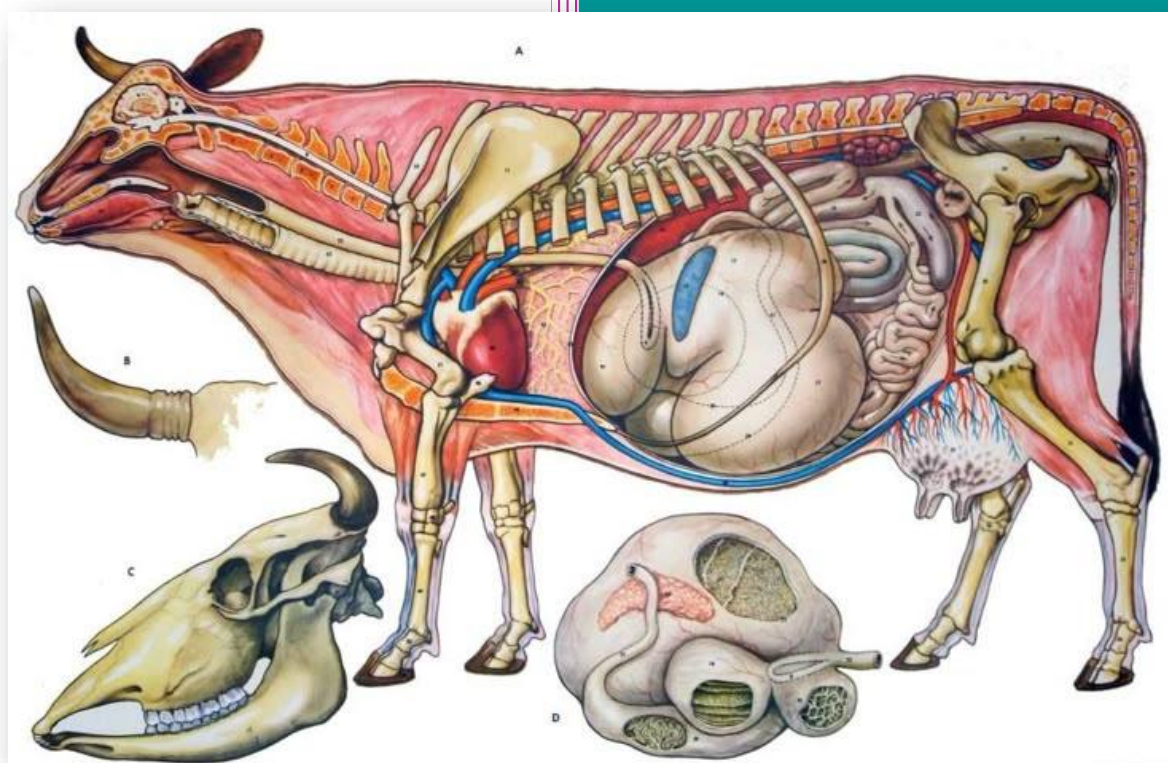


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 09.06.2026 08:09:14  
Уникальный программный ключ:  
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafbd

# АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ



ДОЛГАНОВА С.Г.  
РЯДИНСКАЯ Н.И.  
ПОМОЙНИЦКАЯ Т.Е.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Иркутский государственный аграрный университет им А.А. Ежевского  
Кафедра морфологии животных и ветеринарной санитарии

ДОЛГАНОВА С.Г.  
РЯДИНСКАЯ Н.И.  
ПОМОЙНИЦКАЯ Т.Е.

# **АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ**

Учебное пособие

Молодежный 2025

УДК 636:611(072)

Рассмотрено на заседании методической комиссии факультета биотехнологии и ветеринарной медицины Иркутского ГАУ  
Рекомендовано к изданию методическим советом факультета биотехнологии и ветеринарной медицины Иркутского ГАУ им. А.А. Ежевского (протокол № 00 от 00.00.2025 г)

Рецензенты:

Батомункуев А.С. – доктор ветеринарных наук, профессор кафедры специальных ветеринарных дисциплин ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»  
Намсараев С.Д. – кандидат биологических наук, ветеринарный врач ФГБУ ВНИИЗЖ

Долганова, С.Г., Рядинская Н.И., Помойницкая Т.Е.

Анатомия и физиология животных: Учебное пособие для самостоятельной работы студентов среднего профессионального образования специальности 36.02.01 – Ветеринария / С.Г. Долганова, Н.И. Рядинская, Т.Е. Помойницкая: Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского. – Молодежный: Изд-во ИрГАУ, 2025. -134 с. – Текст: электронный.

Учебное пособие по дисциплине «Анатомия и физиология животных» предназначено для самостоятельной работы студентов среднего профессионального образования специальности 36.02.01 – «Ветеринария» и содержат разделы дисциплины для самостоятельного изучения.

© Долганова С.Г., Рядинская Н.И., Помойницкая Т.Е. 2025  
© Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, 2025

## Оглавление

Введение .....	4
<b>Раздел 1. Цитология, гистология и эмбриология .....</b>	<b>5</b>
1.1. Цитология.....	5
1.2. Эмбриология .....	13
1.3. Гистология.....	15
<b>Раздел 2. Соматические системы .....</b>	<b>27</b>
2.1. Опорно-двигательный аппарат .....	28
2.1.2. Скелет .....	29
2.1.4. Скелетные мышцы .....	45
2.1.5. Физиология возбудимых тканей .....	51
2.2. Кожный покров и его производные .....	52
<b>Раздел 3. Морфология и физиология висцеральных систем .....</b>	<b>60</b>
3.1. Спланхнология - учение о внутренностях.....	60
3.2. Пищеварительная система.....	62
3.3. Дыхательная система.....	78
3.4. Мочеполовой аппарат.....	89
3.4.1. Выделительная система .....	89
3.4.2. Половая система .....	94
<b>Раздел 4. Интегральные системы .....</b>	<b>101</b>
4.1. Морфофункциональная характеристика системы крови. Сердце. Круги кровообращения.....	101
1.1. Морфология и физиология эндокринной системы .....	109
4.2. Морфология и физиология нервной системы и анализаторов .....	115
4.2.1. Нервная система.....	115
4.2.2. Анализаторы.....	123
4.2.4. Обмен веществ и терморегуляция .....	125

## Введение

Морфология (греч. *morphe* – форма) - наука, изучающая строение организма, начиная с клеточного уровня, далее тканевого, органы, системы органов. Физиология (греч. *physis* - природа) - наука, изучающая процессы происходящие в организме также на уровне органов, систем органов в процессе жизнедеятельности в развитии и адаптации окружающей среды.

Животный организм представлен огромным количеством клеток, разнообразных по форме и выполняемым функциям, но схожи единым принципом строения. Одинаковые клетки по форме и функциям объединили в ткани, из которых формируются органы. Органы, выполняющие одинаковые функции, образуют системы и аппараты органов, и в целом организм.

Организм является сложной, живой системой, которая взаимодействует с окружающей средой посредством обмена веществ и энергии, и способна к саморазвитию (онтогенез), саморегуляции (адаптация), самовосстановлению (регенерация) и размножению.

К основным объектам изучения морфологии и физиологии домашних животных относятся: сельскохозяйственные животные – крупный рогатый скот, лошадь, свинья; домашние животные – собаки и кошки.

В данном пособии освещены не все вопросы морфологии и физиологии животных, материал изложен кратко. Содержание пособия позволит студентам среднего профессионального образования специальности 36.02.01 – «Ветеринария» получить базовые знания в области морфологии и физиологии сельскохозяйственных животных. Для проверки результатов освоения дисциплины в пособии приведены контрольные вопросы после каждой темы и вопросы для комплексного тестирования.

## **Раздел 1. Цитология, гистология и эмбриология**

### **1.1. Цитология**

Клетка является минимальной частью живого организма, обладает полнотой жизненных функций и способностью при подходящих условиях дать начало новой особи того же вида. Характерными для клетки, как и организма в целом, является способность из иного по составу материала синтезировать свое собственное живое вещество. При развитии животных происходит специализация входящих в состав их тела клеток (дифференцировка).

Клетки обладают сложным строением, при нарушении которого жизнь часто становится невозможной. Для жизненных процессов в клетках большое значение имеет среда, в том числе температура. При повышении температуры свыше определенного уровня происходит гибель клеток в связи с денатурацией (свертыванием) белков.

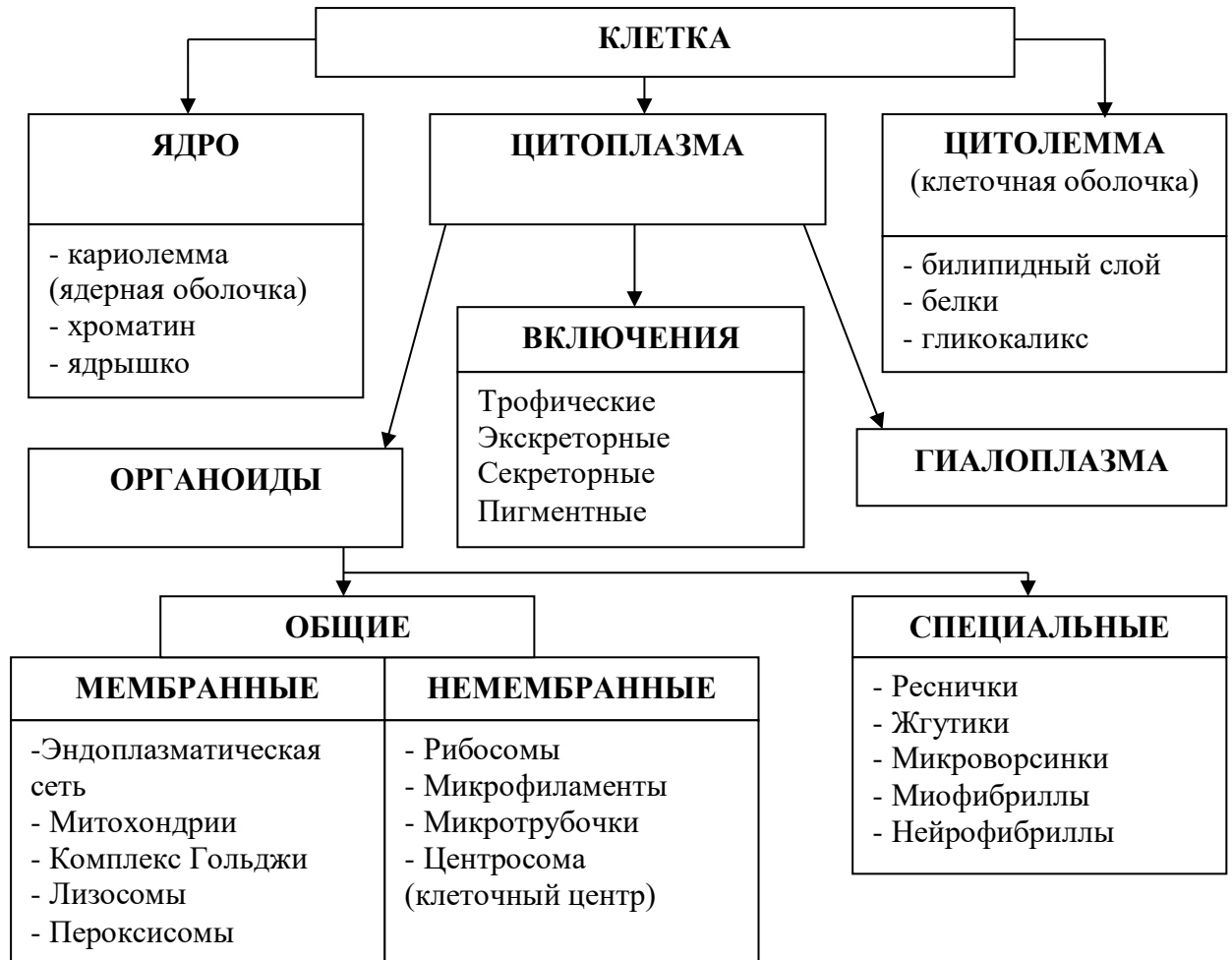
В то же время клетки и ткани способны переносить весьма низкие температуры, если удастся избежать кристаллизации входящей в их состав воды (например, хранение спермы при глубоком замораживании).

При соответствующих условиях клетки могут длительно расти вне организма (метод тканевых культур), что используется для изучения опухолей, вирусов и для других целей.

Продолжительность жизни клеток неодинакова и, как правило, в сложном организме происходит постоянная смена клеток. В некоторых случаях смена идет довольно быстро. Например, эпителий кишечника крысы сменяется за 1,5-2 дня.

Во взрослом организме высших позвоночных клетки различных тканей и органов имеют неодинаковую способность к делению. Встречаются популяции клеток, полностью потерявшие свойство делиться (зернистые лейкоциты крови). В организме есть постоянно обновляющиеся ткани - различные эпителии, кроветворные ткани.

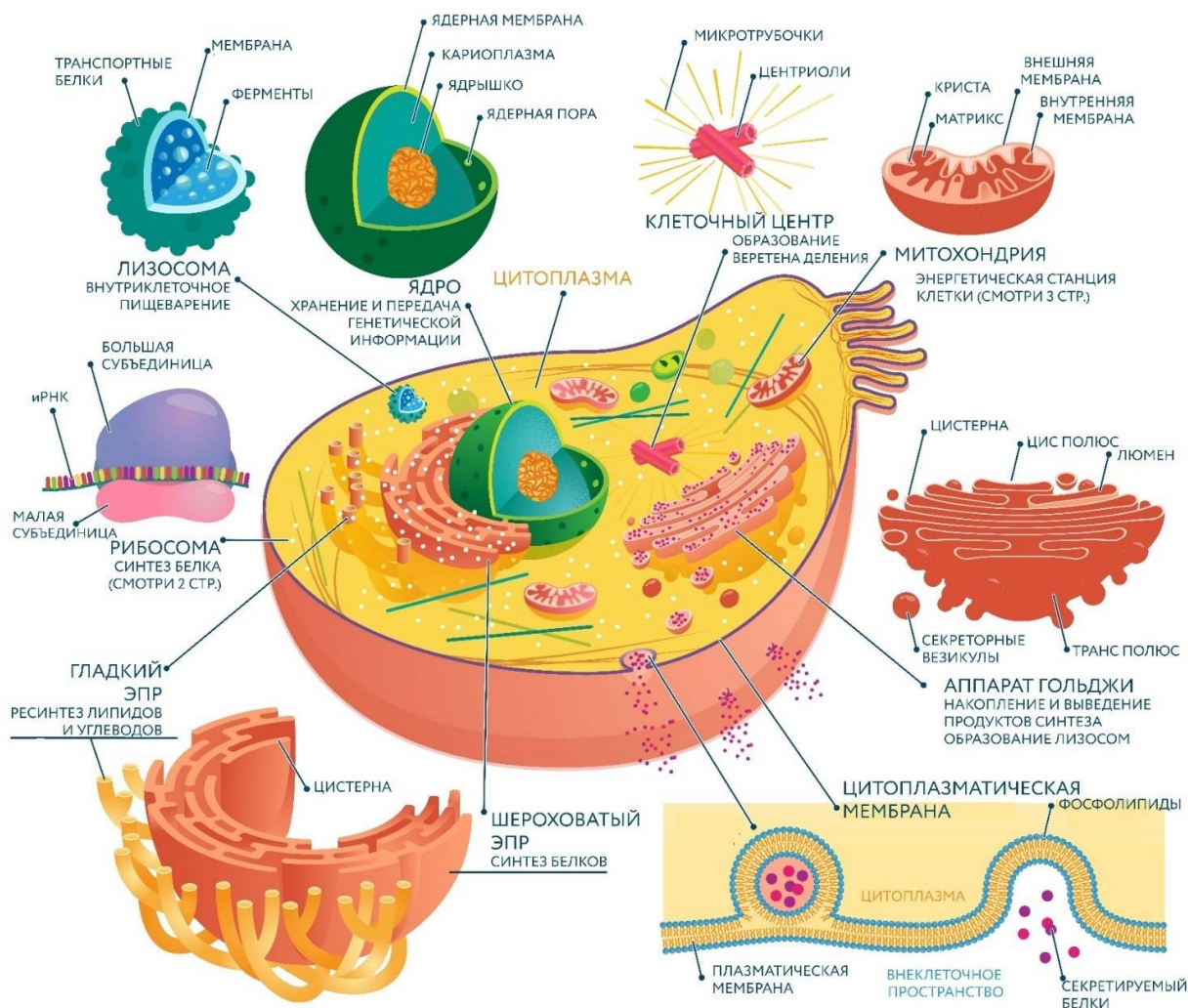
Таблица 1 - Схема строения клетки



Тело животных, кроме клеток, состоит также из различных неклеточных образований, особенно характерных для различных видов тканей внутренней среды.

Структурный состав клетки, основанный на данных световой и электронной микроскопии, может быть представлен на схеме (таб.1, рис.1).

Основными компонентами практически каждой живой клетки являются цитоплазматическая мембрана (клеточная оболочка), цитоплазма и ядро (таб.1). Отсутствует ядро у эритроцитов и верхних пластов ороговевших клеток (чешуек) эпидермиса.



**Рисунок 1 - Строение клетки**

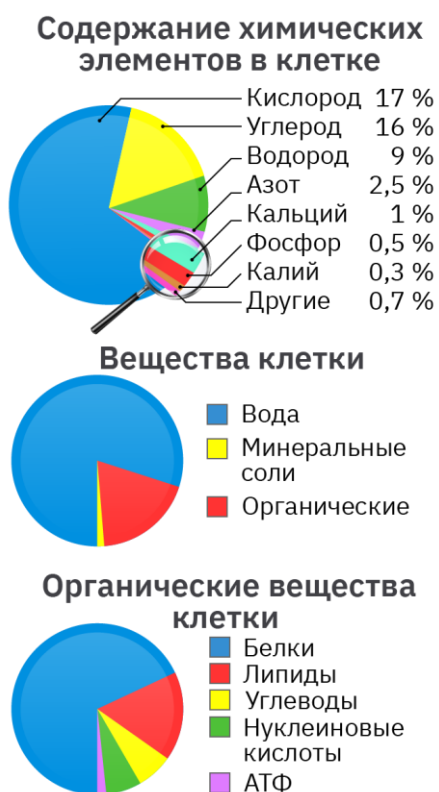
В цитоплазме находятся органеллы, рассмотрим их роль в жизнедеятельности клетки (таб.2).

**Таблица 2 - Строение и функции основных органелл**

Органеллы	Строение	Функции
Цитоплазматическая мембрана	Состоит из билипидного слоя, пронизанного белками, погруженными на различную глубину. Гликокаликс – наружный слой	Защитная, барьерная, обмен веществ, рецепторная, сообщение клеток между собой
Цитоплазма	Состоит из воды с большим количеством растворенных в ней веществ, содержащих глюкозу, белки и ионы.	В ней расположены другие органоиды клетки
Ядро	Содержит одно или несколько ядрышек. Окружено двойной	Носитель наследственной

	пористой мембраной. Наружная ее часть соединяется с мембраной эндоплазматического ретикулюма.	информации, центр регуляции активности клетки.
Эндоплазматическая сеть (ретикулум)	Подразделяется на гладкую (состоит из плоских и ветвящихся трубочек)	Синтез и выделение липидов
	Шероховатая состоит из трубочек, имеет на своих стенках множество рибосом	Синтез белков, их накопление и преобразование для выделения из клетки наружу.
Митохондрии	Эллипсоидной формы, имеют двойную мембрану, внутренняя собрана в складки. В них есть специальные ферменты, синтезирующие АТФ.	Производство энергии, осуществляет клеточное дыхание.
Аппарат Гольджи	Система плоских мешочков, называемых цистернами	Синтезирует полисахариды
Лизосомы	Пузырьки, содержащие концентрированные гидролитические ферменты, которые становятся активными в кислой среде	Участвуют в растворении веществ, попавших в клетку
Пероксисома	Пузырьки округлой формы, содержат ферменты	Окислительные процессы, замедление старения клеток
Рибосомы	Состоит из двух неравных субъединиц – большой и малой, на которые может диссоциировать.	Место биосинтеза белка
Центриоли	Могут входить в состав митотического аппарата клетки. В диплоидной клетке содержится две пары центриолей.	Участвуют в процессе деления клетки у животных

Включения в клетке находятся непостоянно и представляют собой запасы питательных веществ или продукты ее жизнедеятельности. К первой группе включений относятся капли жира, зерна гликогена (полисахариды) и белковые зерна. Во вторую группу входят пигменты (красящие вещества), секреты и инкреты. Пигменты придают клеткам определенную окраску.



**Рисунок 2 – Химический состав клетки**

*Химический состав клетки* (рис.2) весьма сложен. В состав клетки входит большое количество химических элементов. В ней обнаружено более 100 различных химических элементов - органических и неорганических.

В организме белки создаются только за счет аминокислот белков корма, что необходимо учитывать при кормлении. Недостаток белков, особенно полноценных, снижает продуктивность животных, ухудшает их здоровье и сокращает продолжительность жизни.

Углеводы служат источником энергии. Жиры используются для построения мембран клетки и других ее структур, а также как запасные питательные вещества для образования энергии. Нуклеиновые кислоты представлены ДНК и РНК. С их помощью синтезируются белки и передаются наследственные признаки.

К неорганическим веществам относятся вода и различные минеральные соединения.

*Жизненные свойства клетки.*

1) Обмен веществ и энергии (метаболизм) является главным, самым характерным признаком всего живого на земле. Каждая клетка организма затрачивает вещества, поступающие в нее из внешней среды, для обновления своих мембран, органоидов, а также образования энергии для синтеза новых веществ. Это и называется обменом веществ, который представляет собой единство двух процессов: ассимиляция и диссимиляция. Ассимиляция – это совокупность всех реакций синтеза веществ, а диссимиляция – всех реакций

расщепления веществ. Синтез осуществляется за счет энергии, образующейся в результате диссимиляции. Поэтому оба процесса протекают непрерывно, одновременно и не могут проходить один без другого. Прекращение обмена веществ вызывает и прекращение жизни.

2) Раздражимость – способность клеток усиливать или ослаблять свою активность в ответ на воздействие раздражителей (свет, температура и другие факторы).

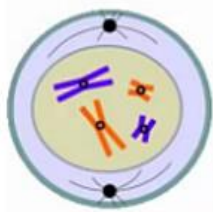
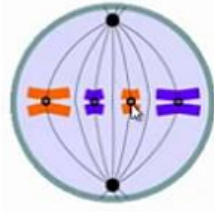
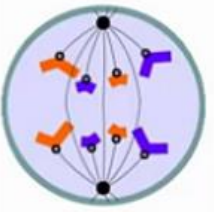
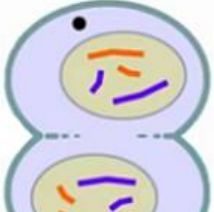
3) Рост клетки – увеличение ее размера; это происходит, если ассимиляция преобладает над диссимиляцией.

4) Движение в клетке осуществляется постоянно, например, перемещается ядро, органоиды, включения. Отдельные виды клеток способны самостоятельно перемещаться, укорачиваться под влиянием сократительных белков (мышечные клетки).

5) Деление клетки. Образование новых клеток осуществляется путем деления уже существующих клеток. Различают два основных способа их деления: не прямое (митоз, или кариокинез) и прямое (амитоз). Половые клетки делятся особым способом – мейозом.

*Непрямое деление клетки.* Процесс непрямого деления чаще всего встречается в природе. На нём основывается деление всех существующих неполовых (соматических) клеток, а именно мышечных, нервных, эпителиальных и прочих. Его значение состоит в точном распределении наследственного вещества между клетками, образующимися в результате деления. Клетка в течение жизни проходит два периода: подготовку к делению — интерфаза и само деление — митоз. В интерфазе, продолжающейся до 20 и более часов, клетка растёт, у неё удваиваются молекулы ДНК (синтетический период) и накапливается энергия. Затем наступает деление, в котором различают четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (таб.3).

Таблица 3 – Фазы митоза

Профаза	Метафаза	Анафаза	Телофаза
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разрушение ядерной оболочки.</li> <li>2. Спирализация хромосом.</li> <li>3. Расхождение центриолей к полюсам.</li> <li>4. Образование веретена деления.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расположение хромосом на экваторе клетки.</li> <li>2. Прикрепление нитей веретена деления к центромерам.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разделение хромосом.</li> <li>2. Расхождение однохроматидных хромосом к полюсам.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исчезновение веретена деления.</li> <li>2. Формирование ядерной оболочки.</li> <li>3. Деспирализация хромосом.</li> <li>4. Цитокинез.</li> <li>5. Образование двух дочерних клеток, идентичных материнской.</li> </ol>
2n4c	2n4c	4n4c	2n2c
			



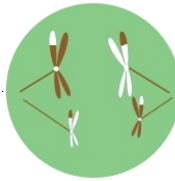
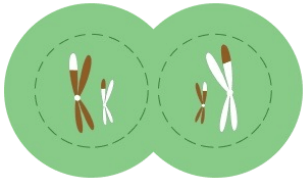

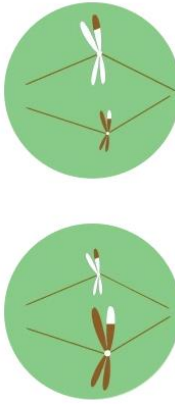

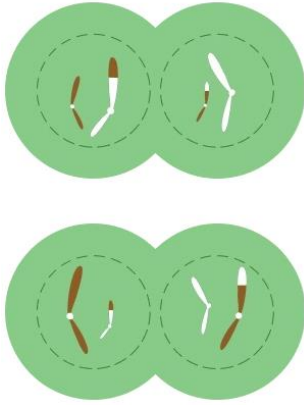
Кариотип — это сумма всех хромосом. В период метафазы хромосома содержит две хроматиды. Количество хромосом в клетках тела парное и постоянное для каждого вида животных. Например, клетки коровы содержат 60 хромосом, лошади 66, овцы 54, свиньи 40. Одна хромосома каждой пары получена от отца, другая от матери. Половые хромосомы у самцов животных разные и называются икс (X) и игрек (Y), у самок—XX. У самцов птиц половые хромосомы сходные (ZZ), а у самок — разные (ZW).

*Прямое деление* (амитоз) происходит чаще в травмированных частях тела и стареющих клетках путем перетяжки ядрышка, ядра и цитоплазмы.

*Мейоз* — деление половых клеток, состоит из двух следующих один за другим делений: редукционного (уменьшительного) и эквационного (уравнительного). В результате мейоза количество хромосом в зрелых половых клетках уменьшается в 2 раза и образуется их гаплоидный набор (таб.4).

Мейоз I подразделяется на четыре фазы, аналогичные фазам митоза (изначально в клетках набор хромосом 2n2c).

Таблица 4 – Фазы мейоза

Мейоз I			
Профаза I	Метафаза I	Анафаза I	Телофаза I
Скручивание молекул ДНК и образование реплицированных хромосом. Конъюгация хромосом. Растворение ядерной оболочки. Разрушение ядрышки. Формирование веретена деления.	Расположение бивалентов (хромосом, состоящих из 4 хроматид) на экваторе клетки, при этом ориентация центромер к полюсам абсолютно случайная.	Расхождение хромосом к разным полюсам. За счёт случайной ориентации центромер распределение хромосом к полюсам также случайно, так как нити веретена прикрепляются произвольно.	Деспирализация хромосом. Формирование новой ядерной оболочки.
$2n4c$	$2n4c$	полюс - $1n2c$ , клетка - $2n4c$	$1n2c$
			
Мейоз II			
Профаза II	Метафаза II	Анафаза II	Телофаза II
Формирование нового веретена деления. Растворение ядерной мембраны.	реплицированные хромосомы выстраиваются в экваториальной части клетки, а нити веретена прикрепляются к центромерам.	центромеры расщепляются, двуххроматидные реплицированные хромосомы разделяются, и теперь к каждому полюсу движется однохроматидная хромосома	деспирализация хромосом, формирование ядерных оболочек и разделение цитоплазмы; в результате 2 делений из диплоидной материнской клетки получается 4 гаплоидные дочерние клетки.
$1n2c$	$1n2c$	У полюса — $1n1c$ , в клетке — $2n2c$	$1n1c$
			

Взаимосвязь клеток обеспечивает жизнедеятельность и развитие целостного организма. Клетки влияют друг на друга с помощью электрических сигналов и различных веществ (гормонов, медиаторов и др.).

## 1.2. Эмбриология

Изучение эмбрионального развития следует начинать с общей схемы развития половых клеток, обратив внимание на отличие в формировании мужских и женских половых клеток. После детально знакомства со сперматогенезом и овогенезом и особенностями строения зрелых спермиев и яйцеклеток следует проследить процессы, происходящие при оплодотворении на ранних стадиях развития половых клеток. Половые клетки размножаются мейозом и имеют гаплоидный набор хромосом. После оплодотворения восстанавливается диплоидный набор.

С оплодотворением связаны два различных процесса: собственно оплодотворение и стимуляция развития яйцевой клетки. У некоторых животных яйцевые клетки могут развиваться без оплодотворения (например, некоторые виды ящериц, у которых самцы отсутствуют); явления партеногенеза известны и для птиц (индеек).

В некоторых случаях из одной зиготы в дальнейшем развивается не один, а два и более зародышей – однояйцевые близнецы.

В эмбриональном развитии различают 5 основных этапов:

1. *Оплодотворение* (слияние мужской и женской половых клеток, с образованием зиготы - одноклеточного зародыша;

2. *Дробление* - путем деления происходит восстановление многоклеточного зародыша, в результате образуется бластула. Дробление идет без увеличения массы зародыша. Зигота и дробящийся зародыш по массе одинаковы.

3. *Гастрюляция* (формирование зародышевых листков). Гастрюляция может идти путем инвагинации (впячивания), деляминации (расслоения), эпиболлии (обрастания) или иммиграции (выселения) клеток. В результате образуется двухслойный зародыш или гастрюла. Наружный слой –

эктодерма, внутренний – энтодерма и между ними образуется средний слой – мезодерма);

4. Гисто- и органогенез (образование тканей и органов). Эти этапы идут параллельно.

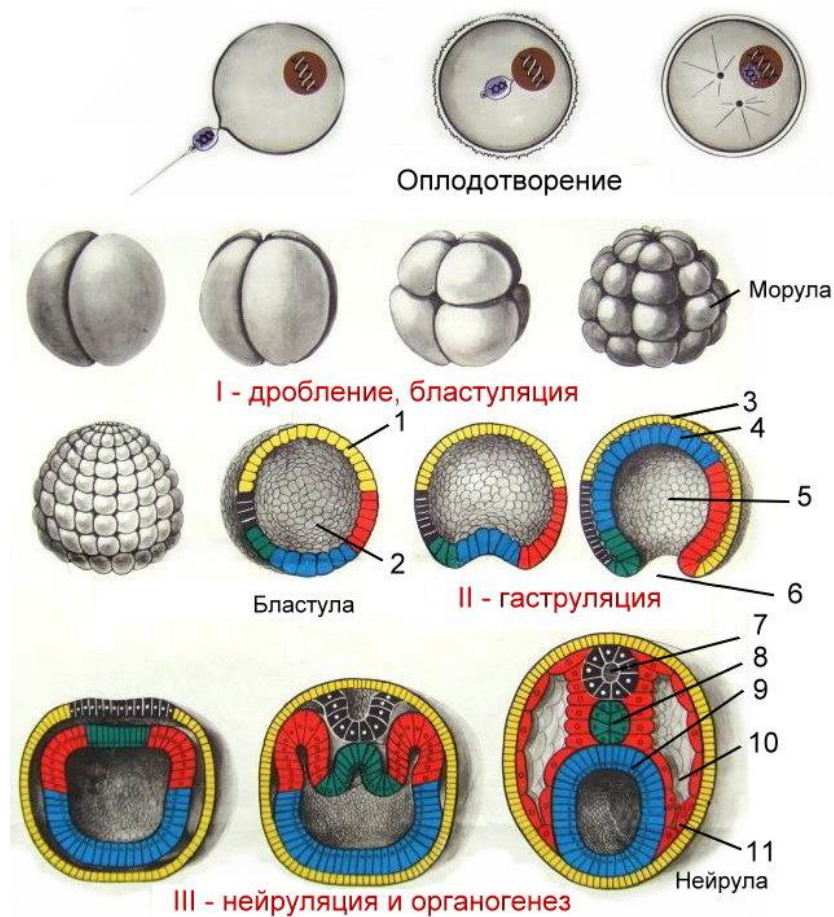


Рисунок 3- Этапы эмбриогенеза

Из **эктодермы** образуется нервная ткань, эпителий кожи и его производные, выстилка переднего отдела пищеварительной трубки (ротовая полость, пищевод);

из **энтодермы** – эпителий слизистой оболочки желудка и кишечника, легкие, печень и поджелудочная железа;

из **мезодермы** – дерма кожи, эпителий мочеполовых органов и серозных оболочек, сердечная мышечная ткань;

из **мезенхимы** - вся группа тканей внутренней среды и гладкая мышечная ткань.

При изучении органогенеза следует помнить, что каждый орган является производным нескольких видов и даже групп тканей, а каждая группа ткани развивается из определенных зародышевых листков.

### 1.3. Гистология

Изучение следует начинать с понятия ткани и рассмотрения отдельных групп тканей.

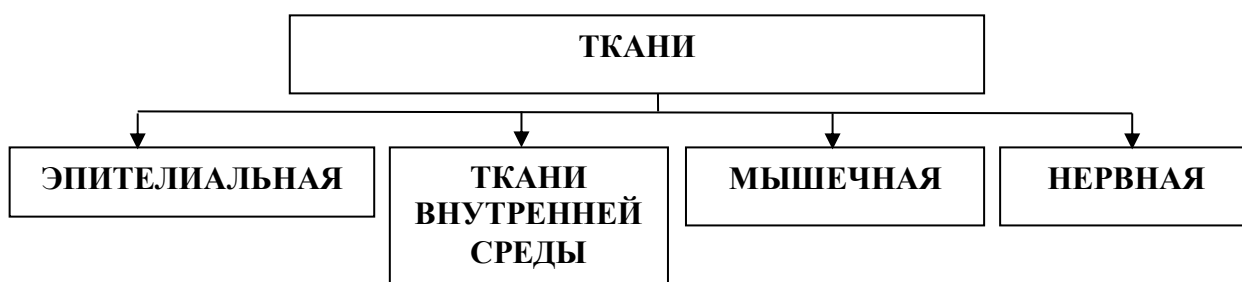
Ткань – возникшая в ходе эволюции, система клеток и их производных, обладающая специфическими функциями (таб.3). Основными элементами ткани являются клетки, которые образуют производные: волокна, аморфное (однородное) вещество, синцитии и симпласты.

Синцитием называют сетчатую структуру, состоящую из клеток, отростки которых тесно соединены между собой. Границы между ними различимы лишь с помощью электронного микроскопа.

Симпласт представляет собой структуру, состоящую из множества слившихся между собой клеток. Границы между ними не видны даже в электронный микроскоп. Так построена поперечнополосатая мышечная ткань.

В процессе эволюции у позвоночных образуются 4 тканевые системы. Они обеспечивают функции организма: 1- эпителиальные, отграничивающие его от внешней среды и разграничивающие среды внутри организма; 2- внутренней среды, поддерживающие динамическое постоянство состава организма; 3- мышечные, отвечающие за движение; 4 - нервная, координирующие восприятие сигналов внешней и внутренней среды, их анализ и обеспечивающие адекватные ответы на них.

Таблица 5 - Классификации тканей



Ткани, так же как и клетки, могут существовать только в организме как части целого и притом в тесной взаимосвязи с кровеносными сосудами и нервной системой.

**Эпителиальные ткани** - древнейшие гистологические структуры, которые в фило- и онтогенезе возникают первыми.

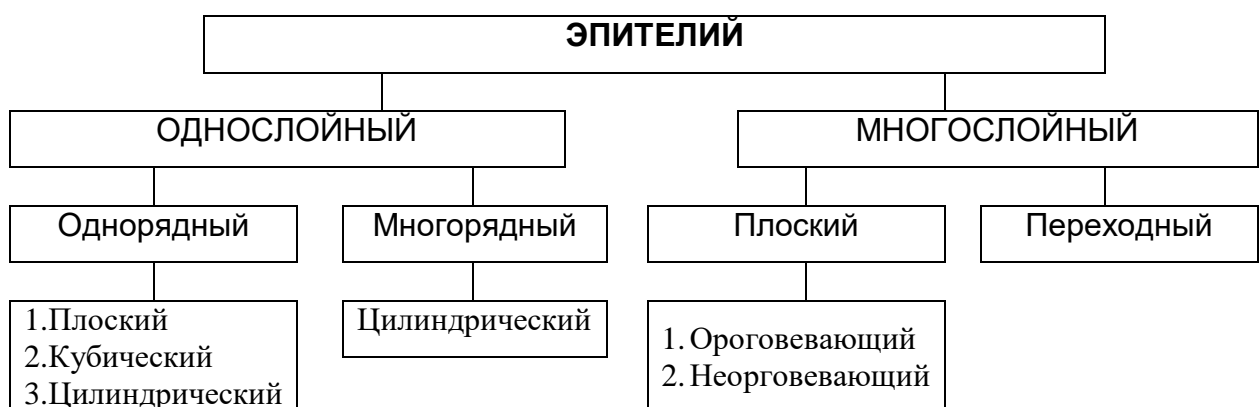
Различают покровный и железистый эпителий.

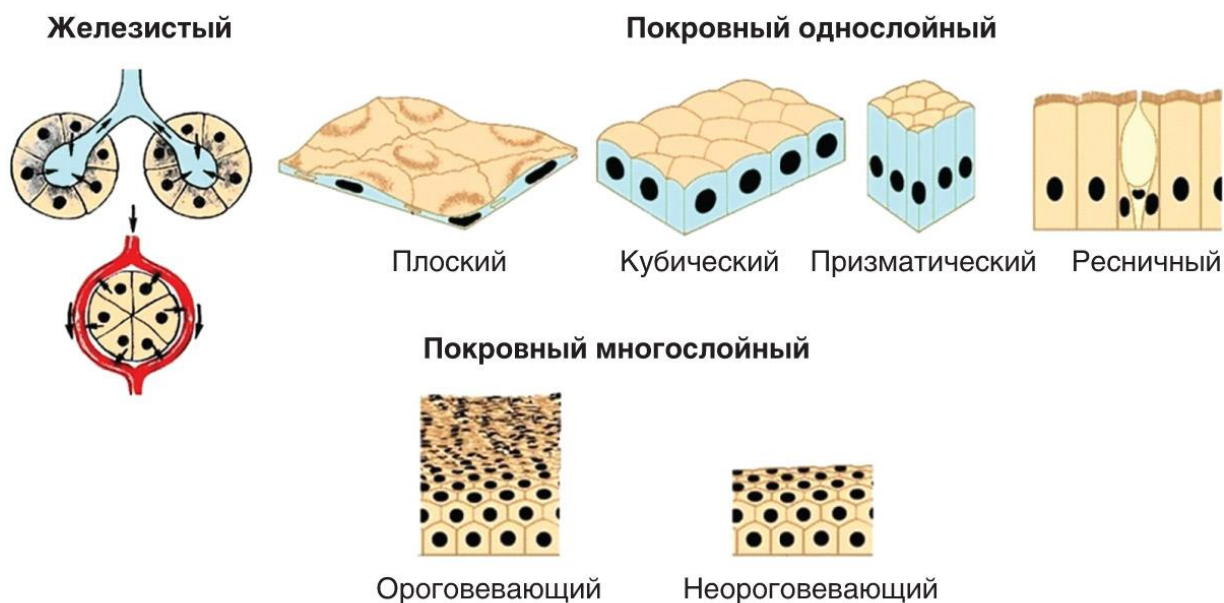
*Покровный эпителий* - это пограничные ткани, располагающиеся на поверхности тела (покровные), слизистых оболочек внутренних органов и вторичных полостей тела (выстилающие).

Характерные черты строения покровного эпителия: образуют сплошной пласт клеток, между клетками практически нет межклеточного вещества, отсутствуют кровеносные сосуды, лежат на базальной мембране, клетки обладают полярностью; клетки имеют жесткий цитоскелет из тонофибрилл, под базальной мембраной располагается рыхлая соединительная ткань с кровеносными сосудами, питающими эпителий; высокая способность к регенерации.

Морфологическая классификация эпителиев (таб.3, рис. 2) учитывает количество слоев, количество рядов и форму клеток.

**Таблица 6 - Классификация покровных эпителиев**





**Рисунок 4 – Виды эпителия**

*Железистый эпителий* (рис.4) – образует многие железы, осуществляет секреторную функцию, т. е синтезирует и выделяет специфические продукты-секреты, которые используются в процессах, протекающих в организме. Железы бывают экзокринные и эндокринные. Экзокринные выделяют секрет во внешнюю среду (на поверхность кожи, в полости трубчатых органов); эндокринные - выделяют секрет во внутреннюю среду (в кровь и лимфу).

***Ткани внутренней среды.*** Наиболее обширная группа тканей (таб. 7). Свое название получили из-за расположения – находятся внутри организма, они довольно различны по внешнему виду, строению и функции. Однако имеют определенные морфологические сходства. Так, в тканях внутренней среды клеток мало, но они разнообразны, а вот межклеточного вещества много, его основным компонентом является аморфное вещество. Также в межклеточном веществе встречаются коллагеновые и эластические волокна. И последнее, это их единое происхождение – мезенхима.

Их функции: опорная, трофическая, кроветворная, защитная, с преобладанием той или иной, в зависимости от вида ткани.

**Таблица 7 - Ткани внутренней среды**

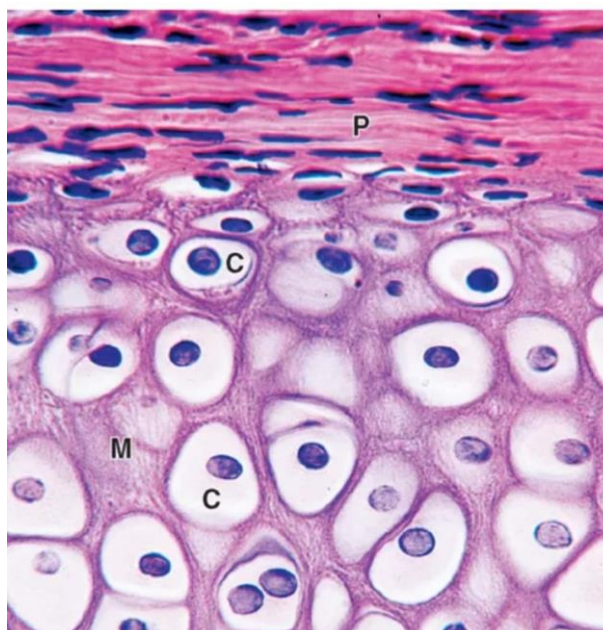
<b>Ткани внутренней среды</b>	<b>Собственно-соединительные ткани</b>	<b>Волокнистые соединительные ткани</b>	Рыхлая соединительная ткань	
			Плотная соединительная ткань	Оформленная
				Неоформленная
		<b>Соединительные ткани со специальными свойствами</b>	Ретикулярная	
			Жировая	Белая
			Кровь Лимфа	Бурая
	<b>Скелетные</b>	<b>Костные</b>	Грубоволокнистая	
			Пластинчатая (тонковолокнистая)	
		<b>Хрящевые</b>	Гиалиновая	
	Эластическая			
Волокнистая				

Опорная функция связана с тем, что аморфное межклеточное вещество соединительной ткани обладает свойствами геля (способностью связывать значительное количество воды, сохраняя упругость, форму). Появление в межклеточном веществе коллагеновых и эластических волокон значительно повышает механическую прочность тканей (плотная и рыхлая соединительная ткани). В связи с различными функциями органов возникли и многочисленные разновидности опорно-трофических тканей.

От характера межклеточного вещества и отложения в нем солей кальция зависит опорная и рессорная роль хрящевой и костной тканей. Проницаемость межклеточного вещества и обилие в нем тканевой жидкости обеспечивают трофическую функцию соединительной ткани – возможность внутритканевого обмена. Защитная функция – способность клеток к фагоцитозу.

**Скелетные ткани.** В состав этих тканей входят хрящевая и костная ткани. Функционально являются опорными тканями. Межклеточное (аморфное) вещество твердое, состоит из воды и сухого вещества, представленного минеральными солями и органическими веществами – коллагеном, протеогликанами и гликопротеинами. В аморфном веществе располагаются волокна - коллагеновые и эластические.

Для *хрящевой* ткани характерно отсутствие кровеносных сосудов и наличие двух видов клеток: хондробластов, хондроцитов и межклеточного вещества (рис.5). Рост хрящей у взрослых животных происходит только за счет покрывающей их надхрящницы. Хрящевая ткань выполняет опорную функцию. Различают три вида хрящевой ткани: гиалиновый, эластический и волокнистый.



**Рисунок 5 – Хрящевая ткань**  
**Р – хондробласты (молодые клетки), С – хондроциты (зрелые клетки),**  
**М – межклеточное вещество (хондромукоид)**

Гиалиновый хрящ наиболее распространен в организме. Он покрывает суставные поверхности костей, представлен хрящевыми кольцами трахеи, в гортани и других.

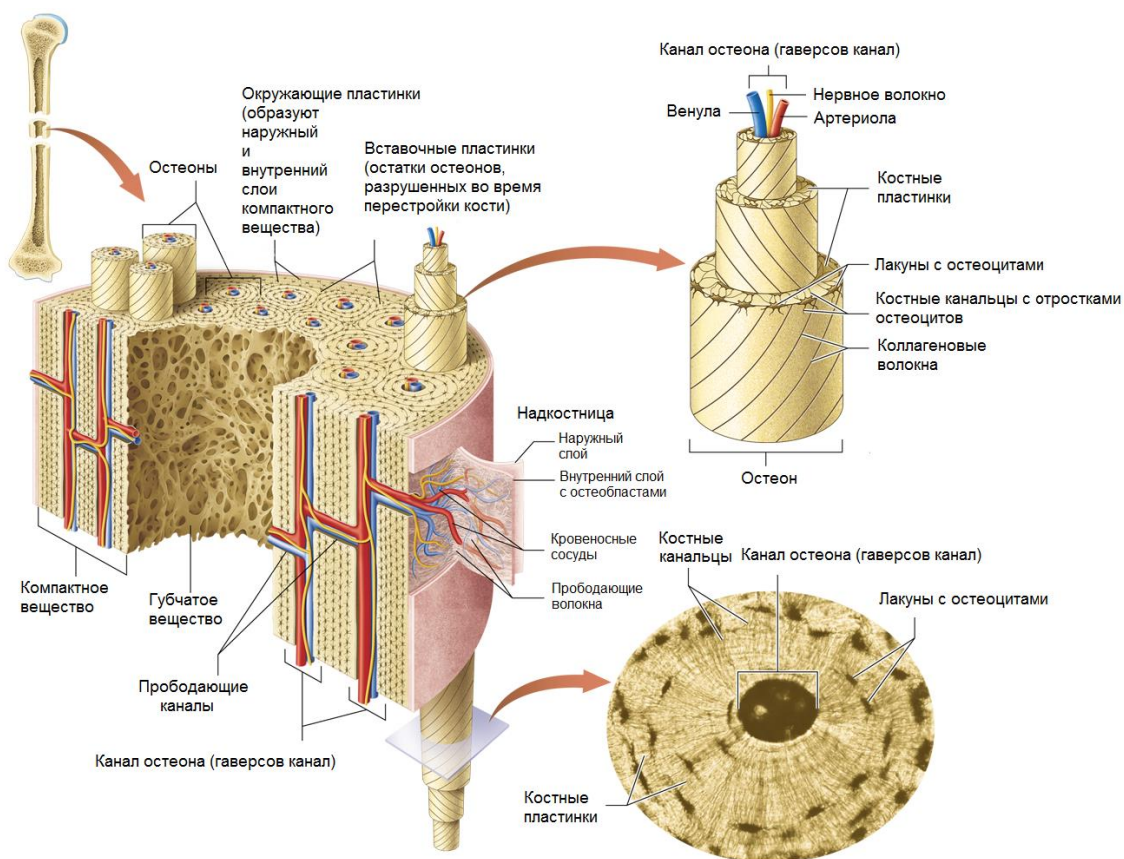
Эластический хрящ образует основу ушной раковины и надгортанника. В межклеточном веществе имеется значительное количество эластических волокон, расположенных в виде сетки между хондроцитами.

Волокнистый хрящ состоит из пучков коллагеновых волокон, расположенных параллельно, и хрящевых клеток. Встречается он в межпозвоночных дисках.

*Костная ткань* (рис.7) состоит из костных клеток (остеоцитов, остеобластов, остеокластов) и межклеточного вещества, пропитанного минеральными солями. Остеобласты – молодые костные клетки, превращающиеся затем в остеоциты. Остеокласты – крупные, подвижные клетки, разрушающие кость при ее перестройке.

Межклеточное вещество костной ткани состоит из оссеиновых волокон, склеенных оссеомукоидом, и минеральных веществ представлены в основном сложными солями. В их состав входят фосфорнокислый и углекислый кальций, соли других элементов, образующих кристаллы. 97 % всего кальция, находящегося в организме, приходится на долю скелета. Количество солей кальция в костной ткани непостоянно и зависит от вида и возраста животного, кормления, периода стельности и т.д. Например, с возрастом количество солей в костной ткани увеличивается, отчего они становятся ломкими. Недостаток солей кальция в корме вызывает нарушение в скелете.

Структурным элементом костной ткани является остеон (рис. 6). В центре остеона расположен гаверсов канал, стенки которого ограничены костными пластинками. Они имеют вид трубочек, чередующихся с костными клетками – остеоцитами. Между остеонами находятся вставочные костные пластинки, объединяющие их в единую костную ткань. Кроме них, есть еще наружные общие костные пластинки, лежащие на поверхности кости, и внутренние общие, ограничивающие внутреннюю полость кости.

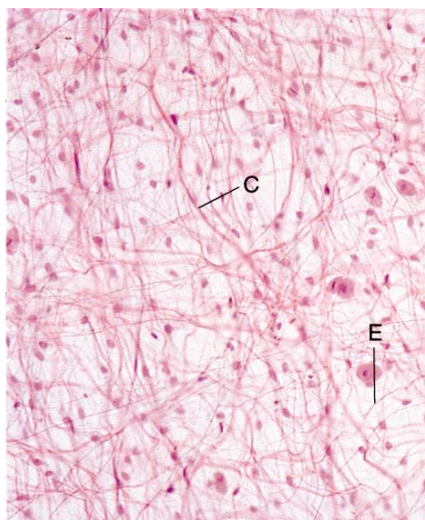


**Рисунок 6 – Костная ткань**

Различают грубоволокнистую и пластинчатую костную ткани. Грубоволокнистая костная ткань характеризуется неупорядоченным, хаотичным расположением коллагеновых волокон. Из этого вида ткани состоят кости плода, у взрослых сохраняется в области швов черепа и в местах прикрепления сухожилий к костям. Пластинчатая костная ткань образует компактное и губчатое вещество костей взрослого животного. Это прочная ткань, состоящая из костных пластинок, в которых волокна располагаются параллельно.

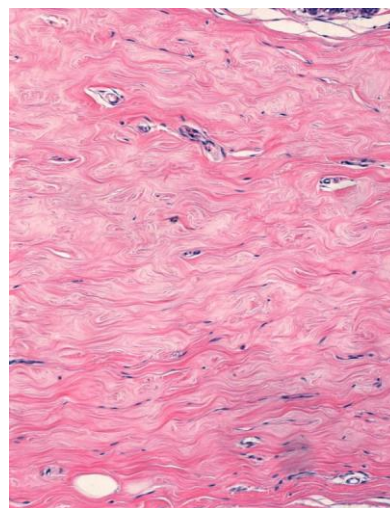
**Собственно-соединительные ткани** состоят из клеток (фибробциты, макрофаги, тучные клетки и др). и межклеточного вещества, состоящего из аморфного вещества и коллагеновых, эластических, ретикулярных волокон. Рыхлая в организме распространена повсеместно – сопровождает кровеносные и лимфатические сосуды, покрывает снаружи мышцы и образует строму многих органов, связывает тканевые образования в органах.

Ее волокна располагаются в различных направлениях, рыхло, т.е. образуя некоторые пространства между собой (рис.7). Плотная соединительная ткань образует кожу, сухожилия, связки, фасции. Здесь волокна располагаются плотно, либо в различных направлениях (неоформленная), либо упорядоченно параллельными пучками (оформленная), аморфное вещество минимально (рис.8).



**Рисунок 7 – Рыхлая соединительная ткань**

*С – коллагеновые волокна,  
Е – эластические волокна*



**Рисунок 8 – Плотная соединительная ткань**

### ***Соединительные ткани со специальными свойствами.***

*Ретикулярная ткань* (рис.9). представляет собой сетку тонких волокон, которые в узловых точках как бы содержат ядра. В петлях сетки заложены в большом количестве лимфоциты. Встречается в селезенке, красном костном мозге, лимфатических узлах, слизистой кишечника и др.

*Жировая ткань* (рис.10). В теле животного откладывается в виде больших скоплений жира в подкожной клетчатке, рыхлой соединительной ткани, между мышцами, в сальнике, брыжейке и др. Служит организму запасом питательного материала, который расходуется во время голодания.

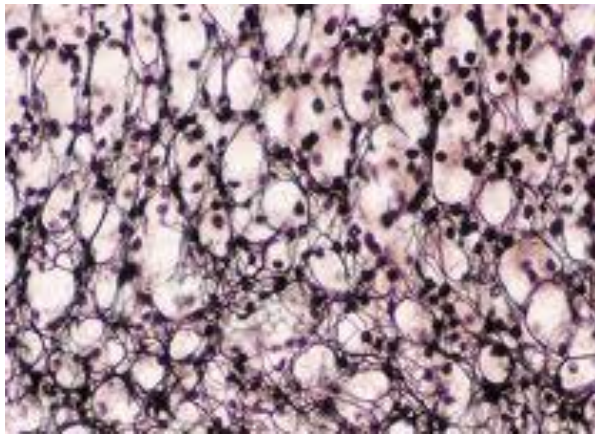


Рисунок 9 – Ретикулярная ткань

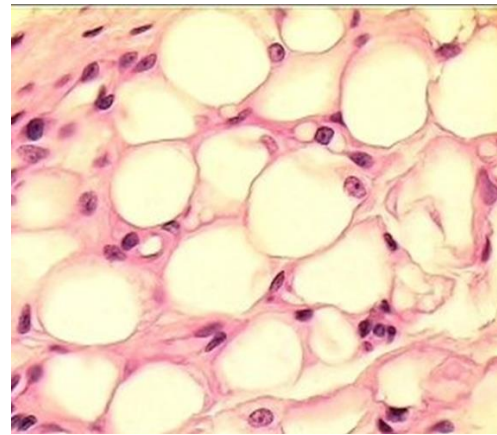
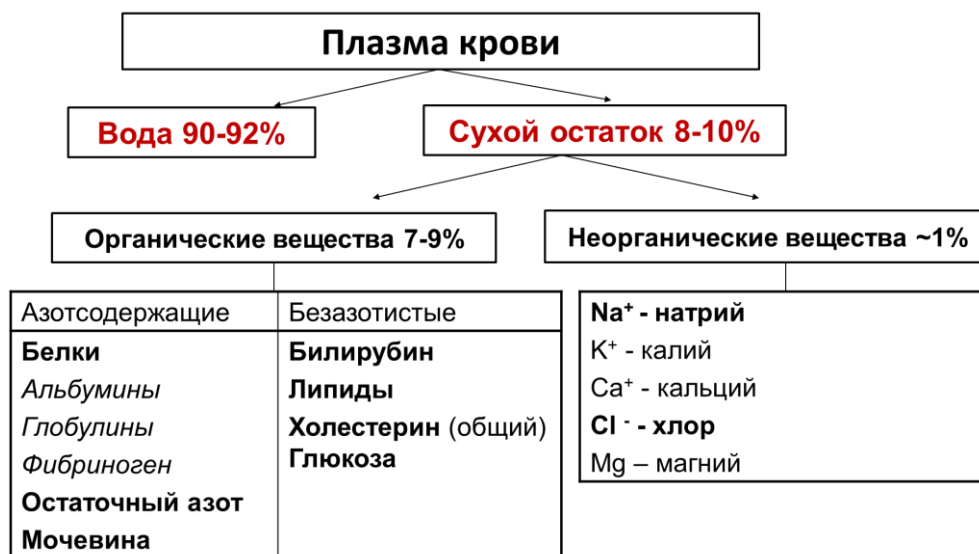


Рисунок 10 – Жировая ткань

*Кровь и лимфа* – ткани мезенхимного происхождения. Они образуют внутреннюю среду организма, состоят из плазмы (таб. 8) и взвешенных в ней форменных элементов.

Таблица 8 – Состав плазмы крови

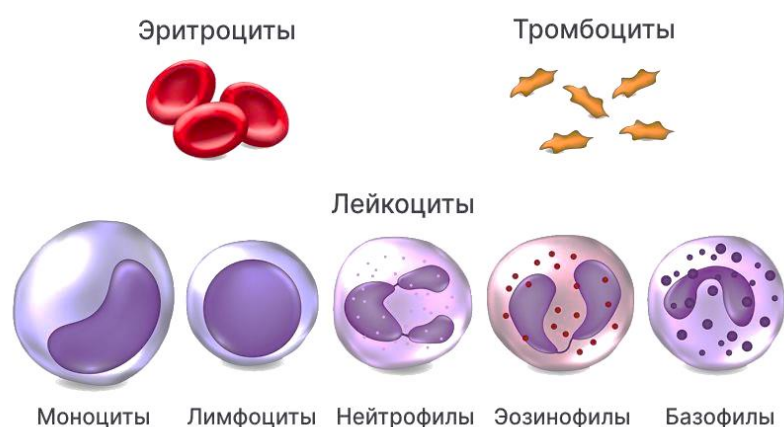


*Эритроциты* (рис.11) млекопитающих имеют форму двояковогнутых дисков без ядра, образуются и созревают в красном костном мозге. Функции: перенос O<sub>2</sub> от легких к тканям, участие в транспортировании CO<sub>2</sub> от тканей к легким, транспорт некоторых веществ. В эритроцитах находится сложное химическое соединение — гемоглобин, обладающий способностью присоединять и отдавать кислород и углекислый газ.

*Лейкоциты* (рис.11) — это белые кровяные клетки, размеры их больше размеров эритроцитов, достигают 20 мкм. Они имеют ядра. Количество

лейкоцитов зависит от физиологического состояния животного. Лейкоциты способны к амёбовидному движению, они проходят через стенки капилляров. Лейкоциты играют важную роль в основных защитных процессах организма – фагоцитоза и иммунитета.

*Тромбоциты* (рис.11) — маленькие тельца овальной или веретенообразной формы. Они образуются в красном костном мозге из гигантских клеток — мегакариоцитов. При повреждении кровеносных сосудов тромбоциты разрушаются. При этом из них выходит ряд веществ (тромбоцитарные факторы), участвующих в свертывании крови.



**Рисунок 11 – Клетки крови**

**Мышечные ткани.** Характеризуются способностью к активному сокращению. Между мышечными клетками и волокнами всегда находятся прослойки соединительной ткани с большим количеством кровеносных сосудов. Различают гладкую и поперечнополосатую мышечную ткань.

*Гладкая мышечная (неисчерченная) ткань* (рис.12) состоит из веретеновидной формы клеток с одним ядром. Эти клетки образуют мышечные слои в стенках кровеносных и лимфатических сосудов, в стенках внутренних органов (желудок, кишечник, мочевыводящие пути, матка и т.д.). Ткань имеет ряд особенностей: она обладает большой силой (например, в кишечнике постоянно передвигаются значительные массы пищи), обладает слабой утомляемостью, медленным сокращением и ритмичностью движений

(в стенке кишечника неисчерченная мышечная ткань сокращается 12 раз в минуту, а в селезенке - только 1 раз).

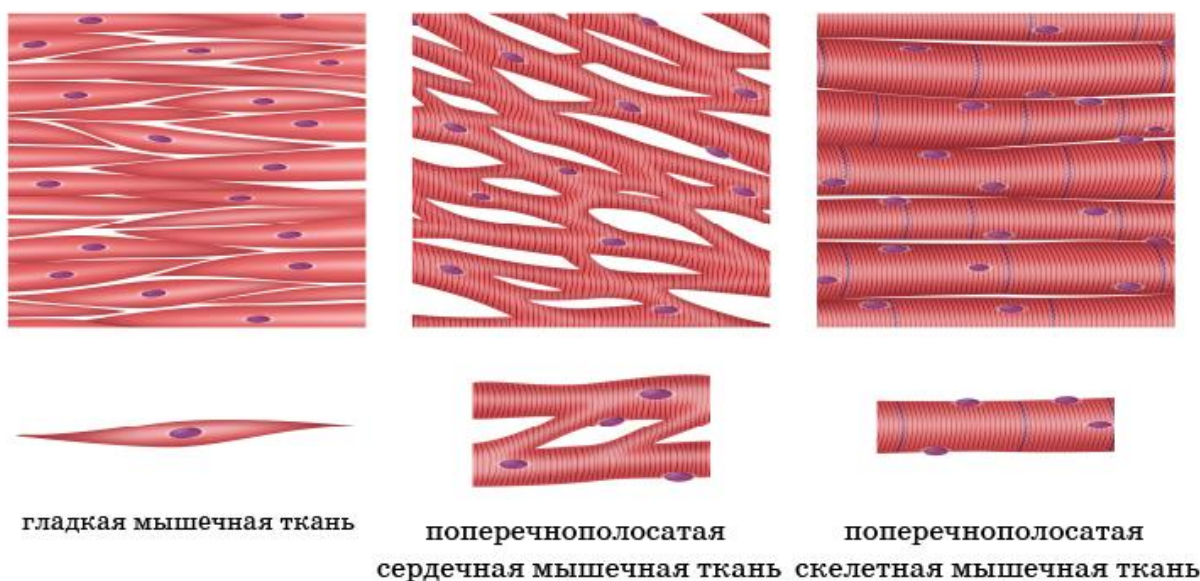


Рисунок 12 – Виды мышечной ткани

*Поперечнополосатая мышечная ткань* обладает специальными сократительными органеллами – исчерченными миофибриллами. *Миофибриллы* состоят из тонких белковых нитей (миофиламентов) и имеет 2 разновидности.

а) *Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань* (рис. 12) состоит из удлинённых клеток (*кардиомиоцитов*) квадратной формы. Их концы, соединяясь друг с другом в цепочки, формируют мышечные «волокна». Тесно связываясь между собой, функциональные мышечные "волокна" образуют мышечную оболочку сердца (*миокард*), постоянные и ритмичные сокращения которого приводят в движение кровь.

б) *Скелетная поперечнополосатая мышечная ткань* (рис.12), в отличие от сердечной, состоит не из клеток, а из многоядерных мышечных образований (миосимпластов) цилиндрической формы. Миосимпласты (их еще называют «мышечными волокнами») образуют скелетные мышцы и входят в состав некоторых органов (язык, глотка, гортань, пищевод и др.). В функциональном отношении скелетная мышечная ткань легко возбудима и сокращается быстрее, чем гладкая (например, в обычных условиях скелетная

мышца сокращается в течение 0,1 с, а неисчерченная - в течение нескольких секунд). Но, в отличие от гладких мышц внутренних органов, скелетные мышцы быстрее утомляются.

**Нервная ткань** – ткань, обеспечивает проведение и восприятие нервных импульсов (рис.13). Состоит нервная ткань из 2-х основных компонентов: нейронов (нервных клеток или нейроцитов) и нейроглии. Следует остановиться на особенностях строения нервных клеток (рис.14). Для них характерно наличие длинных отростков двух типов. К первому типу относятся дендриты, число которых изменчиво. Возбуждение по дендритам идет от периферии к телу нервной клетки. Ко второму типу относится нейрит - проводит нервный импульс от тела нейрона до рабочего органа (мышцы, железы и др.). Нейроны всегда имеют только один аксон.

Нервная клетка всегда поляризована, т.е. способна пропускать нервный импульс только в одном направлении от дендритов к аксону.

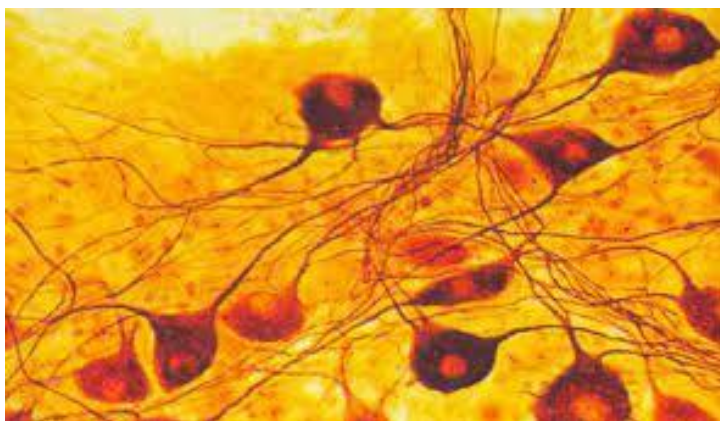


Рисунок 13 – Нервная ткань

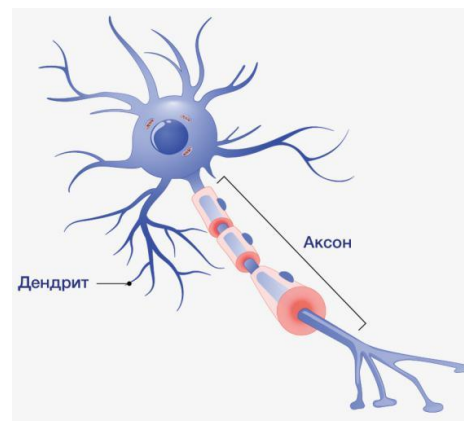


Рисунок 14 - Нейрон

Отростки нервных клеток, покрытые глиальными оболочками называются нервными волокнами. Нервные волокна по строению оболочек делятся на миелиновые и безмиелиновые. Нейроглия – ткань, изолирующая друг от друга нервные клетки в сером веществе центральной нервной системы, участвует в образовании оболочек нервных волокон и нервных окончаний. Она выполняет трофическую и опорную функции. Нервные волокна в центральной нервной системе образуют белое мозговое вещество, а в

периферической нервной системе - нервы. В белом веществе скопления нервных волокон носят различные названия - пучки, канатики, тракты, или проводящие пути и т.д. Таким образом, nervus – это группа нервных волокон в ПНС, объединенная общей соединительно-тканной оболочкой.

Нервные отростки заканчиваются нервными окончаниями. Различают чувствительные (рецепторы), двигательные (эффекторы) нервные окончания и синапсы, т.е. места контактов нейронов между собой.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие структуры клетки находятся в ее цитоплазме и ядре?
2. Какое значение имеют белки, жиры, углеводы а жизнедеятельности клеток?
3. Роль минеральных веществ для жизни организма.
4. Способы деления клеток и их значение.
5. Где развиваются мужские и женские половые клетки?
6. Особенности дробления и ранних стадий, развития зародыша сельскохозяйственных животных.
7. Особенности строения и функции эпителиальных, опорно-трофических, мышечных и нервной тканей.

## ***Раздел 2. Соматические системы***

Организм состоит из клеток, тканей, органов и систем органов, объединенных в единое целое. Благодаря тесной взаимосвязи клеток, тканей и органов между собой обеспечивается определенное соотношение между отдельными частями организма, а также закономерности строения и функции:

- 1) полярность (два полюса – головной и хвостовой);
- 2) двусторонняя симметрия (тело состоит из правой и левой половин);
- 3) сегментарность (тело состоит из расположенных друг за другом сегментов).

Органы сходного строения, общего происхождения, единой функции, составляют систему органов. Органы, взаимосвязанные только функционально органы объединяются в аппараты, они имеют различное строение и происхождение.

Все системы и аппараты органов животного можно разделить на три группы (таб.10).

**Таблица 10 – Системы и аппараты органов**



Все аппараты и системы органов в живом организме неразрывно связаны между собой, влияют друг на друга и функционируют согласованно.

## 2.1. Опорно-двигательный аппарат

- обеспечивает передвижение и сохранение положения тела животного в пространстве, образует внешнюю форму тела и участвует в обменных процессах. На его долю приходится около 60% от массы тела взрослого животного.

Условно опорно-двигательный аппарат разделяют на пассивную и активную части. К *пассивной части* относят кости и их соединения, от которых зависит характер подвижности костных рычагов и звеньев тела животного (15%). *Активную часть* составляют скелетные мышцы и их вспомогательные приспособления, благодаря сокращениям которых, приводятся в движение кости скелета (45%).

## 2.1.2. Скелет

*Скелет* – это каркас тела животного. Скелет служит остовом тела животного, он представлен системой рычагов, с помощью которых мышцы передвигают тело. Скелет служит также депо минеральных солей и красного костного мозга, выполняющего кроветворную функцию.

К костям скелета прикрепляются мягкие части тела, создавая внешний вид животного, его экстерьер. Кости скелета образуют полости — грудную, брюшную, черепно-мозговую и др. В скелете животных около 200 костей.

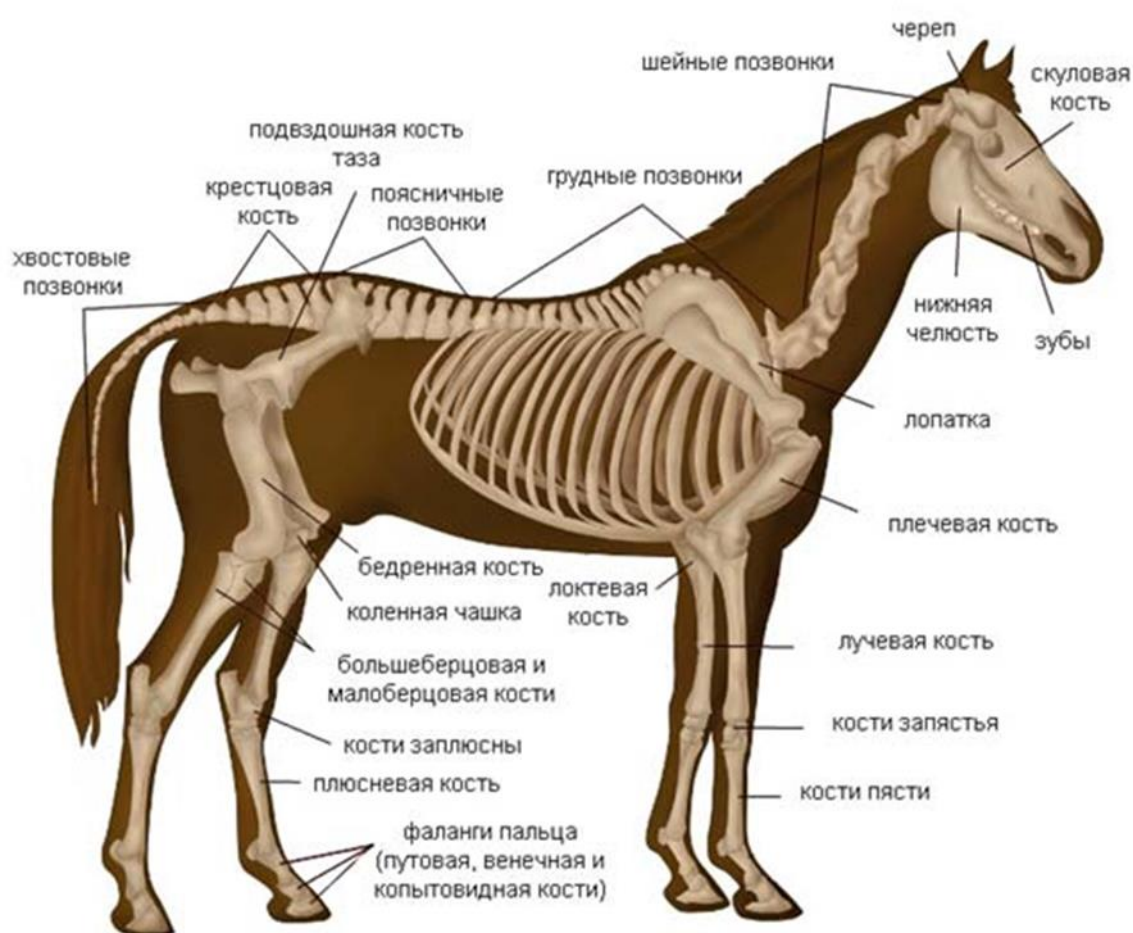
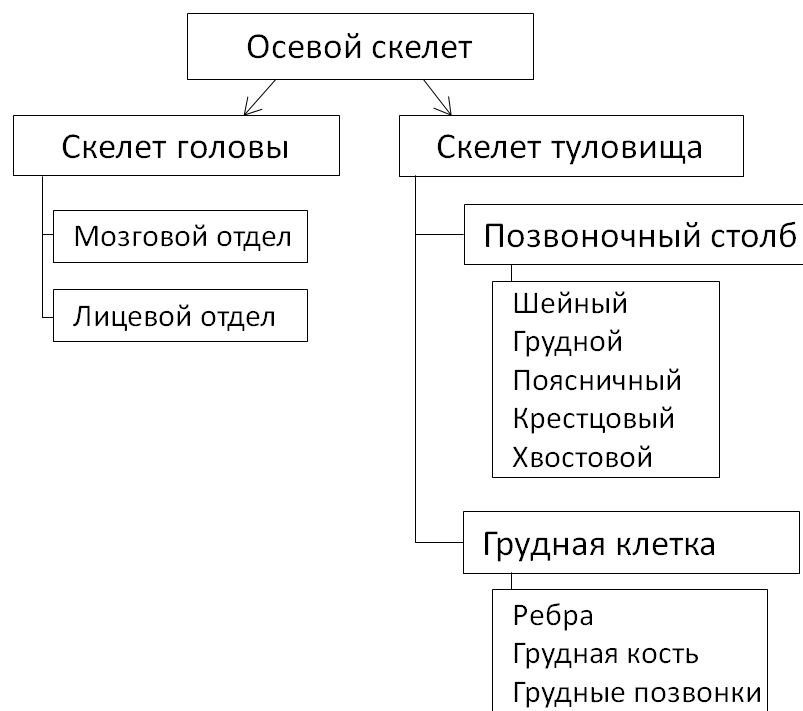


Рисунок 15 – Скелет лошади

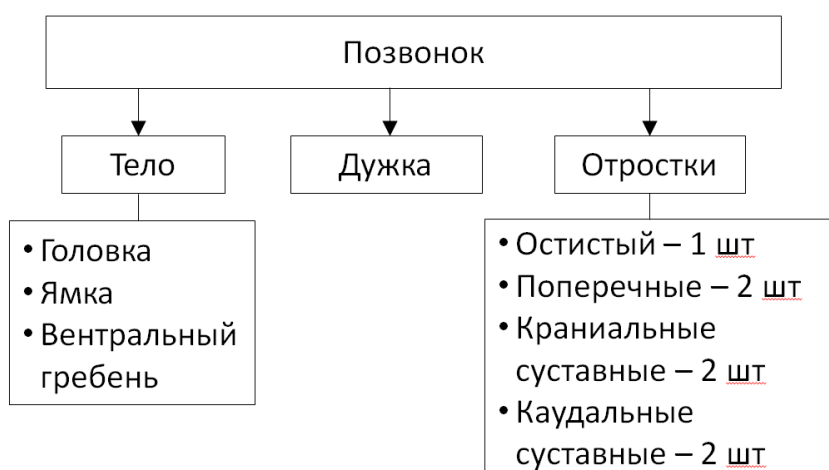
Скелет принято делить на основной и периферический. К *осевому скелету* относят скелет головы - череп, позвоночный столб, ребра и грудная кость (таб.9). *Периферический скелет* представлен двумя парами конечностей: грудными и тазовыми (рис.15).

**Таблица 9 – Состав осевого скелета**



Рассмотрим осевой скелет. Позвоночный столб состоит из следующих друг за другом непарных костей – позвонков, построенных по одному типу. В позвонке различают тело, дужку и отростки, парные – поперечные и суставные, и непарный – остистый (таб.10).

**Таблица 10 – Общее строение позвонка**



Между телом и дужкой находится позвоночное отверстие, которое при соединении позвонков образует позвоночный канал, в котором в свою очередь находится спинной мозг.

На теле позвонка с краниальной стороны имеется выпуклая поверхность - головка, с каудальной вогнутая - ямка. С вентральной стороны тела находится гребень.

*Позвоночный столб* делится на шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы (таб.11). Функции этих отделов различны, поэтому позвонки их различаются некоторыми деталями строения. Кроме того, есть и видовые особенности в строении позвоночного столба и скелета в целом.

**Таблица 11 - Количество позвонков у разных животных**

Вид животного	Отделы позвоночного столба				
	Шейный	Грудной	Поясничный	Крестцовый	Хвостовой
КРС	7	13-14	6	5	18-20
Лошадь	7	18-19	6	5	18-20
Свинья	7	14-17	7	4	20-23
Собака	7	13	7	3	20-23
Кошка	7	13	7	3	18-27

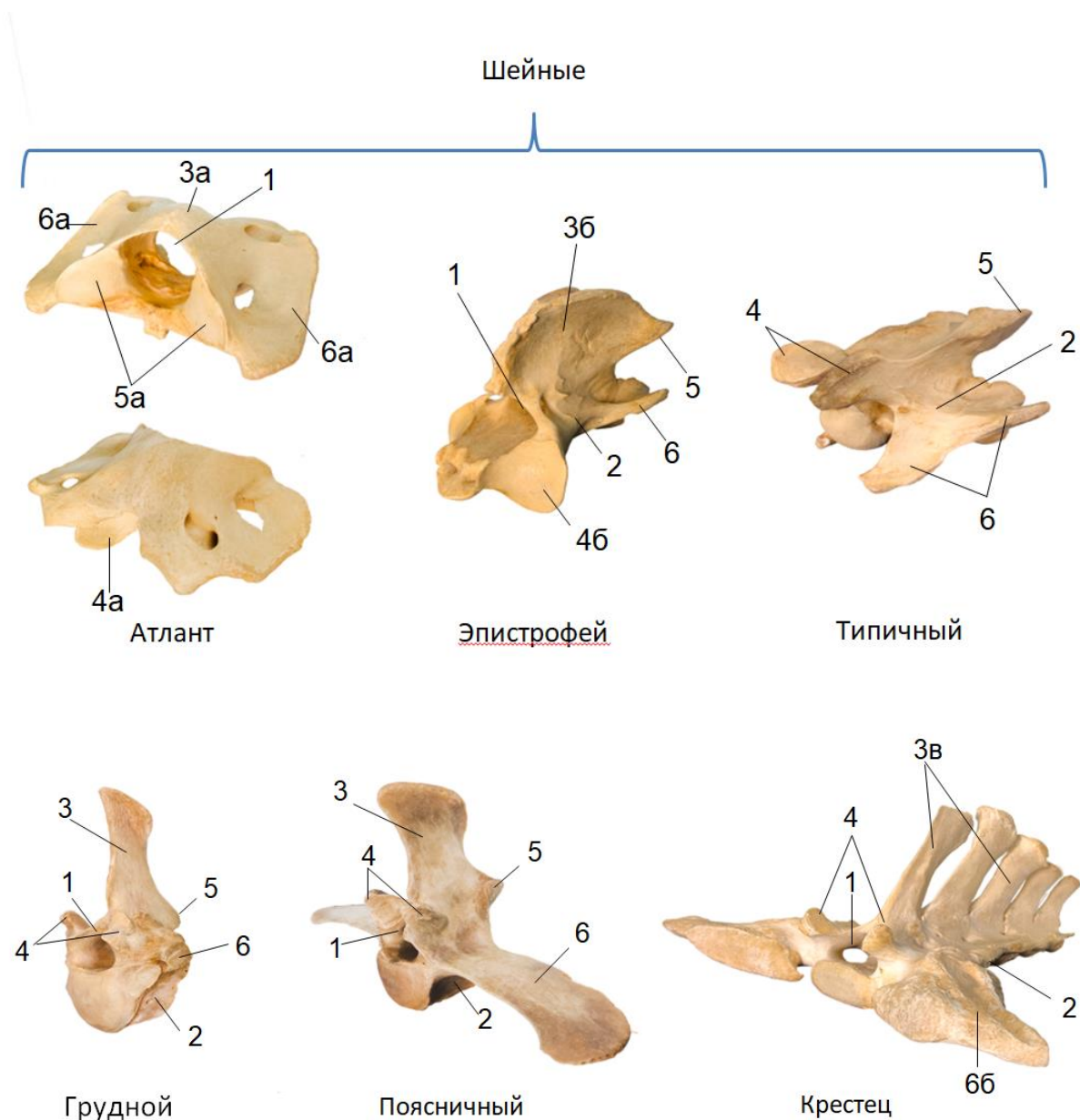
*Шейный отдел* у большинства млекопитающих состоит из семи позвонков. Первый, второй и седьмой шейные позвонки имеют свои особенности в строении, поэтому их называют атипичными. Третий, четвертый, пятый и шестой позвонки схожи по строению, имеют кубическую форму и называются типичными (рис. 16).

Первый шейный позвонок (атлант) значительно отличается от средних шейных позвонков. Имеет следующие особенности:

- отсутствует тело;
- его остов образован двумя дужками – дорсальной и вентральной, на которых имеются одноименные бугорки. Дорсальная дужка несколько шире и более выпуклая;
- с краниального конца позвонка имеется вогнутая суставная поверхность, которая соединяется с затылочной костью и образует атланто-затылочный сустав;

- на каудальном конце находится плоская суставная поверхность для сочленения с зубом эпистрофея - второго шейного позвонка;

- вместо поперечных отростков с боковых поверхностей отходят крылья атланта, имеющие вид широких пластинок, вогнутых с вентральной поверхности. На них расположены крыловые и межпозвоночные отверстия.



**Рисунок 16 – Позвонки лошади**

1 – дужка; 2 – тело; 3 – остистый отросток; 3а – дорсальный бугорок, 3б – гребень, 3в – гребень, 4 – краниальные суставные отростки, 4а – суставная ямка, 4б – суставная поверхность, 5 – каудальные суставные отростки, 6 – поперечные отростки, 6а – крылья атланта, 6б- крылья крестцовой кости

Второй шейный позвонок (эпистрофей) - самый длинный шейный позвонок. Отличительные особенности:

- вместо головки – зуб эпистофея;
- по бокам от зуба имеется суставная поверхность (видоизмененные краниальные суставные отростки) для сочленения с одноименной поверхностью атланта;
- вместо остистого отростка гребень эпистрофея;
- хорошо выражен вентральный гребень;
- на боковых поверхностях тела располагаются поперечные отверстия.

У типичных шейных позвонков хорошо выражены головки и довольно глубокие ямки, что связано возможностью разносторонних движений в области шеи. Также выражен вентральный гребень. Суставные отростки крупные, имеют плоские суставные поверхности, которые краниальных отростках смотрят вверх, а на каудальных вниз.

У шестого шейного позвонка выделяется массивная вентральная пластинка в основании поперечнореберного отростка; отсутствует вентральный гребень, хорошо развит остистый отросток,

Седьмой шейный позвонк по своей форме схож с грудными позвонками. Имеются каудальные реберные ямки (для головки первого ребра), расположенные по бокам от ямки позвонка и высокий остистый отросток.

*Грудной отдел* состоит из грудных позвонков, ребер и грудины.

Строение грудного позвонка стандартное – тело, дужка и отростки (таб. 11), однако имеются определенные особенности строения:

- наличие краниальных и каудальных реберных ямок, расположенных по бокам от головки и ямки позвонков. Они предназначены для соединения с головкой ребра.
- небольшие поперечные отростки, на которых располагаются реберные суставные поверхности, для присоединения к ним бугорка ребер.
- высокие остистые отростки, особенно в области холки.

Ребра это длинные парные кости, имеющие узкую изогнутую форму. Они образуют боковую стенку грудной клетки. Количество пар ребер обычно равно количеству грудных позвонков. На ребрах выделяют (рис.17):

- две поверхности - латеральную (выпуклую) и медиальную (вогнутую)

- два желоба - мышечный у переднего края наружной поверхности, и сосудистый - у заднего края с внутренней поверхности.

- два конца – дорсальный или позвоночный, на котором располагаются головка, шейка и бугорок ребра, и вентральный, заканчивающийся реберным хрящом.

Различают ребра стернальные и астернальные. У стернальных (истинных) ребер реберные хрящи соединяются с грудной костью. Реберные хрящи астернальных (ложных) ребер последовательно прикрепляются соединительной тканью к каудальному краю хрящей предыдущих ребер, образуя реберную дугу. Последние ребра лежат свободно. Длина ребер от первого, самого короткого, постепенно увеличивается, а затем опять уменьшается. У дорсального конца ребро изогнуто более сильно, это место называют реберным углом.



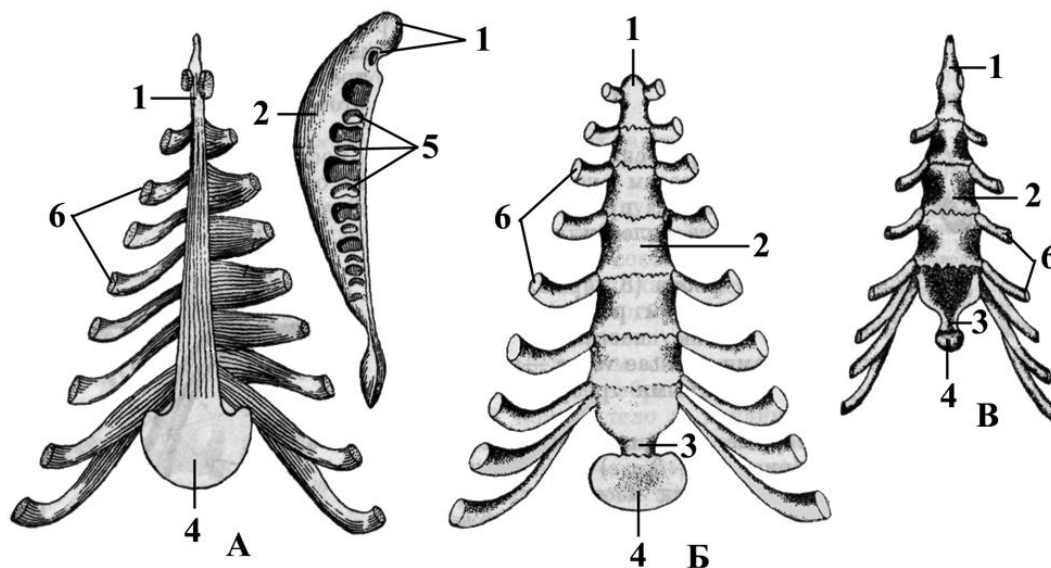
**Рисунок 17 - Ребра**

**А – лошадь, Б – крупный рогатый скот, В – свинья**

**1 – головка ребра; 2 – бугорок ребра; 3 – шейка ребра; 4 – желоб головки ребра;  
5 – реберный угол.**

Груди́на непарная кость туловища, ограничивает грудную клетку снизу. С обеих сторон с ней прикрепляются реберные хрящи.

В грудине различают рукоятку, тело и мечевидный отросток (рис.18). Рукоятка – это передняя часть грудины, тело - средняя и каудальная - мечевидный отросток, оканчивающийся мечевидным хрящом.



**Рисунок 18 – Строение грудины**

**А – лошадь, Б – крупный рогатый скот, В – свинья**

**1 – рукоятка грудины, 2 – тело грудины, 3 – мечевидный отросток, 4 – мечевидный хрящ, 5 – реберные вырезки или ямки, 6 – реберные хрящи**

Особенности поясничных позвонков (рис. 16) заключаются в следующем:

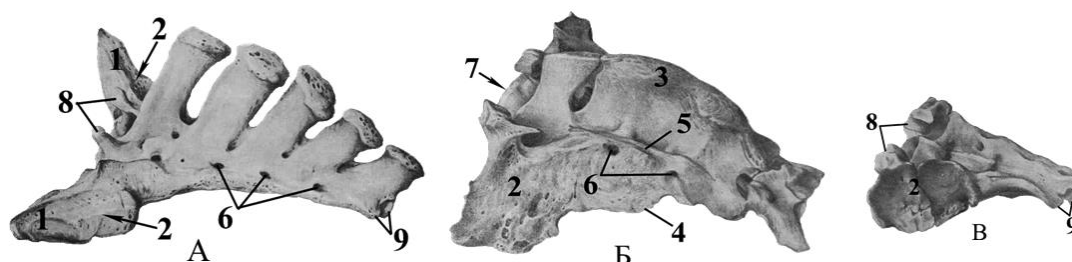
- хорошо выраженные поперечнореберные отростки в виде тонких пластинок, расположенных во фронтальной плоскости;
- плоские головка и ямка;
- остистые отростки широкие, но невысокие;
- суставные отростки полуцилиндрической формы.

Крестцовая кость состоит из сросшихся позвонков (рис.16).

Особенности:

- тело, состоящее из сегментов, соответствует количеству сросшихся позвонков (таб.10), на краниальном конце головка, на каудальном – ямка;
- дорсальная поверхность крестцовой кости называется ягодичной, вентральная - тазовой, и на последней под головкой выступает мыс;

- гребень, состоящий из остистых отростков;
  - толстые короткие крылья – видоизмененные поперечные отростки первых сросшихся позвонков, на крыльях выделяется ушковидная поверхность для соединения с подвздошной костью;
  - боковые части с латеральной поверхности тела крестца – рудиментированные поперечно-реберные отростки, на них с дорсальной и вентральной поверхностях располагаются крестцовые отверстия.
  - имеется одна пара суставных отростков – краниальная, остальные видоизменились и формируют латеральные крестцовые гребни.
- У коров 5 сегментов, крестец изогнутой формы, со сросшимися массивным гребнем, крылья направлены вниз. У лошади 5 сегментов, тело прямое, остистые отростки разъединены, крылья лежат прямо во фронтальной плоскости.



**Рисунок 19 – Строение крестцовой кости**

**А – лошадь, Б – крупный рогатый скот, В – свинья**

- 1 – крылья крестца; 2 – ушковидная поверхность; 3 – средний (дорсальный) гребень; 4 – боковые крестцовые гребни; 5 – промежуточные гребни; 6 - дорсальные крестцовые (тазовые) отверстия; 7 – мыс; 8 – краниальные суставные отростки; 9 – каудальные суставные отростки.**

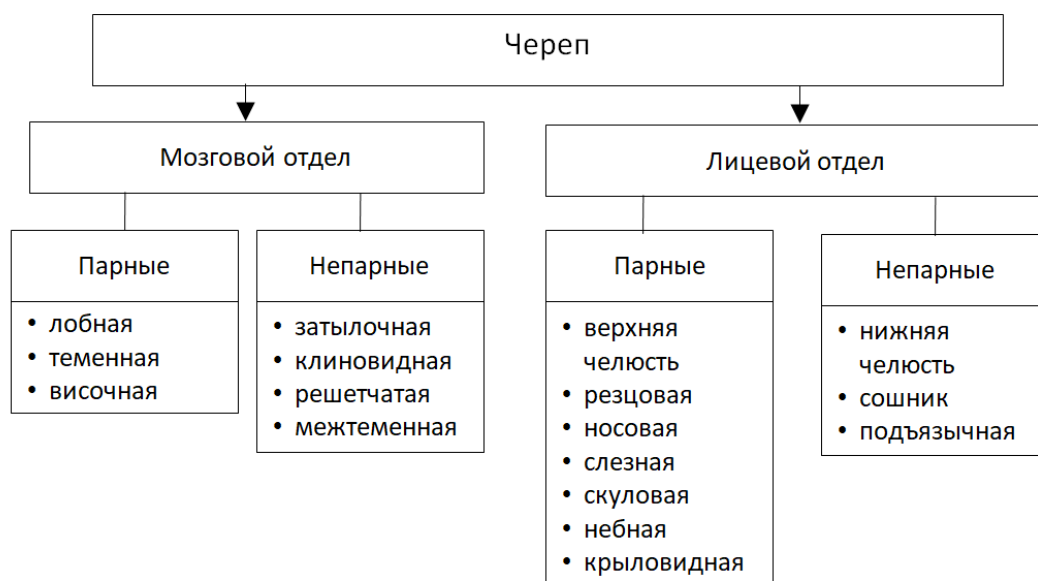
У свиньи 4 сегмента крестцовой кости, остистые отростки редуцировались, вместо них сохранились очень слабые гребни.

У собаки 3 сросшихся позвонка, крестцовая кость сильно вогнута со стороны тазовой полости. Крылья крестцовой кости лежат в сагиттальной плоскости.

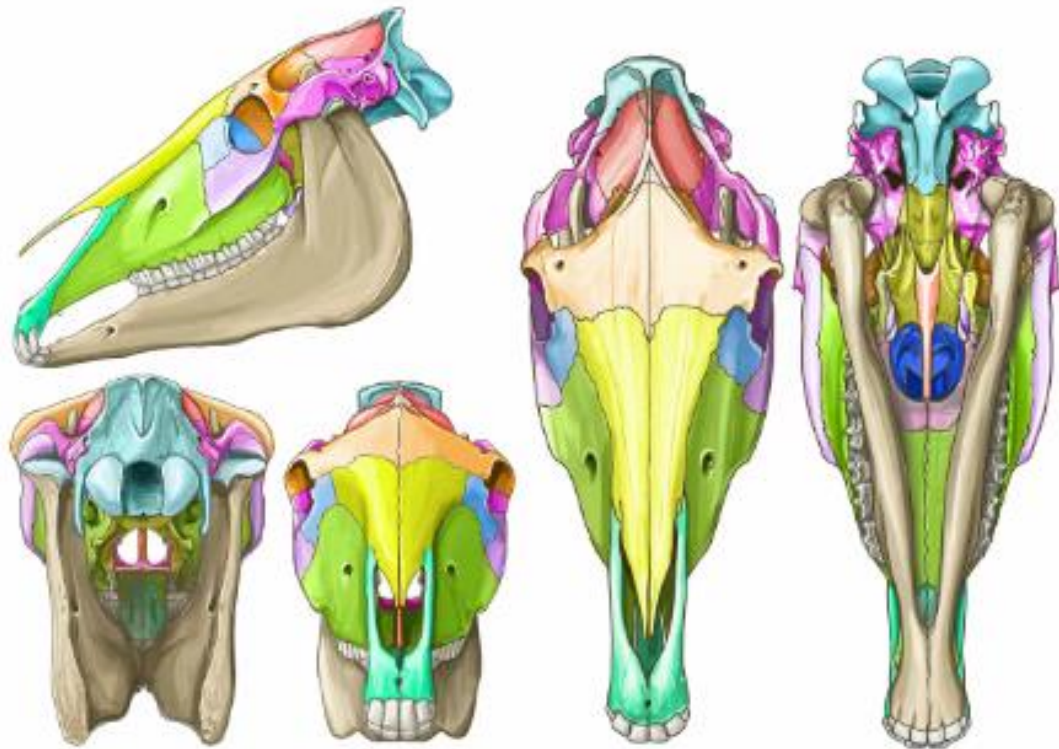
Хвостовой отдел. Тела первых хвостовых позвонков у жвачных плоские. Остистые отростки низкие, широкие. На телах второго — пятого позвонков находятся с вентральной стороны гемальные (кровяные) дуги, через которые проходит хвостовая артерия. У лошади тело позвонков короткое, рудимент дужки выражен слабо, гемальных дуг нет. У свиньи первые три, а иногда пять позвонков снабжены полными дугами с каудальными и краниальными, суставными отростками. У собак первые пять позвонков хорошо развиты, с пятого позвонка появляются гемальные отростки.

*Скелет головы* называется черепом — *cranium*. Череп принято делить на мозговой и лицевой отделы (таб.12, рис. 20), в каждом из которых выделяют парные и непарные кости.

**Таблица 12 – Кости черепа**



В черепе помещаются головной мозг, органы зрения, слуха, обоняния, вкуса. Кости черепа плоские, кроме затылочной, клиновидной и решетчатой. В костях черепа располагаются парные пазухи, заполненные воздухом, поступающим сюда через специальные отверстия из носовой полости. Это верхнечелюстная, клинонёбная и лобная пазухи. Это способствует облегчению массы черепа.



- |  |   |
|--|---|
| <span style="color: cyan;">■</span> Затылочная кость             | <span style="color: blue;">■</span> Решетчатая кость      |
| <span style="color: yellow;">■</span> Основная клиновидная кость | <span style="color: yellow;">■</span> Носовая кость       |
| <span style="color: purple;">■</span> Крыловидная кость          | <span style="color: blue;">■</span> Слезная кость         |
| <span style="color: magenta;">■</span> Височная кость            | <span style="color: lightgreen;">■</span> Верхняя челюсть |
| <span style="color: red;">■</span> Теменная кость                | <span style="color: cyan;">■</span> Резцовая кость        |
| <span style="color: pink;">■</span> Межтеменная кость            | <span style="color: purple;">■</span> Небная кость        |
| <span style="color: orange;">■</span> Лобная кость               | <span style="color: purple;">■</span> Скуловая кость      |
| <span style="color: brown;">■</span> Сошник                      | <span style="color: tan;">■</span> Нижняя челюсть         |

**Рисунок 20 – Череп лошади**

*Периферический скелет* представлен двумя парами конечностей: грудными и тазовыми (таб. 13).

Грудная конечность состоит из последовательно расположенных пояса - лопатки, плечевой кости, предплечья (локтевой и лучевой кости), запястья, пясти, 3 костей фалангов пальцев (рис.21). Пояс грудной конечности представлен тремя костями – лопатка, ключица и каракоидная кость. Все три кости выражены у птиц, у сельскохозяйственных животных пояс грудной конечности представлен лопаткой, остальные кости рудиментированы.

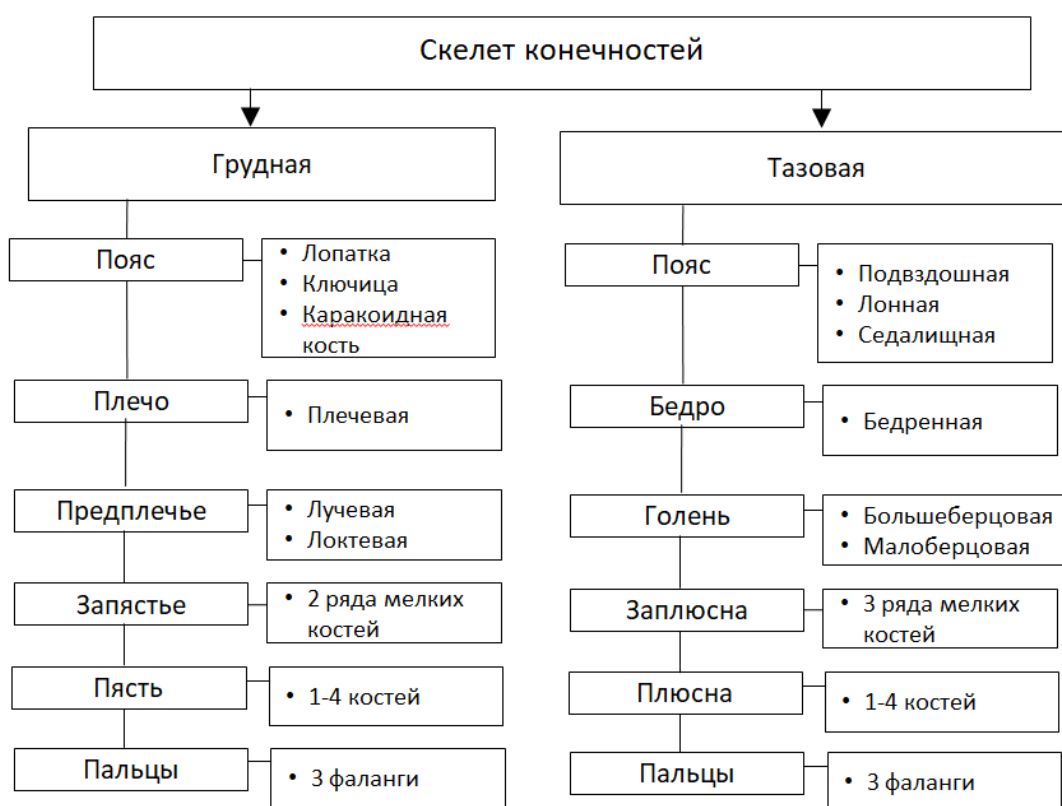
**Л о п а т к а** - кость треугольной формы, плоская. На лопатке различают:  
 - две поверхности: медиальную и латеральную, на которой выделяется длинная ость, делящая эту поверхность на две ямки – предостную и заостную;

- три края: краниальный, каудальный, дорсальный, на последнем расположен лопаточный хрящ;

- три угла: краниальный, каудальный и вентральный, на котором имеется суставная впадина для соединения с головкой плечевой кости.

Плечевая кость – длинная трубчатая, выполняет роль рычага при движении животного. На ней выделяют тело (диафиз), и два конца (эпифизы) – проксимальный (верхний) и дистальный (нижний).

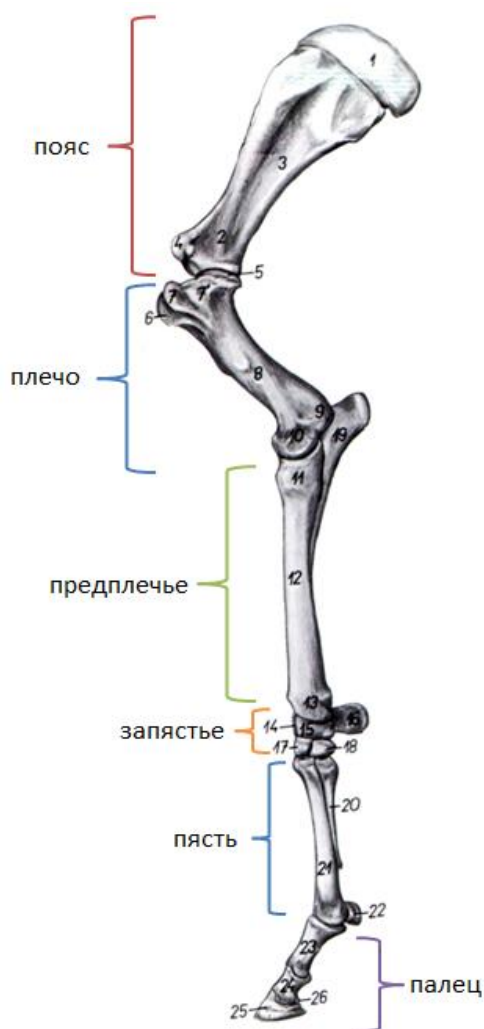
**Таблица 13 – Состав периферического скелета**



На проксимальном конце кости находятся: головка, шейка и бугры – большой и малый, между ними — межбугорковый желоб. Дистальнее большого бугра спускается гребень плечевой кости, в середине тела кости находится круглая шероховатость. На дистальном конце – блок, состоящий из латерального (большого) и медиального (малого) мыщелка, а также глубокой локтевой ямки.

Кости предплечья — лучевая и локтевая. Между ними находятся два межкостных пространства: проксимальное и дистальное. Лучевая кость

— radius — длинная, трубчатая. Ее проксимальный конец имеет головку с суставной ямкой, связочные бугорки и лучевую шероховатость. На дистальном конце лучевой кости имеется косо поставленный блок для сочленения с костями запястья. На проксимальном конце локтевой кости есть локтевой отросток с локтевым бугром. Локтевая кость у крупного рогатого скота и свиней хорошо развита, достигая нижнего конца лучевой кости, срастается с ней. У лошадей она заканчивается в области середины тела лучевой кости. У собак кости локтевая кость хорошо развита, образует с лучевой костью подвижное сочленение.



**Рисунок 21 – Грудная конечность лошади (медиальная поверхность)**  
 1- лопаточный хрящ; 2- шейка лопатки; 3 - подлопаточная ямка; 4 - бугор лопатки; 5 - головка плечевой кости; 6 - средний блоковый бугорок; 7,7' - малый бугор плечевой кости; 8 - тело плечевой кости; 9 - медиальный надмыщелок; 10 - блок плечевой кости; 11 - головка лучевой кости; 12 - тело лучевой кости; 13 - блок лучевой кости; 14 - промежуточная кость запястья; 15 - лучевая кость запястья; 16 - добавочная кость запястья; 17 - третья кость запястья; 18 - вторая кость запястья; 19 - локтевой отросток; 20 - II пястная кость; 21 - III пястная кость; 22 - проксимальная сезамовидная кость; 23 - проксимальная фаланга; 24- средняя фаланга; 25 - дистальная фаланга; 26 - дистальная сезамовидная кость.

Кости запястья располагаются в два ряда – проксимальный и дистальный. Они выполняют буферную функцию, смягчая толчки при движении животного.

Кости пясти длинные, трубчатые. У КРС развиты две кости – третья и четвертая, которые срастаются, у лошадей одна – третья, у свиней – четыре, у хищников – пять.

Кости пальцев состоят из трех костей: первая (проксимальная) фаланга, вторая (средняя), третья (дистальная). Количество пальцев у животных различно: у КРС два пальца (третий и четвертый), у лошади – один (третий), у собак – пять.

Тазовая конечность состоит из таза (подвздошная, лонная, седалищная), бедренной кости, голени (большая и малоберцовая кости), заплюсны, плюсны, 3-х фалангов пальцев (рис. 22).

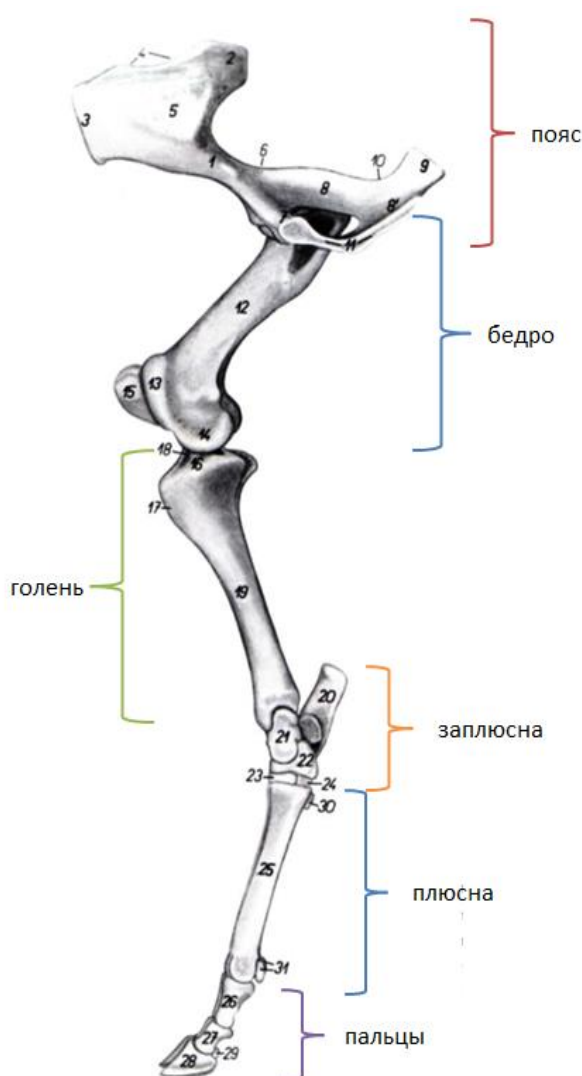


Рисунок 22 – Тазовая конечность КРС (медиальная поверхность)

1- тело подвздошной кости; 2, 3, 4, 5- крыло подвздошной кости; 2- крестцовый бугор; 3- наружный подвздошный бугор; 4- подвздошный гребень; 5- крестцовотазовая поверхность; 6- большая седалищная вырезка; 7- тело лонной кости; 8- тело седалищной кости; 8'- пластинка седалищной кости; 9- седалищный бугор; 10- малая седалищная вырезка; 11- поверхность сращения; 12- тело бедренной кости; 13- блок бедренной кости; 14- медиальный мыщелок бедренной кости; 15- коленная чашка; 16- медиальный мыщелок большой берцовой кости; 17- бугор большой берцовой кости; 18- межмышелковое возвышение; 19- тело большой берцовой кости; 20- пяточная кость; 21- таранная кость; 22- центральная и четвертая кости заплюсны; 23- II и III кости заплюсны; 24- первая кость заплюсны; 25- III и IV плюсневые кости; 26- первая фаланга; 27- вторая фаланга; 28- третья фаланга; 29- дистальная сезамовидная кость; 30- сезамовидная плюсневая кость; 31- сезамовидные проксимальные кости.

Таз образован тремя парами сросшихся костей: подвздошная, лонная и седалищная. На подвздошной кости выделяют тело и крыло, на котором имеются два бугра – медиальный и латеральный (маклок). Лонная кость занимает краниомедиальное положение относительно седалищной кости; состоит из двух ветвей: шовной и впадинной. Последняя участвует в образовании суставной впадины. Шовная ветвь срастается с одноименной ветвью противоположной лонной кости, образуя тазовое сращение, на его краниальном конце находится лонный бугор. Ветви участвуют в формировании запятого отверстия. Седалищная кость составляет каудальную часть тазовой кости. На ней различают тело и две ветви: шовную и впадинную. Обе ветви ограничивают запятое отверстие. Каудальный конец седалищной кости имеет треугольной формы седалищный бугор. Между седалищными буграми находится седалищная дуга.

Бедренная кость длинная, трубчатая. На ней выделяют тело (диафиз), и два конца (эпифизы) – проксимальный (верхний) и дистальный (нижний). На проксимальном эпифизе головка, шейка, вертелы большой и малый. Ниже большого вертела имеется третий вертел. Под головкой лежит вертлужная впадина, ниже которой находится малый вертел. Дистальный конец бедренной кости имеет латеральный и медиальный мыщелки, между ними расположена межмышцелковая ямка. Дорсально от мыщелков находится блок для коленной чашки.

Коленная чашка — короткая сезамовидная кость, имеет суставную поверхность для сочленения с блоком бедренной кости.

Большеберцовая кость длинная трубчатая. Проксимальный конец ее трехгранный; имеет латеральный и медиальный мыщелки. По дорсальной (передней) поверхности кости тянется гребень. На дистальном конце большеберцовой кости находится блок. Медиально от него имеется выступ — лодыжковая кость.

Малоберцовая кость у крупного рогатого скота сильно редуцирована. Дистальный конец превращается в лодыжковую кость,

встречающуюся только у жвачных. У лошадей также рудиментарна, имеется головка и тонкое тело которое прикрепляется на середине тела большой берцовой кости. У свиней малоберцовая кость развита.

Кости заплюсны относятся к коротким костям, выполняющим буферную функцию. Они расположены в три ряда, верхний ряд состоит из таранной и пяточной костей. Центральная кость это средний ряд. В нижнем ряду 2-4 маленькие косточки.

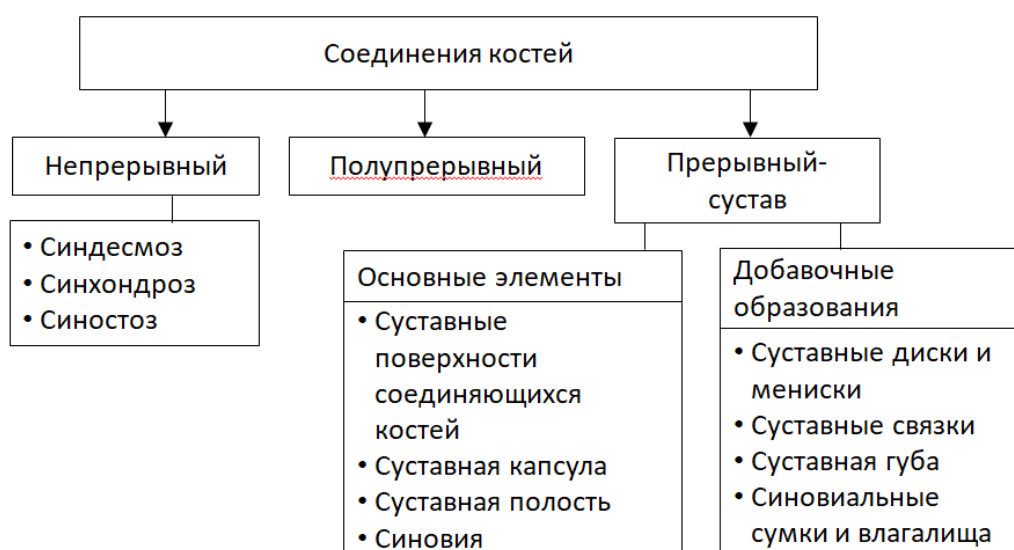
Кости плюсны соответствуют пястным костям грудной конечности, лишь несколько длиннее.

Кости пальцев и их суставы такого же строения, как и на грудной конечности. Только фаланги пальцев в тазовой конечности относительно длиннее.

### 2.1.3. Соединения костей

Кости в организме животного расположены не изолированно друг от друга, а соединены между собой в единое целое. Эти соединения удерживают кости друг возле друга и обеспечивают им подвижность. В зависимости от характера связи различают три типа соединения костей: непрерывный, полупрерывный и прерывный - сустав (таб.14).

Таблица 14 - Соединения костей

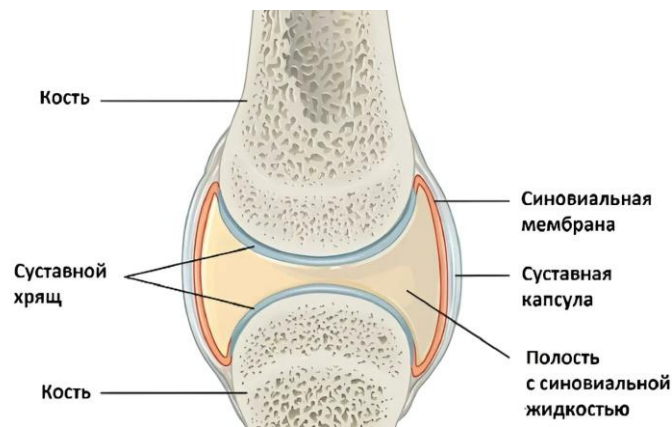


Кости соединяются непрерывно с помощью следующих видов тканей:

- соединительной - синдесмоз;
- хрящевой – синхондроз,
- костной – синостоз.

Сустав — это подвижное, прерывное соединение костей. В суставе присутствуют основные элементы и могут быть добавочные (рис.21). К основным элементам относятся капсула сустава, синовия — жидкость, заполняющая суставную полость и суставные хрящи.

Полупрерывное соединение или полусустав характеризуется тем, что не имеет капсулы, есть небольшая щелевидная полость с жидкостью. Это область соединения безымянных костей таза – симфиз.



**Рисунок 23 – Строение сустава**

Движения в суставах совершаются вокруг трех взаимно перпендикулярных осей:

- а) сгибание - разгибание,
- б) отведение - приведение,
- в) пронация - вращение вовнутрь, супинация - вращение наружу, кружение.

### **Контрольные вопросы**

1. Общая характеристика скелета и его деление на части.
2. Особенности шейного отдела скелета.
3. Грудной отдел скелета.
4. Особенности строения поясничного позвонка.
5. Характеристика мозгового отдела черепа.

6. Кости лицевого отдела черепа.

7. Укажите отличия в строении скелета поясов грудной и тазовой конечностей.

#### **2.1.4. Скелетные мышцы**

это активная часть опорно-двигательного аппарата, изучающий строение мышечной системы.

Мышцы сокращаясь, выполняют свою функцию при участии и при помощи анатомических образований, которые следуют рассматривать как вспомогательные приспособления мышц. Они улучшают работу мышц. К ним относятся фасции, сумки, синовиальные влагалища сухожилий, блоки и сезамовидные кости.

Многочисленные мышцы, как правило, парные, имеют различную форму, строение, функцию и развитие.

В мышце различают мышечное брюшко и сухожилие. Мышцы в зависимости от их функции и внутреннего строения делятся на следующие типы: динамические, способные совершать большую работу, статические, приспособленные для фиксации, и промежуточные (динамо-статические, статодинамические). Мышцы динамического типа сокращаются почти на половину своей длины. Мышцы других типов сокращаются значительно меньше.

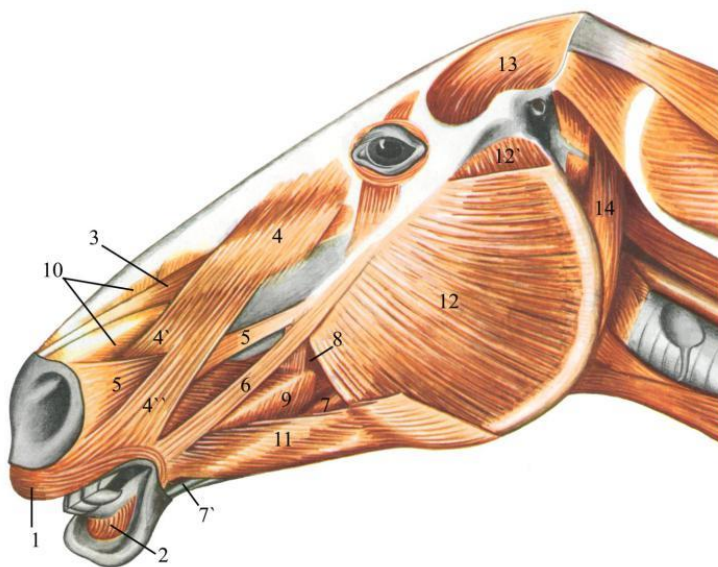
Форма мышц определяется их функцией. По форме различают мышцы: 1) пластинчатые, или широкие; 2) кольцеобразные и 3) веретенообразные. Последняя форма характерна для мышц конечностей, имеющих хорошо выраженную среднюю часть — брюшко, начальную часть — головку и конечную часть — хвост, переходящий в сухожилие. Сила мышцы зависит от количества мышечных волокон.

Движение обеспечивается сокращением нескольких мышц. Если они помогают друг другу, то называются синергистами. Мышцы с противоположным действием называются антагонистами. В зависимости от выполняемой функции мышцы делятся на: разгибающие - экстензоры,

сгибающие - флексоры, отводящие - абдукторы, приводящие - аддукторы, вращающие внутрь - пронаторы, вращающие наружу - супинаторы, напрягающие — тензоры.

Скелетная мускулатура делится на три группы: мышцы головы; мышцы шеи, туловища и хвоста; мышцы конечностей.

*Мышцы головы* в зависимости от выполняемой функции делятся на жевательные; мимические; мышцы век; мышцы ушной раковины; мышцы глотки, языка и гортани; мышцы глазного яблока; мышцы среднего уха (рис.24).



**Рисунок 24 – Мышцы головы**

**1 – круговой мускул рта; 2 - нижний резцовый м.; 3 – специальный подниматель верхней губы; 4 – носогубной подниматель, 4' - его глубокая часть, 4'' - его поверхностная часть; 5 – клыковой м.; 6 – скуловой м.; 7 – опускатель нижней губы; 7' - сухожилие опускателя нижней губы; 8 – глубокая часть щечного м.; 9 – поверхностная часть щечного м.; 10 – латеральный (боковой) мускул носа; 11 – кожный м. губ; 12 – большой жевательный м. (поверхностный слой); 12' - большой жевательный м. (глубокий слой); 13 – височный м.; 14 – яремно-челюстная часть двубрюшного м.**

К лицевым относятся следующие основные мышцы: круговая мышца рта составляет основу губ и является сжимателем (сфинктером) рта; носогубный подниматель, скуловая мышца, опускатель нижней губы, клыковая

мышца, щечная мышца образует основу боковой стенки ротовой полости и при жевании перемещает пищевой ком.

Жевательные мышцы объединяют четыре пары - большая жевательная мышца крыловидная, височная, двубрюшная мышца.

*Мышцы шеи и туловища (рис.25).* Мышцы, расположенные в области шеи и туловища, объединяются в четыре группы: 1) мышцы позвоночного столба; 2) мышцы грудной клетки; 3) мышцы брюшной стенки и 4) мышцы, соединяющие грудные конечности с туловищем.

Для удобства изучения *мышцы шеи, туловища и хвоста* условно разделяют на 4 группы:

- мышцы плечевого пояса,
- м. позвоночного столба (дорсальные и вентральные),
- м. грудной клетки (вдыхатели и выдыхатели)
- м. брюшной стенки.

*Мышцы плечевого пояса* соединяют грудную конечность с головой, шей и туловищем. К ним относятся трапециевидная мышца -самая поверхностная мышца в области холки; ромбовидная мышца находится под трапециевидной; зубчатая мышца, в основном, подвешивает туловище между конечностями; плечеголовная мышца располагается в виде ленты от затылочной и височной костей до плечевой кости; широчайшая мышца спины пластинчатая, треугольной формы; грудные мышцы располагаются двумя пластами — поверхностным и глубоким.

*Мышцы позвоночного столба.* К ним относятся мышцы, находящиеся дорсальнее позвоночного столба, в треугольнике между дужками позвонков, остистыми и поперечнореберными отростками. В эту группу мышц входят остистая и полуостистая мышцы спины и шеи, многораздельная мышца, подвздоно-реберная и длиннейшая мышца. Эти мышцы тянутся вдоль всего позвоночного столба, от крестцовой кости и заканчиваясь на черепе. Мышцы, находящиеся вентрально называются сгибатели позвоночного

столба. К ним относятся длинная мышца шеи головы, квадратная поясничная мышца (хорошо выражена), малая поясничная мышца.

Мышцы грудной клетки осуществляют дыхательные движения. Они подразделяются на мышцы-вдыхатели, расширяющие грудную клетку, мышцы-выдыхатели, сжимающие ее.

К вдыхателям относятся: зубчатый дорсальный вдыхатель, лестничная мышца, прямая грудная мышца, подниматели ребер, наружные межреберные мышцы и диафрагма. Диафрагма непарная куполообразная мышца, вершина купола направлена в грудную полость. Она отделяет грудную полость от брюшной. На ней выделяют центральную - сухожильную часть и периферическую - мышечную. Выделяют парные ножки прикрепляющиеся к телам последних грудных и первых поясничных позвонков. В диафрагме выделяют три отверстия: для аорты, пищевода, и задней полой вены.

Мышцы выдыхатели: зубчатый дорсальный выдыхатель поясничнореберная мышца, внутренние межреберные мышцы, поперечная грудная мышца.

Мышцы брюшной стенки удерживают внутренние органы, участвуют в дыхании, в акте родов и некоторых других процессах. Каждая брюшная мышца образует слой, которому дано название в зависимости от направления в нем мышечных волокон. Различают: наружную косую, внутреннюю косую, поперечную и прямую мышцы живота. Волокна этих мышц перекрещиваются, образуя прочную стенку.

## РАСПОЛОЖЕНИЕ МЫШЦ КОРОВЫ

1. Височная мышца;
2. Круговая мышца глаза
3. Скуловая мышца
4. Носо губной подниматель;
5. Мышца-подниматель верхней губы
6. Щечная мышца;
7. Жевательная мышца
8. Грудино-подъязычная мышца
9. Грудино-головная мышца: Сосцевидная часть
- 10 Грудино-головная мышца: Нижнечелюстная часть;
11. Ключично-головная мышца;
12. Плечоперечная мышца;
13. Плечеголовная мышца;
14. Дельтовидная мышца,
15. Плечевая мышца;
- 16: Ключично-плечевая мышца
17. Нисходящая грудная мышца
- 18: Поперечная грудная мышца
19. Мышца лучевой разгибатель запястья;
20. Мышца общий разгибатель пальцев;
21. Мышца боковой разгибатель пальцев (латеральная локтевая мышца)
22. Мышца локтевой разгибатель запястья
23. Мышца аддуктор первого (большого) пальца
24. Удерживатель мышц-разгибателей,
25. Мышца глубокий сгибатель пальцев Сухожилие;
26. Мышца поверхностный сгибатель пальцев Сухожилие
27. Мышца круглый пронатор;
28. Мышца лучевой сгибатель запястья;
29. Мышца локтевой сгибатель запястья;
- 30: Глубокая грудная мышца (восходящая грудная мышца)
- 31: Зубчатая вентральная мышца груди;

32. Наружная косая мышца живота
33. Влагалище прямой мышцы живота,
- 34- Краниальная большеберцовая мышца
35. Третья малоберцовая мышца
36. Икроножная мышца: Медиальная головка.
37. Мышца глубокий сгибатель пальцев;
38. Полуперелопчатая мышца;
39. Мышца длинный разгибатель пальцев Сухожилие;
40. Мышца глубокий разгибатель пальцев Сухожилие
41. Поверхностный сгибатель пальцев Сухожилие
42. Икроножная мышца: Латеральная головка,
- 43 Третья малоберцовая мышца;
44. Длинная малоберцовая мышца;
45. Мышца боковой разгибатель пальцев
46. Мышца длинный разгибатель пальцев Сухожилие
47. Мышца глубокий сгибатель пальцев
48. Полу сухожильная мышца
49. Ягодично-двуглавая мышца
50. Полуперелопчатая мышца;
51. Крестцово-хвостовая дорсальная латеральная мышца;
52. Крестцово-хвостовая дорсальная медиальная мышца;
53. Латеральная широкая мышца бедра
54. Напрягатель широкой фасции;
55. Средняя ягодичная мышца
56. Внутренняя косая мышца живота;
57. Грудопоясничная фасция;
58. Кадувальная дорсальная зубчатая мышца
59. Широчайшая мышца спины
60. Трехглавая мышца плеча: Длинная головка;
- 61 Трапециевидная мышца: Грудная часть;
62. Трехглавая мышца плеча: Латеральная головка
63. Трапециевидная мышца. Шейная часть.

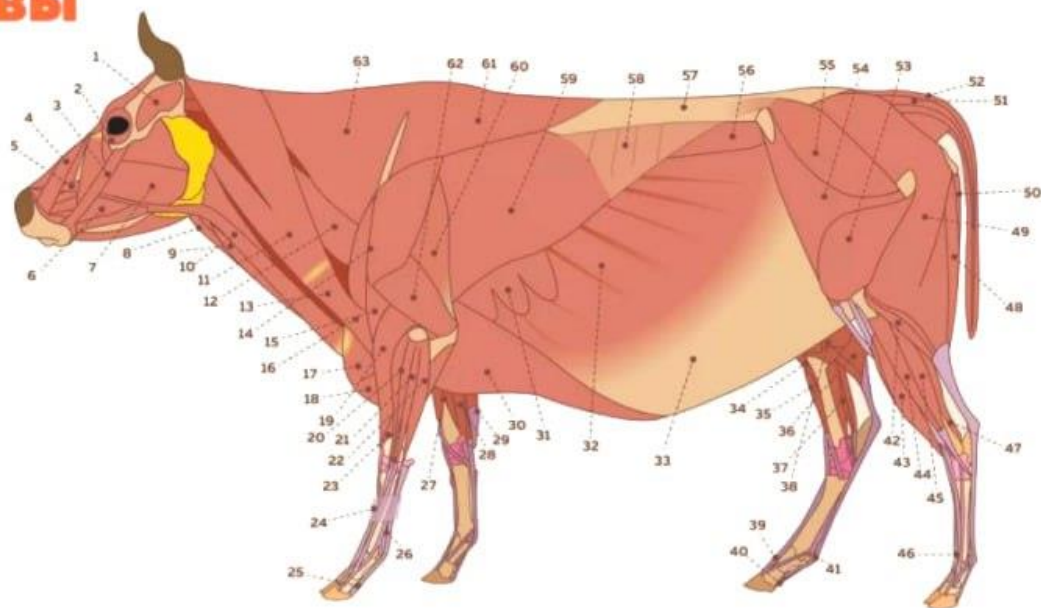


Рисунок 25 – Мышцы крупного рогатого скота

Общие закономерности расположения *мышц на конечности*:

1. Обычно мышцы всегда лежат выше того сустава, на который они действуют.

2. Мышцы-флексоры, сгибающие сустав, всегда располагаются внутри сустава, а мышцы-экстензоры всегда проходят через вершину угла сустава.

3. Отводящие мышцы-абдукторы всегда лежат на латеральной поверхности, а приводящие мышцы-аддукторы – на медиальной.

4. Мышцы-супинаторы, вращающие сустав наружу, лежат ближе к латеральной поверхности, а мышцы-пронаторы, вращающие сустав во внутрь,- ближе к медиальной поверхности.

5. На костях зейгоподия располагаются мышцы, которые действуют не только на запястный (заплюсневый) сустав, но и на суставы пальцев.

6. Мышцы на тазовой конечности развиты сильнее, чем на грудной, так как при передвижении животного основная работа выполняется тазовыми конечностями.

Мышцы снабжены рядом вспомогательных образований, оптимизирующих их работу и обеспечивающих интеграцию со скелетными образованиями. К ним относятся фасции (разъединяют отдельные мышечные группы и образуют мягкий скелет), бурсы и синовиальные влагалища (устраняют трения между костными выступами и сухожилиями), блоки и сезамовидные кости (изменяют угол прикрепления сухожилий, которые через них перекидываются, обеспечивая лучшие биохимические условия для сокращения мышцы).

### **Контрольные вопросы**

1. Как построена мышца?
2. Чем отличаются мышцы динамического типа от мышц статического типа и в какой части тела они преимущественно находятся?
3. Перечислите мышцы головы.
4. Функции мышц живота?
5. Особенности расположения мышц на конечностях?

## 2.1.5. Физиология возбудимых тканей

Основным свойством живых клеток является раздражимость, т. е. их способность реагировать изменением обмена веществ в ответ на действие раздражителей. Одним из важных свойств живых клеток является их электрическая возбудимость, т.е. способность возбуждаться в ответ на действие электрического тока. К возбудимым тканям относят три вида тканей - это нервная, мышечная и железистая ткани.

Раздражители – это факторы внешней или внутренней среды, вызывающие возбуждение в клетках, тканях, органах. Различают две группы раздражителей: 1) естественные; 2) искусственные: физические. Классификация раздражителей по биологическому значению:

1) адекватные, которые при минимальных энергетических затратах вызывают возбуждение ткани в естественных условиях существования организма;

2) неадекватные, которые вызывают в тканях возбуждение при достаточной силе и продолжительном воздействии.

К общим физиологическим свойствам тканей относятся:

1) возбудимость – способность живой ткани отвечать на действие достаточно сильного, быстрого и длительно действующего раздражителя изменением физиологических свойств и возникновением процесса возбуждения. Мерой возбудимости является порог раздражения. Порог раздражения – это та минимальная сила раздражителя, которая впервые вызывает видимые ответные реакции;

2) проводимость – способность ткани передавать возникшее возбуждение за счет электрического сигнала от места раздражения по длине возбудимой ткани;

3) рефрактерность – временное снижение возбудимости одновременно с возникшим в ткани возбуждением. Рефрактерность бывает абсолютной;

4) лабильность – способность возбудимой ткани реагировать на раздражение с определенной скоростью.

Законы устанавливают зависимость ответной реакции ткани от параметров раздражителя. Существуют три закона раздражения возбудимых тканей:

1) закон силы раздражения устанавливает зависимость ответной реакции от силы раздражителя. Эта зависимость неодинакова для отдельных клеток и для целой ткани. Для одиночных клеток зависимость называется «все или ничего». Характер ответной реакции зависит от достаточной пороговой величины раздражителя.

2) закон длительности раздражения; Ответная реакция ткани зависит от длительности раздражения, но осуществляется в определенных пределах и носит прямо пропорциональный характер

3) закон градиента раздражения. Градиент – это крутизна нарастания раздражения. Ответная реакция ткани зависит до определенного предела от градиента раздражения.

Физиологический покой — это состояние, когда ткань или орган не проявляет признаков присущей им деятельности.

Возбуждение — деятельное состояние живой ткани, в которое она приходит под влиянием раздражения. Признаком возбуждения служит деятельность, присущая данной ткани; например, возбужденная мышца сокращается. Для возбуждения характерно возникновение потенциала действия. Возникнув в одном участке клетки, возбуждение распространяется по всей клетке и на соседние клетки. Проведение возбуждения в мышцах и нервах осуществляется электрическим путем – при помощи круговых токов, вызванных потенциалом действия.

Торможение – такое состояние, когда деятельность ткани или органа ослабляется или полностью прекращается.

## **2.2. Кожный покров и его производные**

Наука, изучающая общий (кожный) покров называется дерматологией. Система органов кожного покрова состоит из кожи и производных кожного покрова (таб. 14).

Таблица 14 – Система органов кожного покрова

<i>Кожа</i>	<i>Производные кожного покрова</i>
I. Эпидермис 1) базальный слой 2) шиповатый слой 3) Зернистый слой 4) Блестящий слой 5) Роговой слой II. Дерма 1) Сосочковый слой 2) Сетчатый слой III. Подкожная основа или подкожный слой 1) Жировая и соединительная ткань	1. Железы: потовые, сальные, молочные, 2. Мякиши 3. Роговые производные: волос, перья у птиц, чешуя у рыб, земноводных, рептилий; рога; копыта, копытца, когти, когти

Функции кожи: ограничительная, защитная, рецепторная, терморегуляторная, дыхательная, выделительная.

Эпидермис — наружный пласт кожи, состоит из пяти слоев эпителиальных клеток (таб.14), толщиной около 20-40 мкм. В волосистой части кожи, эпидермис тоньше.

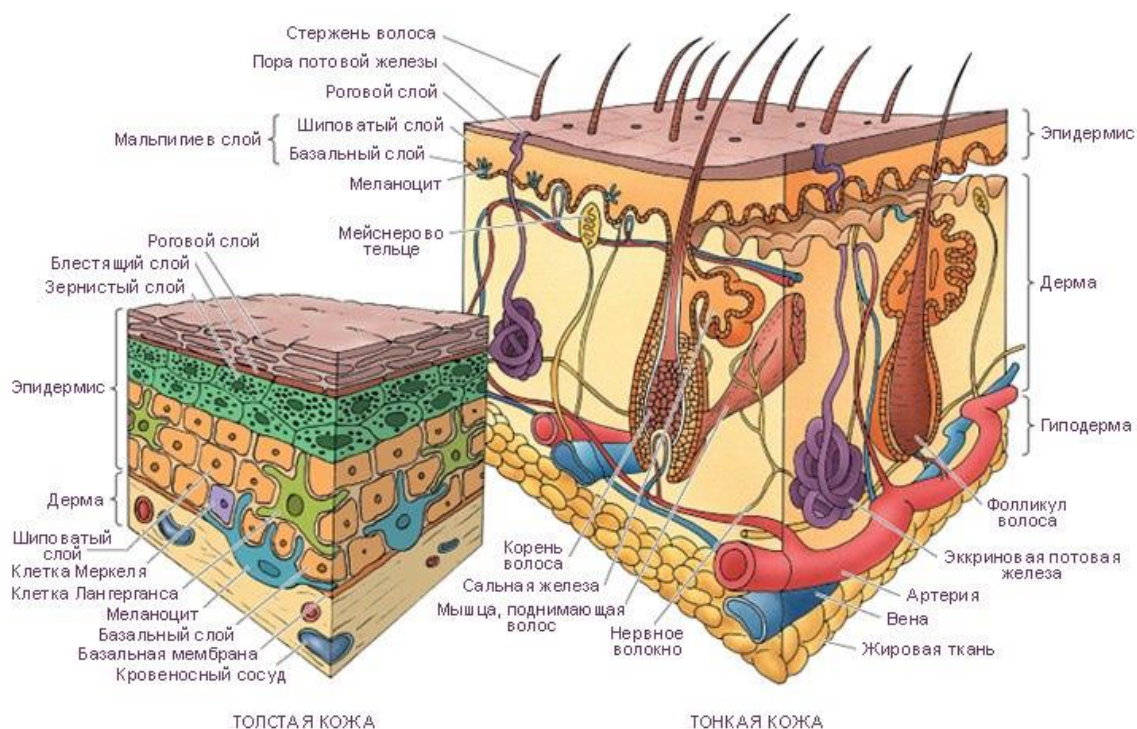


Рисунок 26 – Строение кожи

Дерма – основа кожи, располагается под эпидермисом, состоит из двух слоев. Представлена соединительной тканью, содержащей переплетающиеся коллагеновые и эластические волокна, кровеносные и лимфатические сосуды, нервы (рис.26).

Подкожная основа состоит из рыхлой соединительной ткани, на туше он имеет вид прозрачных, тонких пластинок и жировой ткани. Толщина этого слоя зависит от различных факторов: вида животного, породы, пола, условий содержания, кормления, экологии и других.

Кожа - самый большой по площади орган (таб. 15).

**Таблица 15 – Масса и толщина кожи животных**

Вид животного	Масса, кг	% от массы тела	Толщина кожи, мм
Корова	20-30	6-7	3-4
Лошадь	8-12	1	1-7
Свинья	7-10	5,6-6	0,6-3
Овца	15,-2,5	5-7,3	0,7-2

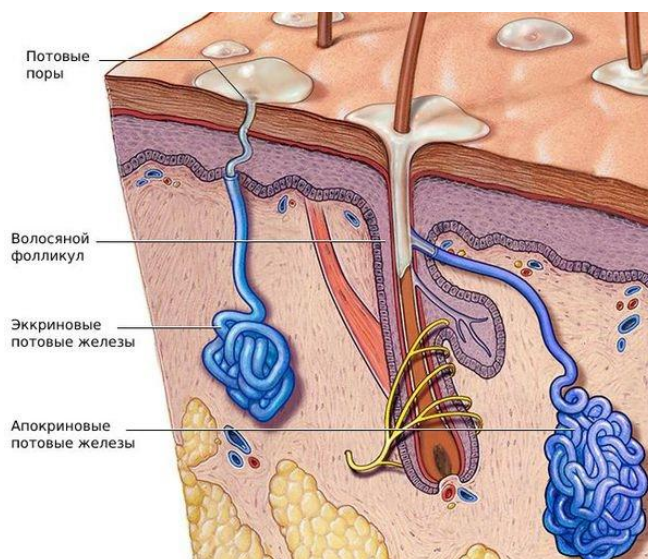
*Волосы* относятся к роговым производным кожного покрова. Часть волоса, выступающая из кожи, называется стержнем волоса, а часть, находящаяся в коже – корнем волоса, который заканчивается утолщением – луковицей волоса. Волос растет вследствие деления эпителиальных клеток его луковицы. Питание клеток луковицы волоса осуществляется через кровеносные сосуды, находящиеся в сосочке волоса. Стержень волоса в зависимости от типа его строения состоит из двух или трех слоев. Остистый волос, широко распространенный у грубошерстных овец, состоит из мозгового вещества, находящегося в его центре, коркового вещества и кутикулы. Клетки коркового вещества содержат пигмент, придающий волосу ту или иную окраску (масть животного). Кутикула покрывает волос снаружи в виде слоя плоских ороговевших клеток. Шерстный волос, или пух, тонкорунных овец состоит только из коркового слоя и кутикулы.

Различают волосы:

- Покровные
  - щетинистые (остевые, грубые с хорошо развитой сердцевинной),
  - шерстные (слабо развита сердцевина);
- Длинные (челка, грива, щетки, хвост);
- Синуозные (осязательные, вибриссы) – чувствительные, хорошо иннервируются, в волосянной сумке расположены синусы, заполненные кровью (на губах, щеках, подбородке, вокруг глаз).

Железистые производные кожи.

*Сальные железы* – находятся на всей поверхности тела, выделяют секрет кожное сало, которое, смазывая волосы и поверхность кожи, предохраняет их от сухости и растрескивания, а волосы от ломкости. Располагаются в основе кожи, обычно находясь в тесном контакте с волосяными фолликулами (рис.27). Около каждого фолликула имеется одна или более сальных желез.



**Рисунок 27 – Сальные и потовые железы**

*Потовые железы* – располагаются в дерме, но глубже чем сальные железы. Потовые железы относятся к простым трубчатым железам. Тело этой железы у лошади, овцы, свиньи образует клубочки. Протоки потовых желез

открываются в волосяные влагалища или на поверхность кожи (рис.27). С потом из организма выводятся вода, мочевины, белок (у лошади) и ряд других веществ. Испаряясь, пот охлаждает тело животного.

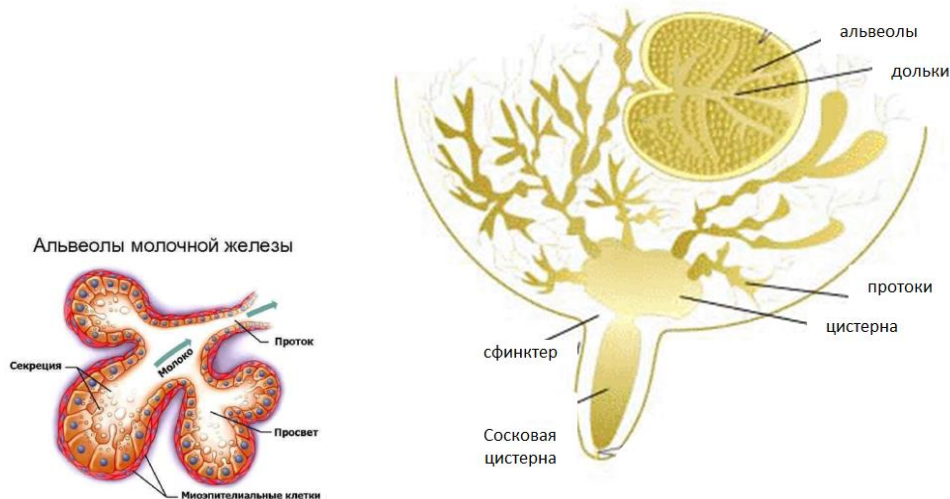
**Молочные железы (вымя) начинают функционировать, когда достигнут определенного развития. Они наиболее сильно** развиты у коров. У телок с наступлением половой зрелости вымя начинает быстро расти, в нем формируются протоки и альвеолы. Сильный рост и окончательное развитие вымени наступают в процессе первой беременности.

Вымя имеет основание, прикрепленное к брюшной стенке, тело вымени две пары сосков, или более. Кожа на задней поверхности вымени образует молочное зеркало.

Вымя покрыто тонкой эластичной кожей с нежными волосами, сальными и потовыми железами. Только на сосках она не имеет сальных и потовых желез. Поэтому при неправильном уходе за выменем на сосках образуются трещины, что может быть причиной заболевания всего органа.

В вымени различают паренхиму, состоящей она из альвеол и протоков, соединительнотканый остов (строму), кровеносные, лимфатические сосуды и нервы. Вымя прикреплено к брюшной стенке и удерживается подвешивающим аппаратом. В него входят поверхностная и глубокая фасции, подвешивающая связка вымени, разделяющая вымя на правую и левую половины. Каждая половина вымени состоит из передней и задней долей, у коровы всего 4 доли. Молочные альвеолы объединяются в дольки молочной железы. Из альвеол молоко вытесняется в молочные протоки, которые, сливаясь между собой, формируют большего диаметра протоки. Из них молоко поступает в обширную полость — молочную цистерну и далее в сосковый цистерну (рис. 28).

Основные составные части молока синтезируются железистыми клетками из веществ, приносимых кровью.

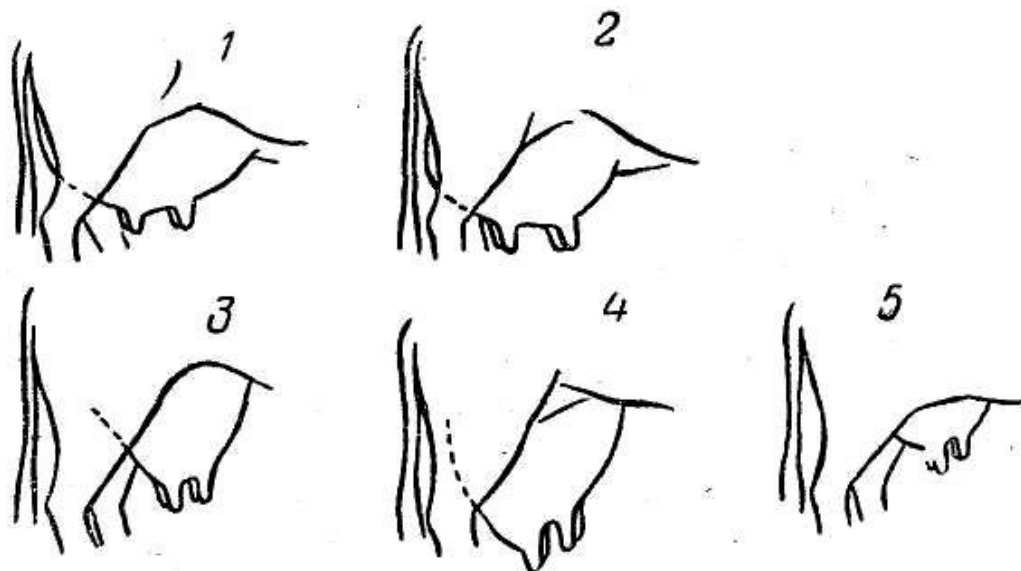


**Рисунок 28 – Схема строения молочной железы и молочной альвеолы**  
*Основные фазы секреции молока*

- поглощение альвеолярными клеткам из крови и тканевой жидкости предшественников молока;
- внутриклеточный синтез и транспорт специфических составных частей молока (казеина, лактоальбумина, глобулинов, лактозы, молочного жира);
- выход (экструзия) синтезированных компонентов из железистого эпителия в просвет альвеол и формирование секрета;
- восстановление исходной структуры клетки, начало нового цикла.

Подсчитано, что для образования 1 кг молока через вымя должно пройти 450—500 л крови.

Форма вымени и сосков различна (рис. 29). При отборе коров для машинного доения обращают особое внимание на форму, величину и строение, вымени, так как именно в нем образуется молоко. По морфологическим признакам оценка вымени производителя на втором-третьем месяце лактации первого и третьего отелов.



**Рисунок 29 – Основные формы вымени коров**

*1 – ваннообразное, 2 – чашевидное, 3 – округлое суженное, 4 – козье, 5 – примитивное.*

Коровы с ваннообразной и чашеобразной формой вымени наиболее пригодны для машинного доения. Они имеют более равномерно развитое вымя, доли которого выдаиваются примерно одновременно. Такие животные дают больше молока и устойчивы к заболеванию маститами.

Рост и развитие молочной железы регулируются нервной системой и гормонами. Непосредственное влияние на рост и развитие молочных желез оказывают гормоны гипофиза, яичников и плаценты. Гормоны гипофиза — соматотропин и пролактин — влияют на развитие альвеол и усиливают действие гормонов яичников. Эстрогены ускоряют рост протоков, а прогестерон — альвеол и железистой ткани.

Молоко имеет сложный химический состав. Оно состоит из воды, белка, жира, углеводов, минеральных веществ. У каждого вида животных молоко имеет строго определенный химический состав (табл. 14).

**Таблица 14 – Состав молока у разных животных**

Животное	В процентах				
	Сухое вещество	Жир	Белок	Лактоза	Соли
Корова	12,5	3,8	3,3	4,7	0,7
Коза	13,0	4,1	3,5	4,6	0,8
Овца	17,9	6,7	5,8	4,6	0,8
Верблюд	13,6	4,5	3,5	4,9	0,7
Северный олень	36,7	22,5	10,3	2,5	1,4
Свинья	15,9	4,9	7,2	3,1	1,1

Состав молока в пределах одного вида животного может изменяться. На него влияют порода, период лактации, условия кормления и содержания животного, время года и т. д.

Молоко по биологической ценности превосходит все продукты питания, имеющиеся в природе. Оно является естественной пищей новорожденных. Химический состав молока у разных животных соответствует скорости роста их детенышей и чрезвычайно приспособлен к потребностям последних. Чем быстрее растет новорожденный, тем калорийнее молоко и богаче оно белками и минеральными веществами, очень необходимыми для построения скелета. Например, в 100 г молока кобылы содержится 50 калорий (209,34 Дж), 2 г белка и 0,3 г минеральных веществ; новорожденный жеребенок удваивает свою массу через 60 дней. В 100 г молока свиньи содержится 170 калорий (711,75 Дж), 7,1 г белка и 1,1 г минеральных веществ; новорожденный поросенок удваивает свою массу через 14 дней. В 100 г молока крольчихи содержится 165 калорий (690,82 Дж), 15,5 г белка и 1 г минеральных веществ; новорожденный крольчонок удваивает свою массу через 6 дней. .. В коровьем молоке 83—88 % воды и 11—18% сухого вещества, в которое входит 3—5,% белков, 3,4—6% жира, 4—5% молочного сахара (лактозы), 0,6—0,8 % минеральных веществ. В молоке содержатся и небелковые азотсодержащие вещества, витамины, гормоны, ферменты, пигменты, лимонная кислота и др.

Белки молока (казеин, лактоальбумин и лакто-глобулин) полноценные, они содержат все незаменимые аминокислоты и хорошо усваиваются организмом. Жир в молоке находится в виде эмульсии — мельчайших

жировых шариков с диаметром 3—4 мкм. Количество молочного жира зависит от породы крупного рогатого скота и вида животных. Так, в молоке ярославского скота 4,0—4,2 %, джерзейского — до 6 % и выше, у буйволиц — до 8 %, а у северного оленя—18,7 % жира.

Молочный сахар (лактоза) представляет собой дисахарид, состоящий из галактозы и глюкозы; он легко усваивается растущим организмом.

В молоке имеются соли неорганических и органических кислот. Соотношение в молоке кальция к фосфору 1,2: 1, что способствует хорошему усвоению организмом кальция.

Молозиво желтовато-белого цвета, солоноватое на вкус, с особым запахом, при нагревании свертывается. В нем много альбуминов и глобулинов, которые лучше усваиваются, чем казеин. В молозиве содержатся соли магния, вызывающие послабляющее действие и благоприятно влияющие на перистальтику кишечника. В молозиве имеется лизоцим, разрушающий микробы, попадающие в пищеварительный тракт, содержатся лейкоциты («молозивные тельца»), иммунные тела. Высокая концентрация иммуноглобулинов молозива играет важную роль в защите новорожденного от микроорганизмов.

#### **Контрольные вопросы.**

1. Из каких пластов состоит кожа?
2. Перечислите основные производные кожи.
3. С какой формой вымени отбираются коровы для машинного доения?
4. Что такое лактация, ее продолжительность у разных животных?
5. Строение молочной железы.
6. Состав молока и молозива.

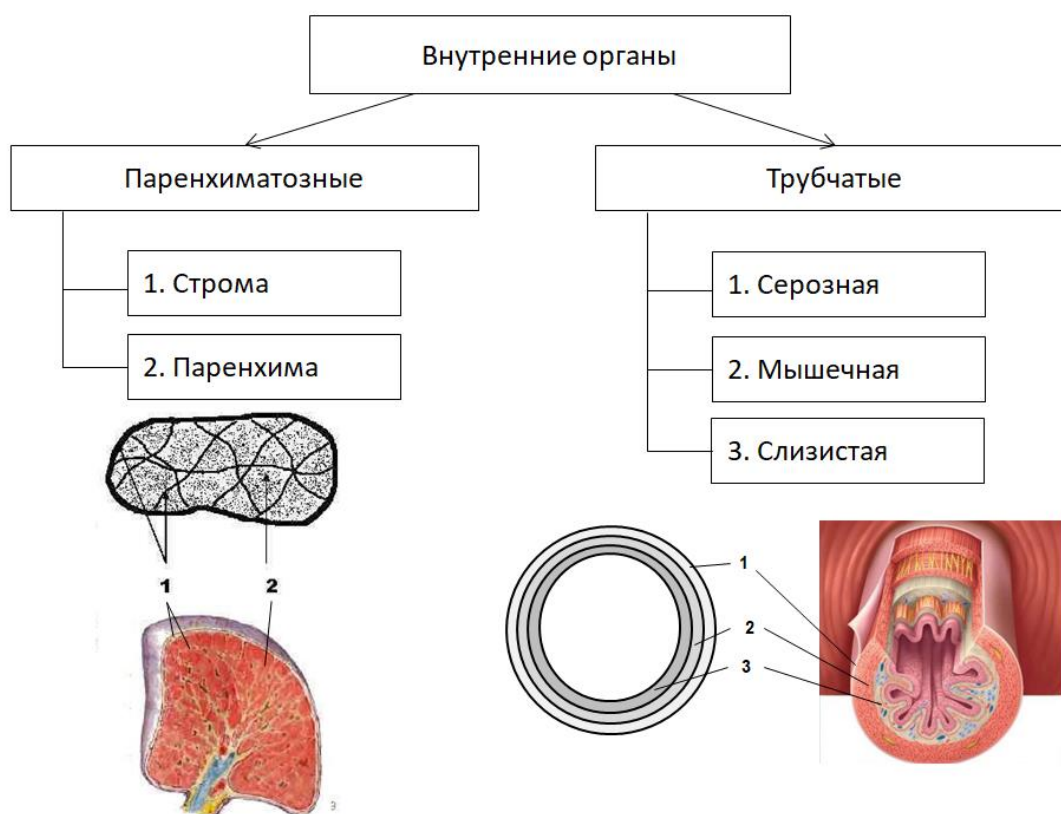
### ***Раздел 3. Морфология и физиология висцеральных систем***

#### **3.1. Спланхнология - учение о внутренностях.**

Органом называют часть тела, которая выполняет одну или несколько специальных функций, имеет определенную форму и состоит из ряда закономерно расположенных тканей, образующих целостную структуру.

По строению различают два типа органов: паренхиматозные и трубчатые (таб.15).

**Таблица 15 – Типы внутренних органов**



В паренхиматозных органах (печень, почки, мышцы) различают строму – остов, состоящий из соединительной ткани, и паренхиму—рабочую ткань, непосредственно выполняющую специальную функцию данного органа.

Трубчатые органы напоминают полые трубки, с различными сужениями, расширениями, изгибами и т.д. Стенка их состоит из трех оболочек: серозной (наружной), мышечной (средней), слизистой (внутренней).

Паренхиматозные и трубчатые органы также, в своем составе имеют нервы, артерии, вены и лимфатические сосуды, образующие в каждом органе сосудисто-нервный пучок.

### 3.2. Пищеварительная система

Пищеварением называют процесс превращения корма с помощью физической и химической его обработки в более простые питательные вещества, которые могут всасываться и усваиваться организмом. Белки, липиды и углеводы в процессе пищеварения подвергаются физическим, химическим, биологическим воздействиям и превращаются в простые вещества, способные всасываться в пищеварительном тракте. Вода, минеральные вещества и витамины всасываются и усваиваются в том виде, в каком они поступают с кормом.

Органы пищеварения выполняют следующие основные функции: секреторную, двигательную (моторную), всасывательную и выделительную (экскреторную).

Секреторная функция состоит в выделении пищеварительными железами в пищеварительный канал соков: слюны, желудочного, поджелудочного, кишечного соков и желчи. Пищеварительные соки, или секреты, смачивают корм и посредством ферментов расщепляют белки, липиды и углеводы до простых соединений.

Моторная, или двигательная, функция осуществляется мышцами органов пищеварения и обеспечивает прием корма, его перемешивание и продвижение по пищеварительному каналу.

Всасывательная функция выполняется слизистой оболочкой пищеварительного канала и обеспечивает поступление воды и расщепленных питательных веществ до простых соединений в кровь и лимфу.

Экскреторная функция состоит в том, что органы пищеварения выделяют из организма некоторые продукты обмена (желчные пигменты, мочевины и др.), минеральные и случайно попавшие в организм вещества.

*Роль ферментов в пищеварении.* Ферменты являются биологическими катализаторами белковой природы, которые осуществляют переваривание питательных веществ. Пищеварительные ферменты специфичны: каждый

фермент действует на определенное питательное вещество. Активность ферментов зависит от температуры, реакции среды. Наиболее активны ферменты при температуре 37—40°C; при нагревании свыше 60 °C они теряют свою активность. Одни ферменты действуют только в кислой среде, другие — в щелочной, третьи — в нейтральной.

Ферменты пищеварительных соков подразделяются на три группы: протеазы — расщепляют белки (протеины), липазы — расщепляют липиды и амилазы — расщепляют углеводы.

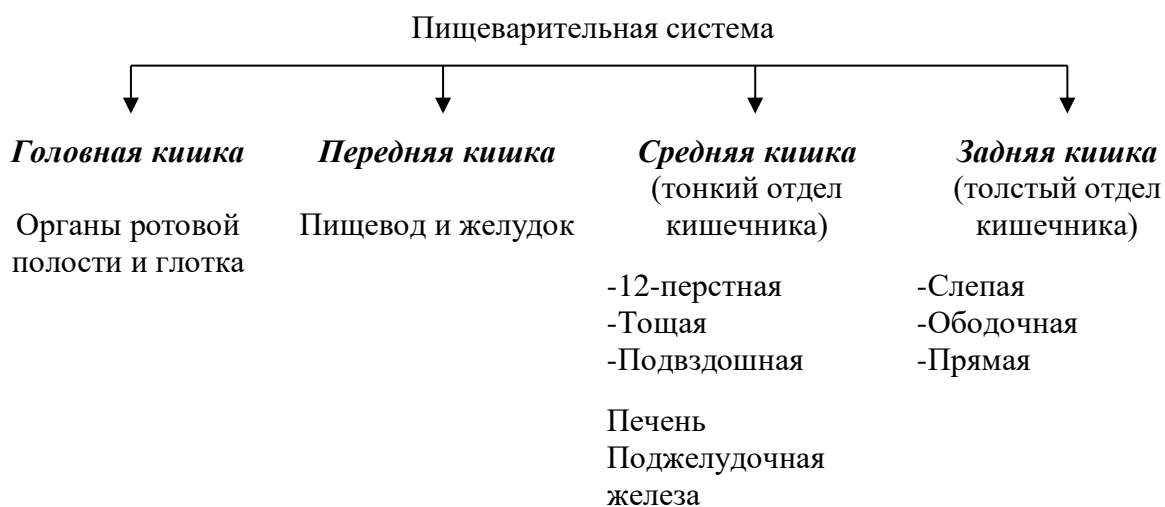
Пищеварительную систему условно подразделяют на четыре кишки. При изучении следует отметить видовые особенности формы и расположения органов пищеварительного тракта (таб. 16).

#### *Головная кишка.*

Ротовая полость подразделяется на преддверие рта и собственно полость. Преддверием ротовой полости называется пространство между губами, щеками и зубами.

Вся остальная часть от зубов до нёбной занавески носит название собственно полости рта. Слизистая оболочка ротовой полости образует: десны, твердое нёбо, мягкое нёбо (нёбная занавеска); покрывает язык, губы, щеки и продолжается в глотку.

**Таблица 16 - Схема пищеварительной системы**



У крупного рогатого скота многослойный плоский эпителий слизистой оболочки отличается сильным развитием рогового слоя, который имеет на сосочках роговые чехлики. Их верхушки направлены в сторону глотки, что способствует удержанию корма в ротовой полости при жвачке.

Губы рта - это кожно-мышечные складки, закрывающие вход в ротовую полость. Различают верхнюю и нижнюю губы. В их основе лежит круговая мышца губ, которая снаружи покрыта кожей, а внутри слизистой оболочкой. Место соединения губ называется углом рта. У крупного рогатого скота верхняя губа малоподвижная и имеет носогубное зеркало, обычно влажное и холодное у здоровых животных.

Десны - образования слизистой оболочки, расположенной у основания видимой части зубов. У жвачных на месте отсутствующих верхних резцов слизистая оболочка имеет особенно толстый роговой слой, образующий зубную пластинку.

Щеки - образуют боковые стенки ротовой полости. В ее основе находится щечная мышца, покрытая снаружи фасцией и кожей, а изнутри слизистой оболочкой, которая на уровне 3—4-го верхних коренных зубов имеет сосочек протока околоушной слюнной железой

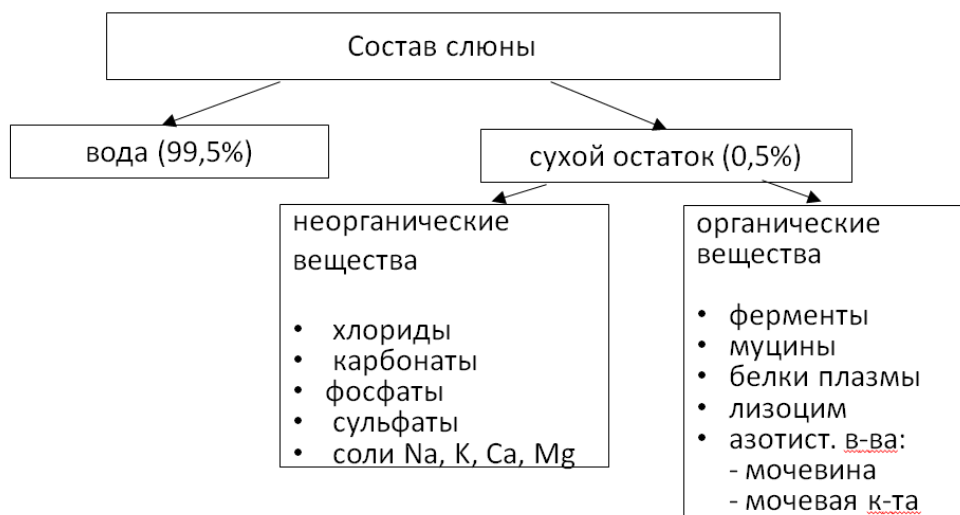
Язык - мышечный подвижный орган. Им захватывается корм и перемещается во рту при пережевывании. На языке различают верхушку, тело и корень.

Корнем язык прикрепляется к телу подъязычной кости и мягкому нёбу. Верхняя поверхность языка, (спинка) у крупного рогатого скота с утолщением — подушкой языка. Слизистая оболочка языка содержит нитевидные сосочки, играющие механическую роль, и вкусовые сосочки: грибовидные и валиковидные. У крупного рогатого скота листовидные сосочки отсутствуют. В передней части тела, при переходе в слизистую оболочку дна ротовой полости, слизистая оболочка языка образует складку — уздечку языка. Поперечнополосатые мышечные волокна в языке образуют глубокие продольные, поперечные и перпендикулярные пучки.

Зубы служат для захвата и измельчения корма. От их состояния во многом зависит здоровье и продуктивность животного. Различают резцы, клыки и коренные зубы. Последние делятся на предкоренные — премоляры и коренные — моляры.

Слюнные железы выделяют секрет — слюну. Кроме мелких слюнных желез, расположенных в слизистой оболочке губ, нёба, щек, есть три пары крупных слюнных желез: околоушная, подчелюстная и подъязычная. Они располагаются вне слизистой оболочки рта, поэтому относятся к застенным слюнным железам. В состав слюны входят вода, органические и неорганические вещества (таб.17).

**Таблица 17 – Состав слюны**



Количество отделяемой слюны зависит от количества поедаемого корма и его физического состояния. Чем суше и грубее корм, тем больше образуется слюны. Выделение слюны вызывает не только корм, но и несъедобные вещества, если они попадают в рот животному.

В ротовой полости начинается расщепление углеводов корма до глюкозы за счет ферментов слюны (амилаза). Также, слюна, смачивая корм, облегчает процесс жевания. Посредством муцина она склеивает и обволакивает пищевой ком, облегчает его проглатывание. Своими щелочными основаниями слюна нейтрализует кислоты желудка. Она

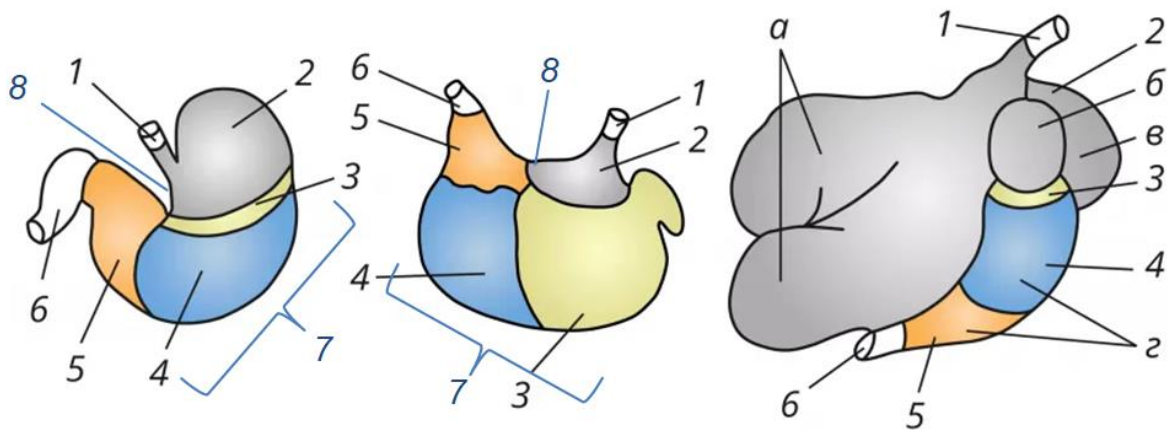
содержит вещества, обладающие бактерицидным действием (лизоцим и ингибан).

Глотка по строению относится к трубчатым органам; имеет форму воронки с вершиной, направленной вниз, а расширенной частью вверх — к основанию черепа. Расположена она каудально от носовой и ротовой полостей, соединяя их с началом пищевода и гортанью. В глотке семь отверстий. Через непарное отверстие — зев, который находится на границе ротовой полости и глотки, корм попадает в глотку, а затем проталкивается в пищеводное отверстие. Парные отверстия — хоаны, проводят воздух из носовой полости в глотку. У жвачных они узкие, разделены сошником, находятся в заднем конце носовой полости. Струя воздуха из глотки попадает в отверстие гортани и в дыхательное горло. В боковые стенки глотки вблизи хоан открываются два отверстия слуховых труб, которые ведут в полость среднего уха. Слизистая оболочка верхней части глотки — свода, где проходит воздух, выстлана мерцательным эпителием, а боковые ее стенки и дно — многослойным плоским эпителием.

Корм проглатывается произвольно вследствие сокращения мышечной оболочки глотки, состоящей из поперечнополосатых мышц и направляется в пищевод.

#### *Передняя кишка.*

Пищевод относится к типичным трубчатым органам. Пищевод подразделяется на шейную, грудную и брюшную части. Слизистая оболочка выстлана многослойным эпителием, покрыта слизью. Через пищевод в результате сокращения его мышечной оболочки корм продвигается из глотки в желудок.



**Рисунок 31 – Строение желудка животных**

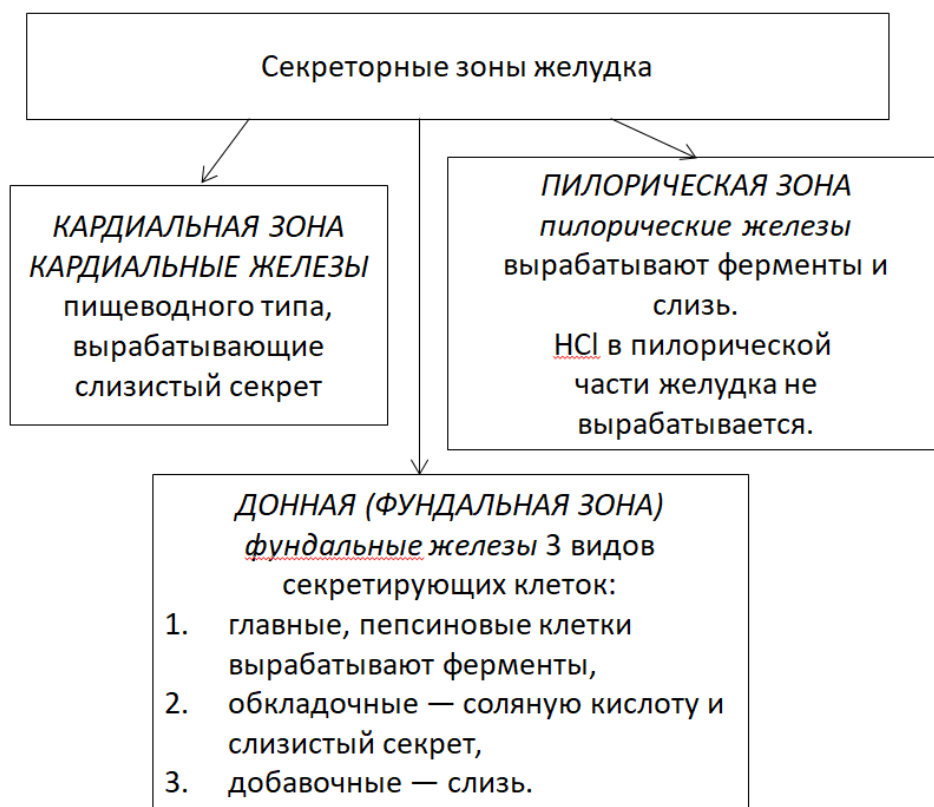
Слева направо: лошади, свиньи, жвачных (а – рубец, б – сетка, в – книжка, г – сычуг). 1 – пищевод, 2- пищеводная (безжелезистая) часть желудка, 3 – кардиальная часть, 4 – донная (фундальная) часть, 5 – пилорическая часть, 6 – двенадцатиперстная кишка

Желудки у сельскохозяйственных животных подразделяются на однокамерный (лошади, свиньи, хищники) и многокамерный (КРС, МРС).

У свиньи и лошади желудок однокамерный, пищеводно-кишечного типа; у собак и кошек – кишечного типа. Имеет входное - кардиальное и выходное - пилорическое отверстия, малую и большую кривизну (рис. 31).

Слизистая оболочка в области кардиа выстлана многослойным плоским эпителием молочного цвета. Остальная часть желудка бледно-розовая выстлана цилиндрическим железистым эпителием. В толще слизистой желудка располагаются многочисленные желудочные железы. Из-за различного строения желез в желудке выделяют кардиальную, фундальную и пилорическую зоны (таб.18).

**Таблица 18 – Секреторные зоны желудка**



Мышечная оболочка состоит из продольного, кольцевого и косого слоев гладкой мышечной ткани.

*Пищеварение в желудке лошади.* У лошади желудок однокамерный, в виде удлиненного изогнутого мешка, пищеводно-кишечного типа. Объем желудка 6—15 л, что зависит от породы, величины и возраста лошади. Корм в желудке лошади располагается слоями. Такое расположение корма сохраняется несколько часов, это определяет характер желудочного пищеварения. В нижних слоях, пропитанных желудочным соком, перевариваются белки и жиры. В верхних слоях, обильно смоченных щелочной слюной, расщепляются углеводы под влиянием ферментов растительного корма и бактерий. По мере пропитывания корма желудочным соком сокращается зона переваривания углеводов и увеличивается переваривание белков и жира. Когда содержимое желудка полностью пропитается желудочным соком, расщепление углеводов прекращается и перевариваются только белок и жир. Это происходит через несколько часов после кормления. Под влиянием бактерий в желудке лошади происходит молочнокислое брожение. Клетчатка в желудке лошади не переваривается.

Желудочный сок секретруется непрерывно. Каждый прием корма усиливает деятельность желез желудка. У лошади имеется рефлекторная фаза в желудочном сокоотделении. Количество желудочного сока, его кислотность и активность ферментов зависят от принимаемого корма. За сутки выделяется 10—30 л желудочного сока, кислотность его составляет 0,24 %, из которых 0,14 % приходится на свободную соляную кислоту. Сильными возбудителями желудочной секреции являются зеленая трава, клеверное сено, овес, морковь, а также технологическая обработка корма.

Переваривание корма в желудке и переход его в двенадцатиперстную кишку происходят медленно. Поэтому при регулярном кормлении желудок лошади всегда бывает заполнен.

*Пищеварение в желудке свиньи.* У свиньи желудок однокамерный, пищеводно-кишечного типа. У входа в желудок имеется куполообразный выступ — слепой мешок. Кормовые массы в желудке свиньи не перемешиваются, а располагаются послойно по мере их поступления.

Желудочный сок распространяется в желудке постепенно снизу вверх. Сразу после кормления в желудке перевариваются углеводы под влиянием ферментов проглоченной слюны, а также ферментов бактерий и растительного корма. Через 2—3 ч, когда желудочный сок пропитает желудочное содержимое, начинается расщепление белков под влиянием пепсина. У свиней желудочный сок выделяется непрерывно. Прием корма вызывает усиление его секреции. У них имеется и рефлекторная фаза деятельности желудочных желез.

Корм в желудке свиней долго не задерживается, основная его масса покидает желудок в зависимости от рациона в течение 6—8, а иногда 12 ч после кормления.

*Пищеварение в желудке у хищников.* Желудок хищников однокамерный, пищеводного типа. Высокая кислотность желудочного сока позволяет переваривать сырое мясо, кости, шкуры. Желудок хищников отличается большим объемом, и служит для химической обработки пищи,

однако кишечник короткий, так как большую часть рациона составляют быстроусвояемые белки.. Слизистая оболочка выстлана цилиндрическим эпителием и в толще ее стенки густо рассеяны железы, открывающиеся в полость.

У жвачных желудок многокамерный, состоит из рубца, сетки, книжки и сычуга. Первые три отдела называются преджелудками, а сычуг является истинным желудком.

*Пищеварение в рубце.* Проглоченный животным корм попадает в рубец; это самая большая начальная часть желудка. Емкость его у крупного рогатого скота 100—300 л, у овец и коз— 12—25 л. Съеденный корм находится в рубце до тех пор, пока не достигнет определенной степени измельчения. Измельчается корм в результате жвачки, при которой корм из рубца отрывается в ротовую полость, пережевывается, смешивается со слюной и вновь проглатывается. Рубец имеет большое значение в процессах пищеварения. В нем переваривается клетчатка под влиянием микроорганизмов без участия пищеварительных ферментов. В рубце жвачных имеется огромное количество анаэробных микроорганизмов: бактерий, инфузорий и грибков. Общее количество бактерий может достигать в 1 г рубцового содержимого до 100 млрд., а инфузорий — до 1 млн.

В преджелудках содержатся бактерии, простейшие (инфузории), грибы. Они подвергают корм механической и микробиологической обработке. Жвачные животные питаются кормом, основную массу которого составляет сложный полисахарид - клетчатка. В растительных кормах ее содержится до 40—50 %. В пищеварительных соках животных нет ферментов, переваривающих клетчатку. Под действием целлюлозолитических бактерий в преджелудках жвачных расщепляется до 60—70 % переваримой клетчатки до дисахаридов и моносахаридов, которые подвергаются в рубце различным видам брожения. При сбраживании образуются летучие жирные кислоты (ЛЖК): уксусная, пропионовая, масляная, а также и молочная. Они

используются организмом в качестве главного источника энергии и идут на образование жира.

В рубце жвачных под действием протеолитических ферментов микроорганизмов растительные белки корма расщепляются до пептидов, аминокислот и аммиака. Микроорганизмы рубца могут использовать не только белок корма, но и небелковые азотистые вещества. Поэтому в рационе жвачных животных можно часть белка заменить синтетической мочевиной — карбамидом. В рубце карбамид расщепляется микроорганизмами до аммиака и углекислого газа. Из аммиака и продуктов расщепления углеводов микроорганизмы синтезируют полноценный белок своего тела. При использовании карбамида рацион должен содержать достаточное количество легкопереваримых углеводов. Если их недостаточно, то микроорганизмы не в состоянии использовать весь аммиак, он всасывается в кровь и вызывает отравление животных. Вместо карбамида жвачным животным можно скармливать аммонийные соли уксусной и пропионовой кислот.

В процессе жизнедеятельности микроорганизмов в рубце образуются газы: углекислый газ, метан, азот, водород, сероводород. Они используются в реакциях, в результате которых образуется ряд ценных питательных веществ.

*Сетка* значительно меньше рубца и вмещает 5—8 л. Она находится впереди рубца и прилегает к вентральной части диафрагмы в области мечевидного хряща. Слизистая оболочка сетки, выстланная многослойным эпителием, образует складки, напоминающие ячеи сетки, за что этот орган и получил такое название.

Из рубца в сетку корм поступает в значительной степени обработанный и переваренный. Через сетку проходит только измельченная разжиженная масса, а грубые частицы остаются в рубце для дальнейшего переваривания.

Книжка находится в правом подреберье, примерно в области 7—9-го межреберного промежутка, слева к ней прилегает рубец, справа — печень; книжка вмещает 7—10 л. Слизистая оболочка книжки образует различной величины складки, или листочки, с ороговевшими сосочками, отсюда и

название органа — книжка. Мышечная, оболочка ее проникает в листочки. При сокращении гладкой мышечной ткани листочки укорачиваются и перемещаются, что вызывает перетирание и отжимание пищевой массы, находящейся между ними. Между листочками книжки задерживаются недостаточно измельченные частицы корма, прошедшего через сетку. При сокращении книжки происходит дальнейшее измельчение частиц корма. В книжке всасываются ЛЖК и вода.

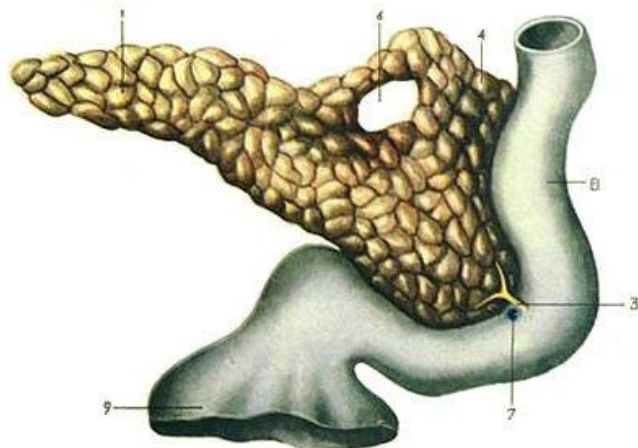
Сычуг имеет форму изогнутой груши, помещается и правом подреберье, прикасаясь к брюшной стенке правее мечевидного отростка. Он имеет малую кривизну, большую кривизну и дно. Этот орган вмещает 8—10 л и является вторым по величине отделом желудка. Пищеварение в сычуге аналогично пищеварению в однокамерном желудке.

*Средняя кишка* или тонкий кишечник состоит из двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок

Пищеварение в тонком отделе кишечника осуществляется с помощью ферментов крупных застенных пищеварительных желез – поджелудочной и печени, которые выделяют свои секреты в полость двенадцатиперстной кишки.

*Поджелудочная железа* серого цвета, располагается вдоль двенадцатиперстной кишки, состоит из левой, правой доли и тела. Она покрыта капсулой, от которой отходят соединительнотканые прослойки, образующие ее остов (рис. 32).

Паренхима поджелудочной железы неоднородна. Одна ее часть образует альвеолы и протоки, железистые клетки которых выделяют секрет — панкреатический сок. Другая часть паренхимы представлена мелкими клетками - островки Лангерганса, которые выделяют в кровь гормоны инсулин и глюкагон. Оба гормона регулируют углеводный обмен в организме.



**Рисунок 32 - Строение поджелудочной железы лошади**  
**1 – левая доля, 3 – проток поджелудочной железы, 4 – правая доля, 6 – вырезка (отверстие) для воротной вены, 7 – печеночный проток, 8 – двенадцатиперстная кишка, 9 – пилорус (желудок)**

Панкреатический сок из железистых альвеол поступает по протоку поджелудочной железы в двенадцатиперстную кишку. Поджелудочный сок — прозрачная бесцветная жидкость щелочной реакции, рН 7,2—8,0; он содержит ферменты, расщепляющие белки, углеводы и липиды.

Белки расщепляют трипсин и химотрипсин до пептидов и аминокислот. Трипсин выделяется в виде неактивного трипсиногена, активируется ферментом кишечного сока - энтерокиназой. Химотрипсин выделяется в виде неактивного химотрипсиногена, активируется трипсином. Полипептиды до аминокислот расщепляют ферменты - карбоксиполипептидаза, дипептидаза, а белки соединительной ткани (эластин и коллаген) - эластаза.

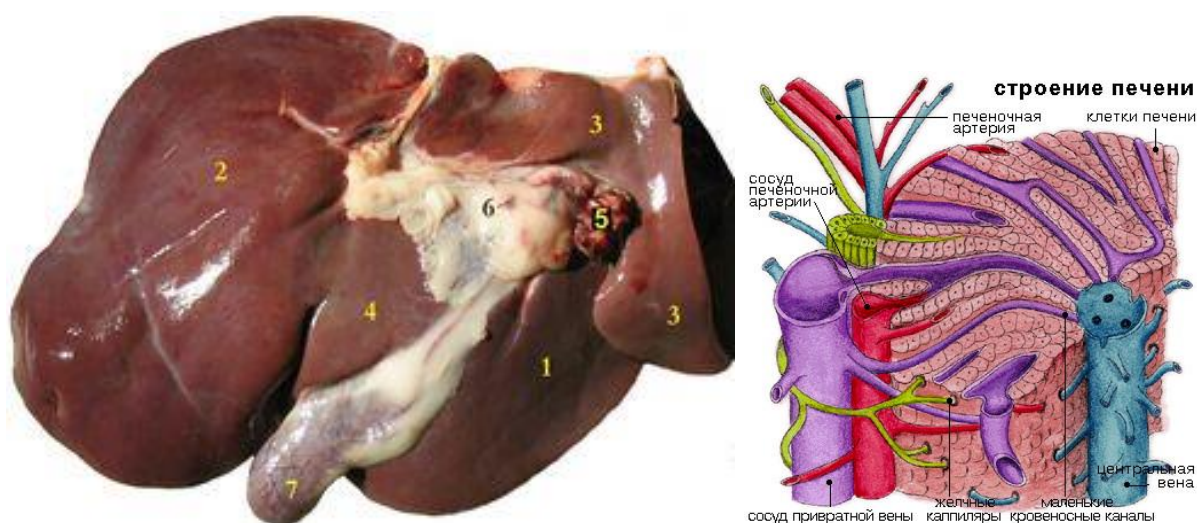
Нуклеиновые кислоты до нуклеотидов и фосфорной кислоты расщепляет нуклеаза.

Углеводы расщепляют ферменты: амилаза, мальтаза, лактаза, инвертаза. Амилаза расщепляет крахмал и гликоген до мальтозы; мальтаза расщепляет мальтозу до глюкозы; лактаза расщепляет молочный сахар на глюкозу и галактозу; инвертаза расщепляет сахарозу на глюкозу и фруктозу.

Фермент липаза расщепляет жиры на глицерин и жирные кислоты. Действие липазы усиливает желчь.

*Печень* буро-красного цвета, находится в правом подреберье. Это самая крупная железа в теле животного. На печени различают диафрагмальную и висцеральную поверхности. Последняя обращена к кишечнику и желудку, в центре нее — ворота печени, куда входит воротная вена, печеночная артерия, и выходит желчный проток, открывающийся в изгибе двенадцатиперстной кишки.

Печень имеет вентральный, дорсальный, правый и левый края. На дорсальном крае две вырезки для пищевода и для задней полой вены. Вентральный край печени разделен неглубокими вырезками на участки — доли печени. Различают три основные доли: левую, среднюю и правую. Средняя доля, в свою очередь, воротами печени делится на квадратную (нижнюю) и хвостатую (верхнюю) доли (рис. 30). У лошадей желчного пузыря нет. Желчь из печени поступает в двенадцатиперстную кишку по печеночному протоку. У свиней левая и правая доли подразделяются на латеральную и медиальную, итого шесть долей. Печень покрыта серозной оболочкой.



**Рисунок 33 – Строение печени (КРС) и печеночной доли**

**1 – левая доля, 2 – правая доля, 3 – хвостатая доля и хвостатый отросток, 4 – квадратная доля, 5 – желчный проток, 6 – ворота, 7 – желчный пузырь**

Печень построена по типу паренхиматозного, или компактного органа, состоит из остова, представленного наружной капсулой и междольковыми прослойками, и паренхимы. Паренхима состоит из печеночных клеток,

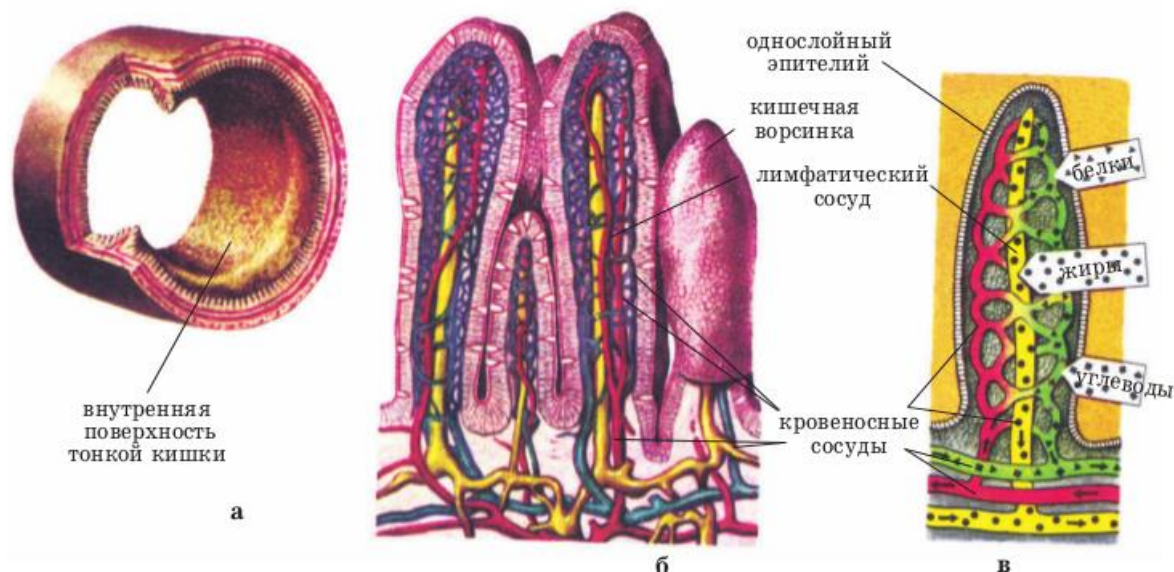
формирующих печеночные дольки в виде многогранных призм. Главная часть такой дольки — печеночные клетки и печеночные капилляры (рис.33). Печеночные клетки многогранные. Они одной своей поверхностью соприкасаются с венозными капиллярами, другой — прилегают к соседним паренхиматозным клеткам, а третьей — образуют желчные капилляры. Эти капилляры представляют собой щели между стенками клеток.

Печеночные клетки выделяют желчь, она по капиллярам поступает в протоки и выводится в просвет двенадцатиперстной кишки. В печеночных клетках большое количество митохондрий, гранул и микроворсинок. На внутренней стенке кровеносных капилляров находятся звездчатые клетки (куп-феровы), выполняющие фагоцитарную функцию. Через эти капилляры проходит венозная кровь воротной вены, поступающая из кишечника и желудка. Именно в этом месте кровь, протекая между печеночными клетками, расположенными рядами, или балками, взаимодействует с ними. Кровь, пройдя капилляры, собирается в центре каждой дольки в общую вену, называемую центральной веной. Центральные вены всех печеночных долек, сливаясь между собой, образуют печеночные вены; они отводят кровь из печени в заднюю полую вену. Печень, кроме того, снабжается кровью печеночной артерии, ветви которой в печеночных дольках образуют капилляры, питающие ткани органа. Кровь из этих капилляров поступает в центральные вены печеночных долек, а затем в печеночные вены.

Вернемся к пищеварению в тонком отделе кишечника.

В тонком отделе происходит основное переваривание пищевой массы и всасывание питательных веществ. Стенка тонкого отдела кишечника построена по типу трубчатого органа имеет сильно развитые пищеварительные железы и кишечные ворсинки, всасывающие питательные вещества.

Слизистая оболочка тонкого кишечника покрыта цилиндрическим эпителием с хорошо выраженными кишечными ворсинками, в толще расположены кишечные железы.



**Рисунок 34 – Строение слизистой оболочки тонкого отдела кишечника  
а – кишечник, б, в – ворсинки**

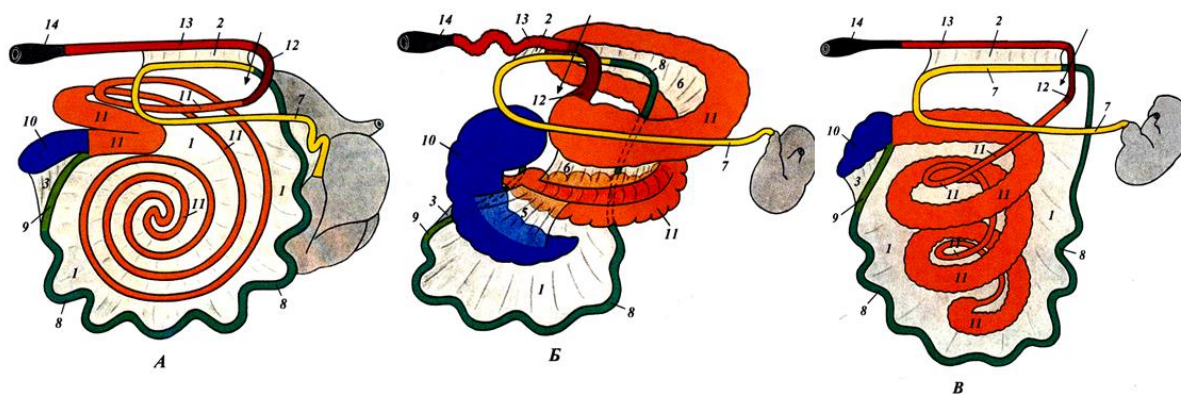
Кишечные ворсинки представляют собой пальцеобразные выпячивания слизистой оболочки. На 1 см<sup>2</sup> слизистом двенадцатиперстной кишки около 1500—2000 ворсинок, придающих слизистой оболочке бархатистый вид. Каждая ворсинка выполняет роль всасывающего и нанимающего насоса, имеющего микроскопическую величину. Ворсинки покрыты призматическим каемчатым эпителием с одноклеточными бокаловидными железами. Каемка призматического эпителия состоит из тончайших выростов цитоплазмы — микроворсинок (рис. 34). Они увеличивают всасывающую поверхность каждой клетки до 14 раз. Под эпителием лежит соединительная ткань с густой сетью кровеносных капилляров. В центре ворсинок есть лимфатические полости, представляющие собой начало лимфатических сосудов кишечника. По ним отводится до 80 % составных веществ жира, всосавшихся в кишечнике. В стенках ворсинок проходят гладкие мышечные волокна, которые, сокращаясь, укорачивают и сжимают ворсинки.

#### *Задняя кишка.*

Слепая кишка имеет слепой конец, называемый верхушкой. Длина кишки -70 см. Верхушка ее направлена в тазовую полость, а вся кишка находится в правой подвздошной области брюшной полости, сверху

лабиринта ободочной кишки. Начинается слепая кишка в месте впадения подвздошной кишки, примерно под третьим поясничным позвонком.

Ободочная кишка имеет различное строение у разных видов животных. Так, у крупного рогатого скота она свернута в моток, в виде кишечного диска, у лошади в виде двухъярусной подковы, имеется еще малая ободочная, у свиней в виде конуса, вершина которого направлена вниз.



**Рисунок 35 – Особенности строения кишечника**

**А – крупного рогатого скота, Б – лошади, В - свиньи**

**7 - двенадцатиперстная кишка, 8 - тощая кишка, 9 - подвздошная кишка, 10 - слепая кишка, 11, 12, 13 –ободочная кишка, 14 - прямая кишка**

Прямая кишка представляет прямой сравнительно короткий участок толстого отдела кишечника. Слизистая оболочка прямой кишки в конечном отделе выстлана многослойным плоским эпителием и, переходя на стенки отверстия — ануса, образует продольные складки. Мышечная оболочка более толстая, чем в предыдущих кишках, и имеет несколько кольцевых перехватов.

### **Контрольные вопросы**

1. Опишите органы ротовой полости. Особенности пищеварения в полости рта.
2. Строение однокамерного желудка. Особенности пищеварения в однокамерном желудке.
3. Особенности строения желудка жвачных и пищеварение в многокамерном желудке.

4. Ферменты слюны, желудочного, поджелудочного, кишечного соков и их роль в переваривании корма.

5. Строение и функции печени. Состав желчи, ее роль в пищеварении. Образование и выделение желчи.

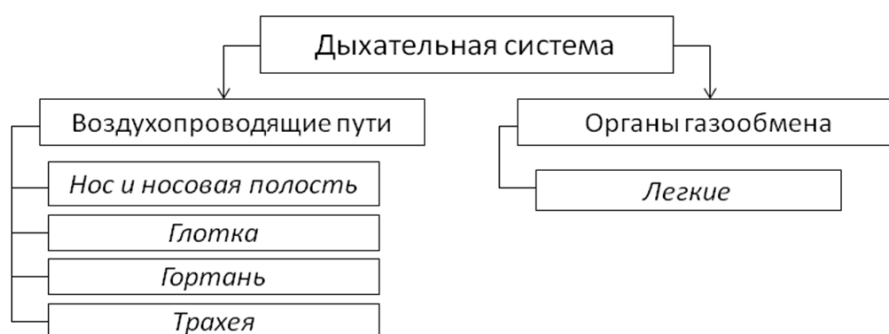
6. Особенности строения кишечника у сельскохозяйственных животных.

### 3.3. Дыхательная система

Основной функцией дыхательной системы – доставка кислорода в кровь и удаление из крови углекислоты. Часть органов дыхательной системы выполняет и другие функции:

- термо- и гидрорегуляционную,
- защитную,
- обонятельную,
- звуковую,
- депо крови,
- выработка факторов регуляции свертываемости крови (гепарин и тромбопластин),
- участие в обмене жиров (сжигание жиров с использованием выделяющегося тепла для согревания крови).

Таблица 19 - Структура дыхательной системы

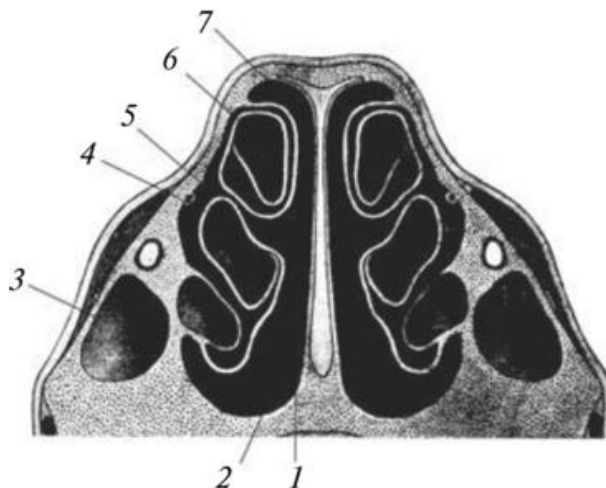


*Носовая полость* имеет прочный остов, состоящий из костей и хрящей. Хрящевой носовой перегородкой носовая полость разделена на левую и правую половины. Обе половины имеют входные отверстия —

ноздри и выходные — хоаны. Основу ноздрей составляют три парных хряща: крыловой, дорсальный и вентральный хрящи носа.

Носовыми раковинами каждая половина носовой полости делится на четыре хода по которым вдыхаемый воздух проходит в различные участки дыхательной системы (рис. 36):

- дорсальный (обонятельный) - на обонятельный эпителий,
- средний - через хоаны в глотку и придаточные пазухи носовой полости,
- вентральный (наиболее обширный) - в хоаны,
- общий - в глотку, гортань, трахею, легкие.



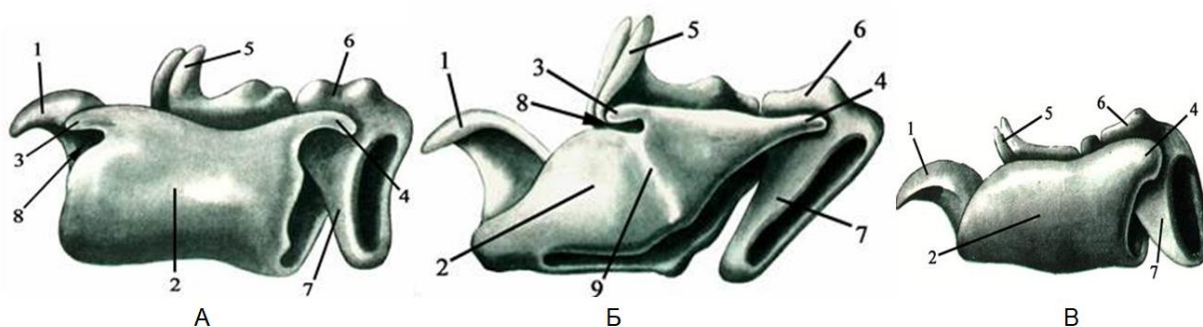
**Рисунок 36 – Поперечный разрез носовой полости лошади**  
1 - общий носовой ход, 2 - вентральный носовой ход, 3 - верхнечелюстной синус, 4 - вентральная раковина, 5 - средний носовой ход, 6 - дорсальная раковина, 7 - дорсальный носовой ход

Поверхность носовой полости выстлана слизистой оболочкой, проникающей и в пазухи. В зависимости от вида эпителия носовую полость подразделяют на три отдела: преддверие, дыхательную и обонятельную области. Слизистая оболочка преддверия носа выстлана многослойным плоским эпителием и является переходной частью между кожей ноздрей и слизистой оболочки носовой полости.

Дыхательная область выстлана слизистой оболочкой с цилиндрическим мерцательным эпителием; она простирается от преддверия до хоан и проникает в верхнечелюстную и другие пазухи. Обонятельная область занимает каудальную часть носовой полости; ее

слизистая оболочка желтоватого цвета, содержит специальные трубчатые железы и особые нервные клетки, называемые обонятельными. Обонятельный эпителий находится в области лабиринта и каудальной части носовых раковин. В области вентральной стенки носовой полости и хрящевой перегородки подслизистый слой содержит густую сеть кровеносных сосудов, образующих кавернозное сплетение.

*Гортань* находится между глоткой и трахеей, вблизи углов нижней челюсти. Это не только орган, проводящий воздух; с помощью гортани производится звук, кроме того, здесь органы дыхания предохраняются от попадания в них корма при глотании.



**Рисунок 37 – Хрящевой остов гортани**

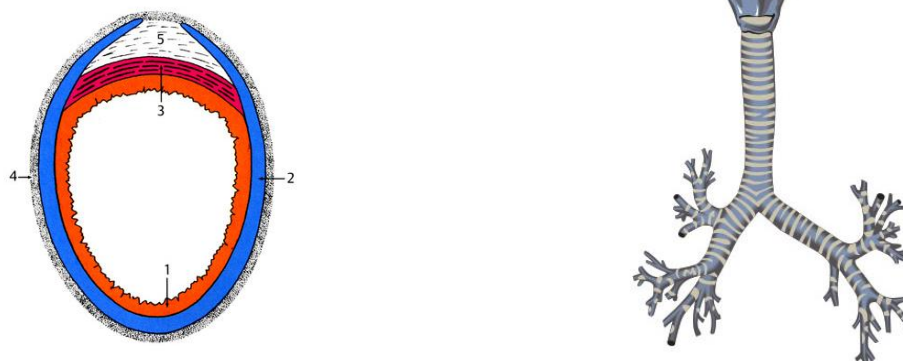
**А - крупного рогатого скота, Б – лошади, В – свиньи**

**1 – надгортанный хрящ, 2 – щитовидный хрящ, 3 – краниальные рожки щитовидного хряща, 4 – каудальные рожки щитовидного хряща, 5 – рожковый отросток черпаловидного хряща, 6 – пластинка кольцевидного хряща, 7 – дужка кольцевидного хряща, 8 – щитовидная вырезка, 9 – косые линии.**

Основу гортани составляют пять хрящей: щитовидный, кольцевидный, два черпаловидных хряща и надгортанник (рис. 37). Хрящи гортани соединены между собой связками, которые называются по названию соединяемых ими хрящей. Внутри гортани находятся две специальные голосовые связи гортани. Слизистая оболочка гортани в области голосовых связок образует голосовые губы, между которыми располагается голосовая щель.

Трахея имеет вид трубки. Ее основу составляют трахейные хрящи, имеющие форму незамкнутых колец (рис.38). Начинается трахея от гортани, тянется по нижней части шеи и справа от пищевода, войдя в

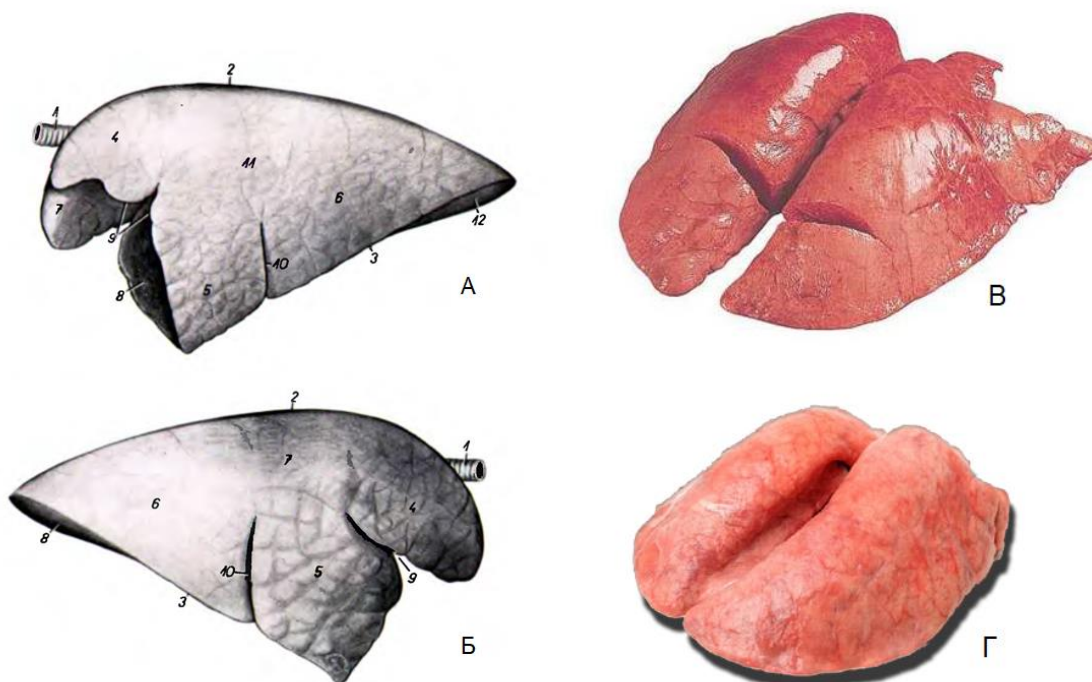
грудную полость между первыми ребрами, бифуркацией — место, где трахея делится на два главных бронха.



**Рисунок 38 – Поперечный срез трахеи и бифуркация**  
**1 - Слизистая оболочка, 2 – хрящевое кольцо, 3- поперечная мышца, 4 –**  
**адвентиция, 5 – кольцевидная связка**

Слизистая оболочка трахеи и бронхов выстлана многорядным призматическим мерцательным эпителием, содержащим одноклеточные бокаловидные железы; они выделяют слизь в просвет трахеи.

*Легкие* располагаются в грудной полости, имеют форму усеченного конуса и разделяются на правое и левое легкое. На каждом легком различают 3 доли: верхушечную (переднюю), сердечную (среднюю) и диафрагмальную (заднюю); 3 поверхности: реберную, диафрагмальную и средостенную (рис. 39). Дорсальный край легкого, лежащий у позвоночника, называют тупым, вентральный — острым. Правое легкое больше левого и имеет еще добавочную долю, лежащую с медиальной стороны.

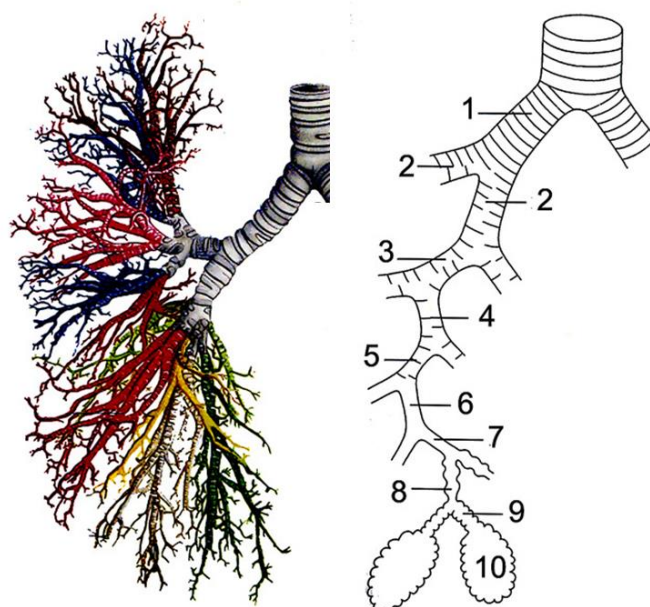


**Рисунок 39 – Легкие свиньи (А - слева, Б - справа, Г – сверху), легкие КРС**  
**1 - трахея, 2 – дорсальный край, 3 – вентральный край, 4 – верхушечная доля, 5 – сердечная доля, 6 – диафрагмальная доля, 7 (11) – реберная поверхность, 8 (12) – диафрагмальная поверхность, 9 – сердечная вырезка, 10 – междолевая вырезка**

Имеются особенности строения легких у разных животных. Так, у свиней и жвачных есть трахейный бронх, но у жвачных верхушечная доля разделена на две лопасти и на поверхности легких хорошо выражен ячеистый рисунок; у лошади сердечная и диафрагмальная доли срослись в одну сердечно-диафрагмальную. У хищников отмечается исчерченность долей.

В легком, как и в других паренхиматозных органах, различают соединительнотканый остов и паренхиму. У крупного рогатого скота соединительнотканый остов легкого выражен хорошо и заметен на его поверхности в виде крупных многогранных ячеек, внутри которых заключена паренхима. Последняя состоит из системы трубок в виде альвеолярного дерева и альвеолярных мешков с их концевыми отделами — легочными альвеолами. При входе наружный воздух, пройдя дыхательные пути, поступает в главные бронхи. Отсюда он попадает в их разветвления, называемые бронхами первого порядка, второго порядка и т. д. В самых тонких бронхах (10— 11-го порядка) уже нет хрящевого остова; они

называются бронхиолами. Из них воздух попадает в альвеолярные ходы, заканчивающиеся альвеолярными мешочками и легочными альвеолами. Легочные альвеолы представляют собой слепо заканчивающиеся пузырьки, из которых воздух после обмена газами вновь возвращается во внешнюю среду при выдохе.

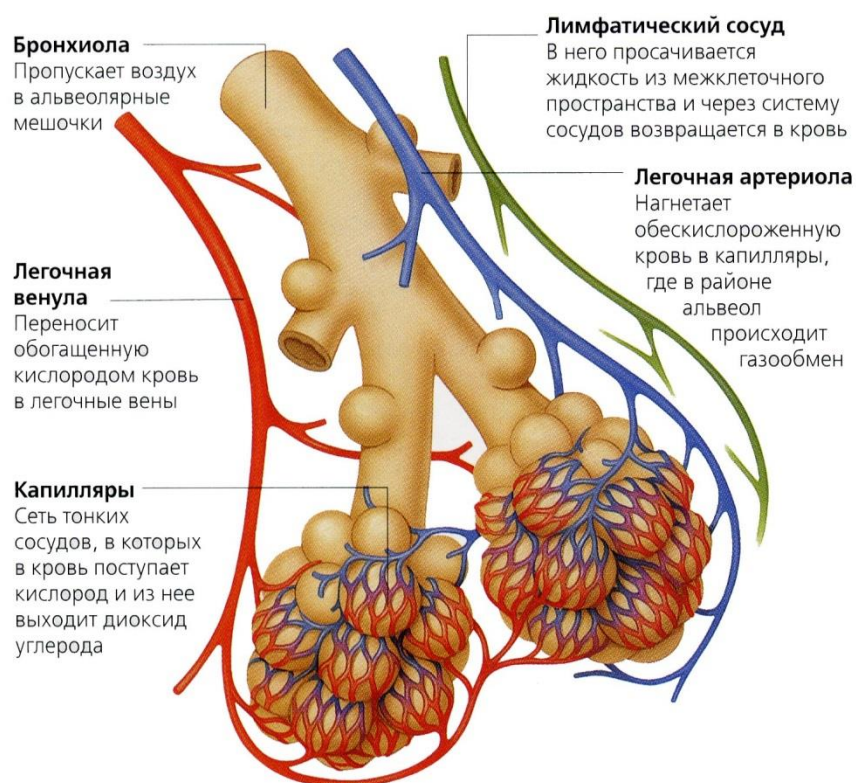


**Рисунок 40 – Бронхиальное и альвеолярное древо. Альвеолы.**  
**1 - главный бронх, 2 - долевого бронх, 3 - сегментальный бронх, 4 -**  
**Субсегментарный бронх I, 5 - Субсегментарный бронх II, 6 – бронхиола, 7 -**  
**терминальная бронхиола, 8 - респираторная бронхиола, 9 - альвеолярный ход, 10**  
**- альвеолярный мешок**

Стенка легочных альвеол состоит из одного слоя плоских клеток дыхательного (респираторного) эпителия. Снаружи клетки покрыты эластическими волокнами, придающими упругость альвеолам. Поэтому при выдохе альвеолы полностью не спадаются и сохраняют часть воздуха — остаточного. Наружная поверхность легочных альвеол оплетена густой сетью кровеносных капилляров, стенка которых состоит из одного слоя клеток — эндотелия.

В стенках альвеол находятся особые клетки, образующие сурфактант. Он покрывает внутреннюю поверхность легочных альвеол, образуя структуру типа мембраны. Сурфактант наряду с эластическими волокнами придает упругость легочным альвеолам. Нарушение образования

сурфактанта приводит к спадению легочных альвеол, вызывая тяжелые формы дыхательной недостаточности.



**Рисунок 41 – Альвеолярные мешки**

Легкое снаружи покрыто плеврой, которая продолжается и на грудную стенку, где она называется реберной плеврой. От позвоночника плевра опускается к легкому двумя пластинками, получившими название средостенной плевры. Пространство между правым и левым листками средостенной плевры называется средостением. В нем находятся сердце, пищевод, трахея, кровеносные сосуды и нервы.

Живому организму для нормальной жизнедеятельности необходимо постоянное поступление к органам и тканям кислорода и непрерывное удаление углекислого газа, образующегося в ходе обменных процессов.

В процессе дыхания различают следующие этапы:

- внешнее дыхание – газообмен между внешней средой и легкими;
- газообмен в лёгких – между альвеолярным воздухом и кровью;
- транспорт газов кровью;

- газообмен в тканях – между кровью и клетками;
- тканевое дыхание – окисление веществ в клетках.

Обмен воздуха между альвеолами легких и внешней средой происходит в результате ритмических дыхательных движений грудной клетки. При спокойном вдохе сокращаются наружные межреберные вдыхательные мышцы, все ребра приподнимаются вверх и частично смещаются вперед, объем грудной клетки расширяется в поперечном и продольном направлении. Расширению грудной клетки спереди назад способствует и сокращение мышц диафрагмы. Она давит на органы брюшной полости, оттесняя их назад. Брюшная стенка при этом выпячивается; по ее движению можно определить частоту дыхания. За расширением грудной клетки следует расширение легких, которые легко растягиваются вследствие своей эластичности. Давление в легких становится ниже атмосферного, и воздух через воздухоносные пути входит в легкие.

После прекращения вдоха наступает выдох. Он осуществляется обычно пассивно вследствие расслабления вдыхательных мышц и частичном сокращении внутренних межреберных выдыхательных мышц. Грудная клетка в силу собственной тяжести и эластичности возвращается в исходное положение. Расслабляются и мышцы диафрагмы, оттесненные при вдохе диафрагмой органы брюшной полости подаются вперед, диафрагма становится более выпуклой. Объем грудной клетки уменьшается, она сдавливает легкие и выжимает из них воздух— происходит выдох. При усиленном выдохе активно сокращаются внутренние межреберные мышцы, вспомогательные дыхательные мышцы и мышцы брюшной стенки.

Давление в плевральной полости как во время вдоха, так и выдоха ниже атмосферного, т.е. отрицательное; это играет важную роль в процессе дыхания. Образование отрицательного давления обусловлено тем, что грудная клетка во время эмбрионального развития растет быстрее легких, поэтому после рождения при первом же вдохе легкие растягиваются атмосферным давлением. Легкие содержат эластическую ткань, которая

оказывает определенное сопротивление этому растяжению. Растянутая во время вдоха эластическая ткань легких стремится вернуться в исходное положение. Сила, с которой легкие стремятся вернуться в исходное положение, называется *эластической тягой легких*. Действует на легкие изнутри и атмосферное давление, оно растягивает их и прижимает к грудной стенке. Сила атмосферного давления затрачивается частично на преодоление эластической тяги легких, которая тем больше, чем сильнее они растянуты. В силу этого в плевральной полости давление будет меньше на величину эластической тяги. Если атмосферное давление равно 760 мм рт. ст., а при вдохе эластическая тяга легких у лошади составляет 15 мм рт. ст., то давление в плевральной полости будет 760—15 = 745 мм. При выдохе давление в плевральной полости несколько повышается, достигая 754 мм рт. ст.

У животных различают три типа дыхания: грудной, брюшной и грудобрюшной. Грудное дыхание совершается главным образом сокращениями межреберных мышц, а брюшное — преимущественно вследствие сокращения диафрагмы. Когда при дыхании в равной степени участвуют диафрагма и межреберные мышцы, оно относится к грудобрюшному типу. У сельскохозяйственных животных обычно наблюдается этот тип дыхания, но при глубокой беременности он сменяется на грудной тип дыхания.

Частота дыхания в минуту у животных разных видов различна (таб. 32). Частоту дыхания определяют по движению грудной или брюшной стенки, а у лошадей и кролика — по движению крыльев носа.

**Таблица 20 - Частота дыхательных движений у животных**

Вид животного	Количество дыханий в минуту	Вид животного	Количество дыханий в минуту
Жеребята	14-15	Взрослые лошади	9-10
Телята в возрасте до 14 дней	50-56	Взрослый скот	12-18

Телята в возрасте 5 недель	37		
Телки	27-30		
Ягнята	15-18	Взрослые овцы	9-15
Козлята	12-20	Взрослые козы	9-15
Свиньи	8-18	Акт вдоха и выдоха = одно дыхательное движение	
Кролики	50-60		
Куры	15-30		
Собаки	10-30	Щенки	20-40
Кошки	20-30	Котята	35-40

*Жизненная емкость легких.* В покое животные вдыхают и выдыхают определенный объем воздуха. Этот объем называют дыхательным объемом. У овец он составляет в среднем 0,3—0,5, у лошадей – 5-6 л, у собак 10-15 мл/кг. После спокойного вдоха животные могут вдохнуть дополнительно еще некоторый объем воздуха – дополнительный. Воздух, который животное может еще выдохнуть после спокойного выдоха, называют резервным. Его объем приблизительно равен дополнительному. Сумма объемов дыхательного, дополнительного и резервного составляет жизненную емкость легких. У лошадей она равна — 26-30 л, у крупного рогатого скота — 30-35 л воздуха.

Жизненная емкость — величина непостоянная, она изменяется в зависимости от пола, возраста, породы, продуктивности, тренировки.

После максимального выдоха в легких у животных остается еще некоторое количество воздуха. Его называют остаточным воздухом. У лошади он составляет около 12 л. Остаточный воздух входит в легкие при первом вдохе новорожденного животного, и легкие никогда уже не освобождаются от него, даже после смерти. Жизненная емкость легких и остаточный воздух составляет общую емкость легких.

При вдохе воздух по дыхательным путям проходит в альвеолы, а при выдохе альвеолярного воздуха выходит наружу. Эта циркуляция воздуха называется легочной вентиляцией. Умножая объем отдельного вдоха на число дыханий в минуту, можно рассчитать минутный объем вентиляции

легких. У лошади минутный объем в покое равен 40—60 л, при движении — 100—120 л, а при очень напряженной работе может дойти до 500 л.

Газообмен происходит только в альвеолах. Воздух, находящийся в дыхательных путях, в газообмене не участвует. Не весь вдыхаемый воздух попадает в альвеолы. в них поступает только 70 % вдыхаемого воздуха, а % остается и дыхательных путях (носовая и ротовая полость, гортань, трахея и бронхи), не участвующих в газообмене, поэтому их называют «мертвым» пространством.

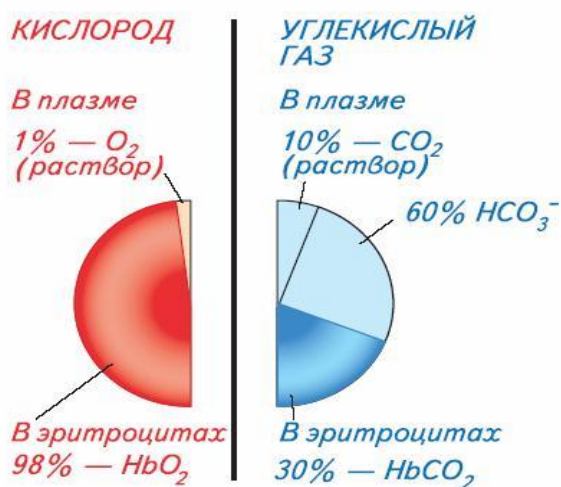


Рисунок 42 – Транспорт газов кровью

В легких кислород переходит из альвеолярного воздуха в кровь, а углекислый газ из крови поступает в легкие.

В крови эти газы могут находиться в двух состояниях: в физически растворенном и в химически связанном (рис.39).

Основной переносчик кислорода — гемоглобин крови. Он вступает в соединение с кислородом, образуя оксигемоглобин (98%) и приносится к тканям, где кислород и превращается в восстановленный гемоглобин.

Большое количество углекислого газа (60%) переносится кровью в виде угольной кислоты (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) и ее солей: бикарбонатов калия и натрия (KHCO<sub>3</sub> и NaCO<sub>3</sub>), 30% углекислого газа связывается с гемоглобином, образуя соединение — карбогемоглобин и 10% находится в растворенном состоянии в плазме.

Дыхание регулируется дыхательным центром, расположенным в продолговатом мозге.

### **Контрольные вопросы**

1. Дыхание и его значение для организма.
2. Опишите строение носовой полости, гортани, их функции.
3. Строение легких.
4. Механизм вдоха и выдоха.
5. Что такое жизненная емкость легких?
6. Как осуществляется перенос газов кровью?

## **3.4. Мочеполовой аппарат**

### **3.4.1. Выделительная система**

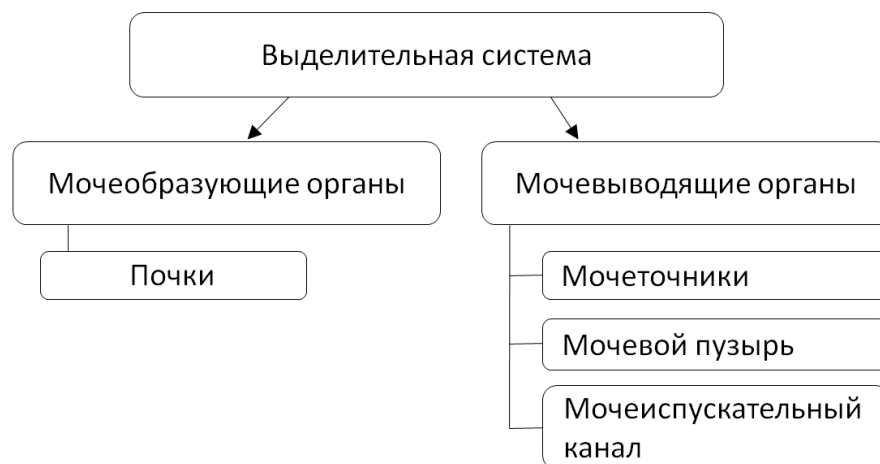
Органы выделения осуществляют выделение из крови растворенных в ней продуктов обмена веществ (мочевины, мочевой кислоты и т.д.) и выведение этих продуктов из организма, а также избытка воды и ненужных веществ. Конечные продукты обмена веществ, выделяемые организмом, называются экскретами, а органы, выполняющие выделительные функции, экскреторными или выделительными.

К органам выделения относится кожа - через потовые и сальные железы из организма выделяются 1/3 экскретируемой воды, до 10 % мочевины, соли; легкие – вода, CO<sub>2</sub>, аммиак, ацетон, алкоголь; кишечник, печень - вода, продукты азотистого обмена, лекарства и другие; почки – это основной орган выделения - вода, 90% мочевины, электролиты, продукты метаболизма, лекарственные препараты и другие вещества.

Почки – это парный паренхиматозный орган, относятся к типу разветвленных трубчатых желез с обильным и специальным кровоснабжением, располагаются ретроперитонеально, т.е. между поясничными мышцами и пристенным листком брюшины.

Снаружи почки находится жировая оболочка, хорошо развита у упитанных животных, обеспечивает амортизацию, фиксацию почки в нужном положении, термоизоляцию.

**Таблица 21 - Состав органов выделения**

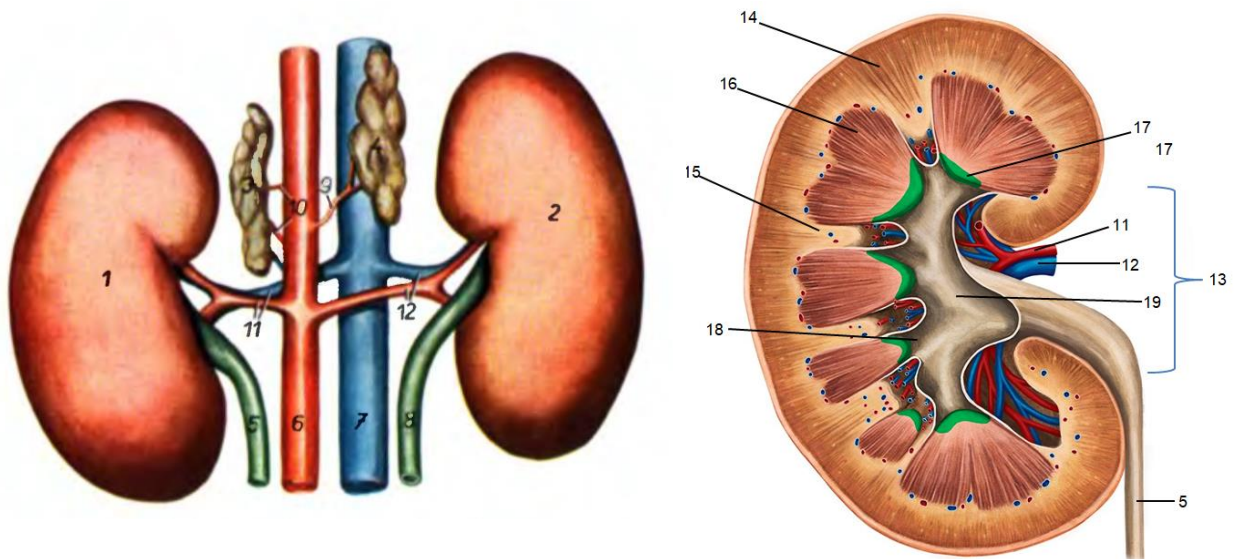


Под ней расположена фиброзная капсула – строма, покрывает почку, легко снимается, удерживаясь только в воротах почки и переходя на лоханку, содержит гладкомышечные волокна, обеспечивающие сокращение, что способствует фильтрации плазмы, и выведению мочи.



**Рисунок 43 - Внешних вид почек**

Анатомически на почке выделяют, 2 края: латеральный и медиальный (здесь находятся ворота почки), 2 поверхности: дорсальная и вентральная, 2 конца: краниальный и каудальный (рис.44).



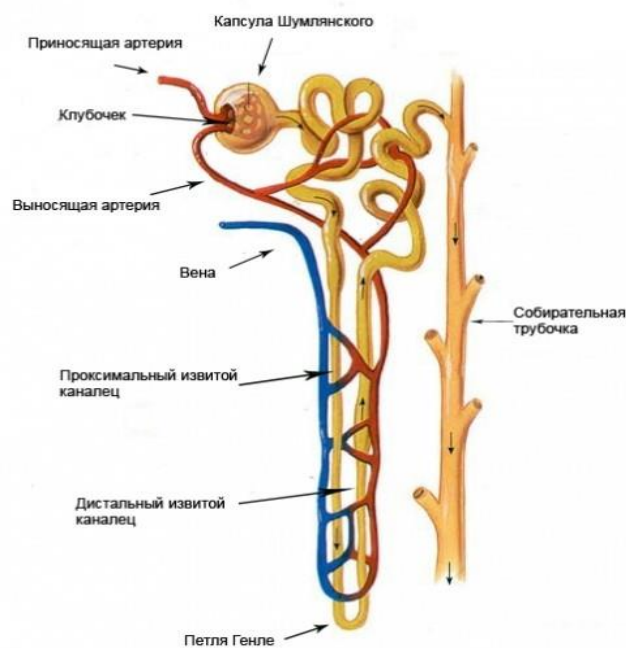
**Рисунок 44 - Строение почки свиньи**

**1 – левая почка, 2 – правая почка, 3, 4 – надпочечники, 5, 8 – мочеточники, 11, 12 – почечные артерии и вены, 13 – ворота почек, 14 – корковое вещество, 15 – мозговое вещество, 16 – почечная пирамида, 17 – почечный сосочек, 18 – почечная чашка, 19 – почечная лоханка**

На разрезе (рис. 44) различают корковую зону (мочеобразующая) – бурого цвета, содержит почечные тельца, извитые почечные канальцы, пограничную зону (сосудистая) – тёмная линия, проходят дуговые сосуды и нервы, мозговую зону (мочеотводящая) – светлее, содержит собирательные трубочки, образующие пирамиды (основание направлено к поверхности, вершина – к синусу почки).

Паренхима почки представлена нефроном – структурно-функциональной единицей почки, которая выполняет законченную функцию - образование мочи. Количество нефронов в почке более миллиона, у лошадей до 2 млн. В состав нефрона входят (рис. 45):

- Сосудистый клубочек
- Капсула клубочка
- Проксимальный извитой каналец
- Петля нефрона (Генле)
- Дистальный извитой каналец
- Собирательные трубочки



**Рисунок 45 – Строение нефрона**

Моча образуется в результате сложной работы почек. От капсулы начинается система извитых канальцев, они заканчиваются собирательными трубками, образующими выводные протоки и впадающие в почечные лоханки. Кровь в почках проходит через две капиллярные сети: капилляры мальпигиева клубочка и капилляры стенок извитых канальцев.

Животные выделяют за сутки значительное количество мочи: крупный рогатый скот -6-12 л, лошади – 2-2,5, свиньи – 2-4, овцы – 1-1,5, собаки - 0,5-1 л.

Моча у лошади мутная, так как содержит много мелких кристаллов углекислого кальция. У крупного и мелкого рогатого скота, у свиней, хищников моча прозрачная. Реакция мочи у травоядных щелочная, у свиней бывает и кислой, зависит от состава кормов, у хищников кислая или слабокислая. Плотность мочи колеблется: от 1,018 до 1,040.

Составные части мочи те же, что и в плазме крови, за исключением белков, жиров и глюкозы, которых нет в нормальной моче.

*Образование мочи* идет в три фазы. Первая фаза — фильтрационная. Процессу фильтрации способствуют особые условия кровообращения в капиллярах мальпигиевых. Почечная артерия отходит от брюшной аорты,

просвет приносящих артериол шире, чем выносящих. Вследствие этого в капиллярах мальпигиевых клубочков создается значительное препятствие оттоков крови из капилляров, и кровь фильтруется под давлением  $n$  нем 70—90 мм рт. ст. Чем выше будет давление крови; тем интенсивнее фильтрация в клубочках. Процессу фильтрации противодействует онкотическое давление белков плазмы крови, удерживающее воду в капиллярах. Однако кровяное давление превышает онкотическое давление и фильтрация идет непрерывно. В процессе фильтрации образуется первичная моча. Через стенки сосудов не могут пройти форменные элементы и белок, поэтому первичная моча представляет собой плазму крови без белков. Из каждых 10 л крови, протекающей через капилляры клубочка, отфильтровывается около 1 л первичной мочи, в результате чего за сутки Она образуется в большом количестве.

Вторая фаза — реабсорбционная, или фаза обратного всасывания в кровь воды и растворенных в ней веществ первичной мочи. Первичная моча, протекая по извитым канальцам, отдает крови воду, многие соли, глюкозу, аминокислоты и некоторые другие органические вещества. Мочевина, мочевая кислота, креатинин, сульфаты обратно не всасываются. Обратное всасывание ряда веществ зависит от их концентрации в крови. Например, если содержание глюкозы в крови высокое, то она всасывается не полностью и часть ее появляется в моче.

Помимо обратного всасывания, в канальцах происходит активный процесс секреции, т.е. выделение в просвет канальцев некоторых веществ, которые не могут профильтроваться из мальпигиевых клубочков в полость капсулы нефрона.

В извитых канальцах тоже идут процессы синтеза. В них из бензойной кислоты и гликоколя образуется гиппуровая кислота. Много ее синтезируется у травоядных животных, так как растительные корма богаты бензойной кислотой. В результате обратного всасывания, секреции и синтеза

образуется конечная моча. Для образования 1 л конечной мочи необходимо, чтобы через канальцы почек прошло 90 л первичной мочи.

*Мочеточник* выходит из почечной лоханки, направляется каудально в тазовую полость и направляется мочу в мочевой пузырь. Это трубчатый орган, слизистая оболочка которого выстлана переходным эпителием. Мышечная построена из продольных и циркулярного слоев, серозная – адвентиция.

*Мочевой пузырь* - полый орган грушевидной формы, предназначенный для накопления и временного хранения мочи. Анатомически на нем выделяют верхушку, тело, шейку. В стенке выделяют три слоя, слизистая собрана в складки, при наполнении мочой складки расправляются, стенка утончается, хорошо развита мышечная оболочка.

С шейки мочевого пузыря берет начало *мочеиспускательный канал* у самок, короткий, открывается в нижней трети влагалища. У самцов этот канал называется мочеполовым, т.к. связан с половой системой, по нему проходит моча во время мочеиспускания, и сперма во время эякуляции.

### **Контрольные вопросы**

1. Строение почек.
2. Строение и функции нефрона.
3. Фазы образования мочи.

### **3.4.2. Половая система**

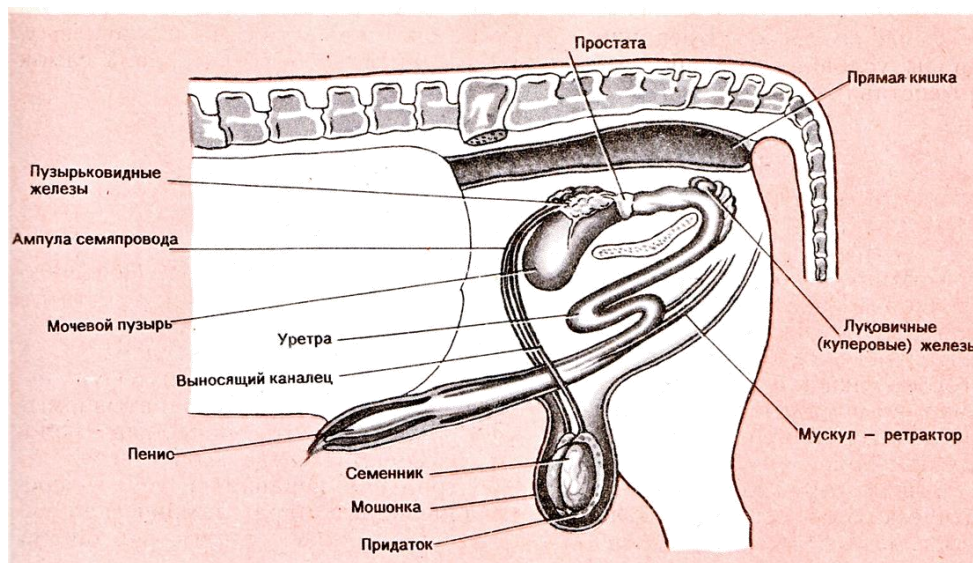
Функция половой системы заключается в передаче жизни от родителей потомству из поколения в поколение, т.е. являются системой, обеспечивающей существование вида, и

- продуцируют половые клетки (гаметы),
- создают условия для оплодотворения и развития зародыша у самок,
- вырабатывают половые гормоны, участвующие в регуляции обмена веществ,
- определяют развитие вторичных половых признаков.

Для половых органов характерны значительные анатомо-гистологические изменения, связанные с возрастом, сезоном года, а для самок – половым циклом и наличием беременности.

### ***Половая система самцов***

К органам половой системы самцов относятся семенники с их придатками и семенниковым канатиком, семенниковый мешок, семяпроводы, мочеполовой канал, придаточные (половые) железы, половой член (рис. 46).



**Рисунок 46 – Половая система быка**

Сформировавшиеся спермин дозревают в придатках семенника при температуре на 3-4°C ниже, чем температура тела. Такие условия создаются в семенниковом мешке. В семенниках, помимо сперматогенеза, происходит образование мужских половых гормонов.

**Таблица 21 - Органы половой системы самцов и их функции**

Половые органы	Выполняемые функции
Семенники	Образование, рост и созревание спермиев (спермиогенез); Секреция андрогенов – мужских половых гормонов.
Придатки семенников (головка, тело, хвост) + семяпроводы	Дозревание спермиев, приобретение ими электрического заряда, питательных веществ; Хранение (2-3-мес.) и утилизация спермиев.

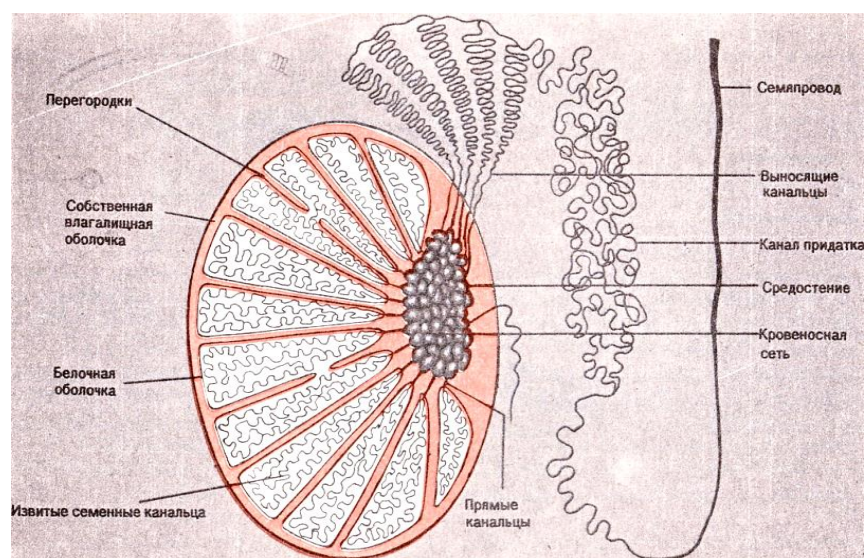
Придаточные половые железы: пузырьковидная, предстательная, луковичные	Выработка секрета. Значение секрета придаточных половых желез: <ul style="list-style-type: none"> <li>• промывание мочеполового канала;</li> <li>• увеличение объема эякулята;</li> <li>• проталкивание спермиев в половых путях самки;</li> <li>• активизация движений спермиев.</li> </ul>
Половой член	Осуществление полового акта; Выделение эякулята – спермиев с секретами придаточных половых желез.

Придаточные половые железы выделяют слизисто-серозные секрет который поступает в мочеполовой канал и вместе со спермиями образуют семенную жидкость – сперму. Секреты придаточных половых желез способствуют продвижению спермиев в половых путях самки после эякуляции.

Семенники - парные паренхиматозные органы, в которых образуются спермин. Сверху семенник покрыт плотной фиброзной капсулой, или белочной оболочкой. Она врастает в семенник со стороны его головчатого конца, глубоко внедряется в толщу органа, продолжаясь в направлении хвостатого конца, и формирует средостение семенника (рис.47).

От средостения семенника к его белочной оболочке отходят многочисленные трабекулы, или перегородки семенника. Они разделяют семенник на множество отдельных долек, в которых располагаются извитые семенные канальца и промежуточная интерстициальная ткань, образующие паренхиму семенника.

Стенка извитых семенных канальцев состоит из соединительнотканной оболочки и слоя сперматогенного эпителия. В извитых канальцах семенников и происходит образование спермиев. В каждой дольке находится 2-3 канальца и более.



**Рисунок 47 - Схема строение семенника**

Капсула, средостение и перегородки формируют соединительнотканый остов, или строму семенника, в котором локализуются сосуды и нервы. Извитые семенные канальца переходят, продолжаясь в прямые семенные канальцы, которые располагаются в средостении семенника и впадают в нем в семенниковую сеть. Прямые семенные канальца представляют собой короткие трубочки между извитыми канальцами и семенниковой сетью.

Из сети семенника берут свое начало выносящие канальцы, направляющиеся к головке придатка. Выносящие канальцы соединяют сеть семенника с протоком его придатка.

У большинства сельскохозяйственных животных спермиогенез происходит в течение всего года. У животных с сезонным размножением он осуществляется в период размножения. Образование спермиев происходит под влиянием гонадотропных гормонов гипофиза.

Сформировавшиеся спермин попадают в придаток семенника, где они дозревают и длительно сохраняются. Образование спермиев, их дозревание и хранение в придатках семенника происходит при температуре на 3-4°C ниже, чем температура тела. Это достигается тем, что семенники находятся в мошонке, температура которой регулируется в зависимости от температуры

окружающей среды.

**Таблица 22– Объем эякулята и концентрация в нем спермиев**

Производитель	Объем эякулята, мл	Концентрация спермиев, млн/мл
Бык	4-8	1200-1800
Жеребец	30-150	100-150
Баран	0,8-1,2	2000-3000
Хряк	150-500	200-300
Собака	1-5 мл	200-1200
Кот	0,02-0,4	50-150

Сперма состоит из двух частей: спермиев и жидкости (плазмы), являющейся смесью секретов придаточных половых желез. Спермин являются основной частью спермы. Объем эякулята зависит от вида животного (таб.22).

В основе работы половой системы половозрелого самца лежат половые мотивации обусловлены активирующим влиянием половых гормонов на гипоталамические центры, ответственные за половое поведение и половое влечение. Половые поведенческие реакции у различных видов животных отличаются.

Половые рефлексы самца – это сложные рефлекторные реакции, обуславливающие половой акт (совокупление, коитус): рефлекс эрекции, обнимательный рефлекс, совокупительный, рефлекс эякуляции.

#### ***Органы размножения самок***

Яичник – парный орган, в котором развиваются и созревают яйцеклетки, и образуются женские половые гормоны.

Следует изучить строение яйцепровода, типы маток. Матка – полостной перепончатый орган, в котором происходит развитие плода. У домашних животных матка двурогого типа. На ней различаются парные рога и непарные тело и шейку.

Влагалище – перепончатомышечная трубка, служит органом совокупления и родовым путем. Мочеполовое преддверие является

продолжением влагалища и заканчивается наружным половым органом – вульвой.

В половой системе и, в целом, в организме самок наблюдаются периодические повторяющиеся изменения морфофункциональных процессов. Это называется **половым циклом**, продолжительность которого длится от одной овуляции до следующей. В зависимости от частоты половых циклов в течение года, животные подразделяются на

- полициклические (несколько раз в течение года - коровы, кобылы, свиньи);
- полициклические животных с ярко выраженным половым сезоном (несколько половых циклов, следующих друг за другом, после чего циклическость долго отсутствует – овцы, козы);
- моноциклические (один раз в год – собаки, некоторые породы кошек, дикие хищные).

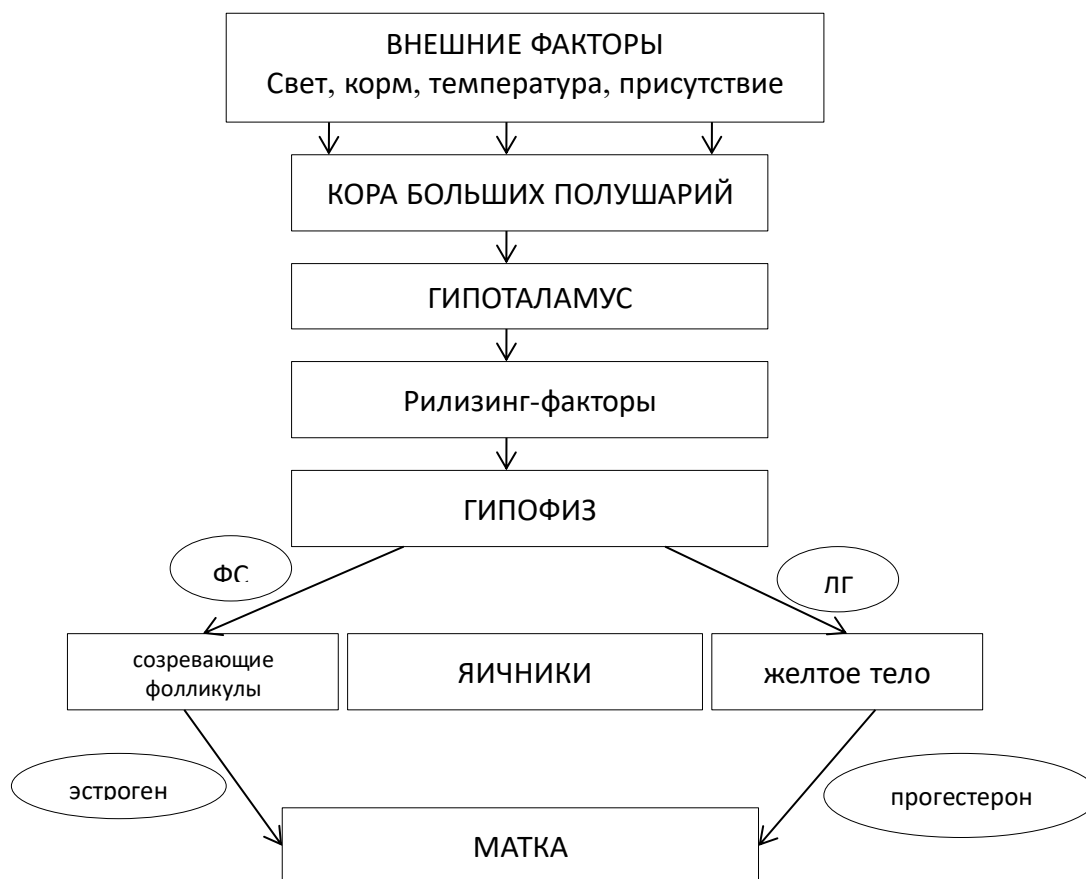
При изучении физиологии размножения стоит уделить внимание стадиям полового цикла, охарактеризовать (по Студенцову, по Хуппу), его продолжительности у разных видов сельскохозяйственных животных.

Регуляция половых процессов в организме самки происходит с участием нервной и эндокринной систем (таб. 23).

Яйцеклетки самок сельскохозяйственных животных имеют непродолжительную жизнеспособность (6-10 ч). При овуляции яйцеклетка попадает в воронку яйцепровода и поступает в его канал.

**Беременность** – состояние самки от оплодотворения до рождения плода. В этом разделе нужно вспомнить оплодотворение и начальные этапы эмбриогенеза – дробление, гаструляцию, гисто- и органогенез.

#### Таблица 23 - Нейрогуморальная регуляция половых процессов



Одновременно с развитием зародыша появляются зародышевые (околоплодные) оболочки.

Знать зародышевые оболочки, формирование плаценты и ее типы у разных животных, какие изменения происходят в организме самки в период беременности и что происходит с организмом плода.

**Роды.** Прекращение беременности и рождение живого плода являются сложным физиологическим процессом. Нормальные роды наступают в результате окончания эмбрионального развития плода. Организм самки к родам подготавливается постепенно. Изучить нейрогуморальную регуляцию родов, продолжительность у разных животных и птицы.

**Лактация.** Молочные железы (вымя) начинают функционировать, когда достигнут определенного развития. Они наиболее сильно развиты у коров. После отела наступает период наибольшей активности молочной железы, альвеолы становятся крупными, а количество соединительной ткани в вымени уменьшается. Здесь необходимо вспомнить строение молочной железы.

Лактацией называется процесс образования, накопления и выведения молока из молочной железы. Длительность лактации у животных различная. У коров она длится 10 мес, у буйволиц и коз – 7-8, у овец – 4-6, у свиней – 2, у кобыл – 5-11, у верблюдиц – 16-18 мес, у собак – 6-8 недель, у кошек – 1,5-2 месяца.

После перевода животных на сухостой происходит инволюция вымени: альвеолы вымени уменьшаются в размерах, железистая ткань частично заменяется жировой, часть мелких протоков атрофируется.

Рост и развитие молочной железы регулируются нервной системой и гормонами.

Молоко имеет сложный химический состав. Оно состоит из воды, белка, жира, углеводов, минеральных веществ. У каждого вида животных молоко имеет строго определенный химический состав. Состав молока в пределах одного вида животного может изменяться. На него влияют порода, период лактации, условия кормления и содержания животного, время года и т. д.

Более детально состав молока и молозива, процесс молокообразования, описан на с. 38.

### **Контрольные вопросы**

1. Яичник. Развитие и строение фолликулов. Образование желтого тела. Какие гормоны выделяет яичник?
2. Особенности строения и топография половых органов коровы.
3. Особенности строения и топография половых органов свиньи и кобылы.
4. Строение семенника и придатка. Стадии сперматогенеза.
5. Нейрогуморальная регуляция половых процессов.

## ***Раздел 4. Интегральные системы***

### **4.1. Морфофункциональная характеристика системы крови.**

#### **Сердце. Круги кровообращения.**

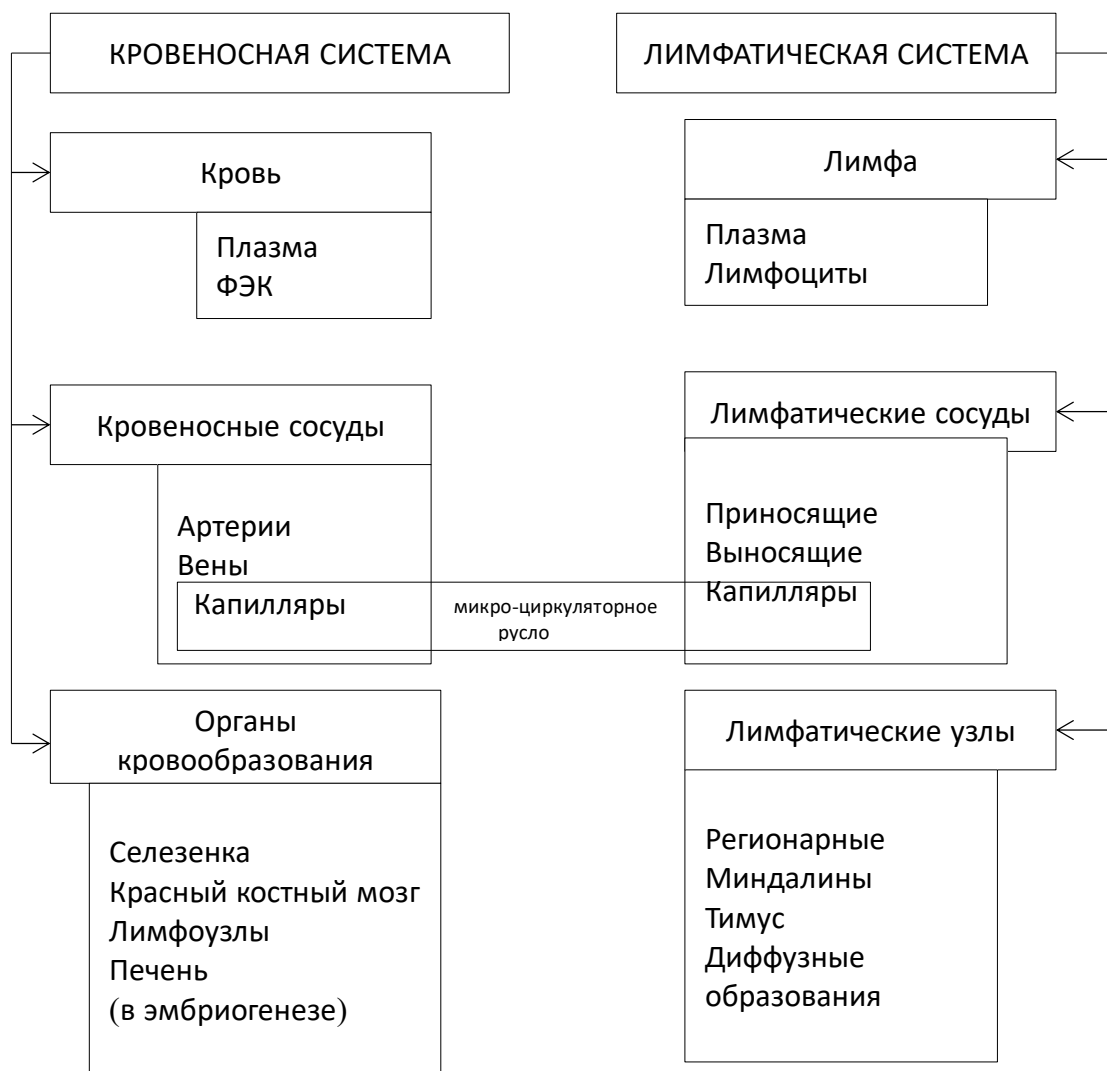
Правильное представление о кровообращении и деятельности сердечно-сосудистой системы в целостном организме животного дал великий ученый И.П.Павлов. Изучая работу сердца, Павлов установил новые взаимоотношения между организмом и внешней средой через нервную систему.

Основная функция сосудистой системы – трофически-транспортная и обслуживает:

- обмен веществ в организме,
- гуморальную регуляцию внутренних процессов,
- терморегуляцию,
- защиту организма.

К органам кровообращения относятся замкнутая кровеносных сосудов с центральным органом — сердцем, кровь, заполняющая эти сосуды, и кроветворные органы (таб.24). Кровеносные сосуды, отводящие кровь от сердца, называют артериями; сосуды, несущие кровь к 0,42%; у коровы — 0,50 %. Мышечные стенки сердца, ритмично сокращаясь, проталкивают кровь в аорту к органам, а при расслаблении присасывают ее из краниальной и каудальной полых вен.

**Таблица 24 - Структура сосудистой системы**



Сердце расположено в средостении, больше в левой половине грудной клетки. Передней границей его служит третье ребро, задней — реберный хрящ пятого ребра. Широкое основание сердца лежит на уровне плечевого сустава; его заостренная верхушка направлена вниз, назад и несколько влево и заканчивается в области пятого реберного хряща. Сердце прослушивается у животных выше и каудальнее левого локтевого бугра, в третьем— четвертом межреберных промежутках, где оно у крупного рогатого скота прикасается к грудной стенке.

На сердце различают левую и правую поверхности, передний край выпуклый и задний край слегка вогнутый. Снаружи сердца проходят левая и правая продольные борозды, которые являются границей между левой и правой его половинами. В каждой половине сердца имеется предсердие —

atrium и желудочек. Наружной границей между ними служит венечная борозда, или желоб.

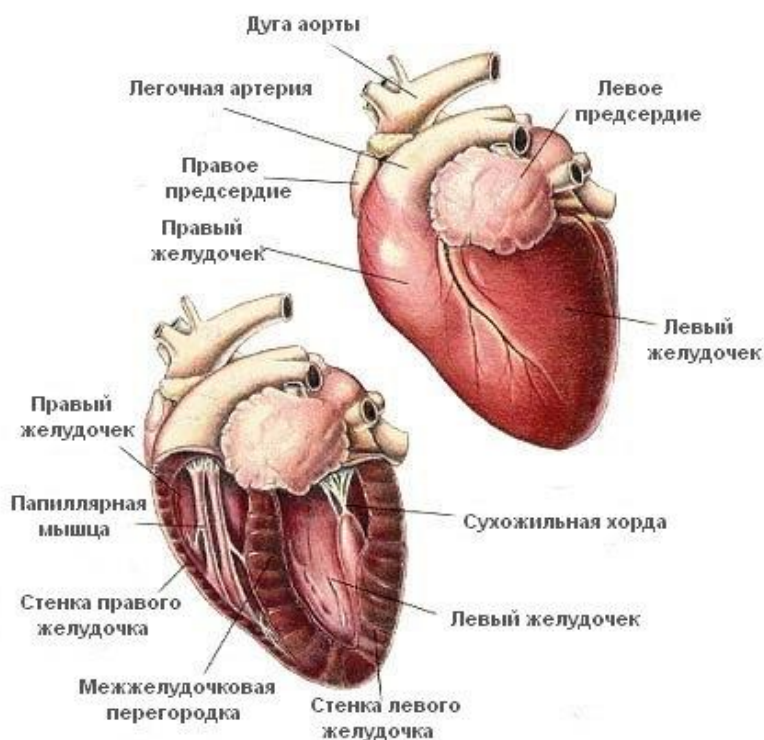
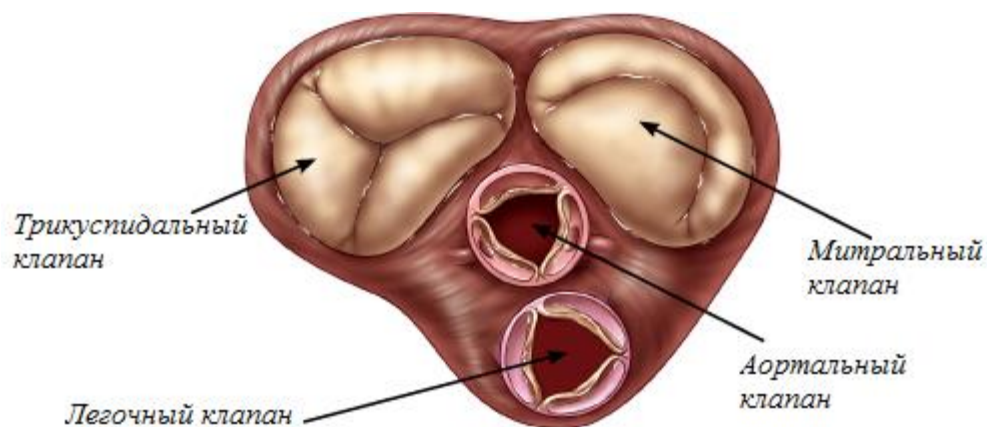


Рисунок 48 – Строение сердца

В сердце различают наружную серозную оболочку — эпикард, средний слой — миокард, состоящий из особой, сердечной, мышечной ткани, и внутреннюю оболочку — эндокард, выстланную эндотелием. Миокард левого желудочка значительно толще, чем правого (у лошади 4—4,5 и 1—1,5 см). Соединительнотканый остов сердца состоит из четырех фиброзных колец. Два из них отделяют мышцы предсердий от мышцы желудочков, третье фиброзное кольцо образует стенку отверстия аорты, а четвертое — стенку легочного ствола. В фиброзном кольце аорты у рогатого скота заложены правая и левая кости сердца, достигающие 3—6 см длины.

Клапаны сердца образованы складками эндокарда, они обуславливают ток крови в одном направлении. Клапанов четыре вида: правый атриовентрикулярный (трехстворчатый), левый атриовентрикулярный (двухстворчатый), клапан легочного ствола и клапан аорты. Отверстие, соединяющее правое предсердие с желудочком (атриовентрикулярное),

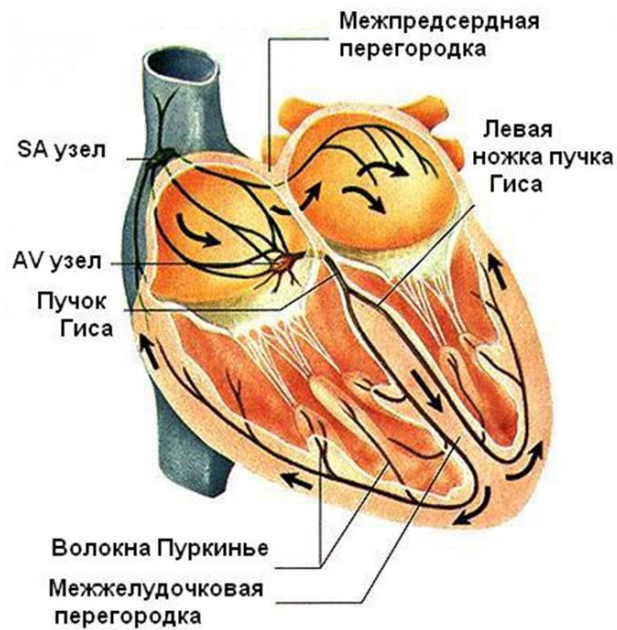
закрывается трехстворчатым клапаном. От створок последнего тянутся сухожильные струны, прикрепляющиеся к сосковым мышцам на стенках желудочка. Струны удерживают клапан от выворачивания в полость предсердия и этим предотвращают обратный ток крови из желудочка в предсердие. Вход в легочный ствол закрыт клапаном легочного ствола, состоящим из трех полулунных створок. Этот клапан предотвращает возвращение крови в желудочек.



**Рисунок 49 – Клапаны сердца**

В левой половине сердца атриовентрикулярное отверстие закрывается двухстворчатым клапаном. Кровь из левого предсердия, пройдя атриовентрикулярное отверстие, поступает в левый желудочек и затем в аорту. Отверстие аорты закрывает клапан аорты, состоящий из трех створок.

Проводящая система и нервы сердца обуславливают последовательное и согласованное сокращение предсердий, а затем желудочков. В проводящей системе различают: синусный и предсердно-желудочковый узлы, атриовентрикулярный пучок и волокна Пуркине (рис.50). Вся эта система состоит из комплекса особых мышечных волокон и нервных клеток. Скопление нервных клеток вблизи синусного узла называется синусным ганглием; он лежит в борозде между правым сердечным ушком и передней полой веной. Нервные клетки, сосредоточенные рядом с предсердно-желудочковым узлом, образуют одноименный ганглий, который находится в перегородке между предсердиями.



**Рисунок 50 – Проводящая система сердца**

Перикард – сердечная сумка, в которой находится сердце. Она прикрепляется к позвоночному столбу сосудами сердца, а связками — к грудной кости и диафрагме. Между эпикардом и перикардом находится полость перикарда.

У высших животных кровь непрерывно движется по замкнутой системе, включающей сердце и кровеносные сосуды.

Кровеносные сосуды. Различают большой и малый (легочный) круги кровообращения, образующие замкнутую систему сосудов, по которой циркулирует кровь. Кроме того, от большого круга кровообращения отходит вставочный круг кровообращения, в центре которого находится воротная вена с печеночными капиллярами.

## СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА ЛОШАДИ

### БОЛЬШОЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

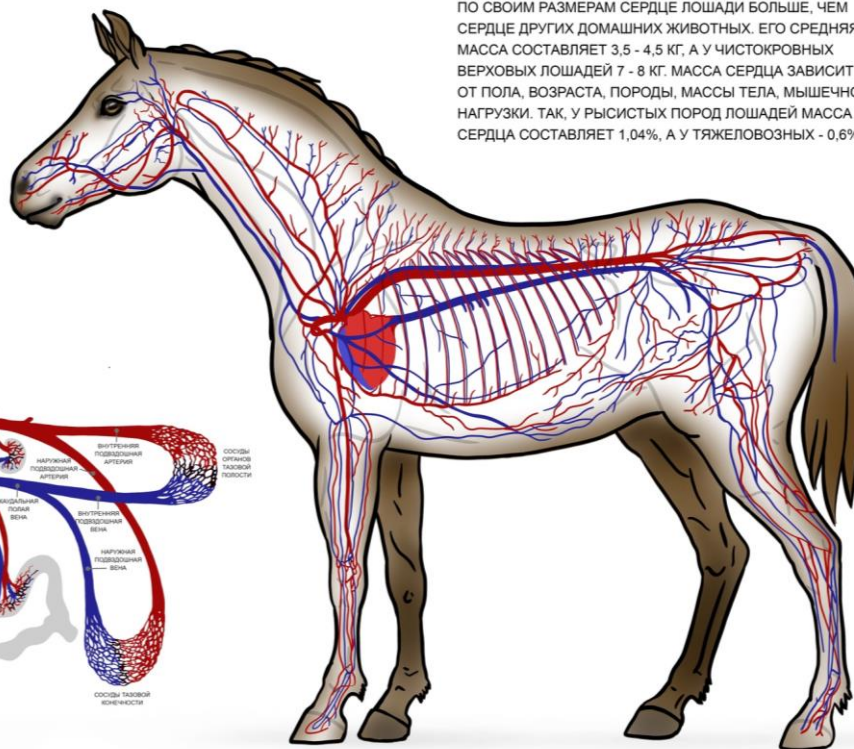
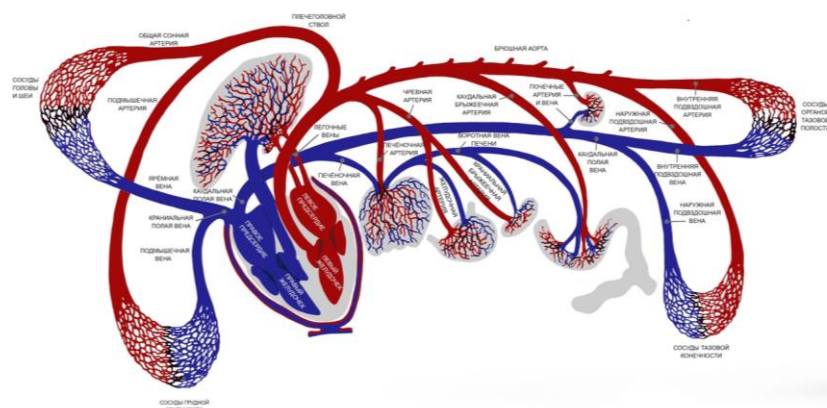
(ИЗ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА В ПРАВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ)  
НАЧИНАЕТСЯ В ЛЕВОМ ЖЕЛУДОЧКЕ > АОРТА. ОТ НЕЕ ПО ПЛЕЧЕГОЛОВНЫМ И КЛЮЧИЧНЫМ АРТЕРИЯМ КРОВЬ ПОСТУПАЕТ К ГОЛОВЕ, ШЕЕ И ГРУДНЫМ КОНЕЧНОСТЯМ, ПО ГРУДНОЙ И БРЮШНОЙ АОРТАМ - К ОСТАЛЬНЫМ ЧАСТЯМ ТЕЛА. ОТ ОРГАНОВ КРОВЬ ПОСТУПАЕТ В КРАНИАЛЬНУЮ И КАУДАЛЬНУЮ ПОЛЫЕ ВЕНЫ, КОТОРЫЕ ВПАДАЮТ В ПРАВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ (ЗАВЕРШЕНИЕ КРУГА).

### МАЛЫЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

(ИЗ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА В ЛЕВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ)  
НАЧИНАЕТСЯ В ПРАВОМ ЖЕЛУДОЧКЕ > СТОЛБ ЛЕГочНЫХ АРТЕРИЙ, КОТОРЫЙ РАЗДЕЛЯЕТСЯ НА ЛЕВУЮ И ПРАВУЮ ЛЕГочНЫЕ АРТЕРИИ > ЛЕГКИЕ, ИЗ ЛЕГКИХ КРОВЬ ПО ЛЕГочНЫМ ВЕНАМ ВОЗВРАЩАЕТСЯ В ЛЕВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ, ЗАТЕМ В ЛЕВЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК, ГДЕ НАЧИНАЕТСЯ БОЛЬШОЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ.

У ЛОШАДИ ВРЕМЯ ПОЛНОГО КРУГООБОРОТА КРОВИ СОСТАВЛЯЕТ 40 СЕКУНД, ПРИЧЕМ 1,5 - 8 СЕКУНД ПРИХОДИТСЯ НА МАЛЫЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ.

ПО СВОИМ РАЗМЕРАМ СЕРДЦЕ ЛОШАДИ БОЛЬШЕ, ЧЕМ СЕРДЦЕ ДРУГИХ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ. ЕГО СРЕДНЯЯ МАССА СОСТАВЛЯЕТ 3,5 - 4,5 КГ, А У ЧИСТОКРОВНЫХ ВЕРХОВЫХ ЛОШАДЕЙ 7 - 8 КГ. МАССА СЕРДЦА ЗАВИСИТ ОТ ПОЛА, ВОЗРАСТА, ПОРОДЫ, МАССЫ ТЕЛА, МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКИ. ТАК, У РЫСИСТЫХ ПОРОД ЛОШАДЕЙ МАССА СЕРДЦА СОСТАВЛЯЕТ 1,04%, А У ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ - 0,6%



У ВЗРОСЛОЙ ЗДОРОВОЙ ЛОШАДИ ЧАСТОТА ПУЛЬСА В 1 МИН. СОСТАВЛЯЕТ 24-42. СРЕДНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ У ЛОШАДЕЙ В ЗАПЯСТНОЙ АРТЕРИИ В ММ РТ. СТ. СОСТАВЛЯЮТ: СИСТОЛИЧЕСКОЕ - 172., ДИАСТОЛИЧЕСКОЕ - 123, ПУЛЬСОВОЕ - 49; В ХВОСТОВОЙ АРТЕРИИ: СИСТОЛИЧЕСКОЕ - 100-120., ДИАСТОЛИЧЕСКОЕ - 35-50, ПУЛЬСОВОЕ - 65-70. СКОРОСТЬ КРОВОТОКА В РАЗНЫХ СОСУДАХ НЕ ОДИНАКОВА. ЛИНЕЙНАЯ СКОРОСТЬ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ МЕНЯЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ РАБОТЫ СЕРДЦА. ТАК, У ЛОШАДИ В СОННОЙ АРТЕРИИ ВО ВРЕМЯ СИСТОЛЫ ОНА РАВНА 52 СМ/С, А ВО ВРЕМЯ ДИАСТОЛЫ - 15 СМ/С; В АОРТЕ В ПЕРИОД СИСТОЛЫ 76 СМ/С.

**Рисунок 51 – Сердечно-сосудистая система лошади**

Большой круг кровообращения состоит из аорты, берущей начало в левом желудочке, артерий, капиллярных сосудов, питающих ткани всех органов, краниальной и каудальной полых вен, несущих кровь в правое предсердие. Малый круг кровообращения состоит из легочного ствола, который затем образует левую и правую легочные артерии, делящиеся на легочные капилляры и легочные вены, несущие кровь, насыщенную кислородом, в левое предсердие (рис.51).

Стенки артерий и вен состоят из трех оболочек: внутренней, средней и наружной. В мелких сосудах эти оболочки постепенно становятся тоньше и в стенке капиллярных сосудов остается лишь один слой эндотелиальных клеток. Внутренняя оболочка — *tunica intima* — всех сосудов выстлана плоскими клетками эндотелия. Средняя оболочка — *tunica media* — состоит в основном из соединительной ткани, среди которой находятся гладкие мышечные волокна. В стенках артерий, находящихся в органах, гладких мышечных волокон больше, чем в аорте и ее крупных ветвях. По этому признаку артерии подразделяют на три типа: эластический (аорта и ее крупные ветви), смешанный и мышечный. Наружная оболочка — *tunica externa* — общая для всех кровеносных сосудов, исключая капиллярные сосуды. Она состоит из рыхлой соединительной ткани, посредством которой сосуды соединены с окружающими органами.

Наблюдается прямая связь между диаметром сосуда и функциональным значением органа, который он питает; сосуды большего диаметра имеются в органах с более напряженной работой.

Особенности кровообращения у плодов связаны с отсутствием легочного дыхания и наличием плацентарного кровообращения. Обе половины сердца у плода начинают работать одновременно, но кровь из легочной артерии идет в аорту по особому сосуду, называемому боталлову протоку, минуя легкие, питание и газообмен плода обеспечивается плацентой. От плода к плаценте кровь идет по двум пупочным артериям. О капиллярной

сети плаценты, кровь, обогащенная кислородом и питательными веществами, возвращается к плоду по пупочной вене к печени.

Лимфатическая система функционально теснейшим образом связана с кровеносной системой. Морфологическая связь осуществляется слиянием основных лимфатических стволов с краниальной полую веной. Функции этой системы многообразны: очистительная, эвакуаторная, барьерная, иммунной защиты, депонирующая кроветворная. Лимфатическая система состоит из лимфы, лимфатических узлов и лимфатических сосудов. Лимфа образуется из тканевой жидкости, выходящей из кровеносных капилляров. Лимфатические капилляры, сливаясь, образуют более крупные приносящие лимфатические сосуды. Последние, сливаясь, образуют два крупных лимфатических протока, впадающих в краниальную полую вену.

### **Контрольные вопросы**

1. Общая характеристика системы органов кровообращения. Состав и функция крови.
2. Строение сердца.
3. Виды клапанов сердца.
4. Какие кровеносные сосуды выходят из сердца?
5. Строение стенки кровеносных сосудов.
6. Круги кровообращения.

### **1.1. Морфология и физиология эндокринной системы**

В процессе жизнедеятельности каждая клетка организма выделяет специфические продукты, оказывающие регулирующее значение на обмен веществ. Такие секреты называются гормонами, и обеспечивают гуморальную регуляцию обмена веществ. Состав эндокринной системы и топография органов представлены в таб. 25 и рис.52.

#### *Принципы построения желез.*

Это паренхиматозные органы. Они лишены выводных протоков, в отличие от желез внешней секреции.

Таблица 25 – Эндокринная система



Секрет желез внутренней секреции - *гормоны* (греч. *hormao* – двигаю, возбуждаю) биологически активные вещества, поступают непосредственно в кровь и лимфу и оказывают регулирующее влияние на процессы обмена веществ в организме. Они влияют также на рост, дифференцировку, половое созревание и размножение. Железы внутренней имеют небольшие размеры и обильное кровоснабжение с хорошо выраженной капиллярной сетью.

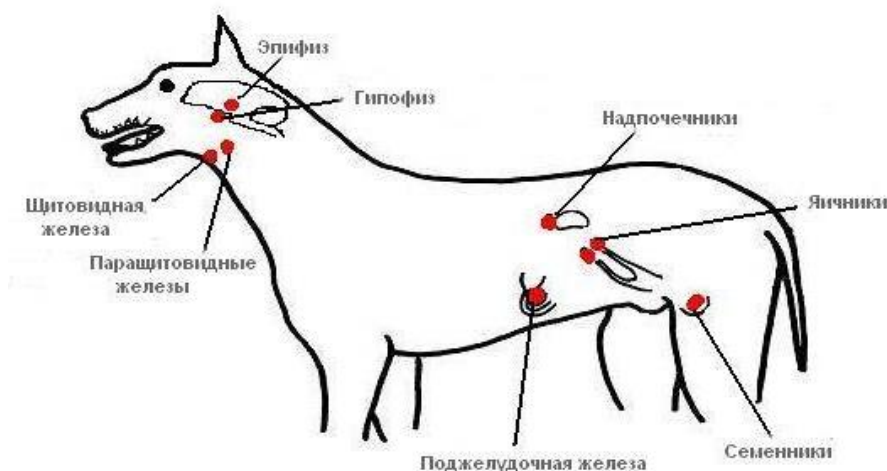
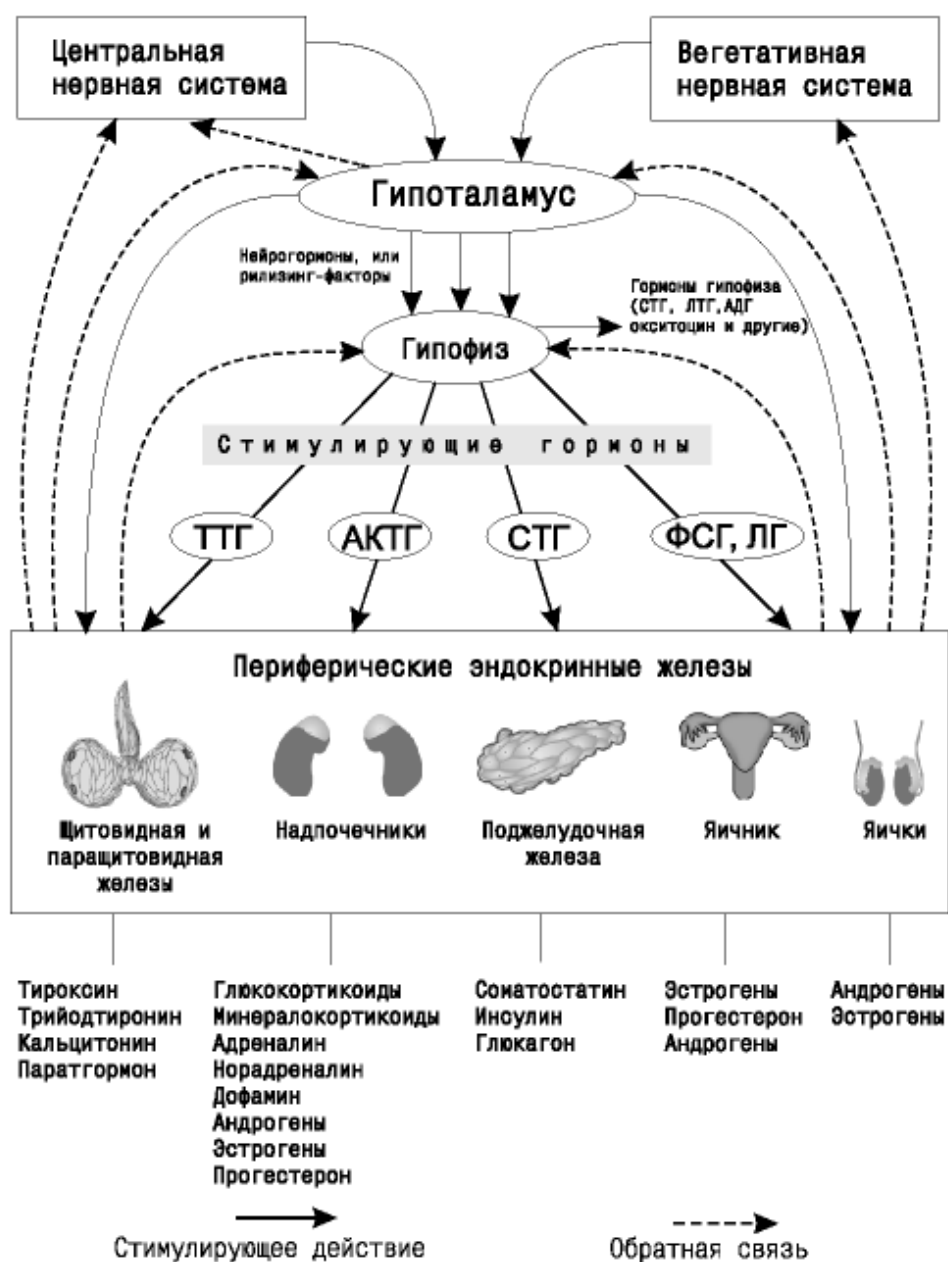


Рисунок 52 – Железы внутренней секреции

Для эндокринных желез характерен мерокриновый тип секреции, т. е. выделение гормонов происходит без разрушения целостности клеток железы. Органы тесно взаимосвязаны с нервной системой, а особенно с вегетативной (как симпатической – за сосуды, так и парасимпатической – железистую часть).

Гормоны переносятся кровью далеко от места их образования и оказывают свое действие на отдаленные органы и ткани (дистантное действие). При этом каждый гормон оказывает влияние на конкретные, чувствительные к нему органы, т. е. органы — мишени. Каждый гормон оказывает регулирующее влияние на определенный процесс и оказывают свое действие в очень малых количествах. Гормоны быстро разрушаются в тканях, поэтому они постоянно вырабатываются в железах внутренней секреции.



**Рисунок 53 - Схема гипоталамо-гипофизарной системы**

На ряд желез внутренней секреции центральная нервная система влияет через гипофиз, функцию которого регулирует гипоталамус. Это, так называемая, гипоталамо-гипофизарная система. Гормоны этой системы оказывают влияние практически на все функции организма. Нарушения их механизма действия (усиленной выработке или уменьшенной секреции) приводит к расстройствам в нарушения в работе половой, выделительной и других системах организма. Здесь нужно проработать и понять работу гипоталамо-гипофизарной системы (рис. 53).

Одним из путей регуляции функции желез внутренней секреции является система обратной связи периферических желез внутренней секреции, гипофиза и гипоталамуса. Система обратной связи состоит в том, что при увеличении количества гормона какой-либо периферической железы происходит торможение образования нейросекретов в гипоталамусе, тройных гормонов в гипофизе, и наоборот.

Гипофиз не парный, яйцевидной формы, лежит в ямке турецкого седла клиновидной кости и соединяется воронкой с промежуточным мозгом. Выделяет комплекс гормонов, влияющих на функции других желез (половых, щитовидной, надпочечной). В гипофизе различают переднюю, промежуточную и заднюю доли.

Передняя доля — аденогипофиз — состоит из трех видов эпителиальных клеток: ацидофильных, базофильных и хромофобных (слабо окрашивающихся клеток). Среди ацидофильных клеток находятся клетки, вырабатывающие соматотропный гормон, усиливающий рост тела животного, а также лактотропный гормон, регулирующий развитие желтого тела и секреторной функции молочной железы. Клетки аденогипофиза располагаются в виде тяжей и островков, между которыми находятся густые сети широких кровеносных капиллярных сосудов. Близко от них находятся крупные базофильные клетки овальной формы, образующие тиреотропный гормон, усиливающий, функцию щитовидной железы. Более мелкие базофильные клетки вырабатывают гонадотропные гормоны,

стимулирующие функцию яичника и семенника. Хромофобные клетки представляют собой описанные уже клетки, которые выделили гормон.

Промежуточная доля содержит эпителиальные клетки, между которыми находятся фолликулы, заполненные коллоидом. Клетки этой доли выделяют гормон интермедии, оказывающий влияние на образование пигмента в клетках.

Задняя доля — нейрогипофиз — построена из нейроглин. Среди отростков этих клеток (питуицитов) располагаются пучки нервных волокон, тела которых находятся в гипоталамусе. Они относятся к нейросекреторным нейронам, вырабатывающих нейросекрет. В его составе находится гормон вазопрессин, повышающий тонус кровеносных сосудов и гормон окситоцин, под влиянием которого сокращается миоэпителий молочных желез и осуществляется молокоотдача, а также сокращается матка. Гормоны, образованные в нейронах гипоталамуса, по нервным волокнам стекают в нейрогипофиз, откуда и поступают в кровеносную систему.

Эпифиз, или шишковидная железа, конической формы, напоминающей еловую шишку; плотный, небольшой величины орган, длиной до 1 см и массой менее 0,5 г. Основную функцию эпифиза выполняют глиальные клетки двух видов. Одни из них крупные железистые с отростками — пинеалоциты выделяют ряд гормонов (мелатонин и др.). Эпифиз выделяет также серотонин, гистамин и К-фактор.

Щитовидная железа лежит каудальнее щитовидного хряща гортани, по бокам двух первых хрящей трахеи; железа состоит из двух долей и перешейка. Под микроскопом можно увидеть, что железа состоит из отдельных пузырьков, или фолликулов, находящихся между тонкими прослойками соединительной ткани. Стенка фолликула состоит из однослойного эпителия (тиреоцитов). В полости фолликулов находится коллоид, содержащий гормоны. К ним относятся тироксин и трийодтиронин, поддерживающие основной обмен в организме. Между фолликулами находятся межфолликулярные островки, клетки, которые выделяют

тиреокальцитонин — гормон, участвующий в обмене кальция и стимулирующий его отложение в костях.

Паращитовидные железы овальные, желто-коричневого цвета диаметром (у коров) около 1 см. Обычно бывает две пары самостоятельных желез внутренние и наружные. Гормон этих желез — паратгормон — регулирует фосфорно-кальциевый обмен в организме. Удаление желез приводит к гибели животных.

Надпочечные железы парные органы, находятся краниомедиальнее почек. Этот орган неоднородный, в нем различают корковое и мозговое вещества, объединенные общей капсулой. Корковое вещество состоит из рядов эпителиальных клеток, которые образуют три зоны: 1) клубочковую (наружную); 2) пучковую (среднюю) и 3) сетчатую (внутреннюю). Между рядами железистых эпителиальных клеток коркового вещества, отделяя их друг от друга, проходят капиллярные кровеносные сосуды, с помощью которых выводятся гормоны. В пучковой зоне коркового вещества выделяются гормоны — кортизон и гидрокортизон. Клетки сетчатой зоны образуют половые гормоны — андрогены и эстрогены. Удаление коры надпочечников приводит к гибели животного. Мозговое вещество состоит из хромоаффиных клеток, сильно красящихся хромовыми солями. Они выделяют два гормона: адреналин и норадреналин.

Поджелудочная железа является секреторной и инкреторной железой, панкреотические островки выделяют гормоны — глюкагон и инсулин.

Яичники и семенники, кроме репродуктивной, выполняют инкреторную функцию, вырабатывая половые гормоны. В яичнике образуются гормоны — эстрогены. Кроме того, в нем бывает временная железа внутренней секреции — желтое тело, которое состоит из лютеоцитов, развивающихся из фолликулярных клеток; оно выделяет гормон прогестерон. У оплодотворенных животных желтое тело функционирует почти весь период беременности. После родов оно рассасывается и замещается соединительнотканью рубцом.

Семенники имеют в соединительнотканной строме крупные железистые клетки — интерстициальные, вырабатывающие мужской половой гормон тестостерон.

### Контрольные вопросы.

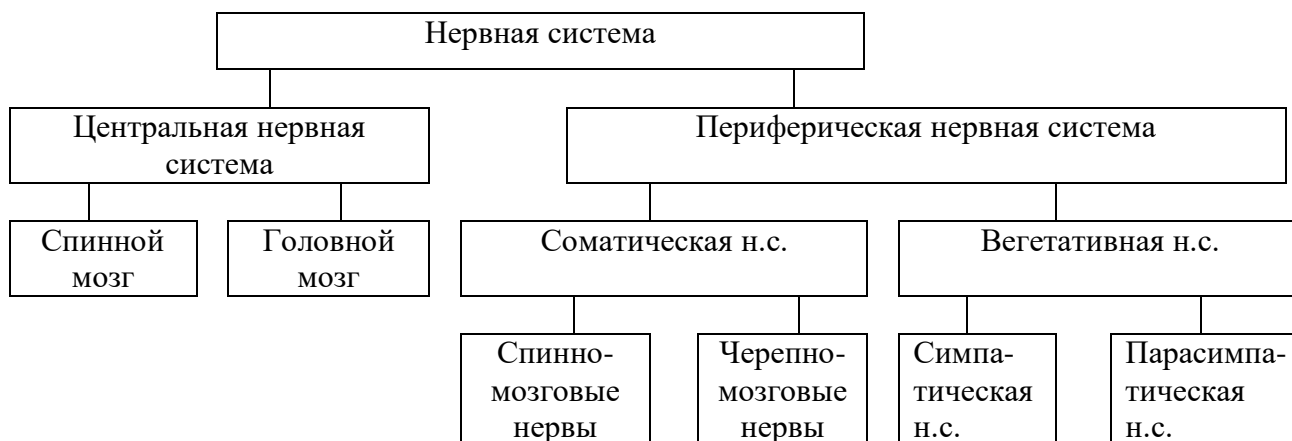
1. Чем отличаются железы внутренней секреции от секреторных желез?
2. Какие железы внутренней секреции относятся к половым?
3. Укажите, какие секреторные железы обладают эндокринной функцией?
4. Как построено желтое тело яичника и какой выделяет оно гормон?

## 4.2. Морфология и физиология нервной системы и анализаторов

### 4.2.1. Нервная система

При изучении нервной системы нужно вспомнить строение нервной клетки – нейрона и нервной ткани. Общее строение нервной системы показано в таб.26.

Таблица 26 - Структура нервной системы



Функционально периферическая нервная система состоит из соматической, симпатической и парасимпатической (таб 27).

Таблица 27 - Структура нервной системы (функционально)

Соматическая (произвольная)	Висцеральная (парасимпатическая)	Сосудистая (симпатическая)
--------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------

Действует на скелетную мускулатуру и органы чувств	Действует на мышечные элементы и железы внутренних органов	Действует на ССС, обслуживающую обмен веществ во всех органах
--	--	---

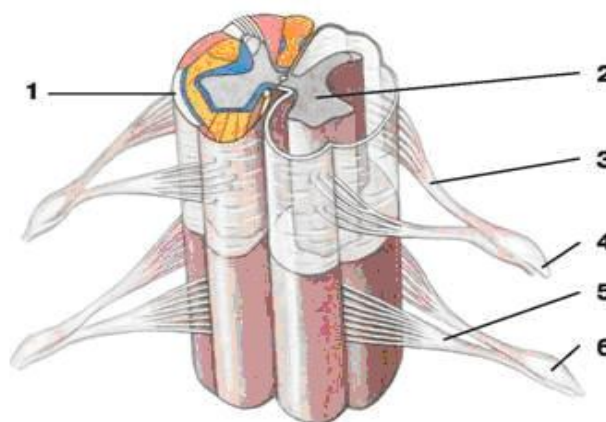
В спинном мозге находятся центры многих рефлексов. В шейном отделе лежат центры диафрагмальных нервов, нарушение этих центров приводит к расстройству дыхания. В грудной части спинного мозга находятся центры мышц передних конечностей, туловища; в поясничной области — центры мышц задних конечностей. В спинном мозге имеются центры симпатических и парасимпатических нервов: симпатических — в грудно-поясничной, парасимпатических — в крестцовой частях. Все центры спинного мозга находятся под контролем центров головного мозга.

Важной функцией спинного мозга является проведение импульсов. Проводящие пути его подразделяются на восходящие и нисходящие. Импульсы от рецепторов кожи, мышц, органов, кровеносных сосудов, по восходящим путям проводятся в продолговатый, средний, промежуточный мозг и мозжечок. От промежуточного мозга по специальным нейронам импульсы поступают в кору больших полушарий. Нисходящие пути проводят импульсы от пирамидных клеток двигательной области коры больших полушарий к эфферентным нейронам спинного мозга. Как восходящие, так и нисходящие пути перекрещиваются, часть из них — в продолговатом, а часть — в спинном мозге. Поэтому правая половина головного мозга получает импульсы от рецепторов левой стороны тела, а левая — от правой стороны. Импульсы от двигательных центров коры правого полушария головного мозга поступают на левую сторону тела, и наоборот.

Спинной мозг длинный белый тяж внутри позвоночного канала. Он начинается от продолговатого мозга и оканчивается в крестцовом канале мозговым конусом. Последний вместе с пучками нервных волокон и концевой нитью формирует конский хвост.

Спинной мозг подразделяется на отделы, соответствующие отделам позвоночного столба. В центре спинного мозга находится центральный

канал, который заполнен спинно-мозговой жидкостью и окружен серым веществом спинного мозга, имеющим на поперечном разрезе форму летящей бабочки (рис. 54).



**Рисунок 54 – Строение спинного мозга**

**1 - оболочки спинного мозга, 2 - серое вещество, 3 - дорсальный корешок, 4 - спинномозговой нерв, 5 - вентральный корешок, 6 - нервный узел**

Серое вещество имеет отростки — рога: дорсальные, вентральные и боковые, которые по всей длине спинного мозга формируют столбы. В дорсальных столбах находятся чувствительные нейроны, в вентральных — двигательные, а в боковых — двигательные и сосудистые. Кроме того, в сером веществе находятся вставочные нейроны, передающие нервные импульсы от чувствительных нейронов к двигательным,

Белое вещество спинного мозга расположено на его периферии и состоит из отростков нейронов, составляющих канатики: дорсальные, вентральные и боковые.

Спинной и головной мозги окружены оболочками. Различают три мозговые оболочки: твердую, паутинную и мягкую, между которыми имеются небольшие пространства, заполненные около мозговой жидкостью или соединительной тканью.

Основной формой деятельности центральной нервной системы является рефлекс (ответная реакция организма на раздражение рецепторов). Рефлекс осуществляется в результате того, что возбуждение проходит по определенному пути — рефлекторной дуге (путь от восприятия раздражения

до передачи возбуждения на исполнительный орган). Рефлекторная дуга (простая) включает три нейрона:

- 1) чувствительный нейрон;
- 2) вставочный нейрон, залегающий в ЦНС;
- 3) двигательный нейрон.

В организме рефлекторную дугу образует множество нейронов, расположенных как в спинном мозге, так и в различных отделах головного мозга, включая и кору больших полушарий.

В связи с усложнением функций и строения серое вещество головного мозга, в отличие от спинного, распадается на ряд парных участков – ядра серого вещества. В полушариях головного мозга и мозжечке нервные клетки располагаются над белым веществом, образуя вторичную кору – высшие центры нервной деятельности (таб 28).

Таблица 28 - Отделы головного мозга

## ГОЛОВНОЙ МОЗГ

### Большой мозг

### Ромбовидный мозг

#### 1. Конечный мозг

##### *обонятельный мозг*

- луковицы
- тракты
- треугольники
- грушевидные дольки
- аммоновы рога или гиппокамп

##### *плащ*

- кора (cortex cerebri)
- подкорка

#### 2. Промежуточный мозг

- зрительные бугры (таламус)
- надбугорье (эпиталамус)
- подбугорье (гипоталамус)
- околобугорье (метеламус)

#### 3. Средний мозг

- четверохолмие
- чепец
- ножки большого мозга

#### 1. Задний мозг

- мозжечок
- мост

#### 2. Продолговатый мозг

Продолговатый мозг содержит жизненно важные рефлекторные центры. Здесь расположены центры: сердечно-сосудистой деятельности, дыхания, пищеварения (глотания, сосания, жевания, слюноотделения, отделения пищеварительных соков, отрыгивания жвачки), рвоты, мигания, слезоточения.

Средний мозг состоит из четверохолмия, ножек мозга с красным ядром и черной субстанцией. В передних буграх четверохолмия находятся центры зрительных ориентировочных рефлексов, в задних буграх — слуховые ориентировочные рефлексы. При их участии осуществляется поворот головы в сторону зрительных, поворот ушей и головы - в сторону звуковых раздражителей. Красное ядро регулирует тонус мышц, черная субстанция участвует в регуляции движений.

Мозжечок участвует в регуляции мышечного тонуса, координации движений. К нему идут импульсы от спинного и продолговатого мозга, из четверохолмия, от зрительных, слуховых и тактильных рецепторов. Получая информацию о состоянии двигательного аппарата, мозжечок оказывает влияние на красное ядро и ретикулярную формацию, которые непосредственно регулируют мышечный тонус. Мозжечок через таламус связан с корой больших полушарий и регулирует состояние активности двигательных центров коры. Но на функцию мозжечка влияет и кора больших полушарий. Мозжечок участвует в регуляции произвольных движений, осуществляемых под влиянием коры. Он выступает в роли помощника коры при выполнении сложнокоординированных двигательных актов.

Промежуточный мозг состоит из таламуса, гипоталамуса и эпифаламуса.

Таламус (зрительные бугры) является самой большой частью промежуточного мозга. Большое число нервных путей связывают таламус со всеми отделами головного и спинного мозга. Через таламус проходят все афферентные импульсы (за исключением обонятельных), направляющиеся в

кору больших полушарий. В таламусе происходит первоначальный анализ и синтез афферентных импульсов.

Гипоталамус (подбугорье) связан со всеми отделами центральной нервной системы. В нем находятся высшие центры вегетативной нервной системы, центры, регулирующие все виды обмена веществ: белкового, липидного, углеводного, водно-солевого, имеются центры терморегуляции. Гипоталамус находится в тесной морфологической и функциональной связи с гипофизом, образуя гипоталамо-гипофизарную систему. Между гипоталамусом и передней долей гипофиза имеется общая система кровообращения. В ядрах гипоталамуса образуются нейросекреты, которые по аксонам нейросекреторных клеток поступают в кровеносные сосуды и кровью приносятся в переднюю и среднюю доли гипофиза. Гипоталамус через гипофиз влияет на функцию почти всех желез внутренней секреции. Он принимает участие в эмоциональных и поведенческих реакциях животных. Многообразные функции гипоталамуса регулирует кора больших полушарий головного мозга.

В эпителиальном таламусе находится железа внутренней секреции — эпифиз.

Базальные, или подкорковые, ядра представляют скопление клеток, расположенных в толще белого вещества больших полушарий головного мозга. К ним относят полосатое тело и бледное ядро. Они участвуют в регуляции движений, в проявлении инстинктов— врожденных форм поведения животных. В основе инстинктов лежат сложнейшие безусловные рефлексы, центры которых расположены в полосатом теле и ядрах промежуточного мозга. В процессе жизни животных на сложнейшие безусловные рефлексы наслаиваются условные рефлексы.

Ретикулярная формация. В центральной нервной системе имеются скопления крупных нервных клеток, окруженных многочисленными волокнами, идущими в различных направлениях и образующими подобие сети. Образования ретикулярной формации располагаются в промежуточном, среднем и продолговатом мозге, а также в шейной части

спинного мозга. Нейроны ретикулярной формации получают импульсы от всех рецепторов по коллатералиям различных афферентных путей и постоянно находятся в активном состоянии. Они очень чувствительны к различным химическим веществам — гормонам и продуктам обмена веществ. Ретикулярная формация получает также импульсы от коры больших полушарий. Ретикулярная формация имеет большое значение в регуляции возбудимости и тонуса всех отделов центральной нервной системы. Она состоит из нисходящего и восходящего отделов. Нисходящий отдел оказывает как активирующее, так и тормозящее влияние на рефлекторную деятельность спинного мозга. Этот отдел влияет также на функцию внутренних органов, изменяя деятельность вегетативной нервной системы. Восходящий отдел оказывает активирующее влияние на кору больших полушарий. Он влияет на процессы возбуждения и торможения, на сон и бодрствование, на образование условных рефлексов. С ретикулярной формацией связано проявление различных эмоций (ярость, страх, удовольствие и т.д.).

Лимбическая система представлена нервными структурами - поясная извилина, гиппокамп, миндалевидное ядро, зубчатая фасция, свод и т.д. Лимбическая система принимает участие в регуляции процессов обмена веществ, эндокринных функций, способствует поддержанию гомеостаза, влияет на сердечно-сосудистую систему, дыхание, функцию желудочно-кишечного тракта. В лимбической системе, гипоталамусе и ретикулярной формации расположены центры, управляющие эмоциями (ярость, страх, тоска, удовлетворение, радость, успокоение и т.д.). С лимбической системой связано пищевое и половое поведение животных. Имеются данные, что поражения гиппокампа и других структур лимбической системы вызывают нарушения памяти.

*Вегетативный отдел* нервной системы участвует в регуляции деятельности внутренних органов (кровообращения, пищеварения,

мочеполовой системы и т.д.) и обмена веществ. Вегетативные волокна очень тонкие, менее возбудимы, возбуждение по ним распространяется медленно.

Высшие центры вегетативной нервной системы расположены в гипоталамусе и полосатом теле.

*Симпатическая нервная система.* Центры симпатической нервной системы лежат в грудных и поясничных отделах спинного мозга. Раздражение симпатической нервной системы вызывает: учащение и усиление сокращений сердца, сужение всех периферических кровеносных сосудов и внутренних органов (сосуды сердца и мозга расширяются), торможение моторики и секреции желудочно-кишечного тракта, усиливает процесс диссимиляции, повышает выделение адреналина надпочечниками, расширяет зрачки. Можно сказать, что симпатическая нервная система мобилизует организм к активной деятельности.

*Парасимпатическая нервная система.* Центры парасимпатической нервной системы находятся в среднем и продолговатом мозге, в крестцовом отделе спинного мозга. При раздражении парасимпатических нервов тормозится работа сердца, усиливается секреция и моторика желудочно-кишечного тракта, увеличивается диурез, суживаются зрачки, повышается ассимиляция и т. д. В отличие от симпатической, парасимпатическая работает как бы на восстановление потраченных ресурсов.

Функции симпатической и парасимпатической нервной системы не являются антагонистическими, хотя их влияние и противоположно. Оба отдела обеспечивают поддержание постоянства внутренней среды организма.

Деятельность вегетативной нервной системы регулируют кора больших полушарий, ретикулярная формация, гипоталамус и мозжечок.

### **Контрольные вопросы**

1. Общая характеристика нервной системы.
2. Что такое рефлекс, рефлекторная?
3. Строение спинного мозга.
4. Какие оболочки окружают спинной и головной мозг?

5. Значение мозжечка.
6. Функции промежуточного мозга.

#### 4.2.2. Анализаторы

Анализатор по Павлову - сложный нервный механизм, начинающийся наружным воспринимающим аппаратом и заканчивающийся в мозге.

Анализатор состоит из 3-х звеньев:

1. Рецептор со вспомогательными органами,
3. Проводящие пути,
4. Подкорковые и корковые центры, соединенные центральными проводящими путями.

Рецепторы специализированы для восприятия определенного раздражителя. Проводниковая часть передает возбуждение от рецепторов в кору больших полушарий – центр анализатора, здесь происходит тончайший анализ поступившего возбуждения, которое воспринимается как ощущение. Разобрать общие свойства анализаторов.

Зрительный анализатор воспринимает форму, цвет, размеры, перемещение предметов. Состоит из:

1. Рецептор со вспомогательными органами,
2. Проводящие пути - II пара черепно-мозговых нервов,
5. Подкорковые и корковые центры ГМ.

Таблица 29 - Строение глаза



Состоит из органа зрения (глаз с рецепторами сетчатки), проводящих путей, подкорковых и корковых центров. Орган зрения представлен глазом.

Изучить строение глаза (таб. 29), его оптическую и фоторецепторную части, разобрать их функции, вспомогательные и защитные органы зрения.

Статоакустический анализатор воспринимает звуковые колебания и положение тела в пространстве. Состоит из:

1. Рецептор - преддверно-улитковый орган,
2. Проводящие пути – VIII пара черепно-мозговых нервов,
3. Центры - подкорковые центры и кора ГМ.

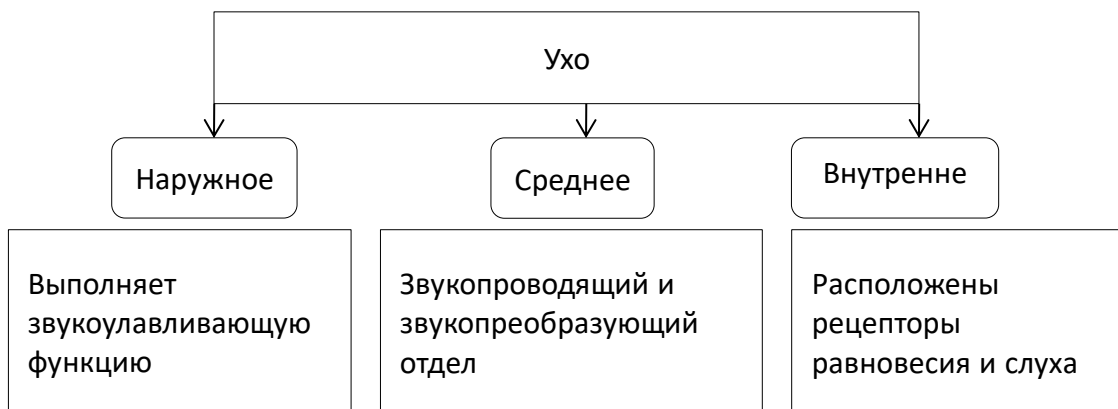
Орган слуха морфологически объединен с органом равновесия.

Изучить строение уха (таб 17), функции его отделов.

Вкусовой анализатор проводит анализ принимаемого корма и воды (4 вкуса). Состоит из:

1. Рецептор – вкусовые сосочки языка,
2. Проводящие пути – VII пара и IX пара черепно-мозговых нервов,
3. Центры - подкорковые центры и кора ГМ.

**Таблица 30 - Строение уха**



Вкусовые сосочки, расположенные на языке, содержат вкусовые клетки и являются рецепторами анализатора. Вспомнить строение языка. Значение органа вкуса для животных.

Орган обоняния воспринимает запахи из окружающей среды. Состоит из:

1. Рецептор – обонятельный эпителий слизистой оболочки носовой полости,

2. Проводящие пути – I пара черепно-мозговых нервов,

3. Центры - подкорковые центры и кора ГМ.

Вспомнить строение носовой полости, четыре носовых хода.

Рассмотреть механизм восприятия запахов.

Осязательный анализатор – сложный комплекс воспринимающих приборов с огромным количеством рецепторов, воспринимающих различные раздражения из окружающей среды (холод, тепло, прикосновение, давление).

Состоит из:

1. Рецептор – кожный покров,

2. Проводящие пути – черепно-мозговые и спинно-мозговые нервы,

3. Центры - СМ и ГМ.

Вспомнить строение кожи, слои кожи. Рассмотреть виды, кожной чувствительности.

Висцеральные анализаторы воспринимают раздражения, идущие от внутренних органов – болевые, тактильные, термические. Рецепторами и проводящими отделами этого анализатора являются нервы вегетативной нервной системы.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое анализатор?

2. Строение глаза.

3. Строение уха.

## **4.2.4. Обмен веществ и терморегуляция**

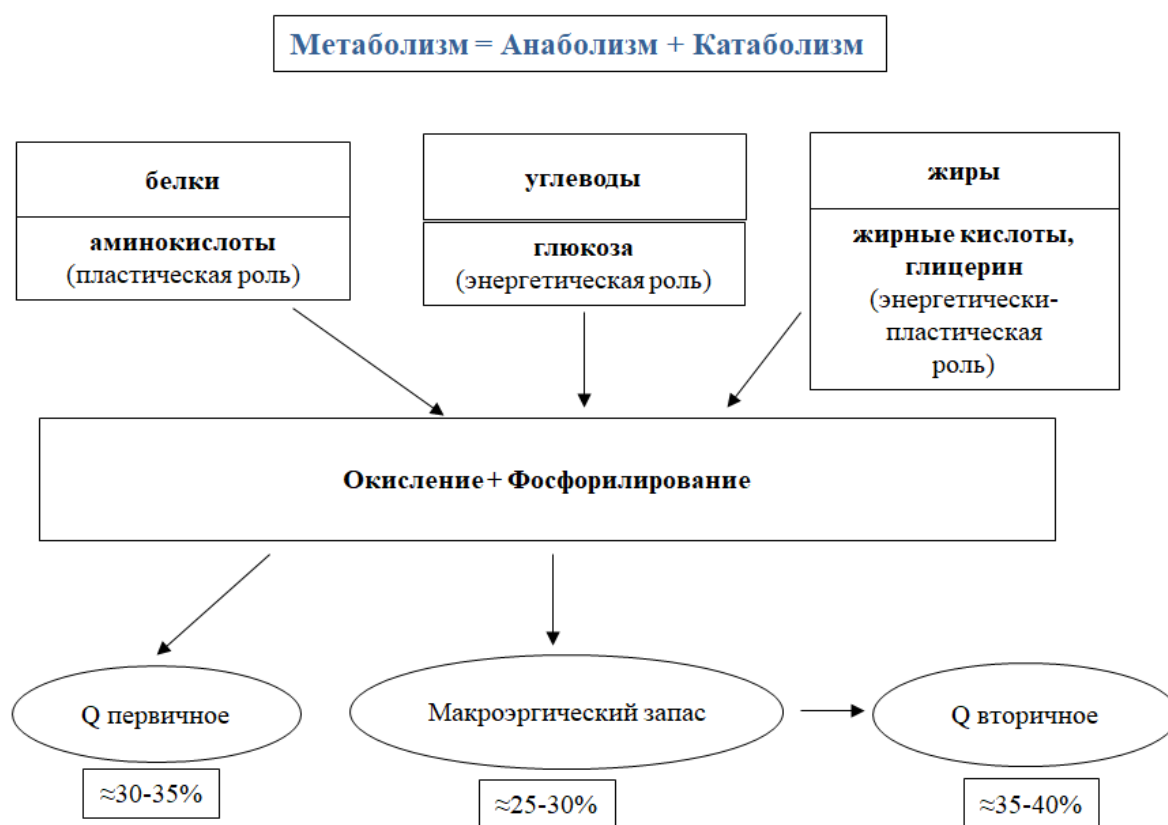
Основой жизни животных является обмен веществ и энергии, который протекает в клетках и тканях в виде синтеза и распада сложных высокомолекулярных соединений. Обмен веществ состоит из двух процессов – ассимиляции и диссимиляции.

Ассимиляция – это процесс усвоения организмом питательных веществ, поступающих из внешней среды. Питательные вещества при участии различных ферментов превращаются в составные части организма.

Они обеспечивают восстановление и рост клеток, тканей и органов, образование гормонов и ферментов.

Диссимиляция – это процесс распада сложных органических веществ на более простые химические соединения. При диссимиляции разрушаются отжившие клетки и ткани. Во время диссимиляции освобождается энергия, за счет которой протекает ассимиляция.

Ассимиляция и диссимиляция это противоположные, но в то же время неразрывно связаны между процессы, которые и составляют обмен веществ и энергии.



**Рисунок 55 – Обмен веществ**

Обмен веществ включает 3 этапа:

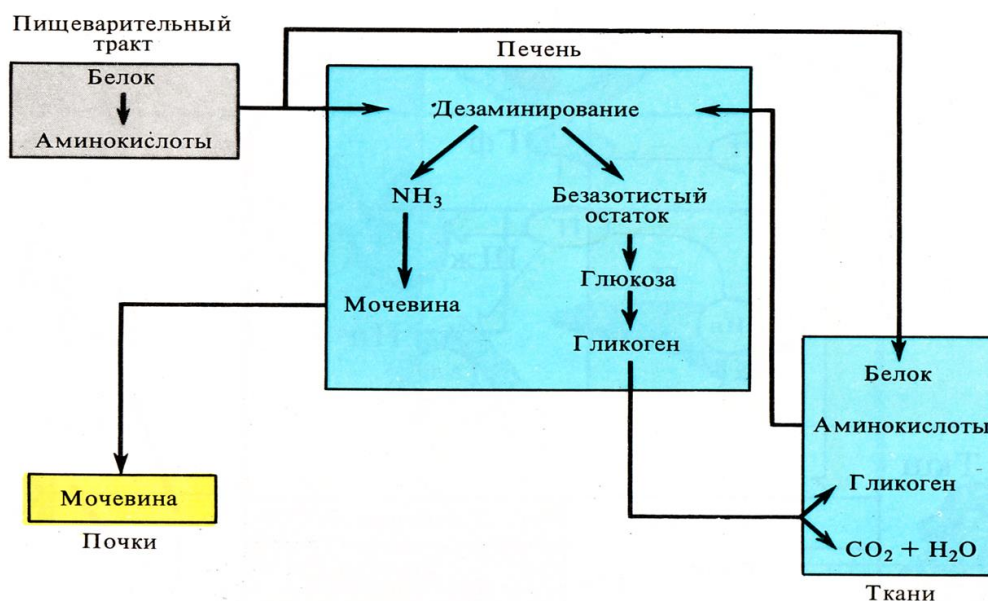
- поступление веществ в ткани и клетки;
- использование этих веществ клетками;
- выведение конечных продуктов обмена.

В организме постоянно протекают белковый, углеводный, жировой, водный, солевой, обмен. Поступившие в организм питательные вещества,

служат строительным материалом для восстановления разрушающихся клеток и источником энергии.

**Обмен белков.** Белки - сложные высокомолекулярные органические соединения, построенные из аминокислот. В пищеварительном тракте белки расщепляются до аминокислот; они лишены специфических свойств белков. Из аминокислот, принесенных кровью к клеткам, синтезируются белки, свойственные данному животному.

Аминокислоты, подразделяются на заменимые, т.е. способны синтезироваться в организме из других аминокислот и незаменимые - не синтезируются в организме и должны поступать с кормом. При их отсутствии в корме, в организме нарушается обмен веществ, синтез белков, некоторых гормонов и т.д. Белки корма, содержащие все незаменимые аминокислоты, называются полноценными. К ним относятся животные белки (молоко, мясо, яйца). В большинстве растительных белков (рожь, пшеница, овес, кукуруза, горох) некоторые незаменимые кислоты отсутствуют или находятся в очень малом количестве. Такие белки не обеспечивают всех потребностей животного организма, и они называются неполноценными.



**Рисунок 56 – Обмен белков**

В организме аминокислоты подвергаются биотрансформации. Из них могут синтезируются уже собственные белки организма и/или образуются

недостающие ему аминокислоты. Эти процессы идут преимущественно в печени, мышцах, почках. Безазотистый остаток аминокислоты распадается на углекислый газ и воду. При этом освобождается энергия, которая используется организмом.

Конечными продуктами распада белка являются аммиак ( $\text{NH}_3$ ), мочевиная кислота и азотсодержащие вещества — креатин, креатинин и др. Поскольку аммиак токсичен для организма, он в печени дезаминируется и превращается в нетоксичную мочевины, которая в составе мочи выводится из организма.

Обмен углеводов. Углеводы это основной источник энергии в организме, при окислении 1 г углеводов выделяется 4,1 ккал тепла. Некоторые углеводы, соединяясь с белками и липидами, образуют структурные компоненты клеток, обеспечивают тургор кожи и упругость тканей. Углеводы содержатся в растительных кормах в виде полисахаридов (глюкоза, фруктоза). Углеводы всасываются из кишечника в виде глюкозы. Она расходуется в организме для энергетических целей, откладывается в печени и мышцах в форме гликогена, а в жировых депо превращается в жир. Гликоген и жир являются запасным энергетическим материалом.

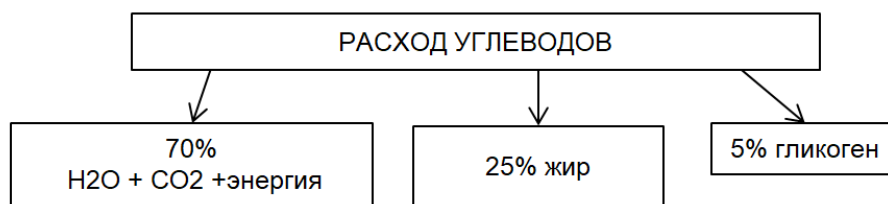
Уменьшение содержания глюкозы в крови ниже нормы называется гипогликемией, а увеличение — гипергликемией. При гипогликемии появляется мышечная слабость, понижается температура тела, нарушается деятельность центральной нервной системы, возникают судороги.

Расщепление углеводов в организме с освобождением энергии может происходить как без участия кислорода (анаэробное расщепление), так и с его участием (аэробное расщепление). При анаэробном расщеплении углеводов образуется молочная кислота, которая затем при участии кислорода окисляется до воды и углекислого газа либо снова превращается в гликоген. Важнейшим процессом окисления углеводов в тканях животных является их аэробное расщепление, при котором конечными продуктами являются углекислый газ и вода. При этом полностью освобождается заключенная в углеводах энергия, которая в основном накапливается в АТФ

(аденозинтрифосфорной кислоте).

Важную роль в обмене углеводов выполняет печень. Основная часть всосавшихся в пищеварительном тракте углеводов через воротную вену поступает в печень, где из глюкозы образуется гликоген, который откладывается про запас. При недостаточном поступлении или усиленном использовании глюкозы тканями расходуется гликоген в печени, который распадается в ней до глюкозы. Расход углеводов в таю.31.

**Таблица 31 – Особенности расхода углеводов**



Обмен липидов. Жиры имеют важное значение для организма. Жиры являются структурными компонентами клеток, богатые источники энергии, регулируют тепловой баланс (плохой проводник тепла, жировой слой ограничивает теплоотдачу), защищают от механических повреждений, источник воды в организме. Жиры в организме сельскохозяйственных животных составляют 10-20 % живой массы, а при откорме -30 % и более.

Жиры в организме могут образовываться из углеводов и белков. Однако жиры корма нельзя заменять полностью углеводами и белками, так как такие жирные кислоты, как линолевая, линоленовая и арахидоновая, в организме не синтезируются. При их недостатке у животных нарушается половая функция, снижается эластичность стенок кровеносных сосудов, нарушается обмен жиров. Поэтому они должны входить в состав корма для всех животных.

Жиры расщепляются в кишечнике на глицерин и жирные кислоты, которые при всасывании образуют в стенке кишечника жир, но свойственный данному животному. Этот жир всасывается в лимфу и частично в кровь и транспортируется в ткани, где используется в качестве энергетического материала. Однако основная часть жира откладывается в жировых депо: в

подкожной клетчатке, сальнике органов брюшной полости и в других органах, образуя жировой запас организма. Жир, отложенный в депо, непрерывно обновляется. Он расходуется на энергетические нужды организма и заменяется другим, поступающим с кормом и образующимся из углеводов и белков.

В клетках организма жиры под действием клеточных ферментов — липаз - расщепляются на глицерин и жирные кислоты. Под действием множества ферментов и с участием АТФ они подвергаются сложным превращениям с образованием воды, углекислого газа и выделением энергии. При окислении жирных кислот в качестве нормальных продуктов обмена образуется небольшое количество кетоновых тел (бетаоксимасляная и ацетоуксусная кислоты, ацетон), которые используются организмом и частично выводятся с мочой. При нарушении жирового обмена, особенно улактрирующих коров, кетоновых тел образуется много и у них развивается тяжелое заболевание — кетоз.

Жировой обмен тесно связан с углеводным и белковым обменом. В организме жир может синтезироваться не только из жиров корма, но и из углеводов и белков. Образовавшийся при распаде жира глицерин поступает в печень, где превращается в гликоген и используется в обмене углеводов.

У млекопитающих и птиц поддерживается постоянная температура тела, поэтому их относят к теплокровным животным. У рыб, земноводных и пресмыкающихся температура тела изменяется соответственно колебаниям температуры внешней среды — это холоднокровные животные. Для каждого вида теплокровных животных характерна определенная температура тела (таб.32).

**Таблица 32 - Нормальная температура у разных видов животных**

<b>Вид животного</b>	<b>Температура, °С</b>
Жеребята	около 39
Взрослые лошади	37,5-38,5
Телята	38,5-40,5
Телки	38,5-40,0
Взрослый скот	37,5-39,5
Ягнята	38,5-40,5

Взрослые овцы	38,5-40,0
Козлята	38,5-41,0
Взрослые козы	38,5-40,5
Поросята	39,0-40,5
Свиньи	39,0-40,0
Кролики	38,5-39,5
Куры	40,5-42,5
Собаки	37,5-39,0
Кошки	38,0-39,2

Температура тела зависит от многих факторов (возраста, пола, состояния организма, времени суток и др).

Образование тепла в организме сопровождается его отдачей. Организм теряет столько тепла, сколько его в нем образуется. Процессы регуляции образования и отдачи тепла организмом называются химической и физической терморегуляцией.

Химическая терморегуляция. Окисление питательных веществ до конечных продуктов их распада сопровождается теплообразованием. Большая часть образующегося в организме тепла обеспечивается мышцами, меньше печенью, пищеварительным трактом и другими.

Физическая терморегуляция. Теплоотдача происходит непрерывно – в большей степени поверхностью тела, меньшей - с выдыхаемым воздухом, калом и мочой. Организм обладает теплопроводностью, т.е. способен отдавать тепло, при температуре окружающего воздуха ниже температуры тела.

Повышение температуры окружающей среды приводит к снижению теплообразования и усилению теплоотдачи, а снижение внешней температуры к обратным действиям.

### **Контрольные вопросы**

1. Обмен веществ и энергии, их значение для животных.
2. Значение белков и их обмен.
3. Значение углеводов и их обмен.
4. Обмен жиров и липидов.
5. Процессы регуляции теплообразования и теплоотдачи.

**Софья Гомоевна Долганова  
Нина Ильинична Рядинская  
Татьяна Евгеньевна Помойницкая**

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ**

Учебное пособие по изучению дисциплины студентам среднего профессионального  
образования

Лицензия на издательскую деятельность  
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.

Издательство Иркутского государственного  
аграрного университета им. А.А. Ежевского  
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н,  
пос. Молодежный