

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 30.10.2023 11:30:30  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова  
« ЮЗГУ » 2022 г.



## АНАТОМИЯ И ГИСТОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Методические указания по выполнению практических работ  
для студентов направления 19.03.03 «Продуктов питания  
животного происхождения»

Курск 2022

УДК: 579.2

Составитель: А.Г. Беляев

Рецензент

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А.Г. Калужских*

**Анатомия и гистология сельскохозяйственных животных:** методические указания по выполнению практических работ / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.Г. Беляев. Курск, 2022. 83 с.: Библиогр.: с.83

Приводится перечень практических работ, цель их выполнения, вопросы для подготовки, краткие теоретические сведения, задания, рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 4,8 Уч.-изд. л. 4,3 Тираж 50 экз. Заказ. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Практическое занятие №1 Учение о тканях, классификация, строение и функции.	
Практическое занятие №2 Понятие об органах и системах органов организма в целом.	
Практическое занятие №3 Остеология –учение о костях. Строение кости, скелет, соединение костей.	
Практическое занятие №4 Миология – учение о мышцах. Мышечная ткань, строение, классификация.	
Практическое занятие №5 Кожный покров и его производные.	
Практическое занятие №6 Система органов пищеварения.	
Практическое занятие №7 Система органов дыхания, мочевого выделения, размножения.	
Практическое занятие №8 Сердечно –сосудистая система, органы кроветворения.	
Практическое занятие №9 Железы внутренней секреции, нервная система и анализаторы.	
Список рекомендованной литературы	

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания к выполнению практических работ предназначены для студентов направления для студентов направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения с целью закрепления и углубления ими знаний, полученных на лекциях и при самостоятельном изучении учебной литературы.

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта. Перечень практических работ, их объем соответствуют учебному плану и рабочей программе дисциплины. При подготовке к занятиям студенты должны изучить соответствующий теоретический материал по учебной литературе, приобрести умения по методам микробиологических исследований; приобрести знания и умения в области санитарии предприятий отрасли, необходимые будущему специалисту для поддержания высокого санитарного состояния производства, строгого соблюдения технологических условий для получения качественной продукции. Студенты должны ознакомиться с содержанием и порядком выполнения практического занятия.

Каждое занятие содержит цель его выполнения, рекомендуемые для изучения литературные источники, вопросы для подготовки, краткие теоретические сведения, задания для выполнения. При выполнении работ основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с высоким уровнем индивидуализации заданий под руководством преподавателя. Результаты выполненных каждым студентом заданий обсуждаются в конце занятий. Оценка преподавателем работы студента осуществляется комплексно: по результатам выполненного задания, устному сообщению и качеству оформления работы, что может быть учтено в рейтинговой оценке знаний студента.

## **Правила оформления работ**

1. Отчеты по каждой теме занятия оформляются в отдельной тетради.
  2. Перед оформлением каждой работы студент должен четко написать ее название, цель выполнения, краткие ответы на вопросы для подготовки, объекты и результаты исследования. Если предусмотрено оформление работ в виде таблиц, то необходимо все результаты занести в таблицу в тетради. После каждого задания должно быть сделано заключение с обобщением, систематизацией или обоснованием результатов исследований.
  3. Каждую выполненную работу студент защищает в течение учебного семестра.
- Выполнение и успешная защита работ являются допуском к сдаче теоретического курса на экзамене.

## Практическое занятие №1 Учение о тканях, классификация, строение и функции.

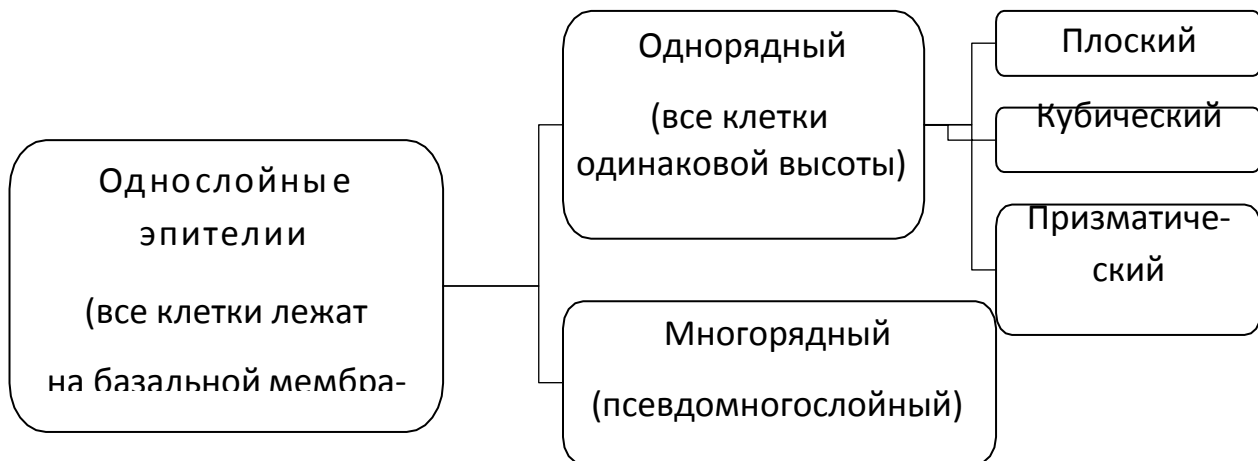
### ОБЩАЯ ГИСТОЛОГИЯ

**Ткань** – это исторически (филогенетически) сложившаяся система клеток и неклеточных структур, обладающая общностью строения, иногда происхождения, и специализированная на выполнении определенных функций.

### ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ ТКАНИ (ЭПИТЕЛИИ)

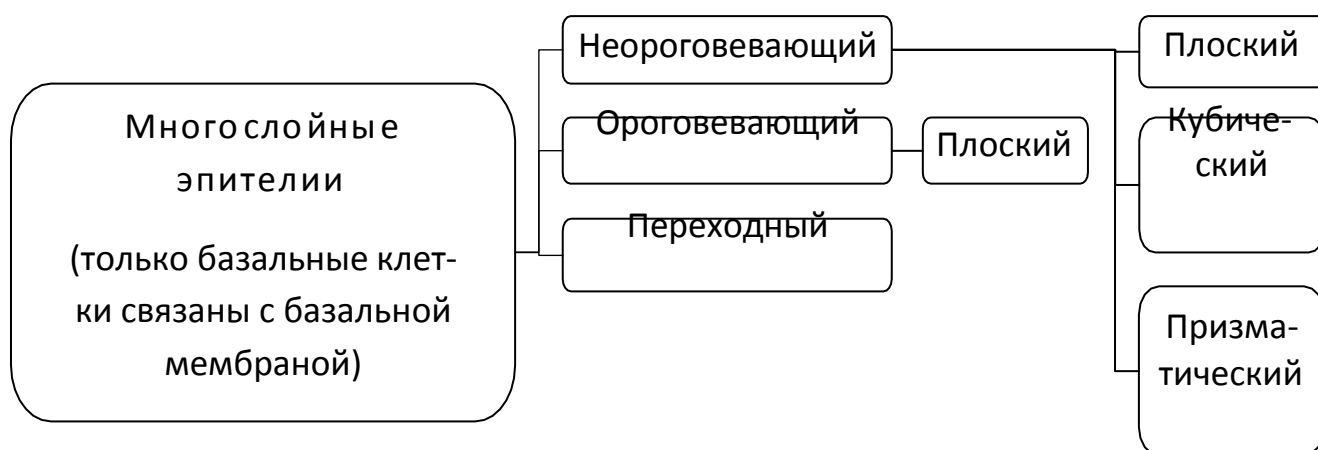
Основные признаки эпителиев: пограничное положение; расположение клеток в виде пластов; наличие базальной мембраны; отсутствие межклеточного вещества и кровеносных сосудов; полярность клеток, то есть структурное и функциональное различие базальной и апикальной части эпителиоцитов; наличие контактов (десмосомы, полудесмосомы, замыкательные пластинки, плотные контакты и другие); высокая регенераторная способность.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ЭПИТЕЛИЕВ



Однослойный плоский эпителий представлен мезотелием и эндотелием. Мезотелий покрывает листки плевры, брюшины и околосердечной сумки, то есть входит в состав серозных оболочек.

Представляет собой пласт плоских полигональных клеток, которые имеют на апикальной поверхности микроворсинки. Границы между клетками неровные, за счет чего формируется прочное сцепление, которое утрачивается с возрастом и при воспалении. Мезотелий участвует в образовании серозной жидкости и создает благоприятные условия для скольжения органов относительно друг друга или своих частей.



Сосуды и камеры сердца выстланы эндотелием. Это также пласт уплощенных клеток, расположенных на базальной мембране. Эндотелиоциты обеспечивают обмен веществ между кровью и тканью и участвуют в синтезе и метаболизме биологически активных веществ. В различных участках сосудистой системы эндотелиоциты находятся в неодинаковых гемодинамических условиях и поэтому отличаются по форме, размерам и функциональным свойствам.

**Однослойный низкопризматический (кубический) эпителий** выстилает дистальные отделы мочевых канальцев почек, мелкие выводные протоки печени, поджелудочной железы. Кроме основной – отграничительной, может выполнять функцию всасывания и секреции.

**Однослойный призматический**, или цилиндрический, эпителий выстилает внутреннюю поверхность среднего отдела пищеварительной системы, мочевые канальцы почек и выводные протоки

крупных желез – печени и поджелудочной. Клетки специализируются на выполнении функций всасывания и секреции в зависимости от локализации.

**Однослойный многорядный реснитчатый** эпителий выстилает воздухоносные и половые пути. Все клетки лежат на базальной мембране, но имеют разную высоту, в результате чего их ядра образуют несколько рядов. В эпителии дыхательных путей выделяют: малодифференцированные (короткие и длинные вставочные) и специализированные – главные (реснитчатые), бокаловидные и эндокринные клетки. Реснитчатые клетки имеют призматическую форму тела, на их апикальной поверхности имеются реснички, мерцание которых способствует удалению слизи вместе с прилипшими инородными частичками. Бокаловидные клетки выделяют слизистый секрет, который образует пленку на поверхности эпителиального пласта. Эндокринные клетки синтезируют биологически высокоактивные вещества.

**Многослойный плоский неороговевающий** эпителий выстилает слизистую оболочку ротовой полости, пищевода, влагалища, конечного отдела прямой кишки, а также конъюнктиву глаза и роговицу. В нем выделяют три слоя: на базальной мембране – базальный слой, представленный цилиндрическими клетками. Выше, образуя несколько этажей, располагается шиповатый слой из клеток неправильной формы, соединенных между собой десмосомами. Базальный и шиповатый слои вместе образуют ростковый слой эпителия, но делятся, в основном, стволовые клетки базального слоя. Снаружи лежит слой плоских клеток, которые постепенно утрачивают связь с пластом, ядра в них уплощаются, органеллы утрачиваются и клетки слущиваются. При выраженном механическом и химическом воздействии способен ороговеть.

**Многослойный плоский ороговевающий** эпителий образует поверхностный слой кожи – эпидермис. В его состав входят несколько клеточных *дифферонов*, которые в эпидермисе рабочих поверхностей (ладони, подошвы) образуют пять слоев. 1. Базальный слой содержит цилиндрические стволовые и дифференцирующиеся кератиноциты, среди которых располагаются и пигментные клетки. 2. Шиповатый слой состоит из многоугольной формы кле-



ток, связанных между собой десмосомами. Кроме кератиноцитов встречаются эпи- дермальные макрофаги и лимфоциты. 3. Зернистый слой образуют уплощенные кератиноциты, в цитоплазме которых содержатся базофильные кератогиалиновые гранулы. 4. Блестящий слой состоит из сильно уплощенных кератиноцитов, в которых происходит распад ядер и органелл. Цитоплазма содержит светопреломляющую волокнистую массу, в результате чего границы между клетками не видны.

5. Самый поверхностный роговой слой образован роговыми чешуйками - конечная стадия дифференцировки кератиноцитов. Они содержат кератин и склеены между собой содержащим липиды веществом, обладающим гидроизолирующим свойством. Чешуйки постепенно слущиваются с поверхности эпителиального пласта.

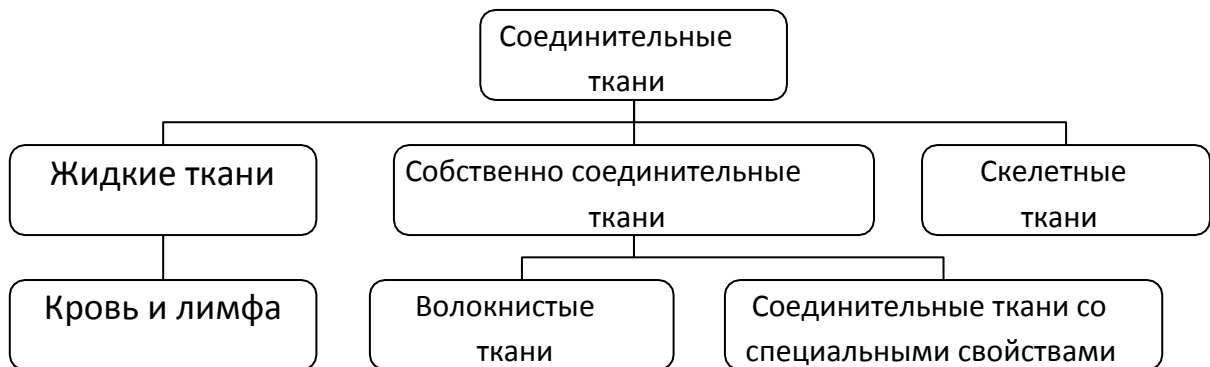
**Многослойный переходный** эпителий, или уроэпителий, выстилает мочевыводящие пути. В нём выделяют три слоя: базальный, промежуточный и покровный. В базальном – мелкие малодифференцированные клетки, в промежуточном – клетки полигональной формы. Покровные клетки, в отличие от многослойного плоского эпителия, крупные, имеют грушевидную, кубическую или цилиндрическую форму. Они могут делиться и обладают секреторной способностью. Секрет, выделяясь на поверхность эпителиального пласта, защищает его от действия мочи. Подобный эпителий встречается и в аллантаоисе. Их общность строения объясняется единым происхождением – из эпителия клоачного отдела кишки в области впадения в неё мезонефрального протока.

Регенерация эпителиев происходит: в однослойных - за счет малодифференцированных клеток специальных зон или путем деления сохранившихся клеток, в многослойных – путем деления клеток в базальном слое.

## **СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ**

В процессе эволюции вслед за эпителиальными образуются соединительные ткани. Соединительные ткани развиваются из мезенхимы и характеризуются разнообразием клеточных дифферонов и хорошо развитым меж-клеточным веществом. Межклеточное вещество включает волокнистые структуры и аморфное вещество.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

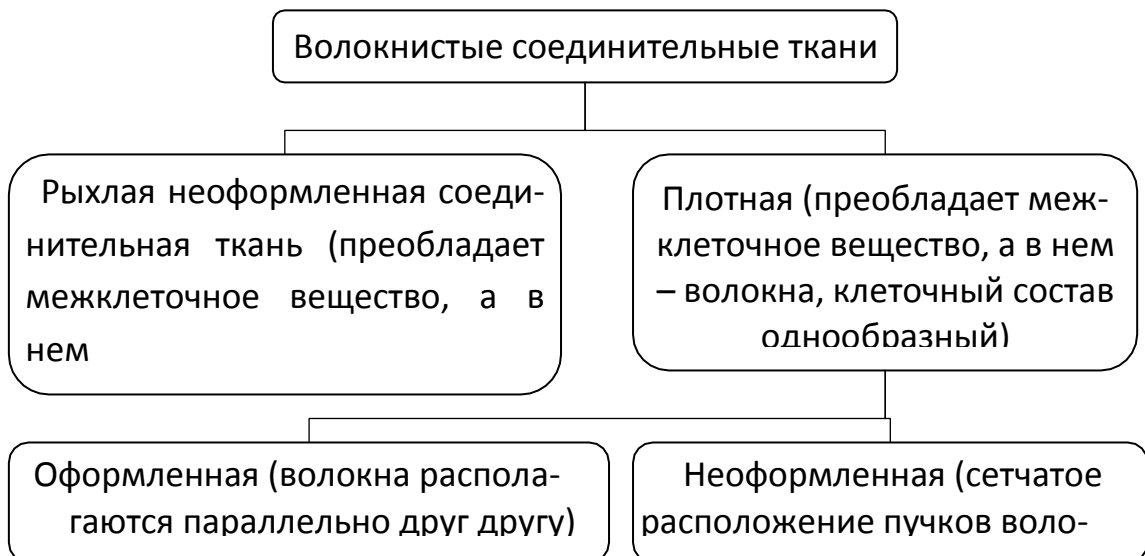


Основные функции: опорная, защитная, трофическая. Количественное соотношение клеток и межклеточного вещества, особенности клеточного состава, плотность основного вещества определяют функции соединительных тканей. Чем плотнее ткань, тем более выражена опорная функция.

### ВОЛОКНИСТЫЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Они характеризуются большим объемом межклеточного вещества. В рыхлой неоформленной волокнистой соединительной ткани в межклеточном веществе преобладает основное (аморфное) вещество, волокна располагаются рыхло в различных направлениях. В плотных тканях резко доминирует объем плотно расположенных волокнистых структур.

#### Классификация волокнистых соединительных тканей



**Рыхлая неоформленная соединительная ткань** располагается под эпителиальными пластами, сопровождает кровеносные и лимфатические сосуды, входит в состав всех внутренних органов, образуя их строму. Клеточный состав: фибробластический дифферон, макрофаги, плазматические, тучные, жировые, пигментные, адвентициальные клетки и лейкоциты крови.

Фибробласты — наиболее многочисленная группа клеток, способных синтезировать компоненты межклеточного вещества: белки — коллаген и эластин, протеогликаны, гликопротеины, гликозаминогликаны. Это крупные, отростчатые клетки с овальным ядром. Цитоплазма и ядро окрашиваются слабобазофильно.

Макрофаги, в отличие от фибробластов, имеют более четкие контуры, интенсивно окрашенную цитоплазму с выраженным лизосомальным аппаратом и плотное базофильно окрашенное ядро. В активном фагоцитирующем состоянии у макрофага появляются многочисленные выросты цитоплазмы — псевдоподии.

Межклеточное вещество, кроме волокнистых структур (коллагеновые, эластические и ретикулярные волокна), включает основное вещество. Содержание большого количества малодифференцированных клеток (фибробласты) определяет высокую пластичность данной ткани.

Плотная волокнистая соединительная ткань характеризуется преобладанием волокнистых структур и менее разнообразным клеточным составом. Ведущая функция — опорная, механическая. Сила и направление действующих на ткань нагрузок определяют расположение волокон.

**Плотная неоформленная волокнистая соединительная ткань** образует сетчатый слой кожи, капсулы различных органов. Её волокнистые структуры располагаются плотно и неупорядоченно, основного вещества мало, из клеточных элементов преобладают фиброциты, реже встречаются фибробласты и макрофаги.

**Плотная оформленная волокнистая соединительная ткань** характеризуется упорядоченным расположением волокнистых структур. В сухожилии между пучками коллагеновых волокон (пучки первого порядка) располагаются фиброциты. Крупные пучки коллагеновых волокон (пучки второго порядка) отделяются прослойками рыхлой соединительной ткани (эндотеноний), которая

обеспечивает трофику и регенерацию сухожилия при травме. Крупные сухожилия образуются пучками третьего и даже четвертого порядков. Снаружи сухожилие покрыто волокнистой тканью, которая образует перитеноний.

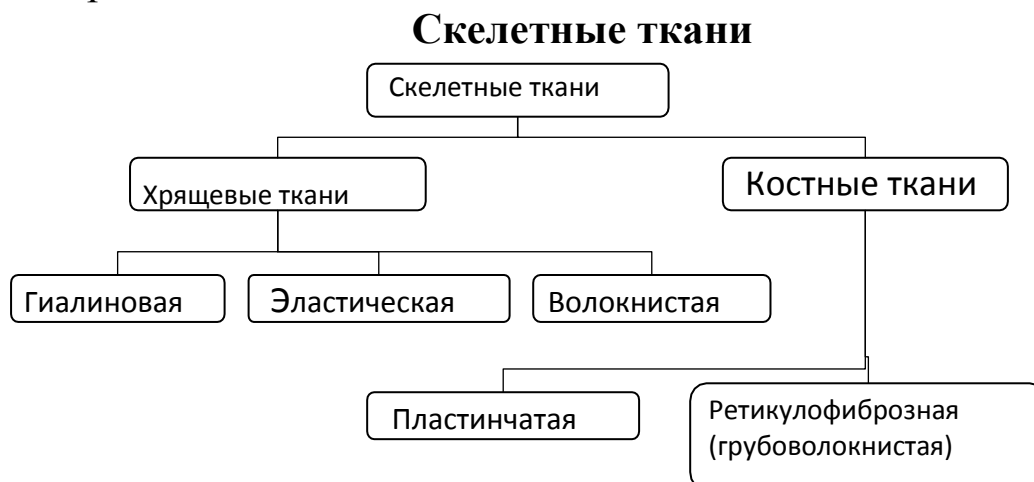
Плотные волокнистые ткани менее пластичны, так как содержат мало камбиальных элементов. Для более быстрого и полного восстановления, например, при травме сухожилия, необходимо создать физиологическое напряжение вдоль основного расположения волокон (вдоль продольной оси сухожилия).

### ТКАНИ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Среди соединительных тканей со специальными свойствами выделяют жировую, ретикулярную, слизистую и пигментную ткани. **Ретикулярная ткань** образует строму кровеносных органов.

Состоит из ретикулярных клеток и ретикулярных волокон, образующих сетевидную структуру – ретикулум. Волокна погружаются в отростки клеток, обеспечивая стабильность сетевидной структуры. В ячейках ретикулярной ткани располагаются макрофаги

**Жировая ткань** является депо энергетического материала и выполняет механическую защиту, формируя ложе для некоторых структур и органов. В жировой ткани содержатся жировые клетки (липоциты, или адипоциты) и волокнистые структуры. Крупные жировые капли отодвигают ядро и органеллы с остатками цитоплазмы на периферию. Клетки приобретают перстневидную форму, а при растворении жира в результате приготовления гистологического препарата – форму пустых ячеек. Жировая ткань делится на белую и бурую. Последняя распадается медленнее и является более энергоемкой



Скелетные ткани выполняют опорную, защитную, механическую функции, а также участвуют в минеральном обмене.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СКЕЛЕТНЫХ ТКАНЕЙ

**Хрящевые ткани** подразделяются на гиалиновую, эластическую и волокнистую. Соответственно выделяют гиалиновые, эластические и волокнистые хрящи.

**Гиалиновый хрящ** снаружи покрыт надхрящницей, которая состоит из двух слоёв. Наружный слой – грубоволокнистый, выполняет механическую функцию, в него вплетаются сухожилия мышц. Внутренний слой – нежноволокнистый, в нём лежат кровеносные сосуды, которые обеспечивают диффузную трофику хряща, так как хрящ сосудов не имеет. Кроме того, во внутреннем слое располагаются хонд- рогенные клетки, включая предшественники хондроцитов – хондробласты. Они участвуют в аппозиционном росте (новообразование хрящевой ткани по периферии хряща) и регенерации.

Под надхрящницей располагаются молодые хондроциты веретеновидной формы, обеспечивающие интерстициальный рост - увеличение массы хряща изнутри. В центральной части хряща находятся зрелые хондроциты и изогенные группы клеток. После деления хонд- роциты далеко не расходятся из-за плотного межклеточного вещества и лежат по 2-4 клетки в одной полости. Межклеточное вещество представлено основным веществом, состоящим из воды, протеогли- канов, белков, и коллагеновыми волокнами, которые из-за одинакового с основным веществом коэффициента светопреломления при обычной окраске не видны.

**Эластический хрящ**, в отличие от гиалинового, кроме прочности, упругости обладает эластичностью. Построены в принципе так же, как и гиалиновые, но в межклеточном веществе преобладают эластические волокна. Межклеточное вещество менее плотное и с возрастом не обызвествляется.

**Костные ткани**, как и все соединительные, состоят из клеток (остеобласты, остециты, остеокласты) и межклеточного вещества (коллагеновые волокна и минерализованное основное вещество). По расположению волокон выделяют два типа: грубоволокнистую костную ткань (пучки коллагеновых волокон расположены неупорядоченно) и пластинчатую (коллагеновые волокна образуют пла-

стинки). Волокна в пределах пластинки ориентированы параллельно друг другу и лежат под углом к волокнам соседней пластинки, что обеспечивает большую прочность пластинчатой костной ткани. В процессе эмбриогенеза вначале образуется грубоволокнистая ткань, которая замещается впоследствии на пластинчатую. У взрослой животной кости построены из пластинчатой костной ткани. К костным тканям относятся также дентин и цемент зуба.

**Трубчатая кость** снаружи покрыта надкостницей (периост), состоящей из наружного (волоконистого) и внутреннего (клеточного) слоёв. Во внутреннем слое надкостницы располагаются остеогенные клетки. Под надкостницей располагается слой наружных генеральных костных пластинок, затем остеонный слой и внутренний слой общих пластинок. Со стороны костномозгового канала выделяют внутреннюю надкостницу – эндост.

Структурно-функциональной единицей трубчатых костей является остеон. В центре остеона располагается канал, где проходит кровеносный сосуд. Вокруг канала концентрически наслаиваются костные пластинки остеона. В костных полостях между пластинками лежат остециты, а их отростки располагаются в костных канальцах, которые анастомозируют между собой. Между остеонами располагаются вставочные пластинки.

**Прямой остеогенез** (развитие кости из мезенхимы) характерен для плоских костей. В процессе формирования кости выделяют стадию скелетогенного островка, остеонидную стадию, кальцификацию межклеточного вещества и замещение грубоволокнистой ткани пластинчатой. Мезенхимные клетки вначале образуют остеогенные островки, из которых формируются костные балки (трабекулы). По краю трабекулы лежат остеобласты, а в центральной части - замурованные в оксифильное межклеточное вещество остециты. Остеокласты - макрофаги костной ткани – это крупные клетки, содержащие несколько ядер, располагаются по периферии трабекулы в углублениях.

**Непрямой остеогенез** (развитие кости на месте гиалинового хряща) наблюдается при образовании трубчатых костей. Вначале формируется модель будущей кости из гиалинового хряща. В области диафиза между надхрящницей и собственно хрящом образуется костная манжетка – это перихондральная костная ткань. В ней

определяются остеобласты, остеокласты и замурованные в межклеточном веществе остециты. Костная манжетка нарушает процесс диффузного питания хряща, и в центре хрящевого зачатка происходят дистрофические изменения. Хондроциты вакуолизируются, образуются так называемые пузырьчатые хондроциты. Прорастание кровеносных сосудов вместе с остеогенными клетками приводит к образованию очагов энхондрального окостенения-формирование костной ткани внутри хрящевого зачатка.

Энхондральная костная ткань, в отличие от перихондральной, содержит остатки обызвествленного хряща.

На границе диафиза с эпифизом, то есть в области метафиза, выделяется зона роста, где хрящевые клетки делятся, образуя монетные столбики. Таким образом, со стороны диафиза идёт разрушение хрящевой ткани, а со стороны эпифиза – пролиферация клеток. Полное окостенение метафиза указывает на окончание роста трубчатых костей в длину. Костные пластинки в центре диафиза впоследствии разрушаются остеокластами с образованием костномозгового канала.

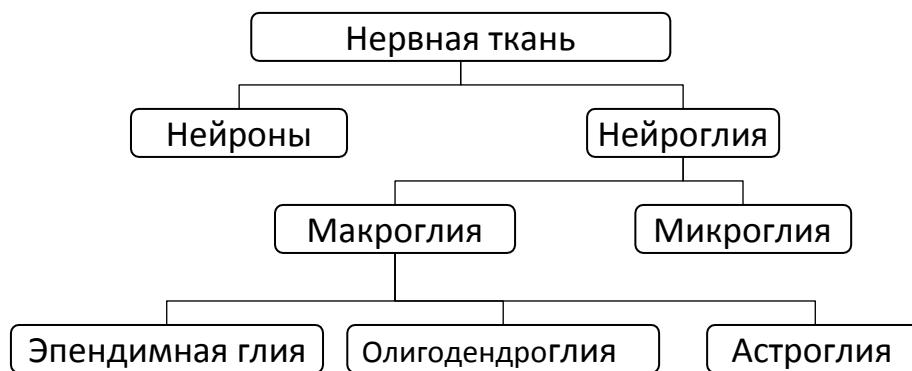
**Регенерацию** костной ткани обеспечивают остеогенные клетки, расположенные в надкостнице, эндосте, каналах остеонов. При посттравматической регенерации (перелом кости) образуется костная мозоль, которая в своём формировании повторяет основные этапы эмбрионального остеогенеза. Вначале в зону повреждения врастает рыхлая соединительная ткань с остеогенными элементами, затем образуется грубоволокнистая костная ткань, в толще которой могут формироваться хрящевые островки. Как правило, хрящевая ткань развивается в недостаточно кровоснабжаемых участках. При создании физиологического напряжения грубоволокнистая ткань замещается на пластинчатую костную ткань. Оптимальная репозиция фрагментов кости, иммобилизация и одновременное натяжение обеспечивают регенерацию без образования костной мозоли

## ТКАНЬ

Составляет основу центральной и периферической нервной системы, обеспечивает специфические функции восприятия раздражений, возбуждения, выработки импульса и его передачи. Имеет нейроэктодермальное происхождение.

Нервная ткань образуется из нервной пластинки (дорсальное утолщение эктодермы). Из краев нервной пластинки формируются утолщения – нервные валики, между которыми располагается нервный желобок. Нервные валики замыкаются и из нервной пластинки образуется нервная трубка и нервный гребень. Стенка нервной трубки содержит камбиальные вентрикулярные клетки, из которых дифференцируются нейроны и клетки макроглии.

## КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНОЙ ТКАНИ



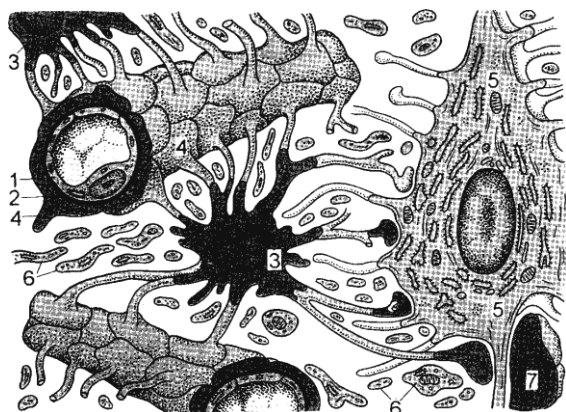
**Нейроны** отличаются количеством отростков: биполярные, псевдоуниполярные, мультиполярные, а также разнообразием форм тел нейронов: звездчатые, пирамидные, грушевидные, веретеновидные, клетки-зёрна. Ядра в нейронах светлые, в цитоплазме хорошо развиты органеллы. Отростки подразделяются на дендриты, проводящие импульс к телу клетки, и аксон, или нейрит, проводящий импульс от тела клетки на периферию. В цитоплазме нейронов происходит интенсивный синтез белков, в том числе нейропептидов, что обуславливает наличие хорошо развитой гранулярной эндоплазматической сети, скопления которой при специальном окрашивании выявляются в виде базофильных глыбок (вещество Ниссля) Глыбки базофильного вещества сосредоточены в теле нейрона, и дендритах. В аксоне они не выявляются.

Специфическим микроокружением для нервных клеток является глия, которая представлена различными клетками – глиоцитами. Среди них выделяют волокнистые астроциты и плазматические астроциты Своими отростками они отделяют нейроны от окружающей ткани, участвуют в образовании гематоэнцефалического барьера. Кроме того, они выполняют трофическую, опорную и за-



щитную функции.

По функции нервные клетки делятся на чувствительные, вставочные и эффекторные. Нейроны располагаются цепочками и формируют рефлекторные дуги. Самые простые рефлекторные дуги двух- и трехнейронные. Усложнение рефлекторных дуг идет за счет увеличения количества вставочных нейронов. Рефлекторные дуги подразделяются на соматические – иннервируют скелетные мышцы, и вегетативные – иннервируют железы, сосуды и внутренние органы.



*Рис. 1* Структурные элементы гематоэнцефалического барьера (по Ю.И. Афанасьеву и Н.А. Юриной).

1 – эндотелий гемокапилляра; 2 – базальная мембрана; 3 – тело астроцита; 4 – пластинчатые окончания отростков астроцитов; 5– нейрон; 6 – отростки нейронов; 7 олигодендроглиоцит

Эпендимоциты выстилают спинномозговой канал и желудочки мозга. Клетки лежат эпителиоподобно, то есть пластом. От их основания отходит отросток, который пронизывает вещество мозга и на его поверхности участвует в образовании отграничительных мембран. Эпендимоглиоциты, помимо отграничительной и опорной функций, обладают способностью секретировать цереброспинальную жидкость.

Микроглия представлена глиальными макрофагами, которые имеют короткие слабоветвящиеся отростки и проявляют фагоцитарную способность, превращаясь в крупные округлые клетки – зернистые шары - при травме мозга или воспалительных процессах.

Леммоциты располагаются вокруг тел нервных клеток и создают условия для их жизнедеятельности, окружают отростки нервных клеток, в результате чего образуются миелиновые и безмиелиновые нервные волокна.

В нервном волокне выделяют осевой цилиндр (отросток нервной клетки) и глиальную оболочку. В центре миелинового нервного волокна располагается осевой цилиндр, то есть отросток нервной клетки. Структурные особенности волокон определяются глиальной оболочкой. Отросток нервной клетки прогибает плазмолемму глиоцита (леммоцита) и погружается в клетку. Плазмолемма глиоцита смыкается над отростком с образованием мезаксона. Так образуются безмиелиновые нервные волокна.

**Миелиновые нервные волокна.** Отросток нейрона также погружается в леммоциты (их на протяжении отростка много), образуется мезаксон, который закручивается вокруг осевого цилиндра. Многочисленные слои мезаксона (плазмолеммы) вокруг осевого цилиндра называются миелином, который представляет собой многократно закрученный двойной слой плазмолеммы глиоцита. По мере накручивания мезаксона на осевой цилиндр ядро и цитоплазма леммоцита смещается на периферию и образуют нейролемму (неврилемму). В образовании миелина на протяжении нервного отростка принимает участие большое количество леммоцитов. Места контактов соседних леммоцитов называются узловыми перехватами. Импульсы распространяются скачкообразно по перехватам, поэтому скорость проведения импульсов значительно больше, чем в безмиелиновых.

Миелиновые нервные волокна располагаются преимущественно в соматической нервной системе. Безмиелиновые нервные волокна встречаются, в основном, в вегетативной нервной системе

На периферии отростки нервных клеток образуют различного рода **нервные окончания**: эффекторыне

(двигательные и секреторные), чувствительные (рецепторы) и контакты между нервными клетками (синапсы).

**Чувствительные нервные окончания** отличаются большим разнообразием. Среди них выделяют свободные и несвободные нервные окончания. Несвободные нервные окончания могут быть инкапсулированы и без капсулы. В инкапсулированном нервном окончании выделяют внутреннюю глиальную колбу, в которой разветвляется осевой цилиндр чувствительного нервного волокна, и наружную колбу, представленную пластинчатой соединительной тканью.

**Синапс** содержит пресинаптический полюс, синаптическую щель и постсинаптический полюс. В пресинаптической части определяют синаптические пузырьки с нейромедиатором, которые при поступлении нервного импульса связываются с пресинаптической мембраной, выделяя нейромедиатор в синаптическую щель. Медиатор воспринимается специальными рецепторами постсинаптической мембраны, вызывая деполяризацию цитолеммы постсинаптического полюса. Близко к этому построены и моторные бляшки – двигательные нервные окончания, которые заканчиваются на поперечно-полосатых мышечных волокнах.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте определение ткани. Классификация тканей.
2. Каковы источники развития тканей?
3. Морфо-функциональная классификация и характеристика эпителиальных тканей.
4. Строение и функция железистых эпителиев.
5. Соединительные ткани, их строение и функция.
6. Охарактеризуйте костные и хрящевые ткани.
7. Что такое кровь, лимфа? Их характеристика и значение.
8. В чем заключаются основные отличия строения и регенерации мышечных тканей?
9. Дайте характеристику структурных элементов нерв-

ной ткани и рефлекторных дуг

## **Практическое занятие №2**

### **Понятие об органах и системах органов организма в целом.**

Орган (*organon* — орудие) — часть организма, состоящая из нескольких тканей, среди которых обычно одна является основной. Так, например, в состав скелетной мышцы как органа входит поперечнополосатая мышечная ткань, плотная оформленная (сухожилия) и рыхлая соединительная ткань; кроме того, в ней имеются кровеносные и лимфатические сосуды и нервы. Однако основой для скелетной мышцы является поперечнополосатая мышечная ткань, которая определяет сократительную функцию скелетной мышцы как органа. Учитывая, что органы образовались в процессе развития животных организмов, можно сформулировать понятие «орган» как исторически сложившуюся систему различных тканей, объединенных общей для данного органа основной функцией, структурой и развитием. Каждый орган анатомически обособлен, имеет определенную форму и местоположение в организме. Структурные элементы всех органов представлены паренхимой (специфической для данного органа тканью) и стромой (остовом), построенной, как правило, из неоформленной соединительной ткани.

Органы, объединенные в целостном организме общей для них функцией, образуют систему органов. К ним относятся следующие системы:

1. Система органов опоры и движения — скелет, суставно-связочный аппарат, скелетные мышцы — обеспечивает передвижение организма в пространстве и участвует в образовании полостей тела: шеи, грудной, брюшной, таза, в которых расположены внутренние органы. Эта система образует также полости, в которых находится головной и спинной мозг. Систему органов опоры и движения именуют опорно-двигательным аппаратом, или аппаратом опоры и движения, имея в виду функциональное объединение

различных по функции и строению органов.

2. Система органов пищеварения — рот, язык, губы, глотка, пищевод, желудок, тонкая и толстая кишка, слюнные и большие пищеварительные железы (печень и поджелудочная железа) — осуществляет механическую и химическую переработку поступающей в организм пищи, а также всасывание в его внутреннюю среду питательных веществ. Эта система выводит из организма в окружающую среду оставшиеся неусвоенными вещества.

3. Система органов дыхания — наружный нос, полость носа и околоносовые пазухи, гортань, трахея и бронхи, легкие — обеспечивает газовый обмен, т. е. доставку кислорода из внешней среды к крови и выведение из организма углекислого газа, одного из конечных продуктов обмена веществ.

4. Система мочевых органов — почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал — выводит из крови и организма продукты обмена веществ (мочевину и др.).

5. Система половых органов — внутренние и наружные половые органы — поддерживает жизнь вида, т. е. несет специальную функцию размножения.

6. Сердечно — сосудистая система — органы кровеносной и лимфатической систем — доставляет питательные вещества и кислород к органам и тканям, удаляет из них продукты обмена веществ, а также обеспечивает транспортировку этих продуктов к выделительным органам (почкам, коже), а углекислого газа — к легким. Кроме того, продукты жизнедеятельности эндокринных органов (гормоны) также разносятся по кровеносным сосудам по всему организму, чем обеспечивается влияние гормонов на деятельность отдельных частей и организма в целом.

7. Система эндокринных органов — гипофиз, шишковидное тело, щитовидная железа, паращитовидные железы, вилочковая железа, надпочечники, островковая часть поджелудочной железы, эндокринные органы половых желез и др. — осуществляет при помощи гормонов регуляцию жизнедеятельности организма.

8. Нервная система — головной и спинной мозг, система периферических нервов — объединяет все части организма в единое целое и уравнивает его деятельность соответственно меняющимся условиям внешней среды. Будучи теснейшим образом связана с

эндокринными органами, нервная система обеспечивает совместно с ней нейро-гуморальную регуляцию жизнедеятельности отдельных частей и организма в целом. Нервная система (кора полушарий головного мозга) является материальным субстратом психической деятельности человека, а также составляет важнейшую часть органов чувств.

9. Система органов чувств — органы осязания, органы слуха и равновесия, зрения, вкуса, обоняния и др. — представлена органами, через посредство которых центральная нервная система получает раздражения, исходящие из внешней, а также внутренней среды организма, и воспринимает их в виде ощущений.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие функции выполняют органы пищеварения.
2. Как размещены органы системы пищеварения в организме животных.
3. Какие органы входят в состав ротоглотки и какое у них строение.
4. Какие отверстия имеются в стенках глотки.
5. Что представляет собой пищевод, где он расположен и какое имеет значение.
6. Что представляет собой однокамерный желудок и какое он имеет строение.
7. Какие части имеет желудок жвачных и каково его строение,
8. На какие отделы подразделяется кишечник.
9. Какие кишки составляют тонкий отдел кишечника? Каково его строение и функции.
10. Где расположена печень, с какими органами она граничит, и какое ее строение.

**Практическое занятие №3**  
**Остеология –учение о костях. Строение кости, скелет, соединение костей.**

**ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ**

Кости скелета образованы пластинчатой костной тканью. При этом диафиз трубчатых костей содержит компактную костную ткань, а эпифизы – преимущественно губчатую. Структурно- функциональной единицей пластинчатой костной ткани является остеон. Стенка диафиза трубчатой кости построена из компактной пластинчатой костной ткани и содержит периост, слой наружных костных пластинок, остеонный слой, вставочные костные пластинки, слой внутренних костных пластинок и эндост.

Соматическая мускулатура состоит из поперечно-полосатых скелетных мышц. Паренхима мышцы представлена красными, промежуточными и белыми мышечными волокнами. Каждое волокно оплетается тонкой прослойкой рыхлой волокнистой соединительной ткани (эндомизий), вокруг группы мышечных волокон располагается более широкая прослойка рыхлой соединительной ткани (перимизий). Снаружи волокно покрыто пластинкой из плотной волокнистой соединительной ткани (эпимизий). Мышцы переходят в сухожилия, которые представлены пучками плотной оформленной коллагеновой волокнистой соединительной ткани, погружаются в гиалиновый хрящ, затем в вещество кости.

**Контрольные вопросы и задания**

1. Какие тканевые особенности имеет структурная орга-

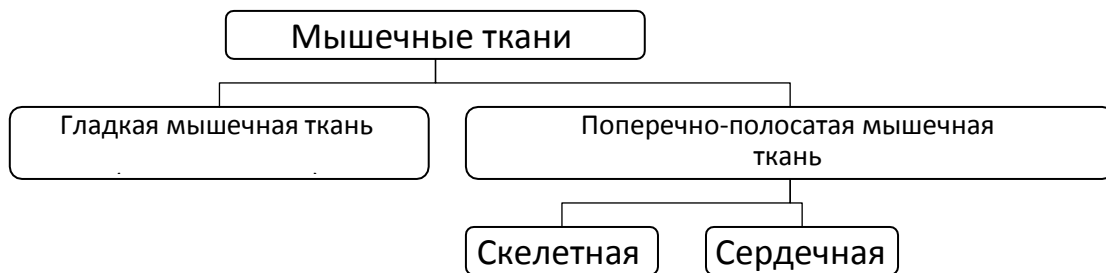
- низация раз- ных отделов трубчатых костей?
2. Что является структурно-функциональной единицей пластинчатой костной ткани?
  3. Какие структуры формируют диафиз трубчатой кости?
  4. Какие типы мышечных тканей Вы знаете?
  5. Гистологическое строение скелетных мышц.
  6. Как построен сократительный аппарат гладкой и исчерченной мышечных тканей.

## 7. Практическое занятие №4 Миология – учение о мышцах. Мышечная ткань, строение, классификация.

### МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ

Ведущей функцией мышечных тканей является сокращение, то есть способность изменять свою форму под действием пусковых им-пульсов.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ



**Гладкая мышечная ткань** встречается в стенке полых органов и кровеносных сосудов. Развивается из мезенхимы. Для нее характерны ритмические произвольные сокращения. Структурно-функциональной единицей является гладкий миоцит. Миоциты – это клетки, чаще веретеновидной формы, иногда отростчатые (в матке, в мочевом пузыре), располагаются пучками или слоями, а в промежутках между ними находится рыхлая неоформленная соединительная ткань. Ядро – в центре, большая часть цитоплазмы занята миофиб-



риллами, которые располагаются неупорядоченно (преимущественно продольно) и очень плотно, в результате чего цитоплазма кажется гомогенной. В совокупности миофибриллы образуют сократительный аппарат.

Увеличение функциональной нагрузки приводит к гипертрофии клеток (например, при беременности). При репаративной регенерации восстановление ткани совпадает с этапами гистогенеза и осуществляется за счет деления молодых миоцитов. Однако, в высокоспециализированной мышечной ткани эволюционно молодых органов (мочевой пузырь, матка) посттравматическая регенерация неполная – мышечная ткань замещается волокнистой.

**Сердечная мышечная ткань** имеет также клеточное строение. Типичные кардиомиоциты, соединяясь, образуют волокна, которые

анастомозируют друг с другом. В области границ клеток определяют- ся вставочные диски. Ядро располагается в центре, по полюсам – ор- ганеллы и сократительный аппарат (миофибриллы). Структурно- функциональной единицей миофибрилл является саркомер. Между мышечными волокнами видны прослойки рыхлой не- оформленной соединительной ткани с кровеносными сосудами.

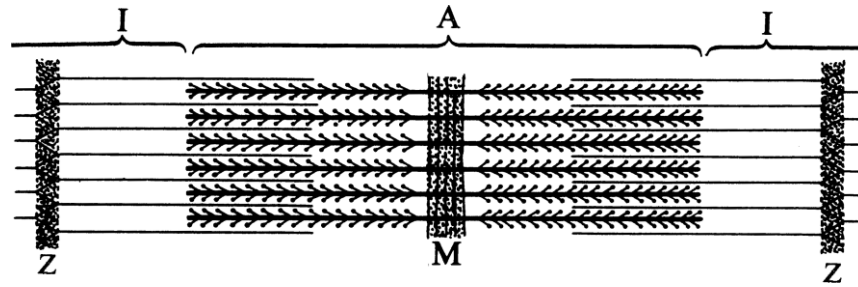
При длительной функциональной нагрузке происходит гипер- трофия кардиомиоцитов. Репаративная регенерация неполная, так как кардиомиоциты не делятся, а камбиальные элементы отсутствуют.

**Скелетная мышечная ткань** образует скелетные мышцы, ее со- кращения более мощные, произвольные. Состоит из мышечных воло- кон (симпласты) и клеток - миосателлитов. Снаружи миосим- пласт покрыт сарколеммой, под которой располагаются ядра, а центральную часть волокна занимают миофибриллы и орга- неллы общего значения. При световой микроскопии в во- локнах чередуются А-диски (ани- зотропные) и светлые диски – I-диски (изотропные). Упорядоченное распо- ложение тем- ных и светлых дисков в каждой миофибрилле, а также упоря- до- ченность расположения миофибрилл в волокне (под тем- ными дисками од- ной - темные другой) определяют попереч- ную исчерченность всего волокна. Вокруг каждого волокна располагается рыхлая соединительная ткань с кровенос- ными капиллярами – эндомизий, а вокруг группы воло- кон – перимизий.

Миофибриллы в сердечных кардиомиоцитах и скелетных мышечных волокнах построены однотипно. Их структурно- функциональной единицей является саркомер. Светлый диск пересекает узкая темная полоса - Z-линия (телофрагма). К телофрагме прикрепляются концы тонких актиновых нитей, ко- торые и образуют светлые диски. По середине темного диска располагается менее заметная светлая М-линия (мезофрагма), к которой прикреплены тол- стые миозиновые филаменты.

Участок между двумя Z-линиями – саркомер. Формула саркомера:  $1/2 I + A + 1/2 I$  (рис. 12). При сокращении актиновые нити скользят между миозиновыми, при этом светлые диски саркомеров практически исчезают.

В саркоплазме кроме миофибрилл располагаются: саркоплазматический ретикулум (видоизмененная эндоплазматическая сеть) - де-по ионов  $Ca$ , гранулы гликогена, и энергетический аппарат - митохондрии.



*Рис. 12.* Схема саркомера. I - изотропный диск, А - анизаторный диск, Z – телофрагма, М – мезофрагма

Длительная физическая нагрузка приводит к гипертрофии мышечных волокон за счет увеличения количества миофибрилл. После повреждения возможно восстановление мышечных волокон в результате деления и дифференцировки миосателлитов. При этом этапы регенерации совпадают с эмбриональным гистогенезом: клетки сателлиты - миобласты - миотубы - мышечное волокно.

## Практическое занятие №5 Кожный покров и его производные.

### КОЖА И ЕЁ ПРОИЗВОДНЫЕ

**Кожа** относится к жизненно важным органам. В коже выделяют эпидермис и дерму, под которой располагается гиподерма. Эпидермис рабочих поверхностей кожи представлен многослойным плоским ороговевающим эпителием, в котором выражены все пять слоёв: базальный, шиповатый, зернистый, блестящий и роговой. В дерме выделяют два слоя: сосочковый и сетчатый. Сосочковый слой образован рыхлой неоформленной соединительной тканью. В коже ладоней соединительнотканые сосочки вдаются глубоко в эпидермис, обеспечивая его прочную связь с дермой.

Сетчатый слой кожи представлен плотной неоформленной соединительной тканью с мощными пучками коллагеновых и сетью эластических волокон. Пучки волокон лежат в разных направлениях, что определяется функциональной нагрузкой на кожу. Гиподерма представлена жировым слоем, состоящим из долек жировой ткани и прослоек волокнистой соединительной ткани. В тонкой коже роговой слой эпидермиса тоньше, блестящий слой отсутствует, зернистый – слабо выражен. Соединительнотканые сосочки дермы сглажены.

В сетчатом слое дермы залегают секреторные отделы потовых желез. Это простые, трубчатые, неразветвленные железы. В секреторных отделах, кроме железистых клеток, располагаются миоэпителиальные клетки, то есть отмечается многослойность, обусловленная эктодермальным происхождением.

Сальная железа является простой, альвеолярной, слаборазветвленной железой. Она секреторирует по голокриновому типу. Секреторные отделы состоят из

двух типов клеток: мелких, малодифференцированных, способных к пролиферации, и клеток, находящихся на разных стадиях накопления секрета. По мере накопления секрета – кожного сала – клетки смещаются внутрь секреторного отдела и, постепенно разрушаясь, выталкиваются через короткий выводной проток в волосяную воронку.

Волосы, как и железы кожи, являются производными эпидермиса. В волосе выделяют две части: стержень, расположенный над поверхностью кожи, и корень волоса. Стержень волоса образован кератиновым веществом и кутикулой. Корень состоит из коркового вещества, мозгового вещества и кутикулы. Корень волоса заканчивается расширением – волосяной луковицей, которая обеспечивает рост волоса благодаря пролиферации малодифференцированных клеток. Питание волоса осуществляется сосудами, расположенными в соединительнотканном сосочке. Корень волоса окружен внутренним и наружным эпителиальными влагалищами и дермальным соединительнотканным влагалищем.

Производными кожи, помимо потовых, сальных желез и волос, также являются молочные железы и роговые образования (рога, копыта, копытца, когти, ногти).

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте гистологическую характеристику отделов кожи.
2. Назовите производные кожи и опишите их строение.
3. Как построены потовые и сальные железы?
4. Охарактеризуйте строение волос?

## Практическое занятие №6 Система органов пищеварения.

### ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Передний отдел пищеварительного канала представлен ротовой полостью с её органами, глоткой и пищеводом. В **губе** выделяют три отдела: кожный, промежуточный и слизистый. Слизистая оболочка внутренней части губы образована многослойным плоским неороговевающим эпителием и собственной пластинкой слизистой. Мышечная пластинка в слизистой оболочке отсутствует, и поэтому слизистая без резкой границы переходит в подслизистую основу, в которой располагаются секреторные отделы губных слюнных желёз. Выводные протоки желез открываются на поверхность эпителия.

В толще губы находится поперечно-полосатая мышечная ткань круговой мышцы рта. Наружная (кожная) часть губы имеет строение тонкой кожи. В её дерме располагаются корни волос, сальные, потовые железы, то есть производные кожи. Переходная часть губы, или красная кайма, подразделяется на гладкую часть - до линии смыкания губ, и ворсинчатую часть - по линии смыкания губ. Ворсинчатая часть в период новорожденности имеет высокие эпителиальные сосочки, которые раздражают материнский сосок в период акта сосания.

Слизистая оболочка **языка** на верхней и боковой поверхностях образует многочисленные сосочки. Самые распространенные - нитевидные сосочки с частично ороговевающим эпителием, между ними располагаются более крупные грибовидные сосочки. На боковых поверхностях располагаются листовидные сосочки. С возрастом эти сосочки редуцируются. Самые крупные - желобоватые, или сосочки, окруженные валом, лежат на границе тела и корня языка.

В эпителии листовидных, грибовидных и желобова-

тых сосочков располагаются вкусовые почки. Между сосочками и в желобоватых сосочках открываются протоки слюнных желёз. Спинка языка так же, как и слизистая твёрдого нёба и дёсен, не имеет подслизистой основы, что обусловлено высокой механической нагрузкой на нее. Основную массу языка составляет поперечно-полосатая мышечная ткань, между пучками волокон которой лежат белковые, слизистые и смешанные слюнные железы.

В ротовую полость кроме огромного числа мелких слюнных желез открываются выводные протоки трех парных больших слюнных желез. Это сложные, разветвленные альвеолярно-трубчатые железы. Они состоят из секреторных отделов и выводных протоков. Выводные протоки подразделяются на внутридольковые (вставочные и исчерченные), междольковые и общий выводной проток. Междольковые выводные протоки выстланы вначале двухслойным, затем многослойным эпителием. Многослойность эпителия в секреторных отделах и выводных протоках обусловлена эктодермальным происхождением железы.

В **околоушных слюнных железах** белковые секреторные отделы состоят из пирамидной формы белковых клеток, снаружи от которых располагаются миоэпителиальные клетки. Внутридольковые выводные протоки (вставочные и исчерченные) хорошо выражены и сильно разветвлены.

Секреторные отделы **поднижнечелюстной и подъязычной желез** трех типов: слизистые, белковые и белково-слизистые, или смешанные. Слизистые отделы содержат конические слизистые клетки. Белково-слизистые отделы более крупные, в центре их расположены светлые с уплощенными ядрами слизистые клетки, а по периферии в виде полулуний – белковые клетки. Белковые секреторные отделы содержат серозные секреторные клетки. Снаружи секреторных клеток на базальной мембране так же располагаются миоэпители-



альные клетки. Внутридольковые вставочные протоки менее выражены в связи с ослизнением в процессе развития, исчерченные выводные протоки длинные и сильно ветвятся. На базальной мембране секреторных отделов и внутридольковых выводных протоков желез располагаются мелкие миоэпителиальные клетки, длинные тонкие отростки которых снаружи охватывают эпителиальные клетки.

Важным аппаратом в механической переработке пищи в ротовой полости являются **зубы**, которые образуются в виде двух генераций – молочные и постоянные. В эмбриогенезе из эпителия преддверия ротовой полости образуется эпителиальный тяж, растающий в подлежащую соединительную ткань. Из этого эпителиального тяжа формируется зубная пластинка, от которой начинается рост зубных почек, превращающихся в эмалевые органы. В эмалевом органе на ранней стадии развития зуба выделяют наружные, промежуточные и внутренние клетки. Из окружающей мезенхимы формируется зубной сосочек, который как бы вдавливается в эмалевый орган, образуя из него «двустенный бокал».

На поздней стадии развития зуба усиленной дифференцировке подвергаются внутренние клетки эмалевого органа, которые превращаются в высокие призматические клетки – энамелобласты (клетки, образующие эмаль). Наружные клетки зубного сосочка дифференцируются в одонтобласты (клетки образующие дентин). Из остальной части зубного сосочка образуется пульпа зуба, а из прилежащей мезенхимы – цемент зуба и периодонт.

Слизистая оболочка **пищевода** образует продольные складки. Она имеет три пластинки: эпителиальная, образованная многослойным плоским неороговевающим эпителием, собственная пластинка, представленная рыхлой неоформленной соединительной тканью, и мышечная пластинка слизистой оболочки – пучки гладких миоцитов. Мышечная пластинка максимально выражена

в нижней трети пищевода. В подслизистой основе лежат секреторные отделы собственных желёз пищевода, выводные протоки которых открываются на поверхность эпителиального пласта.

Мышечная оболочка пищевода образует два слоя: внутренний – циркулярный, наружный – продольный. Поперечнополосатая мышечная ткань в верхнем отделе пищевода постепенно меняется к нижнему отделу пищевода на гладкую мышечную ткань. Снаружи пищевод покрыт адвентициальной оболочкой, а в абдоминальном отделе – серозной.

**При переходе пищевода в желудок** происходит резкая смена многослойного эпителия на однослойный. Эти эпителии отличаются по происхождению: многослойный эпителий образуется из эктодермы, а однослойный – из энтодермы. Подобные эпителиальные стыки встречаются ещё в конечном отделе прямой кишки и в области шейки матки. Стыки эпителиев разного происхождения более уязвимы при чрезмерных функциональных нагрузках и действии патологических факторов.

Слизистая оболочка **фундальной части и тела желудка** образует неглубокие желудочные ямки, складки и поля. Число желудочных ямок достигает нескольких миллионов. Желудочные ямки выстланы однослойным цилиндрическим железистым эпителием. В собственной пластинке слизистой оболочки располагаются простые неразветвленные или слаборазветвленные трубчатые железы. Клеточный состав: главные клетки, которые вырабатывают пепсиноген; париетальные клетки (окрашиваются оксифильно), вырабатывающие хлориды, добавочные слизистые клетки, вырабатывающие слизь, мало дифференцированные клетки в области шеек желёз и эндокринные клетки APUD системы. Глубже располагается мышечная пластинка слизистой оболочки. Подслизистая основа содержит крупные сосуды

и нервное сплетение. Мышечная оболочка образована тремя слоями: косым, циркулярным и продольным, содержит межмышечные нервные сплетения. Снаружи желудок покрыт серозной оболочкой.

Стенка желудка **в пилорическом отделе** имеет ряд отличий: желудочные ямки более глубокие, пилорические железы с коротким выводным протоком, разветвленные, с широким просветом секреторных отделов. Среди клеток желез преобладают слизистые секреторные клетки, париетальные клетки отсутствуют, а эндокринных клеток на единицу площади больше, чем в других отделах желудка. Между секреторными отделами лучше выражены прослойки соединительной ткани. Циркулярный слой мышечной оболочки образует мощный сфинктер, между слоями мышечной оболочки чаще определяются крупные нервные ганглии.

У жвачных имеется **преджелудок**, который у большинства животных состоит из трех камер. Они имеют сложный внутренний рельеф и выстланы многослойным плоским эпителием. В рубце слизистая оболочка образует сосочки, в сетке слизистая формирует гребневидные складки, а в книжке – слизистая, подслизистая и мышечная оболочки – многочисленные тонкие листовидной формы складки.

Слизистая оболочка **тонкой кишки** образует многочисленные выросты, или кишечные ворсинки. Эпителий, углубляясь в собственную пластинку слизистой оболочки, образует многочисленные кишечные крипты (кишечные железы). Слизистая выстлана однослойным высокопризматическим каёмчатым эпителием. В составе эпителия ворсинок выделяют каёмчатые клетки и их разновидность – М-клетки (антигенпредставляющие), бокаловидные и эндокринные клетки диффузной эндокринной системы. В криптах, кроме этих клеток, встречаются бескаёмчатые энтероциты – источник регенерации кишечного эпителия, и клетки с ацидофильной зер-

нистостью. В тонкой кишке хорошо выражена мышечная пластинка слизистой оболочки, подслизистая основа, мышечная оболочка с внутренним циркулярным и наружным продольным слоями и наружная серозная оболочка.

В двенадцатиперстной кишке в подслизистой основе располагаются секреторные отделы дуоденальных желёз, выводные протоки которых открываются в крипты. Дополнительные железы участвуют в выработке кишечного сока и обеспечивают защиту слизистой от действия кишечного содержимого.

Слизистая оболочка **толстой кишки** характеризуется наличием большого количества циркулярных складок и глубоких крипт. В эпителии крипт преобладают бокаловидные клетки, встречаются каемчатые энтероциты, эндокринные клетки и малодифференцированные. В собственной пластинке слизистой оболочки и подслизистой основе чаще, чем в тонкой кишке, встречаются лимфатические узелки, которые осуществляют местную иммунную защиту.

**Печень** относится к крупным железам пищеварительной системы. Структурно-функциональной единицей является печеночная долька. Междольковая соединительная ткань развита слабо, поэтому дольчатость печени не выражена. В центре условной печеночной дольки располагается одиночный сосуд – центральная вена, а на периферии дольки определяются кровеносные сосуды и желчные протоки, образующие печеночные триады. Паренхима дольки представлена радиально расположенными печеночными балками и идущими между ними от периферии к центру синусоидными капиллярами. Каждая печеночная балка состоит из двух рядов гепатоцитов. Между рядами гепатоцитов располагаются желчные капилляры. Таким образом, желчные капилляры не имеют собственной стенки, а образованы соприкасающимися поверхностями гепатоцитов (рис. 15).

В состав печеночной триады входят артерия, вена и желчный проток. Междольковые сосуды разветвляются на вокругдольковые артерии и вены, которые распадаются на артериальные и венозные капилляры. Капилляры входят в периферическую часть дольки, сливаются, образуя радиально идущие к центру внутридольковые синусоидные капилляры, которые впадают в центральную вену. Желчные капилляры находятся внутри печеночных пластинок и сливаются на периферии долек, образуя вокругдольковые и междольковые желчные протоки.

Стенка внутридольковых синусоидных капилляров имеет ряд особенностей: в ней практически отсутствует базальная мембрана, между эндотелиоцитами имеются широкие промежутки. Капилляры окружены перисинусоидальным пространством (пространство Диссе), в которое свободно выходит плазма крови, омывая гепатоциты печеночной пластинки. Кроме того, между эндотелиоцитами располагаются купферовские клетки (макрофаги печени), Pit-клетки (натуральные киллеры дотимусной природы), а в перисинусоидальном пространстве - липоциты (депонировать жирорастворимые витамины).

Желчь и кровь в дольке отделены печеночным барьером и в норме не смешиваются.

Основным компонентом печеночного барьера являются гепатоциты. Мембраны соседних гепатоцитов в печеночной пластинке плотно прилегают друг к другу, образуя замыкательные пластинки. При разрушении печеночных клеток нарушается целостность печеночного барьера, в результате чего компоненты желчи попадают в кровотоки.

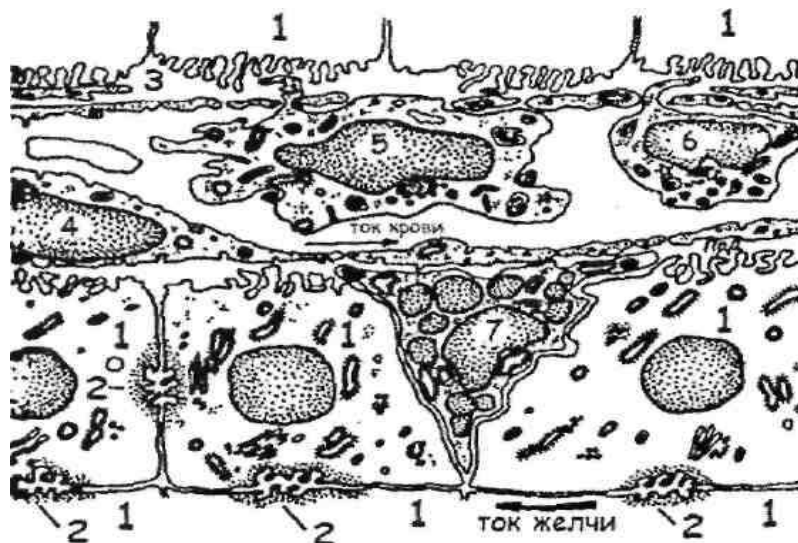


Рис. 15. Взаимоотношение стенки синусоидного капилляра с клетками печеночной пластинки (по В.В. Серову и К. Лапину с изменениями). Печеночный барьер.

1. Гепатоциты. 2. Желчный капилляр. 3. Пространство Диссе. 4. Эндотелиоцит. 5. Звездчатый ретикулоэндотелиоцит (клетка Купфера). 6. Натуральный киллер (большой зернистый лимфоцит). 7. Липоцит.

**Поджелудочная железа** имеет выраженную дольчатость. В дольках железы располагаются экзокринные отделы и в виде островков скопления эндокринных клеток, относящихся к диффузной эндокринной системе. Секреторные отделы экзокринной части железы представлены ацинусами. Они образованы пирамидной формы белковыми секреторными клетками. Базальная часть клеток называется гомогенной, окрашивается основными красителями (базофильная). Апикальная (оксифильная) зона содержит гранулы просекрета и называется зимогенной.

Секреторные отделы и вся система выводных протоков выстланы однослойным эпителием, что обусловлено энтодермальным происхождением железы. Крупные выводные протоки чаще встречаются в области тела и головки железы. В таком протоке хорошо определяется однослойный призматический эпителий, собственная пластинка, элементы мышечной и адвентициальной оболочек.

Среди эндокриноцитов панкреатических островков выделяют А- клетки, вырабатывающие глюкагон, В-клетки – инсулин, Д-клетки - соматостатин, Д<sub>1</sub>-клетки – вазоинтестинальный полипептид, и РР- клетки, синтезирующие панкреатический полипептид.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Опишите общие закономерности гистологического строения пищеварительной трубки.
2. Каковы особенности строения перехода пищевода в желудок?
3. В чем заключаются видовые особенности строения желудка?
4. Дайте гистологические особенности строения тонкой и толстой кишки.
5. Охарактеризуйте гистофизиологию желез пищеварительной системы.
6. Чем представлен эндокринный аппарат пищеварительной системы.

## Практическое занятие №7

### Система органов дыхания, мочевыделения, размножения.

#### МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

**Почка** покрыта тонкой соединительнотканной капсулой и окружена слоем жировой ткани. На разрезе хорошо различимы темного цвета кора и более светлое мозговое вещество, образованные разными отделами нефронов. Нефрон – структурно-функциональная единица почки. Он состоит из капсулы клубочка, проксимального извитого канальца, прямых канальцев петли и дистального извитого канальца. Нефрон переходит в собирательные трубочки. В корковом веществе располагаются почечные тельца и извитые канальцы. В мозговом веществе – прямые канальцы, в основном, собирательные трубочки. Некоторые собирательные трубочки в виде мозговых лучей заходят в корковое вещество.

Почечное тельце образовано сосудистым капиллярным клубочком, окруженным двумя листками капсулы. Между внутренним и наружным листками имеется полость капсулы, в которую фильтруется плазма крови с образованием первичной мочи. Диаметр выносящей артериолы значительно меньше, чем приносящей, в результате чего создается высокое кровяное давление в капиллярах сосудистого клубочка, что и является определяющим условием первой фазы мочеобразования – фильтрации (рис. 16).

Почечный барьер, через который происходит фильтрация плазмы

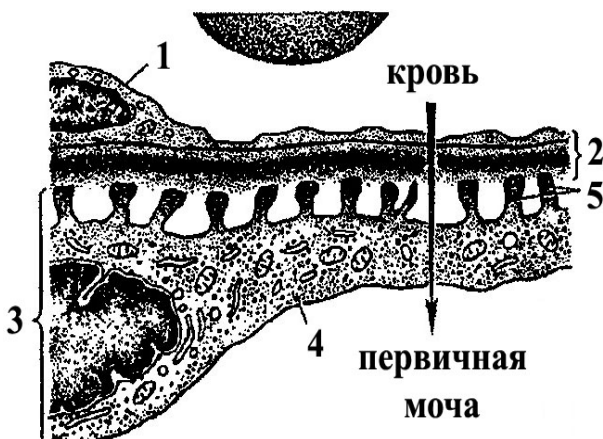
крови, представлен эндотелиальными клетками капилляра, единой базальной мембраной капилляра и внутреннего листка капсулы и подоцитами. Подоциты – это клетки внутреннего листка капсулы, которые соприкасаются короткими отростками – цитоподиями – с базальной мембраной. Через почечный барьер из крови



фильтруются: вода, простые белки и глюкоза, электролиты, мочевины и азотистые шлаки. Первичной мочи образуется у некоторых видов животных до 150-200 литров в сутки.

В проксимальных извитых канальцах, выстланных призматическим каемчатым эпителием, полностью обратно всасываются (реабсорбируются) белки, глюкоза, часть воды и электролиты. Канальцы петли нефрона выстланы однослойным плоским эпителием, через который происходит пассивная реабсорбция воды вследствие разности осмотического давления между мочой в канальцах и тканевой жидкостью. В дистальных канальцах, которые выстланы кубическим эпителием, осуществляется реабсорбция электролитов под влиянием гормона альдостерона. Реабсорбция воды в собирательных трубочках регулируется антидиуретическим гормоном гипофиза. Здесь же происходит секреция ионов водорода, в результате чего моча приобретает кислую реакцию.

Эндокринная система почки участвует в регуляции мочеобразования и оказывает общее влияние на гемодинамику и водно-солевой обмен. Юкстагломерулярный аппарат включает юкстагломерулярные клетки, плотное пятно и юкставаскулярные клетки. Клетки плотного пятна (в составе дистального извитого канальца) улавливают содержание натрия в моче, активируют юкстагломерулярные и юкстава-



скулярные клетки, которые вырабатывают ренин. Ренин активирует ангиотензиновую систему, которая обладает сосудосуживающим действием. Кроме того, ренин стимулирует образование

гормона альдостерона в клубочковой зоне коры надпочечников, который усиливает реабсорбцию ионов натрия в дистальном извитом канальце.

*Рис. 16.* Фильтрационный (почечный) барьер. 1. Эндотелиоцит  
2. Базальная мембрана. 3. Подоцит. 4. Цитотрабекула.  
5. Цитоподии

**Мочевыводящие пути** (почечные чашечки, лоханки, мочеточники, мочевого пузыря и мочеиспускательный канал) построены однотипно. В них выделяют слизистую оболочку, слабо выраженную подслизистую основу, мышечную оболочку и наружную (адвентициальную или серозную) оболочку. Слизистая оболочка образована уроэпителием (многослойный переходный эпителий) и собственной пластинкой слизистой. Поверхностные клетки уроэпителия крупные, цилиндрической, кубической или грушевидной форм, обладают способностью вырабатывать слизистый секрет, который защищает слизистую от действия мочи. В нижнем отделе мочеточников и в стенке мочевого пузыря (в начальном отделе мочеиспускательного канала) располагаются мелкие слизистые железы.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Охарактеризуйте строение и мочевыделительную функцию почек.
2. Гистофизиология коркового нефрона.
3. Дайте характеристику эндокринной системы почек.
4. Опишите строение мочевыводящих путей.

## **ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА**

Воздухоносные пути представлены преддверием полости носа,

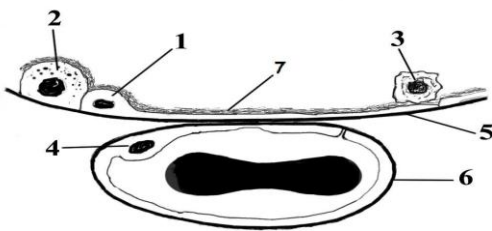
собственно носовой полостью, гортанью, трахеей и разветвленным бронхиальным деревом. В стенке трахеи выделяют четыре оболочки: слизистую, подслизистую основу, фиброзно-хрящевую и адвентициальную. Слизистая оболочка трахеи состоит из двух пластинок: однослойного многорядного реснитчатого эпителия и соединительной тканевой пластинки, богатой кровеносными сосудами и продольно расположенными эластическими волокнами.

В подслизистой основе располагаются секреторные отделы белково-слизистых желёз. Фиброзно-хрящевая оболочка представлена незамкнутыми на задней поверхности кольцами гиалинового хряща. Гиалиновый хрящ покрыт надхрящницей, под которой располагаются молодые хондроциты, зрелые хондроциты и глубже – изогенные группы клеток, окруженные межклеточным веществом. Снаружи трахея покрыта адвентициальной оболочкой, обеспечивающей прикрепление трахеи к окружающим органам.

Главные бронхи и часть бронхов крупного калибра лежат вне легких. Строение их стенки близко строению стенки трахеи. Внутрилегочные бронхи делятся на бронхи крупного, среднего и малого калибра. В стенке бронха среднего калибра выделяют четыре оболочки: слизистую, подслизистую основу, фиброзно-хрящевую и адвентициальную. Слизистая оболочка выстлана однослойным многорядным реснитчатым эпителием, под которым располагаются собственная соединительнотканная пластинка и мышечная пластинка. В подслизистой основе лежат концевые отделы смешанных слизисто-белковых желёз. В фиброзно-хрящевой оболочке гиалиновый хрящ меняется на эластический и образует небольшие пластинки или островки хрящевой ткани. Адвентициальная оболочка переходит в соединительную ткань межальвеолярных перегородок. Бронхи сопровождаются кровеносными сосудами.

Ацинус является структурно-функциональной единицей респираторного отдела. В состав ацинуса входят дихотомически разветвленные респираторные бронхиолы, альвеолярные ходы и альвеолярные мешочки, в стенке которых находятся альвеолы. В межальвеолярных перегородках располагается сеть эластических волокон, оплетающих альвеолы и большое количество кровеносных капилляров.

Аэрогематический барьер осуществляет диффузию газов, а также является защитным механизмом на границе с внешней средой. Он представлен цитоплазмой респираторного альвеолоцита, базальной мембраной альвеолы, базальной мембраной кровеносного капилляра и цитоплазмой эндотелиоцита (рис. 14). Поверхность респираторных альвеолоцитов покрыта сурфактантом, который вырабатывается секреторными альвеолоцитами, начиная с седьмого месяца внутриутробного развития.



*Рис. 14.* Аэрогематический барьер.

1. Респираторный альвеолоцит.
2. Секреторный альвеолоцит.
3. Макрофаг.
4. Эндотелиоцит.
5. Базальная мембрана альвеолы.
6. Базальная мембрана капилляра.

7. Сурфактант

Сурфактант предотвращает слипание альвеол. Он включает мембранный компонент и жидкую фазу. В его состав входят белки, фосфолипиды и гликопротеиды. При вдохе мембранная решетка сурфактанта образует один тонкий слой в виде клеточной мембраны, а при выдохе сурфактант собирается в трехслойную решетку.

## Контрольные вопросы и задания

1. Назовите отделы воздухоносных путей и дайте им сравнительную гистологическую характеристику.
2. Дайте характеристику гистологического строения бронха малого калибра, терминальной бронхиолы.
3. Опишите строение ацинуса.
4. Какова гистофизиология респираторного отдела дыхательной системы?
5. Перечислите структурные компоненты альвеолярно-капиллярного барьера.

## ПОЛОВАЯ СИСТЕМА САМЦОВ

К органам половой системы самцов относят гонады (семенники), выполняющие репродуктивную и эндокринную функции, и добавочные органы – семявыносящие пути. **Семенник** снаружи покрыт плотной соединительнотканной оболочкой (белочной), тонкие перегородки которой делят орган на дольки. В каждой дольке находится от одного до четырех извитых семенных канальца. В стенке канальца выделяют базальный слой, миоидный и волокнистый слои. Внутренняя выстилка представлена поддерживающими клетками (сустентоциты) и половыми клетками разной степени дифференцировки, отражающими стадии сперматогенеза.

У базальной мембраны канальца располагаются сперматогонии (стволовые и полустволовые клетки). Деление сперматогоний характеризует первую фазу сперматогенеза – размножение. Выше сперматогоний лежат сперматоциты первого порядка. В период роста в сперматоцитах первого порядка происходят сложные изменения в ядерном аппарате, что соответствует профазе первого деления мейоза.

Над сперматоцитами первого порядка лежат сперматоциты второго порядка и сперматиды. Эти клетки образуются в результате двух последовательных редукционных делений (период созревания). В центральной части извитого канальца располагаются сперматозоиды с хвостовыми нитями, которые находятся в стадии формирования (рис. 17). Продолжительность сперматогенеза составляет до 2,5 месяцев, он происходит постоянно в течение всего периода и волнообразно по канальцу.

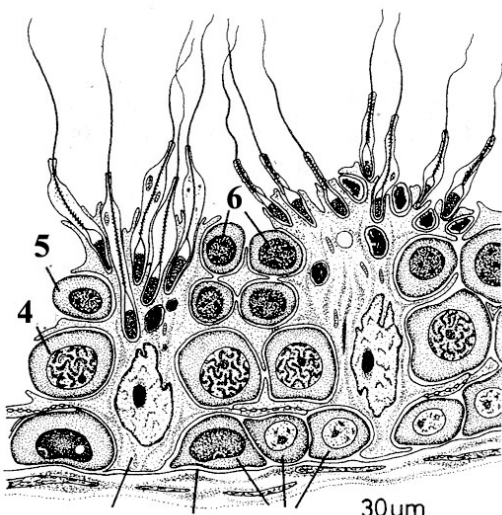


Рис. 17. Структурные элементы гемотестисулярно-

го барьера (по Р. Кристичу с изменениями) 1. Сперматогонии. 2. Базальная мембрана. 3. Суспенцит. 4. Сперматоцит 1 порядка. 5. Сперматоцит 2 порядка. 6. Сперматиды

Между извитыми семенными канальцами в прослойках рыхлой соединительной ткани около кровеносных капилляров локализуются интерстициальные клетки, синтезирующие стероидные половые гормоны, основной из которых – тестостерон.

**Придаток семенника** анатомически представлен головкой, телом и хвостовой частью. Головка придатка построена из выносящих извитых канальцев семенника, которые выстланы эпителиальными клетками разной высоты. Высокие цилиндрические клетки со стереоцилиями чередуются с железистыми клетками кубической формы. Выносящие канальцы головки придатка соединяются, образуя проток придатка. Проток придатка выстлан двурядным эпителием, в котором определяются короткие вставочные клетки и высокие призматические клетки со стереоцилиями. Собственная пластинка слизистой, мышечная и адвентициальная оболочки протока незначительной толщины.

**В семявыносящем протоке** слизистая оболочка образует 3–4 продольные складки, эпителий двурядный. Хорошо развита мышечная оболочка, состоящая из трёх слоёв гладкой мышечной ткани. Наиболее выражен средний (циркулярный) слой. Снаружи проток покрыт адвентициальной оболочкой.

**Предстательная железа** охватывает верхнюю часть мочеиспускательного канала, представляет собой мышечно-железистый орган. Состоит из многочисленных отдельных слизистых желез, выводные протоки которых открываются в простатическую часть мочеиспускательного канала. В раннем постнатальном периоде простата представлена слабо развитыми секреторными отделами и хорошо выраженными соединительнотканными перегородками с пучками клеток гладкой мышечной ткани. В период полового созревания максимальной дифференцировки достигают секреторные отделы, в



широких просветах которых определяется слизистый секрет.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте характеристику гистологического строения семенника
2. Опишите этапы сперматогенеза.
3. Какие железы половой системы Вы знаете?
4. Укажите особенности гистологического строения разных отделов семявыводящих путей.

### **ПОЛОВАЯ СИСТЕМА САМОК**

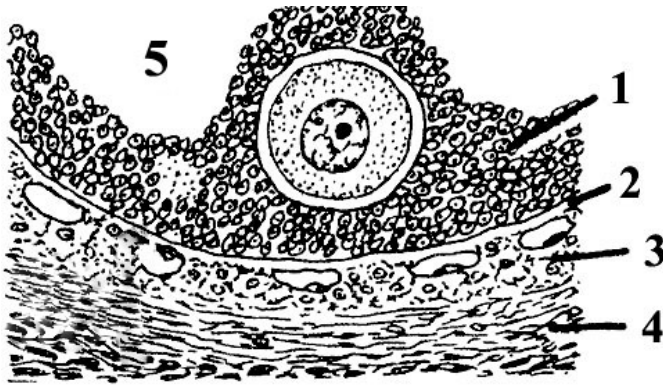
**Яичник** снаружи покрыт белочной оболочкой и мезотелием. В корковом веществе располагаются фолликулы на различных стадиях развития. Мозговое вещество содержит кровеносные, лимфатические сосуды и окружающую их рыхлую волокнистую соединительную ткань.

Под капсулой находится большое количество мелких примордиальных фолликулов. Примордиальный фолликул представлен овоцитом первого порядка в стадии малого роста, который окружен одним слоем уплощенных фолликулярных клеток.

В начале большого роста под действием фолликулостимулирующего гормона передней доли гипофиза овоцит увеличивается в размерах, вокруг него формируется блестящая оболочка, а клетки фолликулярного эпителия становятся кубическими, затем цилиндрическими (первичный фолликул). При дальнейшем росте фолликулярный эпителий пролиферирует, образуя многослойный зернистый слой, и секретирует жидкость, которая накапливается в полости фолликула (вторичный фолликул).

Фолликулярный эпителий отграничивается от окружающей ткани базальной мембраной, вокруг которой формируется соединительнотканная оболочка с крове-

носными сосудами. В оболочке выделяют два слоя: внутренний представлен нежнотоволокнистой тканью с капиллярами, наружный слой – более плотный фиброзный. Во внутреннем слое дифференцируются интерстициальные клетки, вырабатывающие половые гормоны. В зрелом (третичном) фолликуле овоцит первого порядка окружен толстой блестящей оболочкой и фолликулярным эпителием, которые в совокупности образуют лучистый венец (рис. 18).



*Рис. 18.*

Структурные элементы гомоовариального барьера (по

Р. Кристичу с изменениями).

Зернистый слой. 2. Базальная мембрана. 3. Внутренний слой

теки. 4. Наружный слой теки.

5. Плотность фолликула

## Полость

ф

олликула

за

- полнена жидкостью, богатой эстрогенами, при этом овоцит смещается на один из полюсов и удерживается фолликулярными клетками яйценосного бугорка.

Стадии зрелого и овуляции достигает один или несколько фолликулов. Вступившие в большой рост овоциты в других фолликулах под действием ингибинов погибают. Фолликулярный эпителий замещается пролиферирующими интерстициальными клетками оболочки. Так формируются атретические фолликулы, которые превращаются в атретические тела. В их центре обнаруживаются остатки блестящей оболочки.

После овуляции на месте разорвавшегося фолликула формируется желтое тело. В его развитии выделяют четыре стадии: пролиферации и васкуляризации (размножение клеток зернистого слоя и развитие сосудов внутренней теки), железистого метаморфоза (гипертрофия клеток, накопление пигмента лютеина), расцвета (синтез прогестерона) и, если беременность не состоялась, желтое тело переходит в стадию обратного развития. Стимулирует образование желтого тела лютеинизирующий гормон передней доли гипофиза.

**Матка** – непарный орган для внутриутробного развития зародыша и плода. У сельскохозяйственных животных относится к типу двурогих. Она состоит из рогов, тела и шейки. Матка представляет собой трубкообразный орган. Ее стенка образована слизистой, мышечной и серозной оболочками.

Слизистая оболочка – эндометрий – выстлана у большинства млекопитающих однослойным цилиндрическим эпителием, вырабатывающим слизь. В определенные периоды цикла эпителий может меняться на

многорядный или многослойный. Встречаются в нем и реснитчатые клетки, особенно в рогах матки. Собственная пластинка слизистой образована соединительной тканью с большим количеством разнообразных клеток. В ней в области рогов и тела залегают простые разветвленные трубчатые железы, секретирующие по мерокринному типу. Секрет желез используется для питания зародыша на ранних этапах развития.

У жвачных стенка слизистой образует выпячивания – карункулы, богатые кровеносными сосудами, но не содержащие желез. В период беременности они становятся крупными макроскопическими образованиями и как шапочками покрываются выростами хориона – котиледонами. Слизистая оболочка шейки образует многочисленные крупные и мелкие складки, продольные у крупного рогатого скота и лошади, волнообразные у свиньи. В ее эпителии много слизистых клеток.

Мышечная оболочка – миометрий – образована гладкой мышечной тканью, расположенной в два слоя. Гладкие миоциты миометрия имеют крупные размеры, могут ветвиться. Внутренний кольцевой слой развит лучше продольного. В области шейки кольцевой слой особенно мощный, формирует сфинктер, удерживающий канал шейки в закрытом состоянии. Открывается канал во время охоты и при изгнании плода. Между кольцевым и продольными слоями у хищных, а из сельскохозяйственных животных у жвачных, особенно в области рогов, заметен средний сосудистый слой, в котором разветвляется большое количество сосудов. У свиньи этот слой не выражен, у кобылы заметен плохо. Мышечная оболочка матки сильно утолщается во время беременности.

Серозная оболочка – периметрий – состоит из собственной пластинки и мезотелия. Собственная пластинка, построенная из рыхлой соединительной ткани, утолщается и перестраивается в период беременности.

## **Изменения половых органов самок в разные периоды полового цикла**

Развитие фолликулов, овуляция, образование желтого тела в яичниках происходит циклически. Одновременно отмечают изменения и в других органах половой системы самки. Половой цикл – это период времени между двумя течками. Продолжительность его зависит от вида животного. У диких животных течка обычно протекает один раз в год, роды проходят в теплое время года, что необходимо для развивающихся новорожденных животных.

У домашних животных время года играет второстепенное значение, поэтому половые циклы у них значительно короче: у коров, свиней, мелких жвачных – через каждые 17-21 день, у кобылы – через 21-28 дней и больше, часто имеет место нерегулярность.

Половой цикл включает следующие фазы: предтечку, течку, послетечку и межтечку.

Предтечка – подготовительная фаза.

Течка – характеризуется овуляцией и готовностью слизистой оболочки матки к восприятию плода. У коров течка длится 2-30 ч, у кобыл 5-15 дней, у собак 9-14 дней. Овуляция может протекать при ее затухании (у коровы через 24 ч после начала и 14 ч после окончания). В течение течки отмечают наибольшие изменения полового аппарата самки.

Послетечка – фаза формирования желтого тела, дальнейшее набухание всех оболочек матки и влагалища. Развитие клеток секреторного эпителия и желез достигает максимума.

Межтечка – фаза обратного развития симптомов течки.

Если наступает беременность, то в слизистой матки образуется маточная плацента, размножаются и гипертрофируют гладкомышечные клетки мышечной оболочки, интенсивно разрастаются кровеносные сосуды,

утолщается соединительнотканый слой слизистой оболочки матки.

**Молочные железы** являются видоизмененными потовыми железами, секретируют по апокриновому типу. Секреторные отделы наибольшего развития получают в период беременности и лактации. В секреторных отделах кроме железистых клеток располагаются миоэпителиальные клетки, что обусловлено эктодермальным происхождением железы. Каждая доля железы открывается собственным выводным протоком в кожной части материнского соска. Выводные протоки в дистальной части имеют широкие синусы для депонирования молока.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте характеристику гистологического строения яичника.
2. Каково строение и функция разных отделов половых путей?
3. Назовите фазы овогенеза.
4. В чем заключаются отличия овогенеза от сперматогенеза?
5. Опишите строение молочной железы.

## Практическое занятие №8

### Сердечно –сосудистая система, органы кроветворения.

#### СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

**Сосуды микроциркуляторного русла** обеспечивают регуляцию кровенаполнения органов и транскапиллярный обмен. К ним относят артериолы, венулы и заключенные между ними капилляры. Внутренняя оболочка капилляров образована эндотелием и базальной мембраной. Между расщепленными листками базальной мембраны располагаются перициты. Наружная оболочка представлена, в основном, редкими волокнистыми структурами и клеточными элементами: адвентициальными клетками и фибробластами. Посткапиллярные венулы по своему строению напоминают капилляры. В артериолах средняя оболочка образованная гладкими миоцитами, расположенными по крутой спирали.

**Сосуды мышечного типа.** К артериям мышечного типа относятся большинство артерий организма. В стенке **артерии** выделяют три оболочки. Внутренняя оболочка образована эндотелием, подэндотелиальным слоем и внутренней эластической мембраной. Средняя оболочка содержит гладкие миоциты и расположенные между ними волокна (коллагеновые и эластические). На границе между средней и наружной оболочками располагается наружная эластическая мембрана. Эластические волокна средней оболочки сливаются с эластическими мембранами и образуют единый эластический каркас, который придает артерии эластичность при растягивании и упругость при сдавливании. Наружная оболочка – адвентициальная – образована рыхлой соединительной тканью.

**Вены** мышечного типа имеют те же три оболочки, что и артерии. В отличие от артерий в них не выражены эластические элементы, что обусловлено гемодинамическими условиями (низкая скорость кровотока и невы-

сокое кровяное давление).

В стенке **сердца** выделяют три оболочки: эндокард, миокард и эпикард. Внутренняя оболочка (эндокард) по строению соответствует стенке крупного кровеносного сосуда. В нем выделяют четыре слоя: эндотелиальный, подэндотелиальный, мышечно-эластический и наружный соединительнотканый. Под эндокардом располагается миокард, состоящий из проводящих кардиомиоцитов, которые образуют в совокупности проводящую систему сердца, и типичных сократительных кардиомиоцитов (поперечно-полосатая сердечная мышечная ткань). Снаружи сердце покрыто двумя листами серозной оболочки, которые образуют так называемую околосердечную сумку (перикард). Непосредственно к миокарду прилежит её внутренний листок – эпикард, представленный соединительнотканной пластинкой и мезотелием, который ограничивает эпикард от полости сердечной сумки.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Опишите особенности строения артерий разного типа.
2. Чем отличается строение стенки вен от стенки артерий?
3. Дайте характеристику сосудов микроциркуляторного русла.
4. Охарактеризуйте гистологическое строение проводящей системы сердца.
5. Назовите оболочки сердца и опишите их гистологическое строение.

## **ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУНОГЕНЕЗА**

**Красный костный мозг** – центральный орган кроветворения – является источником стволовых клеток и универсаль-



ным органом гемопоэза. Стромой органа составляет ретикулярная ткань, которая служит микроокружением для кроветворных клеток. В красном костном мозге встречается небольшое количество жировых клеток. Его строма пронизана синусоидными капиллярами, через стенку которых в норме проходят только созревшие форменные элементы крови. Среди клеток крови, находящихся на различных стадиях созревания, выделяются мегакариоциты. Это крупные многоядерные клетки. Путём отщепления фрагментов цитоплазмы мегакариоцитов образуются кровяные пластинки (тромбоциты).

**Тимус** – центральный орган лимфоцитопоэза и иммуногенеза, в нём происходит антигеннезависимая дифференцировка Т-лимфоцитов. Стромой органа составляет эпителиальная ткань, которая является микроокружением для дифференцирующихся клеток. Тимус разделен на доли. В каждой доле различают более тёмное корковое вещество и светлое мозговое вещество. В корковом веществе происходит пролиферация и дифференцировка всех разновидностей Т-лимфоцитов, в мозговом находятся, преимущественно рециркулирующие Т-лимфоциты. Под капсулой тимуса находится субкапсулярная зона, в которой локализируются малодифференцированные лимфоциты (около 5%). Они устойчивы к действию повреждающих факторов и к глюкокортикоидам коры надпочечников.

При стресс-реакции происходит выброс Т-лимфоцитов в периферический кровоток и массовая гибель их в тимусе, что приводит к акцидентальной (временной) инволюции. По мере старения идёт физиологическая атрофия (инволюция) тимуса. Восстановление тимуса происходит за счёт пролиферации и дифференцировки клеток субкапсулярной зоны. В мозговом веществе встречаются слоистые эпителиальные тельца (тельца тимуса), количество которых увеличивается с возрастом.

**Лимфатический узел** относится к органам, где после рождения образуются лимфоциты только в ответ на антигенное раздражение. Узел покрыт соединительнотканной капсулой, от которой в паренхиме отходят волокнистые трабекулы. Под капсулой располагается корковое вещество, представленное совокупностью лимфатических узелков. Центральную часть узла занимает мозговое вещество, в нем переплетаются мозговые (мякотные) тяжи.

Между корковым и мозговым веществом находится паракортикальная тимус-зависимая зона. Лимфатические узелки имеют округлую форму. При наличии антигена в них происходит пролиферация В-лимфоцитов, что приводит к появлению светлых центров. Поступая в мозговые тяжи, В-лимфоциты превращаются в плазматические клетки, которые вырабатывают антитела. В паракортикальной тимус-зависимой зоне сосредоточены Т-лимфоциты.

В лимфатическом узле имеется система синусов, по которым протекает лимфа. Приносящие лимфатические сосуды, расположенные с выпуклой стороны узла, впадают в краевой синус, который ограничен капсулой и лимфатическими узелками. Между узелками и трабекулами лежат промежуточные корковые синусы, а между трабекулами и мозговыми тяжами – мозговые синусы, которые, сливаясь, образуют центральный, или воротный  
синус

В синусах мозгового вещества лимфатического узла, как и в других синусах, определяются ретикулярные клетки, связанные с ретикулярными волокнами и соединенные между собой своими отростками. В результате чего образуется сеть, в ячейках которой находятся макрофаги лимфоузла, поэтому лимфа протекая по синусам, очищается и обогащается лимфоцитами.

**Селезёнка** – периферический орган кроветворения, который образует защитный барьер на пути кровотока. Снаружи селезенка покрыта соединительнотканной капсулой и ограничена серозной оболочкой. Лимфатические узелки в селезёнке располагаются диффузно и в совокупности составляют белую пульпу. В каждом лимфатическом узелке проходит центральная артерия, которая располагается эксцентрично. Вокруг артерии выделяют периартериальную тимус–зависимую зону. При поступлении антигена в лимфатических узелках образуются светлые, или реактивные центры, в которых происходит пролиферация В-лимфоцитов. Вокруг светлого центра определяется интенсивно окрашенная перифолликулярная зона, снаружи от которой лежит маргинальная зона. Эти зоны относятся к тимус–независимым и содержат Т- и В-лимфоциты.

**Нёбная миндалина** – это одно из скоплений лимфоидной ткани в складках слизистой оболочки на границе ротовой полости и глотки. Углубления эпителия в подлежащую соединительную ткань образуют крипты. Слизистая оболочка со стороны ротовой полости выстлана многослойным плоским неороговевающим эпителием. В криптах эпителий инфильтрирован лимфоцитами и полиморфноядерными лейкоцитами. В собственной пластинке слизистой оболочки располагаются многочисленные лимфатические узелки. В них хорошо выражены светлые центры, что свидетельствует об интенсивной пролиферации лимфоцитов и о возможностях местного иммунного ответа.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Перечислите органы кроветворения и иммуногенеза и опишите особенности их гистологического строения и функции.
2. Дайте структурно-функциональную характеристику красного костного мозга.
3. Опишите строение и функцию тимуса.
4. Приведите отличительные черты строения периферических органов кроветворения и иммуногенеза.

### **Практическое занятие №9**

#### **Железы внутренней секреции, нервная система и анализаторы.**

### **НЕРВНАЯ СИСТЕМА**

Органы нервной системы условно подразделяются на центральные и периферические. К периферическим органам относят ганглии, нервные стволы и нервные окончания (рецепторы и эффекторы). На поперечном срезе **в периферическом нерве** можно выделить несколько нервных стволиков. В нервном стволике располагаются десятки миелиновых и безмиелиновых нервных волокон, которые окружены тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани – эндоневрием. Каждый стволик окружен плотной оболочкой, представленной плотной волокнистой соединительной тканью – периневрием. Снаружи периферический нерв покрыт эпиневрием, который вместе с другими оболочками выполняет защитную, опорную и трофическую функции.

**Спинномозговой узел** окружен соединительнотканной капсулой. Под капсулой по периферии органа располагаются чувствительные псевдоуниполярные нейроны. Тело каждого нейрона снаружи отграничено леммоцитами (клетки глиальной природы) и окружено соединительнотканной оболочкой. Ядра нейронов светлые, хорошо контурируются ядрышки. Центральная

часть узла занята отростками нейронов, участвующими в образовании миелиновых нервных волокон, и тонкими соединительнотканными прослойками, которые образуют эндоневрий.

Аксоны чувствительных нейронов, образуя задний корешок, уходят в задние рога спинного мозга, а их дендриты в составе спинно-мозгового нерва идут на периферию и заканчиваются рецепторами. Из спинного мозга выходит передний корешок, в составе которого находятся аксоны двигательных нейронов передних рогов спинного мозга. Передний и задний корешки сближаются, образуя периферический нерв.

К центральным органам нервной системы относят спинной и головной мозг.

**Спина́й моз́г** состоит из двух симметричных половин, отграни- ченных внизу вентральной срединной щелью, а вверху – дорсальной срединной перегородкой. В центре спинного мозга располагается центральный канал спинного мозга, выстланный эпендимоглиоцита- ми. По периферии ор- гана выделяют белое вещество, а в центральной части - более темное серое вещество. В сером веществе на попереч- ном срезе различают узкие дорсальные рога, промежуточную часть с боковыми рогами и массивные вентральные рога. Ле- вая и правая по- ловины серого вещества соединены сверху и снизу от центрального канала, соответственно дорсальной и вентральной серыми спайками.

В дорсальных рогах выделяют желатинозное вещество и губча- тый слой. В их составе располагаются мелкие мульти- полярные вста вочные нейроны, которые передают нервный импульс с аксонов чув- ствительных нейронов спинномозго- вых узлов на другие нейроны внутри данного сегмента спин- ного мозга или смежных отделов. В се- редине дорсального рога располагается собственное ядро, отростки нейронов ко- торого уходят на противоположную сторону в белое ве- щество спинного мозга, участвуя в образовании спино́мозжеч- ковых путей. Кроме того, в медиальной части основания зад- него рога располагается дорсальное (грудное) ядро, отростки нейронов которого уходят в белое вещество этой же полови- ны, так же как и отростки нейронов медиального ядра про- межуточной зоны, участвуя в образовании спино́мозжечко- вых путей.

В вентральных рогах спинного мозга располагаются крупные мультиполярные нейроны, которые образуют груп- пы медиальных и латеральных моторных ядер. Аксоны этих двигательных нейронов и аксоны ассоциативных нейронов

латерального ядра боковых рогов вегетативной нервной системы уходят из спинного мозга в составе передних корешков.

Белое вещество спинного мозга образовано миелиновыми нервными волокнами, которые формируют проводящие пути собственно- го аппарата спинного мозга, расположенного во всех трех канатиках, непосредственно примыкающие к серому веществу, а также восходящие пути, занимающие дорсальный канатик и латеральную часть бокового канатика и, наконец, нисходящие пути, расположенные в медиальной части бокового канатика и в вентральном канатике. Между пучками миелиновых волокон проходят соединительнотканно– глиальные перегородки.

**В мозжечке** серое вещество, в основном, располагается на поверхности органа, образуя его кору. Небольшие участки серого вещества формируют ядра в белом веществе мозжечка. В коре мозжечка выделяют три слоя: молекулярный слой с небольшим количеством корзинчатых и звездчатых нейронов; ганглионарный слой, представленный одним слоем грушевидных клеток, и зернистый слой с многочисленными клетками-зернами и звездчатыми клетками.

Грушевидные нейроны являются единственными эфферентными нейронами коры мозжечка. Они формируют тормозной импульс, уходящий на периферию по аксонам, которые составляют первое звено эфферентных тормозных путей. Все остальные нейроны коры мозжечка относятся к вставочным нейронам. От грушевидных нейронов в молекулярный слой отходят древовидно разветвляющиеся дендриты, которые формируют синапсы с корзинчатыми и звездчатыми нейронами.

Афференты коры мозжечка представлены двумя видами – лазящие и моховидные волокна. Лазящие волокна поступают из белого вещества, пронизывают зернистый слой и заканчиваются на дендритах грушевидных нейронов, преимущественно в молекулярном слое, то есть оказывают непосредственное возбуждающее влияние на грушевидные нейроны. Моховидные волокна заканчиваются синапсами на дендритах клеток-зерен зернистого слоя (действуют опосредованно). Аксоны клеток зерен поднимаются через все слои коры мозжечка, Т-образно ветвятся и идут параллельно поверхности извилин, образуя синапсы с нейронами молекулярного слоя и дендритами грушевидных нейронов.

В целом мозжечок, являясь органом равновесия и координации движения, также координирует работу большого мозга, участвует в регуляции перистальтики кишечника, уровня артериального давления и выполняет эндокринные функции, связанные с выработкой серотонина, мелатонина и различных олигопептидов.

**В коре большого мозга** клеточные элементы располагаются по-слоино, образуя определенную citoархитектонику разных отделов коры. Под мягкой мозговой оболочкой располагается молекулярный слой с небольшим числом мелких горизонтальных нейронов. Ниже находится наружный зернистый слой, образованный мелкими нейронами округлой или пирамидной формы. Далее самый широкий слой - пирамидный, в нем локализируются средние и большие пирамидные нейроны. Следующий слой – внутренний зернистый – хорошо выражен в чувствительной коре, в нем преобладают мелкие нейроны звездчатой формы. Ганглионарный слой отличается самыми крупными нейронами. Он образован большими и гигантскими пирамидами, лучше выражен в двигательной коре. Самый нижний – слой полиморфных клеток – образован нейронами различной формы. Глубже находится белое вещество.

Структурно-функциональной единицей коры боль-



шого мозга является **модуль** – вертикальная колонка диаметром около 300 мкм, проходящая через все слои коры, являющаяся элементарной единицей переработки информации. В модуле различают три основных отдела.

Вход в кору мозга образован таламокортикальными и кортико-кортикальными нервными волокнами, по которым информация по

ступает из таламуса и других отделов коры большого мозга. Зона переработки информации – система связанных между собой пирамидных и звездчатых нейронов. В состав модуля входит тормозная система – звездчатые и корзинчатые нейроны, которые тормозят пирамидные клетки, и возбуждающая система – нейроны, которые возбуждают пирамидные клетки или угнетают тормозные нейроны, тем самым, растормаживая пирамиды.

Выход из коры мозга формируют аксоны пирамидных нейронов, по которым нервный импульс выходит из колонки. Аксоны больших и гигантских пирамидных клеток пятого слоя двигательной коры образуют первое звено двигательных эфферентных путей. Именно в этих нейронах в ответ на афферентные раздражители, поступающие из чувствительных отделов коры и таламуса, происходит выработка эфферентного сигнала, который в конечном итоге передается к скелетным мышцам. Все остальные клетки коры являются вставочными клетками и в составе модулей участвуют в обработке и передаче по ассоциативным, комиссуральным и проекционным волокнам определенной порции информации. При этом процесс возбуждения распространяется по вертикали в составе колонки и передается на другие колонки этого и противоположного полушарий.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Каковы особенности гистологического строения спинного мозга?

2. Каковы особенности строения разных отделов головного мозга?
3. Опишите гистологическое строение органов периферической нервной системы.
4. Охарактеризуйте вегетативную нервную систему.
5. Какие структурные элементы содержит рефлекторная дуга? Их виды и особенности строения.

## ОРГАНЫ ЧУВСТВ

В задней стенке глаза выделяют три оболочки. Наружная – склера, которая спереди переходит в роговицу, средняя – сосудистая оболочка, участвующая в образовании цилиарного тела и радужки, и внутренняя – сетчатая оболочка. Склера представлена плотной волокнистой соединительной тканью. Среди клеточных элементов которой встречаются фиброциты, а в области выхода зрительного нерва – макрофаги. В сосудистой оболочке выделяют надсосудистую, сосудистую пластинку, хориокапиллярную и базальную пластинки. В своей основе сосудистая оболочка состоит из рыхлой неоформленной соединительной ткани, в которой располагаются кровеносные сосуды и большое количество пигментных клеток.

В сетчатке выделяют: пигментный слой (экранирует световой поток); фоторецепторный слой (слой палочек и колбочек образован периферическими отростками фоторецепторных клеток); наружная пограничная мембрана (отростки глиальных клеток); наружный ядерный слой (тела фоторецепторных клеток); наружный сетчатый слой (аксоны фоторецепторных клеток и дендриты биполярных нейронов); внутренний ядерный слой (тела биполярных, горизонтальных, амакриновых и центрифугальных); внутренний сетчатый слой (аксоны палочек и дендриты ганглионарных нейронов).

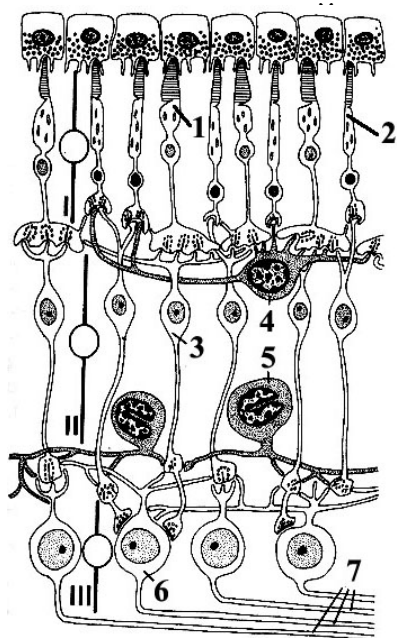


Рис. 19. Схема строения сетчатки (по Р. Кристичу с изменениями).

1. Колбочковая нейросенсорная клетка.
2. Палочковая нейросенсорная клетка.
3. Биполярный нейрон.
4. Горизонтальный

нейрон. 5. Амакринный нейрон. 6.  
Ганглионарный нейрон. 7. Во-  
локна зрительного нерва

ганглионарный слой (крупные те-  
ла ганглио-  
нарных клеток) и слой  
нервных волокон (аксо-  
ны ганг-  
лионарных нейронов), которые,  
соеди-  
няясь вместе в области  
слепого пятна (диск зрительного  
нерва), формируют зрительный  
нерв. И, наконец, сетчатка глаза  
отграничена от стекловидного те-  
ла внутренней пограничной

мембраной, образованной отростками глиальных клеток. (рис. 19)

Таким образом, в сетчатке глаза имеется цепь ней-  
ронов, и вос-  
приятие светового раздражителя передаёт-  
ся в виде импульса от палочек и колбочек, где изобра-  
жение воспринимается и кодируется в виде сигнала, ас-  
социативным, ганглионарным нейронам и по зрительно-  
му нерву в подкорковые центры и в зрительную область  
коры боль-  
шого мозга..

**Орган обоняния** представлен обонятельной эпители-  
альной вы-  
стилкой каудо-дорсальной части носовой по-  
лости, покрытой обоня-  
тельной слизью, в которую по-  
гружены обонятельные реснички ней-  
росенсорных обо-  
нятельных клеток. Периферический отросток хемо-  
ре-  
цепторных обонятельных клеток имеет периферическое  
булаво видное утолщение (обонятельная булава), на  
апикальной поверхности которого находятся погружен-  
ные в слизь обонятельные волоски. В их цитолемме рас-  
полагаются хеморецепторы, реагирующие на пахучие  
вещества. Между обонятельными клетками лежат под-  
держивающие и камбиальные базальные клетки. По-  
следние обеспечивают регенера-  
цию обонятельного  
эпителия.

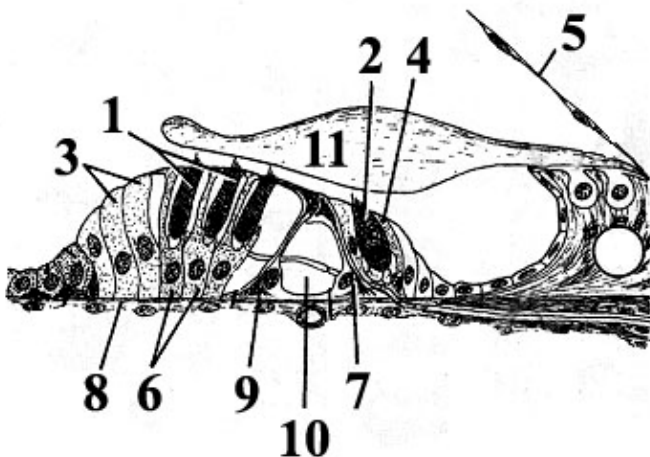
**Орган вкуса** представлен вкусовыми почками, которые в основном располагаются в многослойном эпителии желобоватых, листовидных и грибовидных сосочков, а так же в эпителии слизистой оболочки внутренней поверхности губ, щек, твердого и мягкого неба и верхних дыхательных путей. На поверхность они открываются вкусовой порой, заполненной слизистым секретом. Вкусовые почки содержат сенсорные эпителиальные клетки. На их апикальной поверхности располагаются погруженные в слизь микроворсинки, в цитолемме которых имеются рецепторы, воспринимающие действие вкусовых веществ. Чувствительные клетки окружены поддерживающими и мелкими базальными клетками. Вкусовые почки с возрастом постепенно атрофируются.

Чувствительные клетки **органа слуха** располагаются в перепончатом лабиринте, который локализован в костном улитковом канале. На поперечном срезе улитки в центральной ее части располагаются костный стержень и спиральный ганглий, а слева и справа от него определяются полости костного канала улитки на протяжении двух с половиной ее завитков. Перепончатый лабиринт улитки занимает среднюю часть костного канала улитки, заполнен эндолимфой и имеет треугольную форму. Его стенки образованы вестибулярной мембраной, отделяющей вестибулярную лестницу, сосудистой полостью, расположенной на спиральной связке и участвующей в образовании эндолимфы, и базилярной пластинкой, ограничивающей барабанную лестницу. Вестибулярная и барабанная лестницы заполнены перилимфой и сообщаются между собой на верхушке улитки (рис. 20).

Базилярная пластинка образована пучками коллагеновых волокон, которые тянутся от спиральной костной пластинки до спиральной связки и имеют разную длину на протяжении улиткового канала. На базилярной

мембране располагается спиральный (кортиев) орган. Он состоит из двух типов клеток: чувствительных, имеющих стереоцилии, и опорных. На базальной мембране, покрывающей базилярную пластинку, располагаются опорные клетки. Среди опорных выделяют клетки-столбы, отграничивающие туннель, в котором проходят отростки нейронов спирального ганглия. Внутренние и наружные чувствительные (волосковые) клетки лежат на соответствующих поддерживающих клетках по разным сторонам от клеток-столбов. Внутренние образуют один ряд, наружные лежат в 3-5 рядов. Внутренние волосковые клетки наиболее чувствительны к действию повреждающих факторов.

Над спиральным органом нависает покровная пластинка. Изменение взаимоотношения между стереоцилиями чувствительных клеток и покровной мембраной, при колебании базилярной пластинки в результате прохождения звуковой волны, приводит к раздражению стереоцилий и возбуждению чувствительных клеток. Афферентная информация снимается отростками нервных клеток спирального ганглия и передается в подкорковые центры и кору большого мозга, где и анализируется звуковой сигнал. При этом наружные чувствительные клетки воспринимают звуки большей интенсивности, чем внутренние. Высокие звуки раздражают только клетки, расположенные у основания улитки, а низкие звуки – на вершине улитки.



*Рис. 20.* Кортиев орган (по Р. Кристичу с изменениями). 1. Наружные волосковые клетки. 2. Внутренние волосковые клетки. 3. Наружные поддерживающие клетки. 4. Внутренние фаланговые клетки. 5. Вестибулярная мембрана.

6. Наружные фаланговые клетки.
7. Внутренние клетки-столбы.
8. Базилярная мембрана.
9. Наружные клетки-столбы.
10. Туннель.
11. Покровная мембрана

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Какие органы сенсорных систем Вы знаете?
2. Дайте морфологическую характеристику функциональных систем глаза.
3. В чем заключаются особенности строения органа вкуса и органа обоняния?

Дайте характеристику клеточного состава органа слуха и опишите его гистофизиологию

## Список рекомендованной литературы

1. Александровская О.В., Радостина Т.Н., Козлов Н.А. Цитология, гистология и эмбриология. - М.: Агропромиздат, 1987. - 448 с.
2. Анатомия и гистология мясопромышленных /животных Н.А.Лебедев, А.Я.Бобровский, В.Н.Писменская и др. - М.: Агропромизд, 1985 - 367 с.
3. Бракин В.Ф., Сидорова М.В. Анатомия и гистология домашней птицы. - М.: Колос, 1984. - 288 с.
4. Гистология, цитология и эмбриология: Атлас /Под ред. О.В.Волковой, Ю.К.Елецкого. - М.: Медицина, 1996. - 544 с.
5. Тиняков Г.Г. Гистология мясопромышленных животных. - М.: Пищ.пром., 1980. - 416 с.
5. Чернявский М.В. Анатомо-топографические основы технологии и ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов убоя животных. - М.: Пищепромиздат, 1977. - 238 с.
6. Кацнельсон З.С., Рихтер И.Д. Практикум по цитологии, гистологии и эмбриологии. - Л.: Колос, 1979. - 312 с.
- Практикум по анатомии домашних животных и птиц./К.А.Васильев, А.В.Марышев, М.Б.Малакшинов и др. - Улан-Удэ, 1999. - 360 с.
- 7 Семченко, В. В. Анатомия и гистология сельскохозяйственных животных и гидробионтов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. В. Семченко, Н. В. Голенкова, Н. В. Стрельчик. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - Ч. 2. Гистология сельскохозяйственных животных и гидробионтов. - 151 с.: - ISBN 978-5-4475-0545-5 - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
- 8 Калашнова, Т. В. Анатомия пищевого животного сырья [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. В. Калашнова, И. А. Беляева; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «СевероКавказский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. - Ставрополь: СКФУ, 2015. - 249 с.: -Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>



9. Жункейра, Л. К. Гистология [Текст]: учебное пособие / пер. с англ. под ред. проф. В. Л. Быкова. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 576 с.

10 Сотников, Олег Семенович. Синцитиальная цитоплазматическая связь и слияние нейронов [Текст]: монография / О. С. Сотников. - Санкт-Петербург: Наука, 2013. - 202 с.

11. Заварзин, А. А. Основы сравнительной гистологии [Электронный ресурс] / А. А. Заварзин. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. - 202 с.: - ISBN 9785998912634- Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

12. Пособие к практическим занятиям по анатомии сельскохозяйственных животных [Электронный ресурс] / Л. А. Гусева, Я. Л. Здановская, Н. А. Кривошеина и др. - М.: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1962. - 172 с.: - ISBN 978-5-4458-5518-7 - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

13 Жеденов, В. Н. Общая анатомия домашних животных [Электронный ресурс] / В. Н. Жеденов. - М.: Издательство «Советская наука», 1958. - 565 с.: - ISBN 978-5-4458-5476-0 - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>