, перемешивание его с желудочным соком, передвижение содержимого в желудке и изгнание порциями желудочного содержимого в двенадцатиперстную кишку. Эти процессы обеспечиваются благодаря особым свойствам гладких мышц

желудка. Желудок осуществляет благодаря своим мышцам разнообразные сокращения: тонические, перистальтические и систолические. Поступление пищевых масс в желудок сопровождается его растяжением и слабыми перистальтическими сокращениями. Через некоторое время перистальтика желудка усиливается — начинается у кардиального сфинктера и заканчивается у пилорического, обеспечивая перемешивание поверхностного слоя содержимого. Одновременно происходят тонические сокращения, способствующие пропитыванию содержимого желудочным соком. Систолические сокращения обеспечивают изгнание содержимого из пилорической части желудка в кишечник.

Желудочное пищеварение, возбуждение желудочных желез и выделение желудочного сока начинается через 10 мин после начала приема корма. Максимум возбуждения и выделения сока наступает к концу первого часа, высокий уровень секреции удерживается 4...8 ч. Корм задерживается в желудке на 4...8 ч, но уже с первых минут пищеварения пищевая масса из желудка начинает поступать в кишечник. В первые 3...4 ч в кишечник из желудка переходит 60% содержимого желудка.

Особенности желудочного пищеварения у лошади

Желудок у лошади относительно небольшой. Первые порции корма распределяются по периферии, последующие втискиваются в середину и раздвигают стенки желудка. Послойное расположение корма происходит и в пилорической части желудка. Потребляемая вода по малой кривизне быстро проходит в пилорическую часть желудка и кишечник. Кардиальный и пилорический сфинктеры располагаются на близком расстоянии друг от друга.

При обычном режиме кормления корм в желудке находится постоянно, что вызывает непрерывную секрецию желудочного сока. После приема корма она усиливается.

Сократительная деятельность желудка слабая. Корм не перемешивается по нескольку часов. Желудочный сок, следовательно, не может быстро пропитать содержимое желудка, что способствует длительному развитию гликолитических процессов. В области слепого мешка обитает микрофлора — лактобациллы, стрептококки и дрожжевые грибы. Они обеспечивают бактериальное молочнокислое брожение одновременно с ферментацией белка под влиянием ферментов желудочного сока в фундальной части желудка. В фундальной и пилорической частях желудка постепенно нарастает ферментация белков под действием пепсина. Конечными продуктами бактериального брожения являются молочная, уксусная, масляная кислоты газы — H_2 и CO_2 . В желудке лошади клетчатка не расщепляется, так как отсутствует целлюлозолитическая микрофлора.

С усилением сократительной деятельности желудка в первые часы после кормления постепенно перемешивается содержимое слепого мешка, фундальной и пилорической частей желудка, реакция содержимого становится кислой. В этих условиях действие гликолитических ферментов бактерий прекращается. В кислой среде повышается активность пепсина. Содержание соляной кислоты в желудке составляет 0,1...0,25%. Механизм возбуждения и регуляции секреторной и сократительной деятельности такой же, как у других видов животных. Время интенсивного желудочного пищеварения 6 ч.

Особенности желудочного пищеварения у свиньи

Желудок у свиней однокамерный. Вместимость 6,5...9 л. В областималой кривизны находится безжелезистая зона; вдоль большой кривизны располагается большая кардиальная зона. В начальной части кардиальной зоны имеется выступ — дивертикул. Только в фундальной и пилорической зонах имеются железы. Железы фундальной зоны состоят из обкладочных и главных клеток, которые продуцируют кислый секрет, содержащий соляную кислоту и ферменты пепсиноген, реннин и липазу. В пилорической зоне железы состоят из главных и добавочных клеток, продуцирующих щелочной секрет.

Принимаемый корм располагается послойно и не перемешивается по нескольку часов. Сократительная деятельность желудка после приема корма нарастает постепенно.

Желудочный сок в небольших количествах выделяется постоянно, даже при отсутствии корма в желудке. Кормление усиливает сокоотделение. За сутки при трехразовом кормлении выделяется более 6...9 л желудочного сока.

Начальная фаза желудочного пищеварения — фаза смешанного пищеварения, переваривания белков, липидов и углеводов. По мере пропитывания содержимого желудочным соком эта фаза сменяется на фазу истинного желудочного пищеварения переваривания белков. До 2% легкорастворимых углеводов расщепляется в желудке под действием амилазы и глюкозидазы слюны и бактериального брожения до мальтозы, глюкозы, молочной, масляной и уксусной кислот. В фундальной и пилорической зонах происходит расщепление белков и жиров. У свиней происходит периодический заброс кишечного содержимого в желудок — регургитация.

Эвакуация содержимого из желудка в кишечник наиболее интенсивно происходит в первые 3 ч. Время желудочного пищеварения около 9 ч.

Особенности желудочного пищеварения у жвачных

Желудок у жвачных сложный многокамерный. Состоит из рубца, сетки, книжки и сычуга — истинного желудка. Рубец, сетка, книжка —

преджелудки, не имеют желез, образующих пищеварительный сок, слизистая оболочка их покрыта многослойным ороговевающим эпителием и образует выступы — сосочки в рубце, складки в сетке, листочки в книжке. Вместимость рубца у коровы в среднем 140 л, у овец — 16 л, сетки, соответственно—8 и 0,8 л, книжки — 12 и 1 л, сычуга — 15 и 1,5 л. В преджелудках претерпевают превращения белки, жиры и углеводы под действием внутриклеточных и внеклеточных ферментов микроорганизмов — бактерий, простейших и грибов. Преобладают целлюлозолитические и протеолитические бактерии, много и бактерий, расщепляющих небелковые азотистые продукты, крахмал, липиды, сбраживающие глюкозу.

Простейших содержится меньше, они также обладают высокой протеолитической, гликолитической и липолитической способностью. Под влиянием протеиназ и пептидаз белки расщепляются сначала до пептидов, затем до аминокислот. Большая часть аминокислот дезаминирует с образованием аммиака. Аммиак используется микроорганизмами для синтеза собственных белков в связи с размножением. Микроорганизмы синтезируют протоплазматические углеводы, фосфолипиды. Аммиак всасывается в крови в печени превращается в мочевины, которая через кровь снова поступает через стенку и со слюной в рубец, где под действием фермента бактерий уреазы расщепляется, превращаясь в аммиак, который используют микроорганизмы.

Крахмал, дисахариды и другие углеводы гликолитическими ферментами микроорганизмов расщепляются до моносахаридов. Клетчатка под действием фермента целлюлазы целлюлозолитических бактерий расщепляется вначале до целлобиозы, затем до глюкозы. Глюкоза подвергается сбраживанию до низкомолекулярных жирных кислот — уксусной, пропионовой, масляной. Летучие жирные кислоты всасываются в кровь и используются как источник энергии.

Липиды подвергаются действию липолитических бактерий, расщепляются на моноглицериды, жирные кислоты, глицерин. Глицерин сбраживается с образованием летучих жирных кислот. Жирные кислоты подвергаются гидрогенизации, превращаясь в насыщенные кислоты, которые используют микроорганизмы для синтеза липидов. Микроорганизмы синтезируют водорастворимые витамины.

Ферментация корма в преджелудках сопровождается образованием газов: CO_2 , CH_4 , N_2 , O_2 , H_2 . Образующиеся газы отрываются, создают оптимальную для микроорганизмов газовую среду.

Пищеварение в преджелудках сопровождается их сократительной деятельностью. Сократительная деятельность осуществляется циклами: сокращается сетка, за ней преддверие рубца, далее доальный мешок, вентральный мешок, каудодорсальный и каудовентральный выступы рубца. Через 2...3 цикла сокращается книжка. Количество циклов 7... 14 за 5 мин. Пищеварение в преджелудках связано со жвачным процессом —

отрыгиванием из преджелудков порциями принятого корма, повторным пережевыванием и проглатыванием. Жвачный процесс осуществляется периодами: 8... 16 раз в сутки, продолжительность 30...50 мин. Значительная часть конечных продуктов ферментации в преджелудках всасывается. Регуляция всех процессов осуществляется рефлекторно с рецепторов преджелудков через блуждающие и чревные нервы, нервный центр, расположенный в продолговатом мозге и вышележащих отделах головного мозга.

Рефлекторно с хеморецепторов слизистой оболочки преджелудков, обуславливается непрерывная секреция слюны околоушными слюнными железами. Слюна нейтрализует кислые продукты, образующиеся при брожении. Так поддерживается близкая к нейтральной реакция содержимого преджелудков.

Пищеварение в кишечнике

Кишечное пищеварение связано с секрецией поджелудочной железы, кишечных желез и печени, с движениями кишечника, деятельностью пилорического, илеоцекального и анальных сфинктеров. Различают пищеварение в тонком и толстом отделах кишечника.

ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ

В тонком кишечнике происходит наиболее интенсивное переваривание пищевых масс, поступающих из желудка. Расщепление белков, жиров и углеводов осуществляется под действием трех пищеварительных соков: поджелудочного сока, желчи и кишечного сока. Выводные протоки печени и поджелудочной железы впадают в 12-перстную кишку. Секреторная деятельность поджелудочной железы. Проявляется в образовании и выделении поджелудочного сока — бесцветной жидкости щелочной реакции. В поджелудочном соке содержится много ферментов, расщепляющих белки, жиры и углеводы. Все ферменты поджелудочного сока действуют только в щелочной среде.

Протеолитические ферменты — трипсин, химотрипсин, панкреатопептидаза Е, пептидазы, нуклеазы и др. Основной фермент сока — трипсин расщепляет белки и пептиды до аминокислот. Пептидазы расщепляют пептиды до аминокислот, нуклеазы РНК и ДНК — до моонуклеотидов. Аминокислоты — это конечный продукт расщепления белков. Трипсин вырабатывается в неактивной форме в виде трипсиногена и активируется ферментом кишечного сока энтеропептидазой. Трипсин активирует в активную форму другие протеолитические ферменты поджелудочного сока.

Липолитические ферменты — поджелудочная липаза и фосфолипазы А. Поджелудочная липаза расщепляет жиры, которые поступают в кишечник после предварительного эмульгирования желчью, до глицерина и жирных

кислот. Активность липазы усиливается под влиянием желчи. Фосфолипазы расщепляют фос-фолипиды на свободный глицерин, высшие жирные кислоты, аминоксирт и фосфорную кислоту, Гликолитические ферменты — амилаза, глюкозидаза, фруктофуриридаза, галактозидаза и др. Амилаза расщепляет крахмал до мальтозы, глюкозидаза — мальтозу до глюкозы, фруктофуриридаза — сахарозу до фруктозы и глюкозы, галактозидаза — лактозу до галактозы и глюкозы. Секреторная деятельность печени. Проявляется в образовании и выделении желчь. Желчь постоянно образуется в печеночных клетках и по протокам в желчный пузырь, а из желчного пузыря порциями в 12-перстную кишку во время приема и переваривания пищи. Избыток желчи скапливается в желчном пузыре.

Желчь представляет собой жидкость светло-коричневого цвета; цвет ее зависит от наличия пигмента билирубина или биливердина. Желчь имеет щелочную реакцию. Она содержит желчные кислоты, желчные пигменты и ферменты амилазу, протеазу, фосфатазу и др.

Желчь обеспечивает прежде всего эмульгирование жира, которое приводит к его распаду на огромное количество мельчайших жировых шариков, находящихся в жидкости во взвешенном состоянии, т. е. образует эмульсию. В таком виде жиры легче перевариваются, т. е. на них эффективнее действуют липолитические ферменты пищеварительных соков. Желчь активно влияет на процессы всасывания в тонком кишечнике, усиливает перистальтику кишечника. Жирные кислоты не растворяются в воде, а поэтому не могут всасываться. Желчные кислоты связываются с жирными кислотами, образуя комплексное соединение — мицеллы, которые и транспортируются в эпителиоциты слизистой оболочки кишечника. Секреторная деятельность кишечных желез. Кишечных желез много в тонком кишечнике и мало в толстом кишечнике. Кишечные железы непрерывно в небольших количествах выделяют секрет, называемый кишечным соком. Кишечный сок имеет щелочную реакцию, содержит целый ряд ферментов, расщепляющих белки, — энтеропептидаза, нуклеазы, пептидазы и др., жиры — липаза и углеводы — амилаза, глюкозидаза, фруктофуриридаза, галактозидаза. В целом в тонком кишечнике происходит превращение белков, жиров и углеводов до конечных продуктов и их всасывание.

Поджелудочная и кишечные железы возбуждаются и выделяют пищеварительные соки через 15...30 мин после начала приема корма; максимум возбуждения и выделения соков происходит к концу 2...3-го часа, высокий уровень секреции удерживается в течение 6...18 ч.

Гидролиз питательных веществ в тонком кишечнике происходит как в просвете его, так и на поверхности микроворсинок, которые располагаются на апикальной поверхности кишечных эпителиоцитов ворсинок. Сократительная деятельность тонкого кишечника. В тонком кишечнике

пищевые массы подвергаются не только химической, но и механической обработке. Благодаря движениям кишечника они перемешиваются с пищеварительными соками и перемещаются в направлении толстого кишечника. Различают следующие виды сокращения кишечника — тонические, перистальтические, ритмические, маятникообразные. В тонком кишечнике сокращения более мощные и быстрые, чем в толстом кишечнике. Содержимое тонкого кишечника называется химус.

ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОЛСТОМ КИШЕЧНИКЕ

Содержимое тонкого кишечника — химус через илеоцекальный сфинктер пост пенно продвигается в толстый кишечник. Здесь осуществляется/, но в основном за счет ферментов обитающих в нем бактерий — целлюлозолитических, протеолитических и липолитических. Время пищеварения 18...24 ч.

Начало выделения фекалий через 17,5 ч, максимальное — через 24 ч после приема корма. В слепой и ободочной кишке переваривается 55% клетчатки 35% белков, до 24% углеводов. Всасывается 30% химуса от поступившего объема 90%. Поэтому кал лошадей содержит мало воды. В сутки происходит 5...10 дефекаций; масса кала до 28 кг.

Особенности кишечного пищеварения у свиней

У свиней большой интенсивностью характеризуется кишечное пищеварение. Длина тонкого отдела кишечника 16...25 м, вместимость 9...19 л. В просвет кишечника поступает около 1 л поджелудочного сока, больше 1 л желчи, значительное количество кишечного сока с высокой активностью ферментов. Кишечник расположен спиралеобразно; сократительная деятельность отличается интенсивностью. Время пищеварения в тонком отделе кишечника 3...4 ч. В толстый отдел поступает 26% химуса. Длина слепой кишки около 25 см, ободочной и прямой — 5...6,2 м. Время пищеварения в толстом отделе 13 ч, при этом расщепляется около 9% углеводов, 10...90% клетчатки, образуется 40...50 г летучих жирных кислот. Всасывается 2...4 л химуса. В сутки у свиньи 4...5 дефекаций; масса фекалий 1,5...3,6 кг.

3.4. Метаболизм и гомеостаз.

Обмен веществ и энергии — совокупность химических и физических превращений веществ, происходящих в организме и обеспечивающих его жизнедеятельность во взаимосвязи с внешней средой. Обмен веществ основа жизни на Земле, причем характер и интенсивность течения обмена веществ и энергии, координация и интеграция их являются факторами, которые обеспечивают жизнь животного, уровень его продуктивности и срок эксплуатации.

Назначение обмена веществ и энергии заключается прежде всего в обеспечении пластических процессов, т.е. в доставке организму таких химических веществ, которые необходимы для построения его структурных элементов и восстановления расходуемых в организме и удаляемых из него веществ.

В ходе реализации процессов обмена веществ происходит расщепление сложных химических соединений, при этом потенциальная энергия химических связей освобождается и превращается в тепловую, механическую и электрическую. Энергия, вырабатываемая в процессе обмена веществ, используется для поддержания температуры тела, для выполнения работы, для роста, развития и обеспечения структуры и функциональной взаимосвязи всех клеточных элементов.

Обмен веществ и энергии составляют одно целое и подчиняется универсальному закону сохранения материи и энергии, а общие принципы термодинамики обязательны в трактовке энергетических процессов и в живом организме.

Принято различать две стороны обмена веществ:

- ассимиляция или анаболизм (от *assimulo* делаю подобным) это поглощение и усвоение питательных веществ корма, превращение их в собственные (подобные) белки, жиры и углеводы тела и накопление энергии;
- диссимиляция или катаболизм (от *dissimulo* делаю неподобным) распад сложных веществ организма, освобождение энергии и образование конечных продуктов метаболизма.

Основными этапами обмена веществ в организме являются:

- 1) переработка веществ в органах пищеварения и поступлением питательных веществ в кровь и лимфу;
- 2) превращение аминокислот, моносахаридов, глицерина и жирных кислот в новые белки, углеводы, жиры и их комплексы (межуточный обмен);
- 3) выделение конечных продуктов обмена.

Именно процессы межклеточного обмена обеспечивают образование видоспецифических белков, жиров и углеводов и их производных (нуклеопротеидов, фосфолипидов). Одновременно при превращениях углеводов, жиров и белков образуются особые химические соединения, накапливающие много энергии (макроэрго). В организме роль макроэргов выполняют в основном различные фосфорные соединения, главным образом аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). При отщеплении одного остатка фосфорной кислоты АТФ превращается в аденозиндифосфорную кислоту (АДФ), и при этом освобождается большое количество энергии (41-54 кДж на 1 моль), используемой в процессе жизнедеятельности.

Восстановление макроэргических связей синтез АТФ за счет фосфорилирования АДФ происходит за счет энергии, освобождающейся при реакциях окисления в цикле Кребса, а также анаэробного гликолиза и расщепления креатинфосфата. Именно в АТФ запасается 60-70%

освобождающейся при межклеточном обмене энергии и это вездесущее соединение является непосредственным источником химической энергии для таких процессов, как сокращение мышц, перенос веществ в клетках, всевозможные биосинтетические реакции и т.д. Таким образом, АТФ это универсальный посредник, обеспечивающий поток химической энергии от питательных веществ к метаболическим процессам, требующим её затраты.

Завершение процессов метаболизма заключается в образовании и удалении из организма конечных продуктов обмена.

Оценивая интенсивность энергетического обмена по потреблению кислорода, обнаружили что на единицу массы тела мелкие млекопитающие потребляют значительно больше кислорода чем крупные. Немецкий физиолог М.Рубнер, исследуя интенсивность метаболизма у собак разной величины, выдвинул идею, согласно которой эта зависимость определяется отношением поверхности тела к его объему. Так как температура тела у собак разной величины одинакова и для поддержания её выработка тепла в процессе метаболизма должна быть пропорциональна её потере, то мелкие животные, у которых относительная поверхность больше чем у крупных, вынуждены вырабатывать больше тепла на единицу веса. Рубнер вычислил теплопродукцию на квадратный метр поверхности тела и нашел, что она составляет как у крупных, так и у мелких собак примерно 1000 ккал на 1 м². поверхности в сутки. Таким образом интенсивность энергетического обмена определяется размерами поверхности тела (площадью поверхности) что известно как правило Рубнера.

Белковый (азотистый) обмен

Белки (протеины) – высокомолекулярные соединения, построенные из аминокислот и обеспечивающие структурную организацию и жизнедеятельность организма. Они составляют основу всех тканевых элементов организма, их биосинтез определяет рост и развитие. Белки имеют и значительную энергетическую ценность (1г белка дает в метаболических реакциях 4,1 ккал).

Белки обеспечивают сократительные процессы (актин, миозин), транспорт газов кровью (гемоглобин), свертывание крови (фибриноген), защиту организма от вирусов, микробов, чужеродного белка (иммуноглобулины), взаимосвязь между органами и тканями (гормоны), катализируют химические реакции (ферменты). Таким образом, белки выполняют и пластическую (структурную) и функциональную роль. Белки постоянно обновляются, в организме непрерывно происходят процессы распада белка и синтез новых белковых структур. Единственным источником для синтеза новых белков организма являются белки пищи. По биологической ценности белки делятся на:

- *полноценные* – содержат все незаменимые аминокислоты, т.е. аминокислоты, которые не образуются в организме, но необходимы

для его полноценного развития и функционирования (валин, изолейцин, лейцин, треонин, лизин, триптофан, фенилаланин). Частично заменимыми являются аргинин, гистидин, цистеин и тирозин.

- *неполноценные* – содержат заменимые аминокислоты (аланин, аспарагин, глутамин, глицин, пролин, серин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты).

Поскольку отличительной особенностью химического состава белков является наличие в нем азота, то количественное соотношение различных сторон белкового обмена можно оценить по азотистому балансу. Для этого определяется соотношение азота, поступившего в организм за сутки с пищей, и азота, выделенного из организма в результате распада белков. Исходя из того, что в белке в среднем содержится 16% азота легко рассчитать поступление белка в организм 1г азота соответствует 6,25г белка. Взрослое, здоровое животное при оптимальных условиях кормления и содержания должно обеспечивать азотистое равновесие, однако для обеспечения того или иного вида продуктивности при усиленном росте, беременности или лактации часть азота корма должно задерживаться в организме т.е. азотистый баланс должен быть положительным. Если из организма выделяется больше азота чем поступает, а это может быть связано с нарушением поступления полноценного белка или в период заболевания, азотистый баланс может быть отрицательным.

Для обеспечения жизнедеятельности и поддержания азотистого равновесия в организм животных должно поступать определенное количество белка — это минимальное количество белка необходимое для поддержания основного обмена, называемое белковым минимумом. Для с.-х. животных белковый минимум (в граммах на 1кг живой массы) составляет для овцы и свиньи 1, для лошади в покое 0,7-0,8, при работе 1,2-1,42, для нелактующей коровы – 0,6-0,7, для лактирующей – 1. Эти цифры позволяют судить о том, что поступающее при белковом минимуме количество способно не только компенсировать метаболическое изнашивание белков, но и оплатить энергетические затраты, связанные со специфически-динамическим действием принятой пищи.

Основные этапы белкового обмена

1) Пищеварительные процессы обеспечивают расщепление белков до аминокислот и последующее их всасывания в кровь. Аминокислоты транспортируются через эпителиальную клетку кишечника и поступают с кровотоком через воротную вену в печень, где часть их задерживается и трансформируется, а часть переносится к различным органам и тканям.

2) Промежуточный обмен белков начинается в печени куда поступают всосавшиеся в желудочно-кишечном тракте аминокислоты. Здесь происходит трансформация дезаминирование, переаминирование (или

трансаминирование), декарбоксилирование. Все эти превращения осуществляются при участии специфических ферментов и результате получают новые аминокислоты, отщепляются амино- и кетогруппы. Безазотистые остатки аминокислот используются в синтезе жиров, углеводов и других соединений. В процессе промежуточного обмена аминокислот образуются и физиологически активные соединения при декарбоксилировании образуются амины (катехоламины, гистамин, серотонин) и гамма-аминомасляная кислота.

Начальным звеном биосинтеза белков является транспорт их из крови в клетки, где свободные аминокислоты образуют комплексные соединения с АТФ и транспортной РНК и доставляются к рибосомам. Структурный компоненты клетки рибосомы «сшивают» аминокислоты в определенной последовательности и формируют первичную полипептидную цепь. Дальнейшие внутриклеточные превращения полипептидной цепи приобретение вторичной и третичной структуры за счет включения в состав молекулы фосфатных и кальциевых сшивок определяют конечный результат белкового синтеза появление специфичного белка с определенной молекулярной массой и характерными свойствами. Наряду с синтезом новых белковых молекул в клетке предусмотрена и возможность деградации новообразованного белка распад белков происходит за счет наличия в клетках протеиназ, которые являются эндопептидазами и локализуются в основном в лизосомах.

3) Конечными продуктами белкового обмена являются углекислый газ, вода и азотсодержащие вещества мочевины, мочевая кислота, аммиак, креатинин, гиппуровая кислота, индикан и др. Эти продукты должны быть выведены из организма либо обезврежены в ходе дальнейших метаболических реакций. Так, часть аммиака может обезвреживаться за счет образования глютаминовой кислоты и глютамина, либо преобразовываться в менее токсичный продукт мочевины. Мочевая кислота, являющаяся конечным продуктом обмена нуклеиновых кислот, как и мочевина выводятся из организма через почки. Некоторые количества аммиака могут связываться непосредственно в почках с образованием аммонийных солей.

Углеводный обмен

Биологическое значение углеводов заключается прежде всего в обеспечении энергетического обмена. Калористическая ценность 1 г углеводов составляет 17,18 кДж (4,1 ккал). За счет углеводного обмена обеспечивается от 60 до 75% потребности организма в энергии. Углеводы, прежде всего глюкоза, являются непосредственным источником клеточной энергии. Несомненна также и важность углеводов в обеспечении пластических функций организма исключительно важны для функционирования клетки и хранения генетической информации дезоксирибоза и рибоза, мукополисахариды, мукопротеиды, гликопептиды. Вместе с этим, обладая высокой осмотической активностью и являясь

обязательной составной частью биологических жидкостей организма углеводы (главным образом глюкоза) участвуют в организации транспортных процессов, поддерживают тонус клеток и основного вещества соединительной ткани. Содержание глюкозы в крови важный гомеостатический фактор. У жвачных животных кровь содержит её в концентрации 0,4-0,6 г/л, у моногастричных 1,0-1,6 г/л, а у птиц до 3 г/л. Превышение этих параметров приводит к удалению излишних углеводов с мочой, а при снижении концентрации сахара в крови из-за дефицита энергетически важного метаболита нарушается работа центральной нервной системы и развиваются судороги, сменяющиеся коматозным состоянием.

Основные этапы углеводного обмена

1) Пищеварительные процессы обеспечивают расщепление углеводов пищи до глюкозы (у моногастричных).

2) Промежуточный обмен углеводов начинается в печени, куда из сосудов кишечника кровь, содержащая глюкозу, поступает в первую очередь. Печень способна активно вмешиваться в процесс регуляции содержания глюкозы в кровотоке при её излишке связывать, а при недостатке выводить в кровь. В настоящее время известно, что в печени происходят различные процессы обмена углеводов, обеспечивающие как запасание углеводов в виде гликогена (гликогенез), так и распад гликогена до свободной глюкозы (гликогенолиз).

Ключевым ферментом в этом процессе является глюкозо-6-фосфатаза, который обеспечивает образование глюкозы из глюкозо-6-фосфата, образовавшегося при распаде гликогена. Наряду с этими процессами, обмен углеводов включает: окисление глюкозы с выделением энергии, использование глюкозы в качестве сырья для синтеза белков и жиров. Глюкоза используется и для синтеза некоторых специфических углеводов, необходимых для осуществления особых функций организма. Например, из глюкозы образуется глюкуроновая кислота, обеспечивающая детоксикационную функцию печени. В печени возможно и новообразование углеводов из продуктов распада жиров и белков (глюконеогенез).

В углеводном обмене организма большой удельный вес занимает мышечная ткань во время мышечной активности мускулатура активно захватывает значительное количество глюкозы. Вместе с этим, мышцы, как и печень способны накапливать углеводы в виде гликогена.

3) Конечными продуктами углеводного обмена являются углекислый газ и вода, которые выделяются из организма при работе легких и почек. При этом полностью освобождается потенциальная энергия заключенная в химических связях углеводов, и которая использовалась организмом в виде макроэргических соединений.

Липидный обмен

Биологическое значение липидов весьма многообразно от энергетического обеспечения жизнедеятельности до важных пластических функций (построения клеточных структур) и образования физиологически активных веществ. Основную массу липидов в организме животных составляют нейтральные жиры, представленные главным образом триглицеридами. Являясь важным источником энергии при окислении 1 г жира, выделяется 38,97 кДж (9,3 ккал) что обеспечивает до 50% энергетических трат взрослого организма. Отложенные в жировых депо триглицериды могут служить долгосрочным запасом питания организма. Вместе с этим, нейтральные жиры используются организмом как источник эндогенной воды при сгорании 100 г жира освобождается 107 мл воды. У некоторых животных слой нейтрального жира покрывает тело и служит биологической термоизолирующей системой, обеспечивающей сохранение тепла в организме. Различают белую и бурую жировую ткань, которые существенно различаются по своей метаболической активности клетки бурой жировой ткани содержат большое количество митохондрий. Бурая жировая ткань характерна для эмбрионального и раннего постнатального периода и для взрослых животных, впадающих в спячку. Кроме того, нейтральные жиры служат растворителями некоторых витаминов А, D, E, K.

Различают следующие основные классы липидов:

- *липопротеиды* – комплекс липидов с белками. Является дополнительным резервом богатых энергией метаболитов циркулирующие в лимфе и крови.

- *фосфолипиды* (фосфатиды) – сложные липиды, в молекулах которых присутствует остаток фосфорной кислоты, т.е. это сложные эфиры фосфорной кислоты и глицерина или аминспирта сфингозина, которые посредством эфирной или амидной связи соединены с остатками насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Наличие полярных и неполярных группировок в молекулах фосфолипидов обуславливает своеобразие физико-химических

свойств и специфическую роль фосфолипидов в построении клеточных мембран.

- *стероиды* – полициклические соединения, подразделяющиеся на стеринны, витамины группы D, желчные кислоты и спирты, стероидные алкалоиды и стероидные гормоны.

- *холестерин* – тетрациклический, ненасыщенный спирт. Совместно с фосфолипидами является структурным компонентом биологических мембран, и вместе с этим он участвует в синтезе гормонов надпочечника, половых желез и также витамина D₃. В основном холестерин синтезируется печенью и только 20% его поступает с продуктами питания.

- *стероидные гормоны* – физиологически активные вещества стероидной природы (кортикостероиды, половые гормоны, прогестины) синтезируются из холестерина в коре надпочечников, клетках Лейдига, в фолликулах и желтом теле яичников и в плаценте). В связи с высокой

о липофильностью стероидные гормоны относительно свободно диффундируют через плазматические мембраны в кровь и затем проникают в клетки-мишени, где связываются с соответствующим внутриклеточным рецептором.

о гликолипиды – сложные липиды, не содержащие фосфор, в состав которых входит галактоза к ним относятся цереброзиды и ганглиозиды, содержащиеся в значительных количествах в мозговой ткани и клетках крови. Физиологическое значение этих соединений заключается в приобретении клетками центральной нервной системы особых свойств.

Основные этапы липидного обмена

1) В результате ферментативного расщепления триглицериды корма распадаются на глицерин и жирные кислоты. Желчные кислоты образуя с жирными кислотами водорастворимые комплексы (холеинаты) делают возможным проникновение последних в клетки кишечного эпителия, где могут ресинтезироваться триглицериды или образовываться фосфолипиды. Ресинтезированные в кишечной стенке триглицериды и хиломикроны (частицы эмульгированного жира диаметром 0,5 мкм) поступают в лимфатические сосуды ворсинок кишечника, которые собираются в грудной лимфатический проток. Грудной лимфатический проток сливаясь с задней поллой веной обеспечивает поступление хиломикрон в малый круг кровообращения, где они и задерживаются в ткани легкого. В легких хиломикроны постепенно подвергаются действию липаз и составляющие их ингредиенты используются в метаболизме как самого легкого, так и всего организма. Кроме хиломикрон в кровоток поступают жирные кислоты, которые по воротной вене достигают печени и там используются в метаболических реакциях.

2) Промежуточный обмен липидов происходит в печени, жировой ткани и клетках различных органов, причем он оказывается тесно связанным с углеводным обменом. При нормальном питании в организме депонируется от 10 до 20% жира, служащего резервом энергии и структурным компонентом тела. В жировой ткани постоянно происходят интенсивные процессы обмена: отложение жира в виде триглицеридов (липогенез) и распад триглицеридов с освобождением неэстерифицированных жирных кислот (липолиз). Объем жировой ткани определяется не количеством клеток, а их размерами. В печени могут образовываться и кетоновые тела (ацетоуксусная и бета-оксимасляная кислоты и ацетон), используемые как источник энергии, но при нарушении межуточного обмена липидов возможно повышение уровня кетоновых тел (гиперкетонемия) и выделение их с мочой (кетонурия).

3) Конечными продуктами липидного обмена являются углекислый газ и вода. Продукты неполного окисления жиров кетоновые тела могут наряду с участием в энергетическом метаболизме и использованием в качестве предшественников молока выводиться за пределы организма почками и легкими.

Водно-солевой обмен

Биологическое значение воды как универсального растворителя исключительно высоко. В количественном отношении вода является наиболее значительной частью организма животных 65% от массы тела, и недостаток поступления воды вызывает особо тяжелые нарушения жизнедеятельности, вплоть до смерти. Практически все биохимические реакции в организме идут в водных растворах сложные вещества, составляющие основу живого вещества, могут возникать только в водных растворах. Благодаря поляризации молекулы воды обеспечивает её взаимодействие с другими заряженными молекулами в процессах гидратации степень растворимости электролитов и неэлектролитов зависит от соотношения полярных (гидрофильных) и неполярных (гидрофобных) групп в их молекулах.

Наличие воды является необходимым условием для обеспечения процессов пищеварения, анализа вкусовых качеств корма, растворения, размягчения, создания оптимальных условий для функционирования ферментативных систем и обеспечения среды обитания симбионтных организмов. В водной фазе происходит всасывание питательных веществ и удаление из организма конечных продуктов обмена. Вода является основой внутриклеточного обмена. Внутри клеток заключено 71% всех водных запасов организма. Внеклеточная вода может размещаться внутри сосудистого русла (в составе крови, лимфы и спинномозговой жидкости 10%) и в межклеточном пространстве (в составе тканевой жидкости 19%). Вода обладает одной из высоких величин теплоты парообразования (544 кДж/г) перевод воды в мономолекулярное состояние требует больших затрат тепловой энергии и испарение небольших количеств воды обеспечивает большую теплоотдачу, что является одним из наиболее важных механизмов терморегуляции. Обмен воды тесно связан с обменом электролитов. Значение электролитов в обмене веществ определяются прежде всего их осмотической активностью и их способностью участвовать в электрохимических процессах генерации мембранного потенциала и потенциала действия. Электролиты избирательно распределяются вовнутриклеточной и внеклеточной воде. В результате деятельности специальных транспортных систем селективных каналов и молекулярных насосов создается неравновесное распределение ионов и во внеклеточной среде преобладающим катионом является натрий, а внутри клеток калий. Различно и распределение анионов: в плазме и тканевой жидкости представлен в основном хлор, а внутри клеток фосфат. Суммарное содержание анионов и катионов в плазме крови, тканевой жидкости и внутриклеточной жидкости практически уравновешено и эти жидкости отличаются электронейтральностью и постоянством pH.

Обладая высокой осмотической активностью, электролиты активно участвуют в процессах водного обмена биологические мембраны (оболочка

клеток, стенки капилляров) характеризуются полупроницаемостью они проницаемы для воды и непроницаемы для крупных молекул (белков, полисахаридов и некоторых катионов). При повышении осмотического давления вода легко проникает в этот участок и сравнивает концентрации осмотически активных веществ. Поскольку в нормальных условиях осмолярность биологических жидкостей равна, количество воды во внеклеточной жидкости и внутри клеток поддерживается в определённых пределах. Если концентрация электролитов во внеклеточной жидкости увеличивается, происходит переход внутриклеточной воды во внеклеточную фазу, а при повышении внутриклеточных концентраций вода стремится в клетку.

Наряду с циркуляцией жидкости в системе кровь-ткань, несомненно, важным является поток жидкости, поступающей с питьём и пищей. Сама вода тоже в ряде метаболических реакций является конечным продуктом обмена. Так, при окислении 100 г белков образуется 41 мл воды, 100 г углеводов 55 мл, а 100 г жира 107 мл воды. В среднем в процессе метаболизма образуется до 12% всего объёма циркулирующей в организме воды.

В обмене воды существенную роль играют лёгкие, кожа, желудочно-кишечный тракт и почки. Удаление воды из организма через лёгкие происходит в виде водяного пара, причём потери воды соответствуют интенсивности дыхания и температуры тела. При усиленной мышечной нагрузке, специфическом возбуждении дыхательного центра или лихорадке парообразование может многократно увеличиваться. Кожа участвует в удалении воды из организма за счёт выделения и испарения пота. Интенсивность испарения зависит от разности температуры поверхности тела и окружающей среды. Желудочно-кишечный тракт является не только местом поступления воды с питьем и пищей и выведения небольшой части воды с каловыми массами основное участие пищеварительного тракта заключается в образовании пищеварительных соков – слюны, желудочного, кишечного, поджелудочного соков, которые в несколько раз превышают объём циркулирующей крови. В процессе всасывания вода в основном возвращается в кровеносное русло, но при нарушении всасывательной функции кишечника организм теряет много воды и растворенных в ней электролитов. Основным органом, осуществляющим регуляцию водно- электролитного состава внутренних сред организма являются почки.

Физиологическое значение минеральных веществ заключается в том, что они являются обязательными структурными компонентами всех органов и тканей, они входят в состав сложных белков – металлопротеидов, содержащих в качестве составной части атомы металлов (Fe, Mg, Cu, Zn, Mn, V, Mo и др.). Маталлопротеиды выполняют исключительно важные и разнообразные функции в живых организмах как в качестве транспортных систем (Fe-содержащий трансферрин и ферритин, Cu-содержащий церулоплазмин), так и в роли металлоферментов (Cu- содержащие оксидазы, например тирозиназа, содержащие Zn карбоангидраза и карбоксипептидаза, содержащая Mo ксантиноксидаза и др.). Находясь в

составе буферных систем, минеральные вещества активно участвуют в создании и поддержании кислотно-щелочного равновесия. Натрий определяет щелочной резерв крови, концентрацию бикарбонатов плазмы.

Поступление минеральных веществ в организм происходит в процессе поглощения корма и воды, что в ряде случаев при сложившейся геохимической ситуации может быть причиной дефицита или избытка некоторых элементов и приводить к нарушениям обмена веществ. Поступление различных минеральных веществ в составе корма и поступающей в организм воды связано с необходимостью растворения этих веществ, приобретения ими ионизированной формы, причем именно в этой форме они становятся доступными транспортным системам и могут всасываться в кишечнике. В дальнейшем в составе внутриклеточной и внеклеточной жидкости минеральные вещества могут либо оставаться в ионизированном состоянии, либо входить в структуру тех или иных соединений. В ходе обмена веществ минеральные вещества покидают организм с мочой, калом и потом. В зависимости от концентрации в крови различают:

- 1) *макроэлементы* – вещества, содержащиеся в концентрации мг/100мл или ммоль/л – натрий, калий, кальций, фосфор, магний, сера, хлор, железо;
- 2) *микроэлементы* – вещества, содержащиеся в концентрации мкг/100мл или мкмоль/л – кобальт, медь, марганец, цинк, иод, фтор, селен, стронций и др.

Терморегуляция

По температурным показателям животные разделяются на две группы:

- *пойкилотермные* (холоднокровные), чья температура меняется вслед за изменениями температуры окружающей среды;
- *гомойотермные* (теплокровные) животные, способные поддерживать стабильную температуру тела за счет высокого уровня энергообмена и обладающие специальными механизмами теплопродукции и теплоотдачи.

Гомойотермия является важным приобретением эволюции, поскольку в природе существует зависимость скорости химических реакций от температуры, которая выражается законом Вант-Гоффа Аррениуса: повышение или понижение температуры ткани на 10°C приводит к повышению (или понижению) скорости химических процессов в 2-3 раза. Гомойотермный организм по сравнению с пойкилотермным обладает двумя важными преимуществами: стабильным уровнем жизнедеятельности в оптимальных условиях существования и возможностью приспособления к меняющимся условиям существования. С термодинамической точки зрения гомойотермный организм (полуоткрытая система), поддерживает постоянную температуру тела (изотермия) только при условии баланса между теплопродукцией и теплоотдачей.

Терморегуляция – физиологическая функция, направленная на обеспечение оптимальной для данного вида температуры глубоких областей тела в условиях меняющейся температуры окружающей среды. Эта функция складывается из двух процессов: теплопродукции и теплоотдачи.

Теплопродукция

Тепло образуется в процессе обмена веществ. Уровень теплообразования зависит от:

- основного обмена;
- сократительного термогенеза. В условиях пониженной температуры развивается специфический терморегуляционный тонус мышц, протекающий на уровне отдельных двигательных единиц, которые работают в режиме низкочастотного зубчатого тетануса с частотой от 4 до 16 сокращений в сек. асинхронно. В тоническом напряжении участвуют мышцы шеи, туловища и сгибатели конечностей это способствует сворачиванию животного в клубок и уменьшению поверхности теплоотдачи. При дальнейшем снижении температуры тела и необходимости выработки дополнительной теплоты включается механизм холодовой дрожи, увеличивающий теплопродукцию в 4-5 раз;
- эффекта гормонов (тироксин, адреналин, норадреналин, СТГ, тестостерон);
- тонуса симпатической нервной системы;
- несократительного термогенеза, т.е. образования тепла при разобщении окисления и фосфорилирования, в том числе в клетках бурого жира.

Теплоотдача

Теплоотдача – процесс выделения тепла из организма. Основное тепло генерируется в скелетных мышцах, печени, сердце и в мозге во время их работы. Затем тепло передаётся к коже, где оно теряется в воздухе и окружающей среде. Скорость теплоотдачи зависит от двух факторов: скорости проведения тепла (в основном с кровотоком) от мест его образования к коже и скорости отдачи тепла кожей в окружающую среду.

Теплоотдача осуществляется следующими путями:

- излучение – рассеивание тепла в окружающем воздухе посредством излучения инфракрасных волн длиной от 760 нм. Таким способом теряется около 60% от всего отдаваемого тепла;
- конвекция – потеря тепла путём переноса движущимися частицами воздуха или воды. Количество тепла, теряемого конвекционным способом, возрастает с увеличением скорости движения воздуха (ветер). Таким способом теряется около 15% от всего отдаваемого тепла;
- проведение – контактная передача тепла (3% отдаваемого тепла) при соприкосновении поверхности тела животного с окружающими предметами (стены, пол);
- испарение – необходимый механизм выделения тепла при высоких температурах. Излучение, конвекция и проведение происходят, когда

температура тела выше температуры окружающей среды. Если температура поверхности тела равна или ниже температуры окружающей среды, то эти способы потери тепла организмом становятся неэффективными. Испарение воды с поверхности тела приводит к потере 0,58 ккал тепла на каждый грамм испарившейся воды;

- выделение тепла с выдыхаемым воздухом, мочой, калом и молоком.

Кожа имеет особое значение в терморегуляции, т.к. через нее происходит около 60% общей потери тепла. Величина кровотока в коже варьирует от 0 до 30% всего сердечного выброса. Кожа – эффективная управляемая теплообменная система, в которой ток крови – основной механизм переноса тепла от тела к коже. Кожа и подкожная жировая ткань – тепловые изоляторы. Теплопроводность жировой ткани составляет одну треть от теплопроводности других тканей, поэтому кожа эффективна в поддержании постоянной внутренней температуры даже при температуре на поверхности кожи, близкой к температуре среды.

У крупных копытных и псовых теплоотдача усиливается за счет частого и поверхностного дыхания (тепловая одышка). Разница между учащенным дыханием и потоотделением как средствами испарения влаги состоит в том, что животное создает ток воздуха над влажной поверхностью и при этом не теряются минеральные вещества входящие в состав потовой жидкости. Однако при тахипноэ усиленная вентиляция лёгких может привести к выведению CO₂ и вызвать газовый алкалоз, а увеличение вентиляции требует дополнительной мышечной работы что ведёт к дополнительной теплопродукции.

Регуляция температуры тела

Терморегуляторная система состоит из трёх компонентов: сенсорные рецепторы, центр терморегуляции и система эффекторных органов. Она работает по принципу обратной связи.

Сенсорные рецепторы включают центральные и периферические терморецепторы. Передний гипоталамус и преоптическая область содержат термочувствительные нейроны, реагирующие преимущественно на охлаждение организма. Регуляция теплопродукции осуществляется в области задних отделов гипоталамуса. Кожные холодовые и тепловые терморецепторы реагируют на минимальные изменения температуры (0,005 °C) и постоянно снабжают терморегуляторные центры текущей информацией о температуре и быстрых её изменениях.

Центральный интегратор. Информация от центральных и периферических терморецепторов объединяется в терморегуляторном центре

– передней и преоптической областях гипоталамуса – «гипоталамическом термостате». Терморегуляторный центр постоянно поддерживает определённую внутреннюю температуру (установочная точка центра терморегуляции), генетически детерминированную для каждого вида животных. Получение терморегуляторным центром информации об отклонении от установочной точки температуры формирует сигнал к

эффекторным системам, обеспечивающим поддержание внутренней температуры тела.

Эффекторы:

Механизмы, понижающие температуру тела

- расширение сосудов кожи. Полное расширение сосудов кожи почти во всех областях тела увеличивает в 8 раз доставляемого к ней количества тепла. Массивное сосуодорасширение происходит при торможении симпатической активности заднего гипоталамуса;
- потоотделение и/или тепловая одышка увеличивают величину потерь тепла за счёт испарения. Повышение температуры тела на 1 °С вызывает потоотделение, достаточное чтобы в 10 раз снизить уровень теплообразования;
- торможение образования тепла за счёт блокирования химического термогенеза.

Механизмы, повышающие температуру тела

- сужение сосудов основных регионов тела. Вазоконстрикция достигается активацией симпатических центров заднего гипоталамуса;
- пилоomotorный рефлекс – реакция выпрямления волос тела (пилоэрекция). делает животного и птицу пушистыми и способствует повышению теплоизоляции за счет сохранения большого количества нагретого воздуха. У человека сохранились остатки этой системы («гусиная кожа»), но их эффективность ограничена;
- значительное повышение теплопродукции, вызванное возбуждением симпатической системы, увеличением секреции тироксина и мышечной дрожи. Дрожь может увеличивать величину теплопродукции в 4–5 раз. Двигательный центр дрожи располагается в дорсомедиальной части заднего гипоталамуса. Он тормозится повышенной внешней температурой и возбуждается при её понижении. Импульсы из центра дрожи вызывают генерализованное повышение мышечного тонуса. Повышенный мышечный тонус приводит к возникновению ритмических рефлексов с мышечных веретён, что и вызывает дрожь.

Температура разных органов имеет различную величину и поэтому нельзя говорить о какой-то одной температуре тела. Для практических целей в качестве таковой в ветеринарии наиболее часто используют глубокую ректальную температуру (табл.). Для клинических целей принято измерять температуру в прямой кишке на расстоянии 5-8 см от ануса.

Таблица 1

Ректальная температура у различных видов животных

Вид животного	Температура	Вид животного	Температура
Лошадь	37,5-38,5	Курица	40,5-42,0

Корова	37,5-39,0	Индейка	40,0-41,5
Буйвол	37,0-38,5	Утка	41,0-43,0
Олень	38,0-38,5	Гусь	40,0-41,0
Верблюд	37,5-38,5	Кролик	38,5-39,5
Овца, коза	38,5-40,0	Собака	37,5-39
Свинья	38,0-40,0	Кошка	38-39

***Гомеостаз**—постоянство внутренней среды живых организмов, которое они поддерживают несмотря на изменение условий окружающей среды.*

Гомеостаз в живом организме проявляется в относительном постоянстве таких показателей, как рН, осмотическое давление, химический состав крови, артериальное давление, температура, постоянстве биологических структур.

Необходимость гомеостаза объясняется тем, что все биохимические реакции могут протекать в строго определенных условиях (температура, рН, давление). Французский ученый Клод Бернар писал: «Постоянство внутренней среды – условие независимого существования организма».

Гомеостаз на уровне целостного организма может быть ***функциональным*** (постоянство функций) и ***структурным*** (постоянство структур).

Постоянство показателей внутренней среды организма носит относительный характер, т.к. всегда имеются небольшие отклонения от нормы. Эти колебания необходимы для того, чтобы служить сигналами для включения регуляторных механизмов.

Механизмы регуляции гомеостаза имеют место на всех уровнях биологической организации: от молекулярно-генетического до организменного. Они многообразны, однако работают слаженно, т.к. контролируются регуляторными системами: нервной, эндокринной, иммунной. Таким образом, механизмы регуляции гомеостаза носят системный характер.

3.5. Физиология нервной и эндокринной систем.

Жизненные функции организма животных в целом, отдельных его органов и систем, согласованность их деятельности, поддержание определенного физиологического состояния и гомеостаза регулируют нервная и эндокринная системы. Эти системы функционально взаимосвязаны между собой и влияют на деятельность друг друга.

Нервная система регулирует жизненные функции организма с помощью ***нервных импульсов***, имеющих электрическую природу.

Нервные импульсы передаются от рецепторов к определенным центрам нервной системы, где осуществляется их анализ и синтез, а также формируются соответствующие реакции. От этих центров нервные импульсы направляются к рабочим органам, изменяя определенным образом их деятельность.

Нервная система способна быстро воспринимать изменения, происходящие во внешней и внутренней среде организма, и быстро на них реагировать. Вспомним, что реакцию организма на раздражители внешней и внутренней среды, осуществляющуюся при участии нервной системы, называют **рефлексом** (от лат. *рефлексус* — повернутый назад, отраженный). Следовательно, нервной системе свойствен рефлекторный принцип деятельности. В основе сложной аналитико-синтетической деятельности нервных центров лежат процессы возникновения нервного возбуждения и его торможения. Именно на этих процессах основывается высшая нервная деятельность человека и некоторых животных, обеспечивающая совершенное приспособление к изменениям в окружающей среде.

Ведущая роль в **гуморальной регуляции** жизненных функций организма принадлежит **системе желез внутренней секреции**. Эти железы развиты у большинства групп животных. Они не связаны пространственно, их работа согласовывается или благодаря нервной регуляции, или же гормоны, вырабатываемые одними из них, влияют на работу других. В свою очередь, гормоны, выделяемые железами внутренней секреции, влияют на деятельность нервной системы.

Особое место в регуляции функций организма животных принадлежит **нейрогормонам** — биологически активным веществам, вырабатываемым особыми клетками нервной ткани. Такие клетки выявлены у всех животных, имеющих нервную систему. Нейрогормоны поступают в кровь, межклеточную или спинномозговую жидкость и транспортируются ими к тем органам, работу которых они регулируют.

У позвоночных животных и человека существует тесная связь между гипоталамусом (отдел промежуточного мозга) и гипофизом (железа внутренней секреции, связанная с промежуточным мозгом). Вместе они составляют **гипоталамо-гипофизарную систему**. Эта связь заключается в том, что синтезированные клетками гипоталамуса нейрогормоны поступают по кровеносным сосудам в переднюю долю гипофиза. Там нейрогормоны стимулируют или тормозят выработку определенных гормонов, влияющих на деятельность других желез внутренней секреции. Основное биологическое значение гипоталамо-гипофизарной системы — осуществление совершенной регуляции вегетативных функций организма и процессов размножения. Благодаря

этой системе работа желез внутренней секреции может быстро изменяться под влиянием раздражителей внешней среды, которые воспринимаются органами чувств и обрабатываются в нервных центрах.

Гуморальная регуляция может осуществляться и с помощью других биологически активных веществ. Например, изменение концентрации углекислого газа в крови влияет на деятельность дыхательного центра головного мозга наземных позвоночных животных, а ионов кальция и калия - на работу сердца.

Регуляционные системы непрерывно контролируют состояние организма, автоматически поддерживая его параметры на почти постоянном уровне, даже в условиях неблагоприятных внешних воздействий. Если под воздействием какого-либо фактора состояние клетки или органа изменяется, то это удивительное свойство помогает им вернуться вновь в нормальное состояние. В качестве примера механизма работы таких регуляторных систем - реакция организма человека на физические нагрузки.

Выделяют два основных способа регуляции: нервную (с помощью нервных импульсов, передаваемых по мембранах нервных клеток) и гуморальную (с помощью химических веществ, переносимых различными жидкостями организма).

Гуморальная регуляция - координация физиологических функций организма с помощью химических веществ, переносимых различными жидкостями организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость), гормонов. Осуществляется эндокринной системой.

Нервная регуляция процессов в организме человека осуществляется с помощью соматической и автономной нервных систем.

Соматическая нервная система состоит из отделов центральной и периферической нервной системы, которые иннервируют скелетные мышцы и органы чувств. Она обеспечивает восприятие организмом информации из внешней среды, а также действия (в форме различных движений скелетных мышц) в ответ на воздействие внешних факторов.

Движения, которые обеспечиваются соматической нервной системой, осуществляются с помощью согласованных действий отдельных двигательных единиц (групп мышечных волокон, каждая из которых иннервируется одним мотонейроном).

Автономная (вегетативная) нервная система — часть нервной системы, которая регулирует деятельность внутренних органов, желез, сосудов,

гладких и некоторых мышц, а также управляет процессами обмена веществ.

Она состоит из двух частей, имеющих противоположное действие на органы и ткани организма, - симпатического и парасимпатического отделов. Высшим центром контроля вегетативной нервной системы является гипоталамус, который контролирует также деятельность эндокринной системы.

Автономная нервная система обеспечивает иннервацию внутренних органов, сосудистой системы, желез, гладких мышц. Она осуществляет также трофическое влияние на скелетные мышцы. Не вызывая сокращения этих мышц, она улучшает их питание и тем самым стимулирует их работу, регулирует деятельность внутренних органов и сосудов, секрецию желез, работу сердца. Процессы обмена веществ также регулируются вегетативной нервной системой.

Кроме нервной регуляции, в организме животных существует и гормональная регуляция деятельности.

Гормоны — это биологически активные вещества, которые имеют белковую природу и вырабатываются железами внутренней секреции (сокращенно - ЖВС). Свое название эти железы получили за то, что они выделяют продукты секреции непосредственно в кровь, а не в протоки, которые ведут на поверхность тела или к одному из внутренних органов (как у органов внешней секреции). Функция гормонов, которые вырабатываются таким образом, заключается в целенаправленном воздействии на определенные органы и ткани, нередко весьма далеко отстоящие от самой железы. При этом во всех случаях гормоны присутствуют в крови в очень незначительном количестве и обнаружить их можно только с помощью специальных методик.

Все гормоны описываются по следующей схеме: во-первых, какой эндокринной железой они секретируются, во-вторых, или препятствует нормальному развитию или нормальной функции каких-либо органов удаления такой железы (эффект может быть и стимулирующим и тормозящим) и, в-третьих, восстанавливает нормальные размеры и функциональные свойства измененных органов введение гормона (при отсутствии данной эндокринной железы).

Еще одной очень важной железой внутренней секреции является гипофиз, который располагается в центре головного мозга и тесно связан с гипоталамусом, при котором мы уже упоминали. Эта железа вырабатывает несколько гормонов, которые влияют на работу других желез внутренней секреции (надпочечников, щитовидной железы), на рост организма (гормон роста), а также на работу половых желез.

Половые железы само по себе также являются железами внутренней секреции. Яичники самок млекопитающих периодически производят эстрогена и прогестерона. Эти гормоны действуют совместно, готовя матку к принятию оплодотворенной яйцеклетки и поддерживая ее в состоянии, пригодном для хранения и питания эмбриона. Семенники самцов производят ТЕСТОСТЕРОН. Все эти гормоны влияют и на развитие вторичных половых признаков, таких как распределение волосяного покрова и жировых отложений, состояние наружных половых органов, способность восприятия гамет другого пола и т.п. Важной эндокринной железой является и плацента. У некоторых млекопитающих она вырабатывает гормоны, которые влияют на работу половых желез.

Взаимная координация деятельности отдельных органов эндокринной системой, которая находится под контролем нервной системы, способствует возникновению сложного нейрогуморального аппарата. Он координирует все процессы в организме, в том числе особенности поведения и реакции на факторы внешней среды. У позвоночных животных благодаря этому устанавливаются более сложные взаимосвязи со средой обитания и повышается ГОМЕОСТАЗ - внутренняя устойчивость организма при изменяющихся внешних действиях. Большую роль играет нервно-гуморальный аппарат и в регуляции внутривидовых и межвидовых отношений в природных сообществах.

3.6. Физиология иммунной системы. Виды иммунитета. Адаптация животного к различным условиям

Иммунная система – система органов, существующая у позвоночных животных и объединяющая органы и ткани, которые защищают организм от заболеваний, идентифицируя и уничтожая опухолевые клетки и патогены.

Иммунитет (лат. *immunitas* -- освобождение, избавление от чего-либо) -- нечувствительность, сопротивляемость организма к инфекциям и инвазиям чужеродных организмов (в том числе -- болезнетворных микроорганизмов), а также воздействию чужеродных веществ, обладающих антигенными свойствами. Иммунные реакции возникают и на собственные клетки организма, измененные в антигенном отношении.

Строение и состав иммунной системы. Иммунная система человека включает центральные органы - костный мозг и вилочковую железу (тимус) - и периферические - селезенку, лимфатические узлы, лимфоидную ткань. Эти органы вырабатывают несколько типов клеток, которые и осуществляют надзор за постоянством клеточного и антигенного состава внутренней среды.

Основные клетки иммунной системы - фагоциты и лимфоциты (В- и Т-лимфоциты). Они циркулируют по кровеносной и лимфатической системе,

некоторые из них могут проникать в ткани. Все клетки иммунной системы имеют определенные функции и работают в сложном взаимодействии, которое обеспечивается выработкой специальных биологически активных веществ – цитокинов. Вы, наверное, слышали такие названия, как интерфероны, интерлейкины и тому подобные.

Лимфоциты вырабатывают специфические белки (антитела) – иммуноглобулины, взаимодействующие с определенными антигенами и связывающие их. Антитела нейтрализуют активность ядов, микробов, делают их более доступными для фагоцитов.

По отношению к клеткам иммунной системы все органы делятся на 2 группы:

— А. Центральные (первичные) – тимус, красный костный мозг и фабрициева сумка у птиц. Первичные, так как здесь происходит первый антиген независимый этап дифференцировки лимфоцитов (На этом этапе клетки приобретают специальные рецепторы – маркеры и становятся иммунокомпетентными (способными различать разные классы чужеродных структур). Эта способность заложена в геноме, не требует присутствия антигена. Теоретически формируется способность клеток реагировать в будущем на чужеродные структуры. Один лимфоцит – один антиген).

— Б. Периферические: лимфоузлы, селезенка, диффузная ткань слизистых оболочек. Здесь происходит вторичный этап – антиген зависимая дифференцировка лимфоцитов (образуются эффекторные лимфоциты, способные не только различать, но и уничтожать чужеродные структуры (Т-киллеры, плазмочиты, Т- и В-клетки памяти). Образование этих клеток зависит от потребностей организма).

Кожу относят и к центральным и к периферическим органам.

Все органы, участвующие в иммунитете, функционируют как единое целое благодаря нейрогуморальным механизмам регуляции, а также постоянно совершающимся процессам миграции и рециркуляции клеток по кровеносным и лимфатическим сосудам.

Иммунная система “запоминает” те чужеродные вещества, с которыми она хоть раз встречалась и на которые реагировала. От этого зависит формирование невосприимчивости к “чужим” агентам, терпимости к собственным биологически активным веществам и повышенной чувствительности к аллергенам. Нормально функционирующая иммунная система не реагирует на внутренние факторы и, в то же время, отторгает чужеродные воздействия на организм. Она формирует иммунитет - противинфекционный, трансплантационный, противоопухолевый. Иммунитет защищает организм от инфекционных болезней, освобождает его

от погибших, переродившихся и ставших чужеродными клеток. Иммунные реакции являются причиной отторжения пересаженных органов и тканей. При врожденных или приобретенных дефектах иммунной системы возникают заболевания - иммунодефицитные, аутоиммунные или аллергические, вызванные повышенной чувствительностью организма аллергенам.

Виды иммунитета. Различают естественный и искусственный иммунитет

В зависимости от происхождения различают наследственный (врожденный, видовой, естественный) и приобретенный иммунитеты, а по направленности действия (механизму) – антибактериальный, антитоксический и противовирусный.

Наследственным иммунитетом называют такую невосприимчивость, которая генетически присуща животным данного вида и передается по наследству. Примером такого иммунитета является невосприимчивость одного вида животных к патогенным микробам, вызывающим заболевание у другого вида (лошади не болеют ящуром, крупный рогатый скот – сапом).

Наследственный иммунитет, хотя и является наиболее совершенной и прочной формой невосприимчивости, однако и он не абсолютен. Воздействие внешних факторов на организм животного (переохлаждение, перегревание, голодание, токсикоз и др.) может нарушить и этот иммунитет (например, голубь становится восприимчивым к возбудителю сибирской язвы, если ему ввести большую дозу алкоголя). Считалось, что к сапрофитным микробам у всех видов животных имеется абсолютный наследственный иммунитет. Но это оказалось не совсем правильным. При введении в организм сапрофитов в больших дозах можно вызвать патологические процессы. Так, у свиней и птиц при инъекции кислотоустойчивых сапрофитов развивается заболевание, напоминающее туберкулез, с образованием туберкулоподобных бугорков с казеозным распадом.

Механизмы и факторы наследственного иммунитета изучены еще недостаточно. Однако известно, что они неспецифические и проявляются однотипно на любой вид микроба, попавшего в организм. Доказано несомненное значение генотипа и естественной резистентности организма. Например, установлено, что генетически чистая линия мышей (РРп) обладает 100 %-ной резистентностью к вирусу желтой лихорадки, а другая линия — с другим генотипом — в 100 % случаев восприимчива к том же возбудителю. *Приобретенным иммунитетом* называют такую невосприимчивость, которая формируется в процессе индивидуального развития организма в течение его жизни. Существенной особенностью приобретенного иммунитета является специфичность действия защитных факторов (например, сыворотка свиньи после переболевания рожей задерживает рост только

рожистого микроба). Приобретенный иммунитет может быть результатом перенесенного заболевания, и тогда он называется *Естественно*

приобретенным, Или Постинфекционным. Если в организм систематически попадает возбудитель в дозе, меньше той, которая может вызвать клиническое переболевание, то происходит незаметная иммунизация — по типу иммунизирующей субинфекции. Например, крупный рогатый скот старше четырех лет обычно по этой причине не болеет эмфизематозным карбункулом в неблагополучной местности. Если же иммунитет возникает после введения в организм живых или убитых микробов (вакцин), его называют *искусственноприобретенным, Или Поствакцинальным.* Постинфекционный иммунитет сохраняется длительное время (иногда пожизненно), тогда как поствакцинальный, — менее совершенен и сохраняется сравнительно короткое время (например, при чуме свиней — год, роже — 6 мес).

Различают активно и пассивно приобретенный иммунитет. Активно приобретенным иммунитетом называют невосприимчивость, которая возникает после перенесенного заболевания или после искусственного введения в организм веществ антигенной природы (вакцин). При формировании такого иммунитета происходит активная перестройка организма, выявляемая иммунологическими методами исследования (серологическим, аллергическим и биопробой). Пассивным иммунитетом называют невосприимчивость, возникающую в результате введения в восприимчивый организм готовых защитных факторов (антител), взятых от другого иммунного животного (пассивная иммунизация). Такой же иммунитет может быть и естественно приобретенным, когда новорожденный молодняк получает антитела с молозивом и молоком матери (колостральный, или лактогенный, иммунитет). Пассивно приобретенный иммунитет в отличие от активного возникает очень быстро, но сохраняется непродолжительное время — в среднем 15-20 дней.

Основная функция иммунной системы - контроль за качественным постоянством генетически продетерминированного клеточного и гуморального состава организма.

Иммунная система обеспечивает:

- Защиту организма от внедрения чужеродных клеток и от возникших в организме модифицированных клеток (например, злокачественных);
- уничтожение старых, дефектных и поврежденных собственных клеток, а также клеточных элементов, не характерных для данной фазы развития организма;

- нейтрализацию с последующей элиминацией всех генетически чужеродных для данного организма высокомолекулярных веществ биологического происхождения (белков, полисахаридов, липополисахаридов и т.д.).

В иммунной системе выделяют центральные (тимус и костный мозг) и периферические (селезенка, лимфатические узлы, скопления лимфоидной ткани) органы, в которых осуществляется дифференцировка лимфоцитов в зрелые формы и происходит иммунный ответ.

Функционирующей основой иммунной системы является сложный комплекс иммунокомпетентных клеток (Т-, В-лимфоциты, макрофаги).

Механизмы и факторы иммунитета

Они довольно разнообразны. Большинство из них неспецифические, т.е. одинаково эффективны по отношению к любому патогенному микробу. Специфические механизмы и факторы, проявляющиеся в процессе формирования иммунитета, эффективны только к строго определенному виду или серотипу микроба.

Факторы иммунитета по времени появления делят на постоянные и проявляющиеся после проникновения патогенного микроба; по характеру и диапазону действия - на специфические и неспецифические.

К факторам постоянного действия относятся неспецифические:

1) защитные свойства кожи и слизистых оболочек; 2) защитные функции нормальной микрофлоры; 3) воспаление и фагоцитоз, барьерные функции лимфоидной системы; 4) гуморальные факторы (лизозим, комплемент, нормальные антитела и др.); 5) физиологические факторы (температура и метаболизм обменных процессов); 6) генетическая фенотипическая реактивность клеток и тканей.

К факторам, появляющимся после проникновения патогенного возбудителя, относятся: 1) неспецифические (воспаление, С-реактивный белок, интерферон) и 2) специфические (макрофаги, клетки плазмочитарного и лимфоидного рядов, иммунотелла).

Особенности факторов и механизмов иммунитета к вирусам.

Иммунитет при вирусных болезнях по своей биологической сущности не отличается от иммунитета при бактериальных инфекциях, хотя и имеет свои особенности. Это объясняется тем, что репродукция вирусов происходит на субклеточном и молекулярном уровне, а процессы метаболизма связаны с питанием поражаемых клеток.

При врожденном (видовом) иммунитете невосприимчивость обуславливается отсутствием у клеток рецепторов, необходимых для адсорбции вируса, вследствие чего вирус разрушается, не проникнув в клетку.

Иммунитет к вирусам обуславливается многими неспецифическими и специфическими факторами. В противовирусном иммунитете огромную роль играют:

ингибиторы (полисахариды, липиды, А- и В-ингибиторы) - они действуют как антитела;

интерферон (герпес, оспа);

антитела - действуют вне клетки. Фагоцитоз роли не играет (только комплекс вирус+антитело);

тканевой иммунитет.

Адаптация – это совокупность наследственных и развивающихся в течение индивидуальной жизни животного процессов, обеспечивающих приспособление к меняющимся условиям среды и даже к условиям, ранее не совместимым с жизнью.

Благодаря адаптации к меняющимся условиям обитания животные поддерживают необходимое для жизни, развития и продолжения рода относительное динамическое постоянство внутренней среды (гомеостаз).

Различают адаптацию биологическую, физиологическую и социальную. *Биологическая адаптация* определяется как морфофизиологическое приспособление популяций животных и растительных организмов к конкретным условиям существования во внешней среде. *Социальная адаптация* представляет собой приспособление индивидуума к социальной среде.

Физиологическая адаптация понимается как совокупность физиологических реакций, лежащих в основе приспособления организма к изменению окружающих условий. Это процесс направлен на формирование и сохранение оптимального баланса между животным и окружающей его внешней средой.

Адаптация к одному неблагоприятному фактору обычно делает организм более устойчивым и к другим факторам. Следовательно, несущие угрозу организму воздействия вызывают как специфические, так и неспецифические адаптивные реакции. *Специфические реакции определяются природой неблагоприятного фактора, а неспецифические –*

лишь его силой. Общие адаптационные реакции направлены на приспособление организма к любым новым условиям. Они универсальны, а их выраженность находится в прямой зависимости от силы стрессора. Такие неспецифичные реакции Г. Селье назвал *общим адаптационным синдромом* (ОАС).

ОБЩИЙ АДАПТАЦИОННЫЙ СИНДРОМ

Ответные реакции животных на раздражения Г. Селье разделил на три стадии:

1. *Тревоги или мобилизации* (продолжается до 48 ч) - характеризуется активацией защитных механизмов организма. Проявляется усилением распада органических веществ в тканях, увеличением концентрации в крови гормонов мозгового (катехоламинов) и коркового (особенно глюкокортикоидов) слоев надпочечников, мобилизацией энергетических ресурсов (в первую очередь для мозга и мышц) и повышением устойчивости организма к любым неблагоприятным факторам. Это сопровождается уменьшением массы животных или привесов, а также снижением количества и качества молока в лактационный период. Если действие стрессора продолжается, а животное не погибает, то начинается следующая стадия.

2. *Резистентности или адаптации* (может длиться до нескольких недель) - характеризуется ростом неспецифической устойчивости организма к раздражителям. При этом увеличивается объём циркулирующей крови, возрастает артериальное давление, усиливается глюконеогенез, активизируется иммунная система, снижается вязкость крови, нормализуется содержание в крови лейкоцитов и кортикостероидов. В организме начинают преобладать анаболические процессы, что способствует восстановлению массы тела и продуктивности животных. При продолжительном или очень сильном действии стрессоров, когда адаптивные возможности различных систем организма (особенно коры надпочечников) истощаются, наступает третья стадия.

3. *Истощения* - во многом сходна со стадией тревоги, но все реакции резко усилены и приводят к *дистрессу* (страданию). Это обычно сопровождается развитием болезни, а в случае продолжения действия стрессора приводит к необратимым изменениям, и животное погибает.

3.7. Физиология размножения.

Половая и физиологическая зрелость

Размножение – это важный биологический процесс, обеспечивающий воспроизводство и сохранение вида. Потомство животных рождается с

недоразвитыми половыми органами. Способность к размножению появляется только в определенном возрасте и это происходит с наступлением полового созревания животных. Половая зрелость – это период, с которого организм можно успешно осеменять и оплодотворять.

Половая зрелость характеризуется следующими основными признаками: 1) морфологические изменения – появляется половой диморфизм и половые органы достигают своего окончательного развития. 2) физиологическая группа – наблюдается активизация половых гормонов, у самок появляются циклические изменения в половых путях 3) этологическая группа – характеризующаяся изменением поведения животных и появления полового поведения, которые характеризуется наличием возбуждения, влечения и наличием половых рефлексов.

Сроки полового созревания различны и зависят от породы, условий кормления и содержания и от климатических факторов. В среднем у самцов и самок половая зрелость наступает: у КРС 7,5 мес; МРС 7 мес.; свинья 6 мес.; кобыла 16 мес.; кролик 5 мес.; собаки 7 мес.; кошки 5 мес.; норка 9,5 мес.; курица 4,5-8 мес. В половом созревании участвует центральная нервная система (гипоталамус, лимбическая система, миндалевидные ядра). Во время полового созревания гормоны активизируют область гипоталамуса, где возникает половая доминанта, лежащая в основе мотивационного возбуждения и формирующие соответствующее поведение животных.

Половая зрелость наступает раньше, чем у животных заканчиваются процессы роста и развития. Физиологическая зрелость – это состояние, когда организм приобретает формы свойственные взрослому животному данного пола и по массе достигает 70-75% от массы взрослого животного (у КРС 16- 18 мес.; МРС 12-15 мес.; свиней 8 -11 мес.; кобыл в в 3 года). Деятельность половых органов поддерживается у КРС от 14 до 17 лет, МРС 8-10 лет, свиньи 7-10 лет, лошади 25-30 лет.

Органы размножения самцов

Семенники с придатками, семяпровода, придаточные половые железы и орган совокупления. Семенники – это парные половые железы расположенные вне полости тела в выпячивании брюшной стенки (мошонка). В семенниках образуются спермии (выделяется экзогенная секреция, и эндогенная секреция – андрогены). Семенники покрыты собственной серозной оболочкой, а внутри разделены на камеры, в которых находится паренхима семенника, состоящая из семенных канальцев и соединительной ткани с интерстициальными клетками.

Извитые семенные канальцы семенника – это трубочки, покрытые соединительно-тканной оболочкой, под которой находится питающие клетки и несколько рядов сперматогенного эпителия из клеток которого в

последующем образуются спермии. Находятся в виде студневидной массы, оно питает зародышевые клетки и не дает возможности распадаться.

Сперматогенез условно делят на 4 периода: 1) размножение 2) рост 3) созревание 4) формирование. Все эти 4 периода характеризуют единый процесс физиологической регенерации и клеточного обновления в семенниках. Процесс размножения начинается с того, что сперматогонии (первичные половые клетки) с крупным ядром делятся путем митоза с образованием 2х новых клеток.

Рост – одна клетка сохраняется как запасная, а вторая увеличивается в размере и превращается в сперматоцит 1 порядка. Созревание – в эту стадию сперматоциты первого порядка подвергаются мейозу и делятся на две одинаковые по величине клетки, у которых в клетках содержится гаплоидный набор хромосом. В результате получают сперматоциты 2-ого порядка. Они подвергаются процессу мейоза, в результате деления каждая хромосома расщепляется на две половинки, которые называются хроматиды, которые расходятся в сперматиды.

Сперматиды – это круглая клетка, в которой очень много цитоплазмы и которая содержит гаплоидный набор хромосом. Формирования – сперматиды приобретает обтекаемую форму, которая не связана с делением клетки. Из сперматиды в результате развивается спермий. Клеточное ядро переходит в верхнюю часть сперматиды, а находящаяся около ядра идиоформа переходит к верхнему полюсу клетки, где формируется акросома. Из передней центриоли образуются структуры шейки спермия, а из нижней формируется осевая нить. В образовании спиралеобразной нити участвуют митохондрии. Сформированные спермии выделяют геаулооридазу, которое растворяет студенистое вещество и спермии попадают в просвет извитого канальца. В этом просвете содержится слабощелочная среда в результате этой рН спермии приобретают подвижность.

Далее спермии из извитых канальцев спермиев попадают в систему семявыносящих путей – это прямые канальцы, сеть семенника, семявыносящие канальцы. Вне семенника к семявыносящим путям относится канал придатка и семявыводящий проток. Продолжительность сперматогенеза: бык 54 дня, баран 49 дней, хряк 34 дня, жеребец 42 дня,

верблюд 56 дней, кролик 41 день, кобель 56 дней, петух 25 дней.

Придаток располагается вдоль латерального края семенника. Различают головку, тело и хвост. Головка состоит из 10-12 долек в каждой заключено по одному спермевыносящему протоку. При выходе из головки они формируют общий канал придатка семенника. Сильно извиваясь канал проходит по всей длине тела и хвоста придатка, затем канал придатка переходит в спермиепровод.

Продвижение спермия через канал придатков проходит главным образом за счет сокращения мышц этих стенок. Проходя по каналу спермии приобретают отрицательный заряд. Дозревание происходит в хвосте придатка, где они могут сохраняться у животных от 1 до 2х месяцев. В каудальной части придатка – хвост – спермии накапливаются и подвергаются морфофункциональным изменениям (8-20 дней).

Спермии в слабокислой среде (рН 6,3-6,4), без кислородном пространстве, при пониженной температуре тела, в вязком секрете, окружающем спермии, плотном расположении спермиев, обильном снабжении питательными веществами, быстром удалении продуктов метаболизма, спермии приобретают липопротеидную оболочку, отрицательный заряд, который препятствует их склеиванию (аглютинации). Здесь изменяются антигенные свойства спермиев. И после всех этих изменений спермий переходит в стадию анабиоза с сохранением оплодотворяющей способности на 2-3 месяца.

При отсутствии длительного полового покоя значительная часть неиспользованных спермиев выделяется с мочой, остальные спермии подвергаются дезинтеграции, то есть стареют и подвергаются лизису при помощи сперматофагов.

Из канала придатков сперматозоиды поступают в семяпроводы, которые открываются в тазовую часть мочеполювого канала. Сюда же открывается отверстие придаточных половых желез (пузырьковидных, куперовых, предстательной и множества уретральных желез). Спермия проводы (правый и левый) расположены в семенных канатиках, проникают через паховое кольцо в брюшную полость, проходят над мочевым пузырем, сближаются и впадают в мочеполювой канал. Перед впадением в мочеполювой канал спермия проводы утолщены – ампулы спермияпровода. Функция ампул: содержаться железы, которые выделяют секрет, смешивающийся со спермиями во время спаривания; у быков и баранов является местом накопления спермия во время полового возбуждения перед самкой.

У жеребца пузырьковидные железы выделяют тягучий секрет, у быка, барана и хряка – жидкий. Предстательная железа вырабатывает жидкий секрет и хорошо выражена у жеребцов и хряков, у баранов и быков развита слабо. Куперовы (луковичные) железы – наибольшей величины достигают у хряков выделяют клейкий секрет.

Секрет пузырьковидных желез имеет слабокислую реакцию, содержит лимонную кислоту и фруктозу, аскорбиновую кислоты, липиды, белки, свободные АК, содержится много калия, хлора и натрия. Секрет предстательной железы имеет слабокислую или нейтральную рН, в ее

составе много протеолитических ферментов и свободных АК, содержатся минеральные вещества, лимонная кислота и простогландины. Куперовы железы выделяют щелочной секрет, прозрачный и тягучий, выделяется в начале эякуляции, промывает уретру.

Секреты придаточных желез выделяются в просвет канала в момент эякуляции, что обеспечивает разбавление спермы и активизирует их подвижность.

Физико-химические свойства спермы

Сперма – это жидкость, выделяемая самцами при половых актах. Состоит из 2х частей: спермии и плазма. Спермии основная часть. Спермии состоит из головки, шейки, тела и хвоста. Головка составляет 1/9 часть спермия, по строению плоская, имеет выпячивание, овальной формы. На головке имеется акросома, которая выделяет геаулоридазу. Шейка хрупкая.

Внутри тела и хвоста находится осевая нить, состоящая из нескольких фибрилл, которые на всем протяжении кроме кончиков хвоста, объединены в спиральную нить. Кончик хвоста состоит из нескольких фибрилл, непокрытых спиральными нитями и лишен оболочки, покрывающих все части спермия. Это образование похоже на кисточку. Спермии состоят из 75 % воды, и 25% сухого вещества. Сухое вещество содержит 85 % белка, 15 % липидов и 2 % минеральных веществ. Объем спермы, выделенный производителем – эякулянт.

Самая высокая концентрации спермы у баранов (30% половых клеток, 70 % плазмы). Формы движения спермиев: прямолинейно поступательная – нормальное движение; маневренное; колебательное. Факторы движения: за счет движения хвостиком, за счет ложкообразного выпячивания, за счет активного сокращения полового аппарата самки. Скорость движения спермиев 1-5 мм/мин. Время, которое необходимо для прохода яйцеклетки составляет 5-8 часов. Энергию берут за счет распада АТФ.

Неблагоприятные факторы для спермиев: сроки сохранения активности спермиев в половых путях самки, возможность к агглютинации (все спермии несут на себе отрицательный заряд, поэтому они между собой не склеиваются, но при наличии агглютинирующих тел в половых путях самки или изменении pH приводит к снижению отрицательной электрической зарядности в результате чего сперматозоиды начинают агглютинировать); влияние осмотического давления; температура (наиболее активны при температуре тела, при 42° теряют оплодотворяющую способность, 45-50 погибают в результате денатурации белка, при 15° – 50% спермиев переходят в состояние анабиоза, при 0° – 100% спермиев переходят в состояние анабиоза); pH – свежеполученная сперма у быка и барана имеет нейтральную pH, у хряка и жеребца сперма имеет щелочную реакцию 7,2-7,8 при

небольшом увеличении кислотности в сперме ведет к замедлению движения спермия, но они остаются живыми, избыточная кислотность прекращает движение и является губительной для спермиев, повышение щелочности создается добавлением соды приводит в начале к активности движения, но затем они быстро погибают; влияние химических веществ (спермии чувствительны к кислотам, щелочам, формальдегидам, антибиотикам: стрептомицин, пенициллин).

Физиология женской репродуктивной системы

Половые органы самок делят на внутренние и наружные. К наружным относится преддверие влагалища, клитор, половые губы. К внутренним половым органам относят влагалище, связки, яйцеклетку, яичник. Внутренние половые органы расположены в тазовой полости и частично в брюшной.

Функции: образование яйцеклетки, оплодотворение ее спермием, развитие зародыша, выработка гормонов регулирующие репродуктивные процессы.

Овогенез и развитие фолликула. Овогенез процесс образования и созревания женских половых клеток. Начинается в яичниках заканчивается в яйцеводах. Яичники — это парные органы, в которых образуются половые клетки и синтезируются гормоны. Яичники располагаются в брюшной полости и подвешены на брыжейке яичника. Яичники снаружи покрыты зародышевым эпителием, который представлен кубическими клетками. Из зародышевого слоя во время эмбрионального развития животных образуются фолликулы, они втягиваются внутрь яичника образуя множественные первичные фолликулы с первичными яйцевыми клетками оогониями. Под зародышевым слоем лежит корковый слой, по-другому называется корковая зона яичников. Данная основа из соединительно тканной основы и большого количества фолликулов, на разных стадиях развития и дегенерации. Внутри яичника мозговой слой или сосудистая основа. Она включает в себя соединительную ткань, мышечные волокна, сосуды и нервы. Каждый фолликул содержит яйцеклетку, окруженную фолликулярным эпителием. У фолликулов, расположенных на периферии коркового вещества эпителий однослойный — первичный фолликул. Вторичный фолликул — 2х, 3х слойный эпителий. У третичных фолликулов эпителий многослойный.

Овогенез включает 3 стадии: размножение, рост, созревание. Стадия размножения происходит в эмбриональный период развития — в эту стадию многократное диплоидное увеличение клеток (оогонии), они имеют парное число хромосом и к моменту рождения в яичниках самок содержатся все оогонии. Из которых будут развиваться яйцеклетки. Запас оогоний больше не пополняется.

Вторая стадия роста происходит в конце эмбрионального развития эту стадию половая клетка перестает делиться и превращается в овоцит 1ого порядка (первичные яйца) – они окружены слоем мелких фолликулярных клеток. В стадию роста выделяют две фазы: медленного и быстрого роста. Фаза медленного роста происходит до полового созревания – в эту стадию фолликул увеличивается в размере, образуются прозрачные оболочки, увеличивается количество фолликулярных клеток за счет ассимиляции. Фаза быстрого роста – в период полового созревания под действием фолликулостимулирующего гормона. В этот период активное участие принимают фолликулярные клетки и образуются вторичные и первичные фолликулы.

Стадия созревания – характеризуется двумя последовательными делениями. В массе фолликулярных клеток развивающегося фолликула образуется полость, которая постепенно увеличивается и заполняется жидкостью, содержащей эстроген. Стенка фолликула растягивается, принимает вид пузырька. Зрелый фолликул (графов пузырек) – состоит из нескольких слоев клеток окружающих овоцит 1 порядка, который находится внутри полости заполненной жидкостью. Слой фолликулярных клеток выстилающих полость фолликула и окружающих овоцит отделены базальной мембраной, она лишена кровеносных сосудов, и она обеспечивает транспорт питательных веществ за счет диффузии. Перед овуляцией овоцит 1 порядка поглощает целлюлоза превращается в овоцит 2 ого порядка. Когда овоцит 2 порядка делится у него образуется овоцит 2ого порядка и первое редукционное тельце. Во время овуляции (разрыв стенки фолликула) овоцит второго порядка попадает в воронку яйцевода и продвигается по его просвету. Заканчивается стадия созревания в яйцеводе и когда в яйцеклетку начинает проникать спермий овоцит 2 ого порядка подвергается второму делению мейоза и в результате образуется зрелая яйцеклетка способная к оплодотворению и образуется второе редукционное тельце. Первое редукционное тельце тоже делится с образованием 2х клеток, т.о в результате одного цикла оогенеза из одного овоцита 1ого порядка образуется 1 яйцеклетка и 3 редукционных тельца, которые разрушаются.

Половой цикл – это время одной овуляции до другой. В половом цикле выделяют три стадии. Первая стадия – половой возбуждение. Вторая – половое торможение. Третья – покоя уравновешенности. Во время полового возбуждения у животных наблюдается общие изменения организма.

Овуляция бывает 2х видов: спонтанная – происходит во время цикла не зависимо от спаривания и индуцированная – овуляция происходит только во время спаривания (семейство кошачьих, собольих, кунных и кроликов). Овуляция — это сложная реакция на внутренний и внешний раздражитель. Одним и раздражителей является накопление фолликулярной жидкости и действием протеолитических ферментов, накапливающихся в

фолликулярной жидкости. Происходит разрыв мелких капилляров и в образовавшейся «кратер» выплывает яйцеклетка с окружающей ее клетками яйценосного бугорка, которая попадает в воронку яйцевода. В период овуляции усиливается приток крови к яйцеводам мышечные волокна яйцевода напрягаются в результате воронка расширяется, охватывая яичник со всех сторон. Кроме этого, яйцевод совершает ритмические сокращения ритмических волокон, которые также способствует процессу захватывания яйца и продвижения яйца яйцеклетки по яйцеводу. На месте опорожнившегосся фолликула после овуляции образуется новый орган – желтое тело. Желтое тело развивается из фолликулярных клеток, которые остались на месте лопнувшего фолликула. Фолликулярные клетки делятся и превращаются в железистые клетки желтого тела – лютеиновые клетки (содержат липиды и пигмент, который у КРС и овец, окрашивает желтое телов желтый цвет, а у лошадей в оранжевый, переходящий в красноватый и коричнево-красный цвет). У коров разрыв фолликула происходит на выпуклой поверхности яичника и желтое тело выступает над этой поверхностью. У свиней желтое тело формируется через сутки после овуляции. У свиней стенки лопнувших фолликулов сокращаются, быстро зарастают, образующееся желтое тело выступает на поверхности яичника в идее кукурузных зерен. У лошади желтое тело образуется через 2 суток.

Регуляция половых функций. Половые функции регулируются нервной и эндокринной системой, проявляются сложным комплексом половых рефлексов (ответных реакций) на определенные раздражители, которые поступают из внешней и внутренней среды. К внешним раздражителям относят все, которые поступают через органы чувств: зрительный, обонятельный, вкусовой, слуховой, осязательный. Эти импульсы поступают в головной мозг, а именно в ядра гипоталамуса. Здесь формируется импульсы, которые поступают от внутренних органов, которые посылают информацию о готовности организма к спариванию. Гипоталамус через нейросекреты активизирует гипофиз, который выделяет гонадостимулирующие гормоны. под влиянием эстрогенных гормонов в ЦНС временно образуются господствующий очаг возбуждения (доминанта возбуждения, половая доминанта). При половой доминанте организм направляет свое действие на воспроизведение, а именно на акт оплодотворения и спаривания. В это время у самок появляется течка. После овуляции образуется желтое тело, которое образует гормон прогестерон и в результате этого наступает материнская доминанта, которая характеризуется прекращением течки и охоты, самка не подпускает самца к спариванию, матка готовится к вынашиванию плода. К концу беременности желтое тело рассасывается и начинает созревать фолликулы которое продуцируют эстрогенные гормоны. Это ведет к выделению гипоталамуса и гипофизом гормона окситоцина, который способствует сокращению матки во время родов. Охота обычно наступает у коров через 3-4 недели после отела. Половые рефлексы у самцов: рефлекс полового влечения возникает в

результате раздражения зрительных, слуховых анализаторов и действия тестостерона; рефлекс эрекции – кровенаполнение полового члена самца, у самок – кровенаполнение клитора и влагалища; рефлекс обхватывания – проявляется заскакиванием самца на самку, у самок он аналогичен рефлексу неподвижности; рефлекс совокупления – характеризуется введением полового члена в половые пути самки, у самок проявляется сгибанием позвоночника и поднятием хвоста; эякуляция – процесс выведения секрета половых желез и спермы, раздражители воздействуют на рецепторы находящиеся на головке полового члена, центра находятся в крестцовом отделе спинного мозга, у самок проявляется выделением секрета влагалищных желез и в ослаблении шейки матки.

Продвижение и выживаемость спермиев в органах размножения самки. У КРС и МРС эякуляция у самцов происходит быстро одним импульсом. Сперма рассеивается около шейки матки и только часть ее попадает в канал шейки матки. И это называется влагалищным типом осеменения. Маточный тип осеменения у лошадей и свиней и характеризуется тем, что у них большой размер матки, хорошо развиты добавочные половые железы, половой член имеет грибообразную или штопорообразную форму, эякулят имеет большой объем и низкую концентрацию сперматозоидов, асинхронность выделения секрета добавочных желез и спермы, непродолжительная переживаемость спермиев в половых путях самки. При маточном осеменении эякулят поступает непосредственно в матку. Перемещением спермиев через стенку тела и рога матки происходит благодаря сокращению мускулатуры этих органов. Во время охоты у самок повышается возбудимость мышц в матке, повышается ее тонус и возникают ритмические сокращения продольных мышц в матке. В результате чего матка изменяет свою форму: укорачивается, утолщается, при этом расслабляются циркулярные мышцы шейки матки. В результате чего происходит раскрытие канала шейки. Данные изменения ведут к лучшему всасыванию спермы и перемещению ее к вершинам яйцевода, кроме того, усиливает сокращение мышц матки простогландин, содержащиеся в спермии. Сокращение матки бывает безусловно рефлекторного характера, который характеризуется воздействием раздражителей на слизистую оболочку и условнорефлекторного характера (при виде самца, при прикосновении и т.д.).

Оплодотворение – это сложный физиологический процесс, характеризующийся оплодотворением сперматозоидов в цитоплазму яйцеклетки.

Нормы половой нагрузки производителей

Условием долголетия производителей является соблюдение полового режима. При повышении половой нагрузки, производители быстрее изнашиваются и выбраковываются с диагнозом аспермия и изоспермия. Хотя половые рефлексы у производителей наступают рано: у быков, баранов,

хряков – в 6-8 мес., у жеребцов – 1,5 года, но в случку можно пускать быков, баранов, хряков – в 10-11 месяцев, жеребцов -3 года.

Чем раньше начинают эксплуатировать половую деятельность, тем раньше наступает климакс. При вольной случке половая нагрузка для:

1. Быка и барана 25-30 маток.
2. Жеребца – 20-25 конематок.
3. Хряка – 10-15 свиноматок. При ручной случке:
 1. Быку- 60-80 коров.
 2. Барану – 80-100 овец.
 3. Жеребцу – 60 конематок.
 4. Хряку – 30 свиноматок

При искусственном осеменении за год можно осеменить:

- спермой быка – 500-3000 коров;
- жеребца – 200-1000 конематок;
- хряка – 200-800 свиноматок;
- барана – 500-15000 овцематок.

Правомерность такой нагрузки обосновывается тщательным исследованием качества спермы. Нагрузка для быка: 2 садки в день (через 5- 10 мин, чтобы не угасло возбуждение после первой садки). При повторной садке эякулят обычно больше по объему и лучшего качества. Повторное взятие – через 2-3 дня. У каждого производителя есть дублер, близкий по качеству спермы. Получают сперму обычно через 2-3 часа после кормления и 1 час после поения.

На предприятии сперму получают по следующей схеме: 1. У быков до 2х лет-1 садку в неделю. 2. С 2 до 3 лет- 3 садки в две недели. 3. Старше 3х лет – 3 садки в 2 недели. За один рабочий день получают 2 эякулята. У барана средняя нагрузка 4-6 эякулятов в день при дуплетных садках. Первая садка утром через 2 часа после кормления, поения и утренней прогулки. Вторая садка – через 2 часа после первой. Третья – может быть во второй половине дня. В хвосте придатка спермиев на 30-40 эякулятов. Поскольку бараны с сезонным типом осеменения, то нет опасности в чрезмерной нагрузке.

У жеребца сперму получают один раз в день и один день в неделю дается для отдыха. У хряка – одна садка в 3 дня. Можно садки разрешать через 2-1,5 дня, но тогда через 10-15 дней работы должна быть неделя отдыха. Следует иметь в виду, что получение спермы от производителей осуществляется по графику, точно по времени, поскольку вырабатывается условный рефлекс на время. В принципе, можно использовать быков – до 14- 17 лет, баранов – 6-8 лет, хряков – 8-10 лет, жеребцов - 20 лет.

Продолжительность беременности у самок с/х животных. Влияние беременности на организм самок

Благоприятное влияние беременности: ускорение завершения зрелости тела у первобеременных, улучшение упитанности и др. Неблагоприятное: все необходимые вещества поступают в организм плода через организм матери. Поэтому если материнский организм не получает с кормом необходимые для плода вещества или не может их усвоить и переработать, потребности плода удовлетворяются за счет обеднения этими соединениями тканей или органов материнского организма.

У беременных самок повышается внутрибрюшинное давление, что приводит к учащению актов дефекации и мочеиспускания, преобладанию грудного типа дыхания и его учащению. Повышение нагрузки на ССС вызывает гипертрофию сердечной мышцы, преимущественно левого желудочка. Разрастаются сосуды матки, их диаметр увеличивается в 4-5 раз. Повышается свертываемость крови и СОЭ. Количество кальция и фосфора уменьшается, калия увеличивается. Сначала упитанность повышается, потом животные худеют. Происходит неравномерный рост копыт и рогов, на них образуются кольца. Может наблюдаться нарушение минерального обмена (костная ткань обедняется солями извести, что предрасполагает к спонтанным переломам костей). Ткани задерживают воду, становятся более сочными (отеки). В организме накапливаются азотистые вещества. Улучшается усвоение углеводов. Образуется меланофор – гормон, обуславливающий пигментацию плацент и появление пятен беременности.

В яичниках одно или несколько желтых тел беременности. Матка увеличивается в размерах. В первой половине беременности матка сочная, утолщенная, к концу её стенка истончается. Сильно увеличивается рог-плодовместилище. Широкие маточные связки растягиваются. Извитость сосудов их и стенок матки исчезает. Происходит дополнительная васкуляризация тканей. ШМ увеличивается в объеме, слизистая гипертрофируется, канал плотно закрывается. Его просвет закрыт густой упругой полупрозрачной слизистой пробкой, несколько выступающей из наружного устья шейки в просвет влагалища. Слизистая влагалища бледная, к концу беременности – застойно гиперемизированная, иногда отечная, её поверхность матовая.

Таблица 2

Сроки продолжительности беременности у разных видов животных

Корова	270-300	285 (9)
Буйволица	300-315	307 (10)
Ячиха	250-265	258
Лосиха	235-247	240
Олениха	118 195-245	225 (7)

Овца, коза	145-157	150 (5)
Кобыла	320-355	336 (11)
Верблюдица	377-423	400 (13)
Ослица	360-390	365 (12)
Свинья	110-140	114 (4)
Собака	59-65	62 (2)
Кошка	55-60	58 (2)
Крольчиха	28-33	30 (1)

Список рекомендуемой литературы:

1. Богомолова, Е.С. Анатомия и физиология животных: учебник / Е.С. Богомолова, М.Я. Брынь, В.А. Коугия [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 368 с.
2. Васильева, В.И. Морфология и физиология животных: учебное пособие / В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 416 с.
3. Зеленовский, Н.В. Анатомия и физиология животных : учебник / Н.В. Зеленовский, М.В. Щипакин, К.Н. Зеленовский ; под общ. ред. Н.В. Зеленовского. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1993-7 // ЭБС Лань : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112059>.
4. Максимов, В.И. Анатомия и физиология домашних животных: Учебник / В.И. Максимов, Н.А. Слесаренко, С.Б.идр Селезнев. - М.: Инфра-М, 2017. - 96 с.
5. Скопичев, В.Г. Морфология и физиология животных : учебное пособие / В.Г. Скопичев, В.Б. Шумилов. — Санкт-Петербург : Лань, 2005. — 416 с. — ISBN 5-8114-0592-8 // ЭБС Лань : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/607>.
6. Смолин, С.Г. Физиология и этология животных : учебное пособие / С.Г. Смолин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 628 с. — ISBN 978-5-8114-2252-4 // ЭБС Лань : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102609>.