

**Министерство образования Республики Беларусь  
«Полесский государственный университет»**

**КРАВЦОВА В.Н., НАТЫНЧИК Т.М.**

## **ГИСТОЛОГИЯ**

**Лабораторный практикум  
по дисциплине «Цитология и гистология»  
для студентов 1 курса дневного отделения  
специальности 1-31 01 01 – Биология (по направлениям)**

**Пинск  
ПолесГУ  
2018**

УДК 611.018 (076.5)

ББК 28.06я73

К77

**Р е ц е н з е н т ы:**

кандидат биологических наук, доцент Н.Н. Безрученок;  
доктор биологических наук, профессор Т.И. Самойлова

**У т в е р ж д е н о**

научно-методическим советом ПолесГУ

**К77 Кравцова, В.Н.**

Гистология : лабораторный практикум / В.Н. Кравцова,  
Т.М. Натынчик. – Пинск : ПолесГУ, 2018. – 97 с.

ISBN 978-985-516-529-4

Лабораторный практикум по дисциплине «Цитология и гистология» для студентов 1 курса дневного и заочного отделений отделения специальности 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)».

\

УДК 611.018 (076.5)

ББК 28.06я73

ISBN 978-985-516-529-4

© УО «Полесский государственный университет», 2018.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ .....	5
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1 .....	9
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2 .....	24
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3 .....	36
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4 .....	46
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5 .....	61
ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6 .....	73
ЛИТЕРАТУРА .....	96

## ВВЕДЕНИЕ

При подготовке специалистов-биологов среди общих биологических дисциплин важное место занимает гистология – наука о строении и функциях тканей. Гистология – наука экспериментальная, поэтому в учебном плане подготовки биологов, кроме лекционного времени, по данной дисциплине отводится время на лабораторные занятия.

В задачи лабораторного практикума по гистологии входят: проверка и закрепление теоретических положений, излагаемых в лекционных курсах и учебниках; ознакомление со строением тканей животных и растений; знакомство и работа с современными световыми микроскопами; получение навыков научно-исследовательской работы, способности описывать и обобщать полученный материал; приобретение навыков приготовления препаратов как временных, так и постоянных, формирование общенаучных, инструментальных и общепрофессиональных компетенций.

Лабораторные занятия выполняются индивидуально.

Каждая работа соответствует одному лабораторному занятию продолжительностью 2 (реже 4) академических часа. В первой половине занятия проводится контроль знаний студентами теоретического материала, для чего используются контрольные вопросы по теме. Вторая часть занятия посвящена изучению, зарисовке и описанию микроскопических препаратов под руководством преподавателя. Общая оценка успеваемости студента складывается из его знаний теоретического курса и умения использовать их при микроскопировании цитологических и гистологических препаратов.

К лабораторному практикуму студент допускается только после инструктажа по технике безопасности. Основные положения техники безопасности изложены в инструкциях, которые должны находиться на видном месте в лаборатории.

## **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

### **Правила техники безопасности**

К работе в лаборатории допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Нужно работать в белом халате из хлопчатобумажной ткани и иметь личное полотенце. На каждом занятии назначается дежурный, который отвечает за чистоту и порядок.

За каждым студентом закрепляется рабочее место, которое необходимо содержать в чистоте и порядке. Запрещается держать в лаборатории пищевые продукты, принимать пищу, пить воду из химической посуды.

Перед работой следует проверить исправность нагревательных приборов, вентиляции, защитных средств. Ремонт оборудования может производить только инженер.

Запрещается работать с разбитой посудой, пользоваться реактивами из банок без этикеток.

Необходимо переливать приготовленные растворы в склянки с надписями.

Нельзя оставлять без присмотра включенные приборы и электрооборудование. При внезапном отключении тока их необходимо выключить.

При загорании проводов следует немедленно их обесточить, тушить огонь углекислотным огнетушителем или асбестовым покрывалом.

Работать с ртутными термометрами нужно очень осторожно.

После окончания работы привести в порядок рабочее место (убрать со стола реактивы и оборудование, из ящиков стола мусор, стол вымыть, протереть сухой тряпкой) и сдать дежурному.

### **Правила оформления работ**

Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать следующим требованиям:

– каждое занятие отмечают порядковым номером, указывают его дату;

- при оформлении работы указывают её заглавие, цель, объект изучения;
- результаты фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним и описывают текстом или оформляют в виде таблиц (характер оформления работы обычно указан в данном практикуме);
- рисунки должны быть размером с четверть тетрадного листа, иметь номер, название, выноски и подписи; в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.

Важное значение в процессе его изучения имеет зарисовывание препаратов. Процесс зарисовки учит студента «читать» препарат, понимать своеобразие и общность клеток и тканей, глубже осмысливать их морфологические, генетические и функциональные особенности.

Все записи необходимо делать в лаборатории. Для проверки академической активности и качества работы студента дневник периодически проверяет преподаватель, дает ему оценку.

### **Правила работы с микроскопом**

Микроскоп необходимо содержать в чистоте и предохранять от повреждений. В нерабочем состоянии микроскоп должен быть накрыт чехлом.

Особое внимание следует обращать на чистоту объективов и других оптических деталей.

**ВНИМАНИЕ!** Нельзя касаться пальцами поверхностей линз. Для предохранения оптических деталей визуальной насадки от пыли следует оставлять окуляры в тубусах или надевать на них колпачки.

Оптические поверхности окуляров, объективов и конденсора можно осторожно протирать чистой ватой, навернутой на деревянную палочку и смоченной специальной жидкостью для чистки оптических деталей. При загрязнении внутренних поверхностей линз объектива необходимо объектив отправить для чистки в оптическую мастерскую.

**ВНИМАНИЕ!** Запрещается самим разбирать объективы, окуляры, конденсор.

### **Меры безопасности при работе с микроскопом**

При работе с микроскопом с осветителем следует соблюдать меры безопасности, соответствующие мерам, принимаемым при эксплуатации электроустановок напряжением до 1 000 В.

После работы на микроскопе с осветителем необходимо отключить его от сети.

Не рекомендуется оставлять без присмотра включенный в сеть микроскоп.

### **Устройство микроскопа**

Микроскоп представляет собой оптический прибор, дающий увеличенное изображение мелких объектов и их деталей. Хотя различные марки световых микроскопов имеют конструктивные отличия, в каждом из них существуют оптические и механические узлы.

Устройство микроскопа наглядно показано на рис. 1.

Оптический узел составляют осветительная система (конденсор и зеркало или встроенная осветительная система), объективы и окуляры вместе с тубусом, все составные части строго центрированы одна в отношении другой.

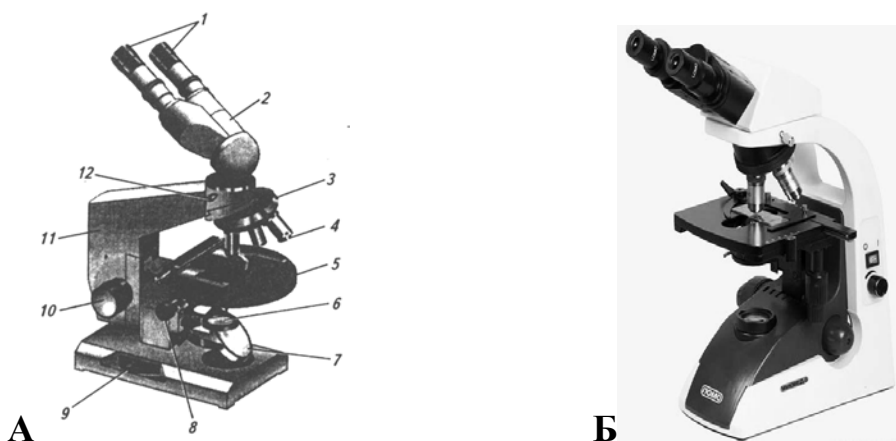
Механический узел микроскопа состоит из штатива, на котором крепятся оптические детали, предметного столика и механизмов фокусировки микроскопа.

Порядок настройки микроскопа со встроенным осветителем:

1. Устанавливают матовое стекло в откидную рамку конденсора.

2. Вводят в ход лучей объектив меньшего увеличения (10 х и менее).

3. Вводят в ход лучей матовое стекло и откидную линзу конденсора.



**Рис. 1 – Микроскопы**

**А – устройство бинокулярного микроскопа с зеркалом,**

**Б – микроскоп бинокулярный Микмед-5 Ломо:**

1 – окуляры; 2 – бинокулярная насадка; 3 – револьверное устройство; 4 – объектив; 5 – предметный столик; 6 – конденсор; 7 – зеркало; 8 – рукоятка перемещения кронштейна конденсора; 9 – рукоятка тонкой фокусировки; 10 – рукоятка грубой фокусировки; 11 – тубусодержатель; 12 – винт для крепления насадки

1. Поднимают рукояткой кронштейн с конденсором до упора и полностью раскрывают апертурную диафрагму конденсора.

2. Устанавливают патрон с лампой в шарнир до упора.

3. Устанавливают лампу таким образом, чтобы ее нить располагалась горизонтально.

4. Подключают источник питания к сети и включают лампу.

5. Фокусируют микроскоп на резкое изображение препарата, установленного на предметном столике.

6. Перемещая патрон с лампой за рукоятку вдоль оси и разворачивая его вместе с шарниром в горизонтальной плоскости, добиваются наиболее яркого и равномерного освещения поля зрения микроскопа.

7. При работе с другим объективом повторяют настройку освещения.

8. **ВНИМАНИЕ!** При работе с объективами с увеличением более 10 х откидная линза конденсора должна быть выведена из хода лучей.



# ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

## **Тема: Гистология. Эпителиальные ткани**

**Цель:** Дать определение понятию «ткань». Изучить характерные признаки, морфологическую и гистогенетическую классификацию эпителиев.

### **Порядок выполнения работы**

1. Рассмотреть в наглядном приложении следующие препараты:

- мезотелий;
- тонкий кишечник;
- толстый кишечник;
- переход пищевода в желудок;
- кожа пальца;
- переходный эпителий.

2. Зарисовать в альбомах рисунки мезотелия, эпителия кожи пальца крысы, эпителия тонкой кишки, сальной железы и сделать описание.

### **Однослойный плоский эпителий.**

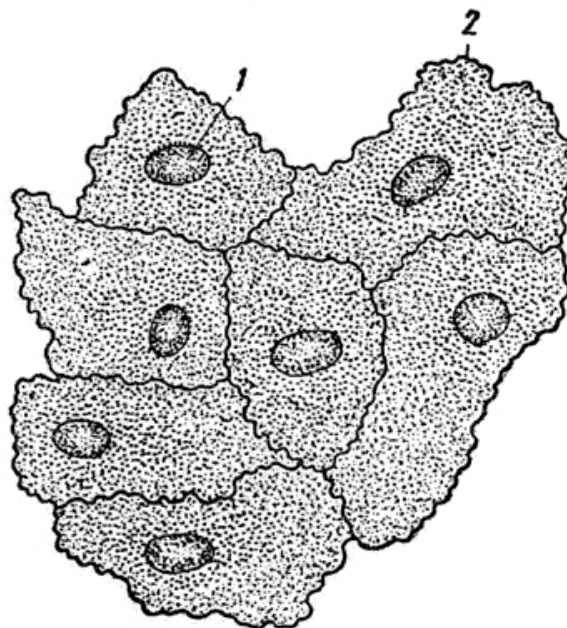
#### **Мезотелий, выстилающий брыжейку (Рис. 2)**

Однослойный плоский эпителий выстилает внутренние оболочки. Он развивается из среднего зародышевого листка - мезодермы и поэтому обычно его называют мезотелием.

Брыжейку молодой крысы прикрепляют на пробковую пластинку при помощи деревянных игл и помещают все вместе в плоский сосуд. На поверхность брыжейки наливают 1 %-ный водный раствор азотнокислого серебра. Через 10 мин сливают помутневшую жидкость и помещают пластинку с брыжейкой в банку с большим количеством дистиллированной воды на солнечный свет минут на 10–15. Если свет рассеянный, то рекомендуется держать значительно дольше (несколько часов). Когда брыжейка станет коричневого цвета, ее в воде снимают с пробковой пластинки, про-

мывают и окрашивают квасцовым гематоксилином. Затем нарезают на кусочки около 1 см<sup>2</sup> величиной, обезвоживают и заключают в бальзам, тщательно расправив кусочки.

Ввиду того, что рассматривается не срез, а тотальный препарат, толщина его в разных участках различна, что влечет за собой и различную интенсивность импрегнации препарата серебром. Под малым увеличением микроскопа нужно выбрать наиболее тонкое место препарата, оно будет окрашено в желтоватый или светло-желтый цвет, на фоне которого хорошо выступают извилистые черные линии. Под большим увеличением микроскопа видны отдельные многоугольные клетки, отграниченные друг от друга темно-коричневыми или черными извилистыми линиями. Серебро импрегнирует тканевую жидкость в межклеточных промежутках, и поэтому хорошо видны границы между клетками.



**Рис. 2 – Однослойный плоский эпителий.**

**Мезотелий брыжейки:**

1 – ядро; 2 – границы клеток, импрегнированные серебром

Иногда границы клеток представлены не сплошной темной линией, а имеют вид пунктира в результате того, что

остаются неокрашенными протоплазматические мостики, связывающие между собой отдельные клетки.

В каждой клетке можно различить одно или два ядра. Клетки лежат плотно одна около другой, образуя характерный для эпителия единый пласт.

Если поворачивать микрометрический винт, то можно увидеть второй слой подобных же эпителиальных клеток. Это происходит потому, что брыжейка состоит из двух слоев плоского эпителия, между которыми располагается очень тонкий прозрачный слой соединительной ткани.

### **Многослойный плоский ороговевающий эпителий. Кожа пальца крысы (Рис. 3)**

Препарат рассматривается для изучения строения многослойного плоского эпителия, соотношения клеток в сплошном пласте эпителиальной ткани и процесса орогования клеток.

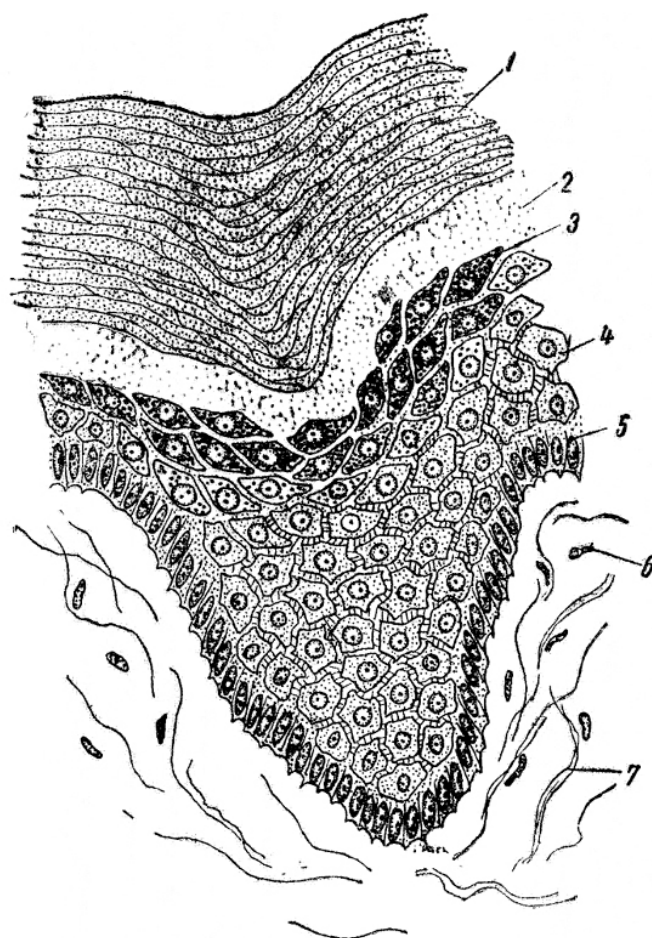
Кусочек кожи с нижней поверхности пальца крысы, мыши, кошки и др. фиксируют 10 %-ным формалином. Срезы делают перпендикулярно к поверхности кожи, толщиной 4–5  $\mu$  и окрашивают их квасцовым гематоксилином с эозином. При малом увеличении рассматривают отвесный срез через кожу крысы.

Основу кожи составляет соединительнотканная дерма, которую на препарате легко отличить по большому количеству коллагеновых волокон. Дерму покрывает слой эпителия, который в коже носит название эпидермиса. При большом увеличении ясно видно, что эпидермис представляет собой сплошной пласт клеток.

От подлежащей соединительной ткани эпидермис отделен тонкой базальной мембраной, на препарате обычно плохо различимой. Она разграничивает эпителий и соединительную ткань.

Соединительная ткань вдается в эпителий коническими сосочками, образующими сосочковый слой дермы, непосредственно прилегающий к эпителию. Между сосочками распо-

ложены эпителиальные гребешки и выступы различной формы, впячивающиеся в соединительную ткань.



**Рис. 3 – Многослойный эпителий кожи пальца крысы:**

- 1 – роговой слой; 2 – блестящий слой; 3 – зернистый слой;  
4 – шиповатые клетки росткового слоя; 5 – призматические  
клетки росткового слоя; 6 – ядра клеток соединительной ткани;  
7 – волокна соединительной ткани

В эпидермисе хорошо различается ряд слоев, составленных из клеток, находящихся на различных стадиях ороговения. Непосредственно над соединительной тканью начинается мальпигиев, или ростковый слой, состоящий из 10–15 рядов клеток, за ним следует зернистый слой из 2–3 рядов клеток, затем тонкий блестящий и, наконец, толстый роговой слой.

В основании росткового слоя лежит один ряд высоких призматических клеток, непосредственно прилегающих к ба-

базальной мембране. Этот ряд обычно выделяют под названием базального слоя. Клетки базального слоя размножаются и служат основным источником, пополняющим элиминированные клетки эпидермиса в результате ороговения. Иногда фигуры митотического деления клеток можно встретить и в ближайших вышележащих рядах клеток росткового слоя.

Форма клеток росткового слоя изменяется по направлению от базальной мембраны к роговому слою: они постепенно уплощаются, и наиболее плоские клетки видны непосредственно под зернистым слоем.

В ростковом слое клетки не прилегают непосредственно одна к другой, между ними остаются промежутки, так называемые межклеточные щели. В эпидермисе, как и в других видах эпителиальной ткани, нет кровеносных сосудов. Из соединительной ткани, в сосочковом слое которой имеется много кровеносных капилляров, в эпидермис через базальную мембрану проникает тканевая жидкость. Она поступает в межклеточные щели и омывает все клетки. По межклеточным же щелям удаляются и продукты обмена.

При внимательном изучении росткового слоя можно заметить, что между отдельными клетками находится много тонких полосок. Это межклеточные мостики, представляющие собой тонкие протоплазматические перемычки, соединяющие клетки между собой. Таким образом, эпителий является функционально и морфологически единым пластом.

Если искусственно отделить друг от друга клетки росткового слоя, то их поверхность окажется покрытой мелкими шишками, представляющими собой не что иное, как разорванные межклеточные мостики. Поэтому клетки росткового слоя часто называют шиповатыми, а всю совокупность их шиповатым слоем эпидермиса.

В зернистом слое явно видны первые признаки дегенерации и ороговения. Клетки значительно уплощаются, в ядрах хроматин собирается в глыбки, располагающиеся у оболочки ядра, иногда ядра закрашиваются сплошь. В цитоплазме находится большое количество зерен кератогиалина, окрашенных гематоксилином в фиолетовый цвет. В блестя-

щем слое клетки различить трудно, границ между ними обычно не видно, ядра плоские и плохо окрашиваются, все тело клетки заполнено блестящим веществом элеидином. На разрезе рогового слоя видны линии, идущие параллельно поверхности эпидермиса. Их наличие обусловлено тем, что составляющие роговой слой роговые чешуйки, каждая из которых образовалась из отдельной клетки, лежат более или менее правильными рядами. На поверхности эпидермиса чешуйки слущиваются, но толщина рогового слоя от этого не уменьшается, так как процесс ороговения все время захватывает новые клеточные ряды, а элиминация пополняется за счет размножения клеток базального слоя.

В состав многослойного плоского ороговевающего эпителия кожи млекопитающих входят клетки различной формы (призматические, кубические, плоские и др.), но виды многослойного эпителия принято называть по форме самого верхнего слоя эпителиальных клеток.

### **Мерокриновый тип секреции.**

#### **Бокаловидная клетка из тонкой кишки аксолотля (Рис. 4)**

Препарат рассматривают для изучения мерокринового типа секреции в одноклеточной эндоэпителиальной железе. Нужно обратить внимание на изучение всех стадий секреторного процесса.

Кусочек тонкой кишки аксолотля фиксируют в жидкости Карнуа и затем делают поперечные срезы толщиной 3–4 м. Окрашивают срезы смесью по Маллори. При малом увеличении микроскопа, передвигая препарат, можно рассмотреть общее строение кишки. По периферии располагаются два слоя гладких мышц: наружный продольный, в котором видны поперечно перерезанные мускульные волокна, и внутренний кольцевой, окружающий кишечник, мускульные волокна которого срезаны продольно. Мышечные волокна окрашены в оранжевый цвет.

За мускулатурой по направлению к просвету кишки находится соединительная ткань, окрашенная в ярко-синий

цвет. Среди синих коллагеновых волокон лежат розовые ядра соединительнотканых клеток.

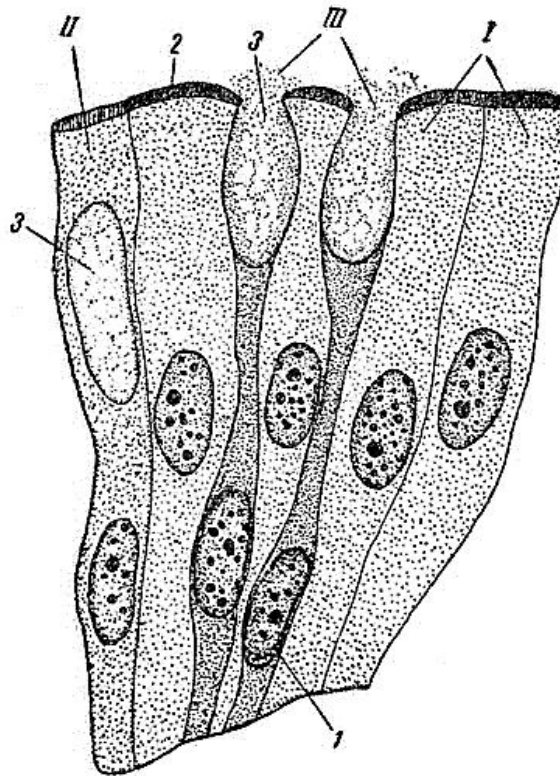
Просвет кишечника выстлан однослойным призматическим эпителием, отделенным от подлежащей соединительной ткани тонкой базальной мембраной. Эпителий с соединительной тканью образует множество выпячиваний в просвет кишечника – кишечных ворсинок.

Слизистые клетки лежат в эпителии поодиночке и представляют собой одноклеточные железы. Так как эти железы расположены в эпителиальном пласте и не выходят за его пределы, их называют эндоэпителиальными.

Передвигая препарат под микроскопом, можно изучить морфологию процесса образования и выделения секрета. После окраски по Маллори цитоплазма и ядра окрашиваются в розовый цвет, слизь в голубой.

В начальной стадии секреции можно обнаружить мелкие голубые капли секрета в верхней (апикальной) части клетки над ядром в зоне аппарата Гольджи. Ядро в это время опускается в нижнюю (базальную) часть клетки.

В других клетках можно видеть, что капли секрета накапливаются, постепенно оттесняя ядро книзу и деформируя его. Затем капли увеличиваются, сливаются и в некоторых каплях видно, что вся наружная часть клетки занята пенистой массой слизистого секрета. Вследствие дальнейшего накопления секрета наружная часть клетки раздувается, и клетка принимает вид бокала с расширенной вершиной и сравнительно тонкой ножкой, в которой лежит ядро. Поэтому эти клетки и называются бокаловидными. Секрет прорывает верхнюю поверхность клетки и изливается наружу, на поверхность эпителия. Этот процесс хорошо виден, так как слизь на препарате ярко окрашена в голубой цвет. После выделения секрета клетка спадается, но вскоре полностью восстанавливается и снова принимает призматическую форму.



**Рис. 4 – Бокаловидные железистые клетки в эпителии кишки аксолотля. I – клетки эпителия; II – клетка, находящаяся в начальной стадии образования секрета; III – бокаловидные клетки, выделяющие секрет:**

*1 – ядро бокаловидной клетки; 2 – кутикула; 3 – секрет*

Слизистые клетки после выделения секрета можно различить благодаря тому, что они несколько тоньше остальных эпителиальных клеток.

В бокаловидных клетках секреция не связана с потерей вещества клеточного тела. В клетку поступают питательные вещества, затем происходит образование, накапливание и выделение секрета, после чего секреторный цикл начинается снова.

Такой тип секреции, при котором цитоплазма клетки не тратится на образование секрета и не дегенерирует, называется мерокриновым.

Следует отметить, что очень часто на препарате бокаловидные клетки имеют вид пузырьков, т.е. лишены ножек. В этих случаях узкая часть железы не попадает на срез вследствие его косо направленного.



## **Голокриновый тип секреции. Сальная железа человека (Рис. 5)**

Изучая препарат сальной железы, можно получить представление о голокриновом типе секреции, проследить весь процесс образования секрета и изменения, которые претерпевают при этом клетки.

Кусок кожи с головы трупа человека, предварительно срезав волосы, фиксируют в 10 %-ном формалине. Через сутки тщательно промывают кусочек, заливают в парафин и делают отвесные срезы через кожу. Окрашивают их квасцовым гематоксилином и эозином.

При малом увеличении микроскопа видны все слои кожи. В коже различают два основных слоя: эпидермис, состоящий из многослойного эпителия, и дерму – лежащую под ним соединительнотканную часть кожи. В дерме видны продольно перерезанные корни волос. Сальные железы располагаются вблизи волоса, и протоки их впадают в волосяной мешок. Так как в каждый волосяной мешок открывается от двух до пяти сальных желез, их легко найти на препарате.

В отличие от рассмотренных ранее одноклеточных желез сальные железы состоят из многих клеток. В них различают секреторный, или концевой, отдел, в котором происходит образование секрета, и выводной проток, через который секрет выводится сначала в полость волосяного мешка, а затем наружу, на поверхность кожи. В клетках выводного протока секрета не образуется.

В сальных железах концевые отделы имеют форму удлиненных ветвящихся пузырьков, или альвеол. Выводной проток их не ветвится. Поэтому сальные железы по форме относятся к многоклеточным простым разветвленным альвеолярным железам.

На препарате они могут быть перерезаны продольно таким образом, что проток железы будет хорошо заметен, или же разрез пройдет через периферические участки железы, и тогда проток не попадет на срез. Секреторные отделы сальных желез состоят из плотно расположенных железистых

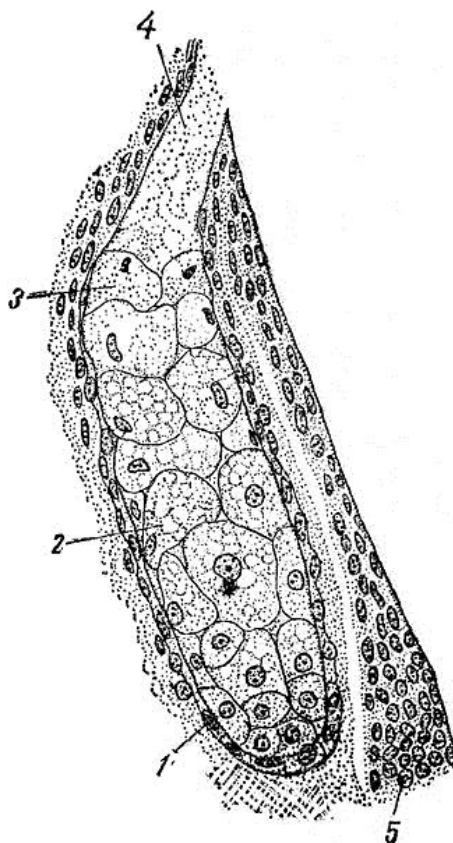
клеток, образующих несколько слоев. У самого основания секреторного отдела, обращенного к соединительной ткани кожи, лежит один ряд очень мелких клеток с маленькими овальными ядрами. Если рассматривать железу от основания к протоку или изнутри кнаружи, то будет видно, что следующий слой содержит более крупные клетки, округлые или многоугольные с правильными, круглыми ядрами и гомогенной плазмой. В следующих слоях железы клетки значительно увеличиваются в размере, причем в их цитоплазме появляются капли жира. Капли эти под действием фиксатора растворяются и на препарате имеют вид прозрачных, лишенных окраски вакуолей.

Чем ближе лежит клетка к протоку железы, тем большее количество жира она содержит. Сначала увеличивается число капель, затем они сливаются, а в самых глубоких слоях вся цитоплазма клетки целиком заполнена жиром.

Одновременно с накоплением жира начинается дегенерация цитоплазмы и ядра. Цитоплазма перерождается, сохраняясь только в виде тонких прослоек между каплями жира. Ядра, имевшие вначале правильную округлую форму, потом становятся многоугольными, пикнотизируются, сморщиваются и в клетках верхних слоев секреторного отдела имеют вид темных плотных комочков. Весь этот процесс постепенного накопления секрета и разрушения цитоплазмы и ядра можно проследить, если последовательно изучить ряд клеток от основания секреторного отдела до протока.

Процесс завершается тем, что клетка разрушается и содержимое ее, состоящее из жира и остатков цитоплазмы и ядра, в виде секрета поступает в проток сальной железы и выделяется в полость волосяного мешка.

Тип секреции, при котором образование секрета связано с разрушением и гибелью всей клетки, называется голокриновым.



**Рис. 5 – Сальная железа из кожи человека:**

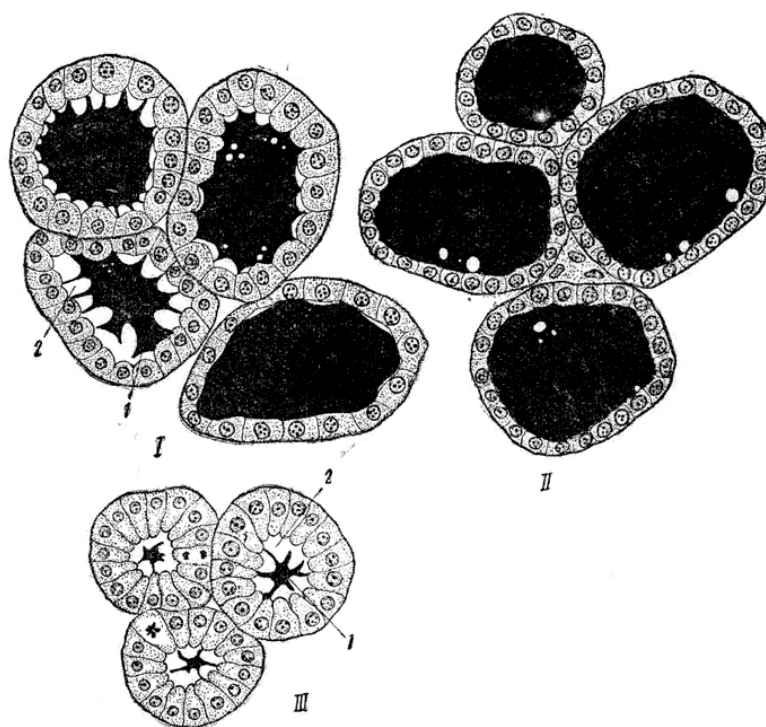
- 1 – ростковый слой клеток; 2 – клетки с каплями секрета;  
 3 – клетки с пикнотизированными ядрами; 4 – проток железы,  
 открывающийся в волосяной мешочек;  
 5 – клетки волосяного влагалища

Описанные выше маленькие, так называемые ростковые клетки, прилегающие к базальной мембране, способны к митозу. Они делятся и образуют новые клетки взамен распадающихся при секреции. Секрет сальных желез (кожное сало) идет на смазку волос и эпидермиса.

**Изменение формы эпителиальных клеток в зависимости от функционального состояния органа.  
 Эпителий фолликулов щитовидной железы (Рис. 6)**

Эпителиальные клетки в органах взрослого организма в большинстве случаев имеют более или менее постоянную, медленно меняющуюся форму и поэтому обычно трудно заметить изменения, происходящие в них при различных функ-

циональных состояниях всего организма и органа, в состав которого они входят. Однако при изменении функционального состояния щитовидной железы форма эпителиальных клеток, образующих стенку фолликулов, изменяется настолько резко, что это становится заметным при применении обычных методов микроскопической техники.



**Рис. 6 – Фолликулы щитовидной железы кролика.**

- I.** щитовидная железа в нормальном состоянии;
  - II.** щитовидная железа в состоянии гипofункции;
  - III.** щитовидная железа в состоянии гиперфункции:
- 1* – коллоид; *2* – вакуоли

I. Щитовидную железу кролика, морской свинки или кошки фиксируют смесью Ценкера, делают срезы толщиной 3–4  $\mu$ , окрашивают их по методу Маллори.

При малом увеличении видно, что щитовидная железа состоит главным образом из округлых или чуть вытянутых пузырьков, фолликулов щитовидной железы. Между фолликулами расположены плотные тяжи эпителиальных интерфолликулярных клеток и соединительная ткань с большим количеством капилляров.

Стенка фолликула (рассматривать следует при большом увеличении) состоит из кубического эпителия, клетки которого хорошо отграничены одна от другой.

Фолликулы заполнены коллоидом щитовидной железы, являющимся продуктом секреции клеток. На препарате коллоид окрашен в синий, иногда в желтый цвет. Коллоид в большинстве случаев вакуолизирован, особенно в месте соприкосновения с клетками.

II. В щитовидной железе, находящейся в состоянии пониженной деятельности, фолликулы значительно увеличены в размере, и полость их заполнена плотным коллоидом почти без вакуолей. Клетки, отграничивающие стенку фолликулов, в железе с пониженной активностью низкие, в некоторых фолликулах даже плоские. Клеточные перегородки плохо заметны и клетки нерезко отграничены друг от друга. Митозы в клетках встречаются чрезвычайно редко.

III. В щитовидной железе, находящейся в состоянии повышенной функциональной активности, фолликулы небольшие и в просвете имеется немного сильно вакуолизированного коллоида.

В железе, находящейся в состоянии повышенной деятельности, эпителиальные клетки становятся высокими, призматическими, перегородки между ними ясно заметны и клетки резко отграничены друг от друга. Сравнительно часто встречаются митозы.

Рассмотрение всех трех препаратов показывает, что строение эпителиальных клеток щитовидной железы значительно меняется в зависимости от функционального состояния организма: одни и те же клетки могут становиться плоскими, кубическими или призматическими, изменяется степень разграничения клеток и митотическая активность их.

### ***Контрольные вопросы***

1. Дайте определение понятию «ткань». На каких принципах основана классификация тканей?
2. Перечислите характерные признаки эпителиев.
3. Морфологическая классификация эпителиев. Приведите примеры.
4. Гистогенетическая классификация эпителиев. Приведите примеры.
5. Характеристика клеточных типов эпителия тонкого кишечника. Укажите границы дифферона эпителия тонкого кишечника, локализацию стволовой клетки и направление дифференцировки.
6. Какие особенности имеет дифферон толстого кишечника, и чем это обусловлено?
7. Строение эпидермиса кожи.
8. Где локализованы стволовые клетки многослойного эпителия, в каком направлении идет дифференцировка, как можно выявить границы дифферона?
9. Как меняется дифферон многослойного эпителия в зависимости от его специализации?
10. Строение переходного эпителия. Как меняется морфология переходного эпителия мочевого пузыря в зависимости от степени его наполнения?
11. Типы межклеточных контактов в эпителиальных тканях.

### ***Контрольно-обучающие задачи***

1. В препарате обнаружены следующие структуры:
  - а) пласт клеток, тесно прилежащих друг к другу;
  - б) клетки, разделенные межклеточным веществом. Какая из этих структур относится к эпителиальным тканям?
2. В препарате обнаружено два типа клеток. У первого типа апикальная и базальная части отличаются по строению. Клетки второго типа не имеют полярности. Какие клетки относятся к эпителиальным?
3. В культуре ткани высеяны клетки: в первом флаконе – базального, во втором – блестящего слоя многослойного

плоского ороговевающего эпителия. В каком флаконе будет продолжаться размножение клеток?

4. Однослойный цилиндрический эпителий на первом препарате имеет микроворсинки, на втором реснички. Определить, где препарат кишечника, где яйцевода?

5. Нарушены структуры плотного контакта между клетками эпителия. Какие функции эпителия пострадают?

6. Нарушены щелевые соединения между эпителиальными клетками. Как это отразится на жизнедеятельности эпителия?

7. В эксперименте значительно снижена проницаемость базальной мембраны многослойного плоского эпителия. Как это отразится на жизнедеятельности эпителия?

8. На небольшом участке кожи удалены все слои эпителия. Как осуществляется регенерация?

9. На препарате представлены белоксинтезирующие клетки. Чем объяснить базофильную окраску цитоплазмы этих клеток?

10. Представлены два препарата. На первом железа с альвеолярными концевыми отделами и разветвленными выводными протоками. На втором железа с трубчатыми концевыми протоками и неразветвленными выводными протоками. Какая из желез простая, какая сложная?

11. Представлены два препарата. На первом препарате секреторные клетки формируют тяжи, со всех сторон окруженные кровеносными капиллярами. На втором препарате секреторные клетки образуют альвеолу, соединенную с выводными протоком. Какая из желез эндокринная?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

### *Тема: Кровь и лимфоидная ткань*

**Цель:** Изучить характеристики крови и лимфы. Ознакомиться с составом крови человека, изучить закономерности дифференцировки элементов крови.

### *Порядок выполнения работы*

1. Рассмотреть в наглядном пособии и на микропрепаратах:
  - кровь человека;
  - селезенка крысы;
  - зубная железа щенка;
  - кровь лягушки;
  - схемы гемопоэза.
2. Зарисовать в альбомах и описать препараты крови человека, крови лягушки, костного мозга кролика.

### **Кровь человека (Рис. 7)**

Берут мазок крови человека. Для этой цели тщательно обезжиривают предметные стекла (рекомендуется промыть водным раствором соды – столовая ложка на 1 л, сполоснуть дистиллированной водой, обтереть чистой тряпкой и поместить в смесь спирта с эфиром в отношении 1 : 1). Иглой Франка прокалывают палец. Первую каплю крови осторожно снимают ватой, следующую переносят на предметное стекло, прикасаясь им к пальцу. Не давая засохнуть капле, делают мазок предметным стеклом со шлифованными краями. Для этого рекомендуется положить предметное стекло с каплей крови на стол, узким краем шлифованного стекла прикоснуться к капле так, чтобы кровь растеклась между двумя стеклами, далее установить шлифованное стекло относительно предметного под углом около 45° и провести первым по второму, следя за тем, чтобы капля крови следовала позади края стекла. Движения при этом должны быть быстрыми и точными. В результате получится равномерный тонкий мазок.

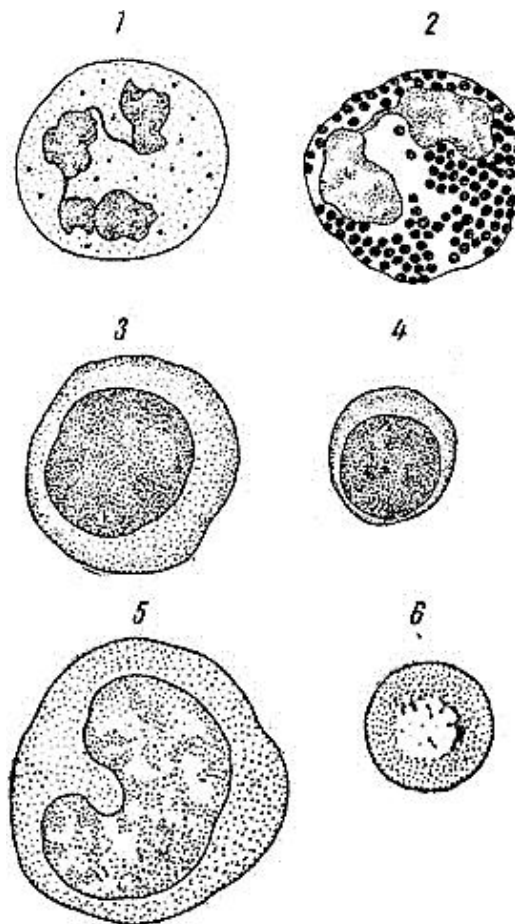


После подсушивания мазок фиксируют метиловым спиртом или смесью спирта с эфиром и окрашивают по Романовскому или азурэозином по Максиму. Эти красители окрашивают оксифильные элементы клетки в красный цвет, а базофильные – в различные оттенки синего и фиолетового. Рассматривают препарат с иммерсионной системой.

Основную массу клеток на препарате составляют маленькие округлые безъядерные клетки – эритроциты. Диаметр эритроцита равен 7–8  $\mu$ . В 1  $\text{мм}^3$  крови человека имеется около 5 млн эритроцитов. Эритроциты, или красные кровяные клетки, содержат много дыхательного пигмента – гемоглобина. Он обуславливает их оксифилию, вследствие чего они окрашиваются кислым красителем эозином в красный цвет. Краевая зона клетки окрашена обычно более интенсивно, чем центральная, потому что клетка имеет двояковогнутую форму и центральная часть ее более тонкая. Иногда встречаются эритроциты с неровными краями, имеющие вид тутовых ягод. Это результат некоторой деформации клетки в связи с неправильными подсушиванием или фиксацией мазка.

Медленно передвигая препарат, следует найти различные формы белых кровяных клеток – лейкоцитов. Они резко отличаются от эритроцитов тем, что содержат ядра. Количество лейкоцитов значительно меньше (6–7 тыс. в 1  $\text{мм}^3$  крови), чем эритроцитов, и потому обнаружить их труднее. Чаще всего встречаются специальные или нейтрофильные лейкоциты (65–70 % от числа всех лейкоцитов). Оксифильная цитоплазма нейтрофила окрашена эозином в розовый цвет и заполнена мелкими зернами, окрашенными как кислым красителем (эозином), так и основным (азуром II) в промежуточный бледно-фиолетовый цвет. Ядро фиолетовое, состоит из нескольких сегментов, связанных между собой тонкими перемычками. Сегменты по форме различны – круглые, овальные или неправильной формы с изрезанными краями. Количество сегментов в разных клетках также различно (обычно их 4 или 5). Число сегментов увеличивается в зависимости от возраста клетки. В нормальной крови человека иногда видны незрелые нейтрофилы – палочкоядерные. Ядра их имеют вид

несегментированных палочек, изогнутых в форме подковы или буквы S. Нейтрофилы несколько крупнее эритроцитов (диаметр их около 9  $\mu$ ). Они обладают способностью к активному передвижению. При септическом воспалении нейтрофилы выходят в соединительную ткань и фагоцитируют бактерии.



**Рис. 7 – Кровь человека**

1 – нейтрофил; 2 – эозинофил; 3 – большой лимфоцит;  
4 – малый лимфоцит; 5 – моноцит; 6 – эритроцит

Еще труднее найти на препарате эозинофилы, так как количество этих клеток весьма незначительно (2–4 %). Диаметр клетки около 10–12  $\mu$ . Вся цитоплазма сплошь заполнена оксифильными крупными зернами, окрашенными эозином в ярко-красный цвет. Цитоплазма бледно-голубая, так как слабо базофильна. Ядро бледно-фиолетовое, обычно состоит из

двух, реже трех сегментов, перемычки между ними часто плохо заметны.

Обе описанные формы составляют группу зернистых лейкоцитов, к которой относятся также базофильные лейкоциты (базофилы). Но найти базофилы на обычном кровяном мазке очень трудно, так как их имеется от 0 до 1 %, поэтому для изучения этих клеток используется специальный препарат – мазок лейкемической крови, где базофилов много и они более доступны для наблюдения.

Другую группу лейкоцитов составляют незернистые лейкоциты, или агранулоциты. На мазке в сравнительно большом количестве (до 25 %) встречаются лимфоциты. Малые лимфоциты – небольшие округлые клетки диаметром около 7  $\mu$  – имеют большое плотное круглое ядро, окрашенное в темно-фиолетовый цвет, и узкий ободок базофильной голубой цитоплазмы. Средние лимфоциты несколько крупнее, с более широким слоем цитоплазмы, также окрашены в голубой цвет.

Большие лимфоциты отличаются от малых и средних большой величиной (до 12  $\mu$ ). Ядро их имеет шаровидную или бобовидную форму и содержит меньше хроматина. Поэтому оно несколько светлее, чем ядра малых и средних лимфоцитов, и в нем можно различить одно или два ядрышка. Цитоплазма больших лимфоцитов бледно-голубого цвета, она слабо базофильна. Вокруг ядра цитоплазма образует довольно широкую каемку.

Наконец, последняя форма незернистых лейкоцитов – моноциты. Это клетки различной величины (до 15  $\mu$ ), но обычно самые крупные клетки крови. Цитоплазма серо-голубого цвета образует значительно более широкий ободок вокруг ядра, чем у лимфоцитов. Ядро круглое, вытянутое или бобовидное, окрашено менее интенсивно, чем ядра лимфоцитов. Количество этих клеток сравнительно невелико (около 5–8 %).

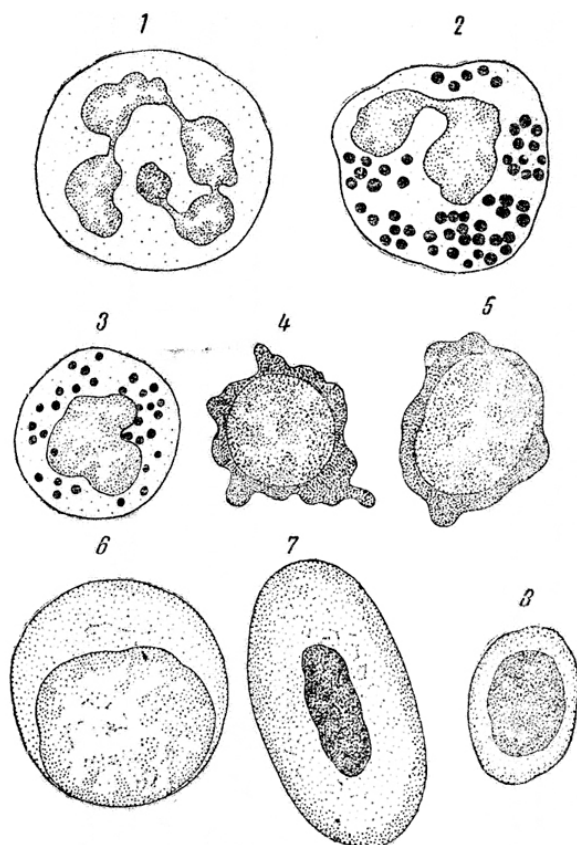
Наряду с клетками на препарате можно увидеть кровяные пластинки. Они представляют собой небольшие (2–3  $\mu$  в диаметре) протоплазматические тельца неправильной формы. В центре пластинок лежат мелкие базофильные зернышки,

окрашивающиеся в фиолетовый цвет. Кровяные пластинки часто слипаются и образуют скопления, которые располагаются между эритроцитами.

### Кровь лягушки (фиксированный препарат) (Рис. 8)

Мазок из капли крови верхушки сердца лягушки слегка подсушивают и фиксируют метиловым спиртом. Окрашивают по Романовскому или азурэозином по Максиму. Препарат рассматривают с иммерсионной системой.

В поле зрения находятся преимущественно эритроциты. Это овальные клетки с правильными овальными ядрами. Поперечная ось равна 15,8  $\mu$ , продольная – 22,8  $\mu$ . В 1 мм<sup>3</sup> крови содержится около 380 тыс. эритроцитов.



**Рис. 8 – Кровь лягушки:**

1 – нейтрофил; 2 – эозинофил; 3 – базофил; 4, 5 – лимфоциты;  
6 – моноцит; 7 – эритроцит; 8 – тромбоцит

Лейкоциты (от 6 до 25 тыс. в  $1 \text{ мм}^3$ ) похожи на лейкоциты человека. Нейтрофилы имеют сегментированное ядро и бледно-розовую цитоплазму, в которой лежат мелкие розовые зерна. Нейтрофилы составляют только незначительную часть всех лейкоцитов (17 %).

Эозинофилы (около 5–7 %) содержат крупные зерна, окрашенные в яркий кирпично-красный цвет и имеют двух- и трехсегментные ядра.

Базофилы редко встречаются на мазке (около 2 %), имеют круглые ядра и темно-фиолетовые зерна в цитоплазме.

Лимфоциты, составляющие наибольший процент всех лейкоцитов (до 75,2 %), характеризуются круглыми плотными ядрами и сравнительно узким слоем окрашенной в голубой цвет цитоплазмы, которая образует выросты – ложноножки. При помощи ложноножек лимфоциты могут передвигаться.

У моноцитов слабо базофильная цитоплазма, окрашивающаяся в серый или сиреневый цвет. Ядро иногда образует вдавления и выросты.

### **Кроветворение. Костный мозг млекопитающего животного (Рис. 9, 10, 11)**

В кровеносной системе постоянно идет отмирание различных кровяных клеток, закончивших свой жизненный цикл. Количество клеток уменьшается и при случайных кровопотерях. В кроветворных органах образуются новые клетки крови, так как для нормального функционирования организма необходимо, чтобы в крови было определенное количество различных кровяных клеток. В селезенке и лимфатических узлах развиваются лимфоциты и моноциты, в красном костном мозгу взрослых млекопитающих – эритроциты и зернистые лейкоциты. На препарате красного костного мозга при внимательном изучении можно найти все основные стадии развития эритроцитов и зернистых лейкоцитов и таким образом составить себе ясное представление о морфологических превращениях кровяных клеток в процессе их развития,

вплоть до образования зрелых кровяных клеток, выходящих уже в кровяной ток.

Выделяют кусочек костного мозга из бедренной кости кролика (или другого небольшого животного - собаки, кошки и т.д.). Фиксируют его жидкостью Хелли, заливают в парафин, делают срезы толщиной 3–4  $\mu$  и окрашивают азурэозином. Препарат представляет собой срез через красный костный мозг.

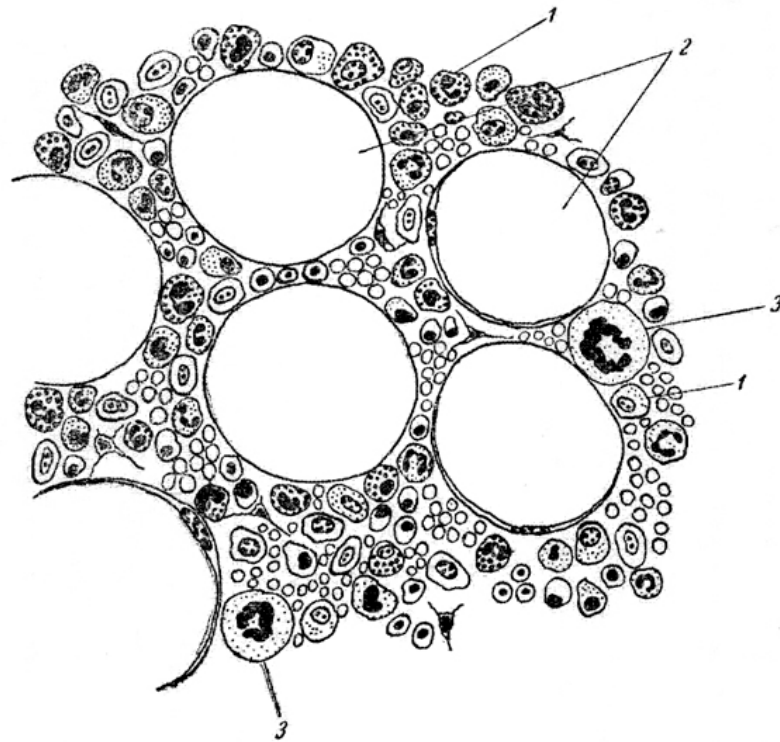
При малом увеличении прежде всего бросаются в глаза крупные круглые жировые клетки с очень большими светлыми вакуолями различной величины. В живой клетке вакуоли заполнены жиром, а на фиксированном препарате вследствие обработки спиртом и ксилолом жир растворен. Ядро имеет вид узкого темного образования, расположенного у самого края клетки.

Почти такой же размер, как жировые клетки, имеют мегакариоциты, обладающие оксифильной цитоплазмой и сегментированным ядром.

Вся остальная ткань костного мозга, называемая миелоидной, состоит из узкопетлистого ретикулярного синцития, в петлях которого расположено очень много мелких клеток. Клетки эти лежат настолько плотно, что обычно мешают видеть ретикулярный синцитий.

При помощи иммерсионной системы можно увидеть, что эти клетки различного типа. Наиболее крупные из них (намного мельче жировых и мегакариоцитов) - гемоцитобласты. Они базофильны, и потому их цитоплазма окрашена в голубой цвет. Ядра этих клеток очень светлые, большие, круглые, содержат мало хроматина и одно или два ядрышка. По-видимому, из гемоцитобласти развиваются другие кровяные клетки.

Процесс образования эритроцитов называется эритропоэзом. В течение этого процесса клетки развиваются, много раз делятся, значительно изменяются от одной стадии к другой. На препарате можно найти различные стадии развития - от эритроблеста до зрелого эритроцита.



**Рис. 9 – Костный мозг кролика:**

1 – кровяные клетки на различных стадиях развития;  
2 – жировые клетки; 3 – мегакариоциты

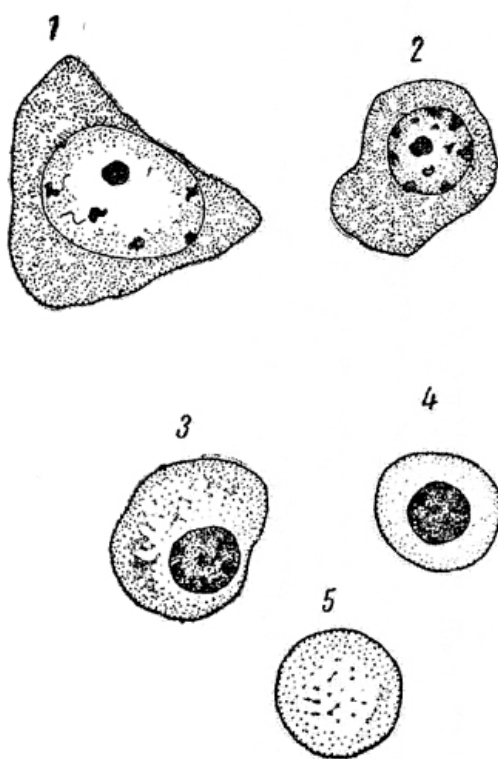
Эритробласт представляет собой округлую клетку, несколько меньшую, чем гемоцитобласт, с базофильной цитоплазмой, окрашенной в синий цвет, и круглым фиолетовым ядром, содержащим много глыбок хроматина. Ядрышко иногда заметно, иногда же оно маскируется глыбками хроматина.

Здесь же можно найти клетки, отличающиеся от предыдущих тем, что цитоплазма их вместо синего цвета оказывается фиолетовой, или же на синем фоне цитоплазмы появляются красные участки. Красноватый тон указывает на возникшую оксифилию, которая зависит здесь от присутствия гемоглобина в цитоплазме. Эти клетки называются полихроматофильными эритробластами. Ядра их круглые с большим количеством глыбок хроматина, среди которых ядрышки незаметны.

Наряду с полихроматофильными эритробластами встречаются нормобласты и зрелые эритроциты.

Нормобласты равны по величине нормальному эритроциту. Они обладают маленьким, плотным темноокрашенным, почти черным ядром. Цитоплазма их насыщена гемоглобином и поэтому оксифильна – она окрашивается в ярко-розовый цвет эозином.

Зрелые эритроциты отличаются от нормобластов только тем, что не содержат ядер. Следует отметить, что эритроциты на данном препарате не всегда имеют круглую форму. Иногда они угловатые в связи с тем, что клетки сдавливаются соседними, так как обычно они расположены кучкой.



**Рис. 10 – Эритропоз в костном мозгу кролика:**

*1* – гемоцитобласт; *2* – проэритробласт; *3* – полихроматофильный эритробласт;  
*4* – нормобласт; *5* – эритроцит

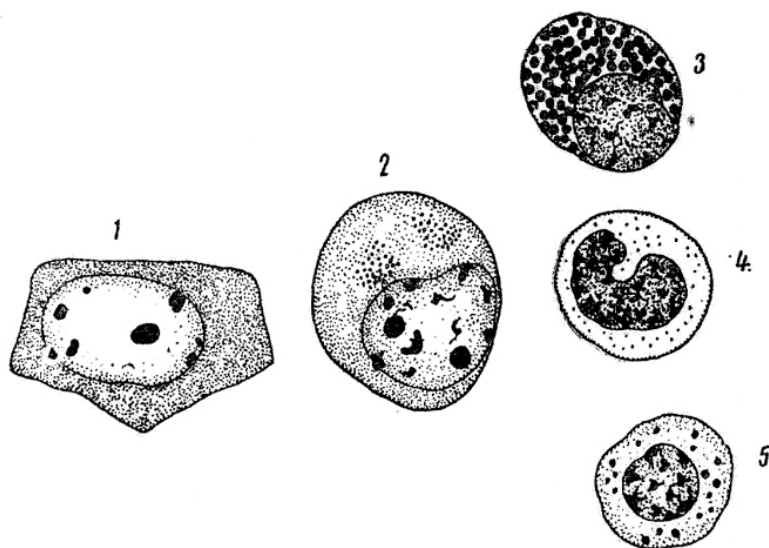
Процесс образования зернистых кровяных клеток, или гранулоцитов, называется гранулопозом. При очень внимательном рассмотрении препарата можно найти различные стадии развития нейтрофила и эозинофила.

Так, например, в большом количестве представлены промиелоциты. Это крупные клетки, иногда даже крупнее



гемоцитобласта. Ядра их светлые, круглые, с небольшим количеством хроматина, среди зерен которого легко различить одно или два ядрышка. Цитоплазма базофильна, окрашена в голубой цвет и в ней находятся мелкие азурофильные (вишневого цвета) зернышки, которые часто располагаются группами.

Несколько меньшего размера клетки-миелоциты. Следует найти на препарате миелоциты нейтрофильного и эозинофильного ряда.



**Рис. 11 – Гранулопоз в костном мозгу кролика:**

1 – гемоцитобласт; 2 – промиелоцит; 3 – эозинофильный миелоцит; 4 – нейтрофильный миелоцит; 5 – базофильный миелоцит

Миелоцит нейтрофильного ряда характеризуется густо окрашенным в фиолетовый цвет плотным ядром. Ядрышек здесь не видно. Форма ядра может быть круглой или подковообразной. Цитоплазма оксифильна, розового цвета с мелкими розовыми зернами, заполняющими всю клетку.

Миелоцит эозинофильного ряда очень легко отличить от всех остальных клеток по наличию крупных кирпично-красных зерен, окрашивающихся эозином. Зерна лежат плотно, цитоплазма ввиду этого почти не видна. Ядро у этих клеток, как и у предыдущих, темно-фиолетовое, круглое, бобовидное или подковообразное. Ядрышек нет.

Наряду с описанными формами клеток можно всегда найти некоторое количество зрелых нейтрофилов и эозинофилов. Кроме того, встречаются малые и средние лимфоциты и моноциты.

### ***Контрольные вопросы***

1. Гистофизиологическая характеристика крови и лимфы. Классификация форменных элементов крови.

2. Гемограмма здорового человека. Изменения гемограммы при остром и хроническом воспалении.

3. Закономерности дифференцировки эритроцитов (эритропоэз).

4. Закономерности дифференцировки гранулоцитов (гранулоцитопоэз).

5. Особенности дифференцировки кровяных пластинок человека.

6. Морфология белой и красной пульпы селезенки. Лимфатический фолликул. Закономерности дифференцировки В-лимфоцитов.

7. Морфофизиология тимуса (вилочковой железы). Дифференцировка Т-лимфоцитов. Функциональная специализация Т-лимфоцитов.

### ***Контрольно-обучающие задачи:***

1. Методом автордиографии поместили ядра морфологически распознаваемых пролифелирующих клеток эритропоэтического ряда. В каких клетках будет обнаружена метка?

2. Методом автордиографии в красном костном мозге поместили ядра клеток унипотентных предшественников. В каких клетках обнаружится метка?

3. В условном эксперименте в красном костном мозге у полихроматофильных проэритроцитов разрушили рибосомы. Синтез какого специфического белка нарушится?

4. В базофильном проэритроците пуромецином подавлен синтез белка. Какой специфический белок не будет обра-

зовываться и возможна ли дальнейшая дифференцировка клетки?

5. На препарате мазка крови видна крупная круглая клетка, цитоплазма окрашена слабо базофильно, не содержит специфической зернистости, ядро светлое, бобовидной формы. Назовите эту клетку.

6. На препарате мазка красного костного мозга видна клетка, в цитоплазме которой крупная ацидофильная зернистость. Ядро палочковидной формы, пикнотизировано. Назовите эту клетку.

7. В организме в результате трансформации возникла популяция раковых клеток. Какие клетки крови обнаружат и начнут атаковать уклонившиеся от нормального развития клетки? Как называется это явление?

8. У ребенка диагностирована глистная инвазия. Какие изменения в лейкоцитарной формуле следует ожидать?

9. В организме больного начался острый гнойный процесс. Какие изменения можно ожидать в гемограмме?

10. В организм человека введен чужеродный белок. Какие клетки крови обеспечивают иммунологический ответ?

11. Известно, что диаметр эритроцитов равен 7–8 мкм. Могут ли эритроциты проходить через сосуды с диаметром меньшим, чем их собственный; если да, то почему; если нет, то почему?

12. Первая половина беременности у женщин осложняется токсикозом, который развивается в ответ на поступление в кровь женщины метаболитов плода. Какие клетки крови будут реагировать на эти токсические продукты? Как будет изменяться содержание этих клеток в крови и почему?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

### ***Тема: Хрящевая ткань***

***Цель:*** Изучить классификацию, строение и функции хрящевой ткани.

### ***Порядок выполнения работы***

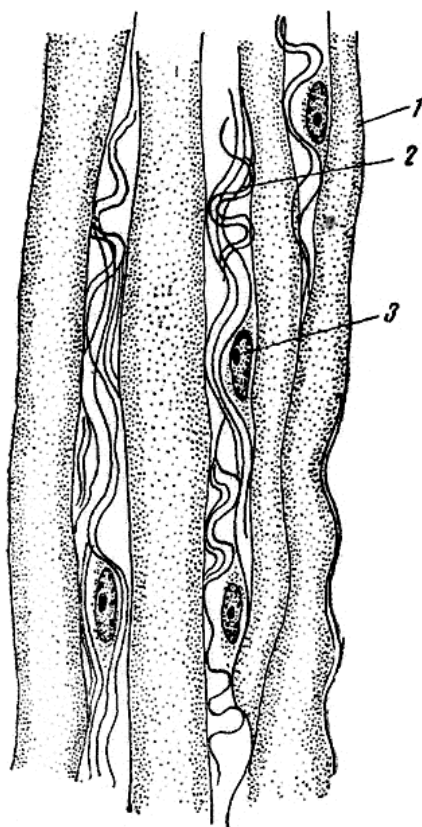
1. Рассмотреть на микрофотографиях и микропрепаратах:
  - гиалиновый хрящ;
  - эластический хрящ;
  - волокнистый хрящ.
2. Сделать рисунки в альбомах и описание препаратов в тетрадях.

### **Эластическая ткань. Выйная связка быка. Продольный разрез (Рис. 12)**

Последовательное изучение продольного и поперечного срезов выйной связки быка должно дать представление о строении эластической плотной соединительной ткани.

Для приготовления препарата кусочек выйной связки фиксируют спиртом с формалином, срезы окрашивают квасцовый гематоксилином и пикрофуксином. Препарат следует рассматривать под иммерсионной системой.

На продольном разрезе эластической связки видны толстые прямые или волнистые тяжи, идущие параллельно и довольно тесно прилегающие друг к другу. Тяжи состоят из совершенно гомогенного вещества, в живом состоянии желтоватого и блестящего, на препарате окрашенного пикриновой кислотой в желтый цвет – это очень толстые эластические волокна. Волокна в некоторых местах разветвляются и сливаются между собой под очень острыми углами, что обычно трудно заметить на препарате.



**Рис. 12 – Выйная связка быка. Продольный разрез:**

1 – эластические волокна; 2 – рыхлая соединительная ткань;  
3 – ядра фибробластов

В узких щелях между эластическими волокнами расположена рыхлая соединительная ткань, коллагеновые волокна которой окрашены на препарате в ярко-красный цвет. Между волокнами разбросаны отдельные клетки – фибробласты, В более толстых прослойках соединительной ткани можно увидеть перерезанные небольшие кровеносные сосуды.

### **Гиалиновый хрящ.**

#### **Суставная поверхность коленного сустава теленка (Рис. 13)**

Гиалиновый или стекловидный хрящ представляет собой наиболее распространенный вид хрящевой ткани в организме позвоночных животных. Следует изучить не только строение его, но и те изменения, которые претерпевает хрящевая ткань в процессе развития.

Срезанный участок хряща суставной поверхности большой берцовой или бедренной кости молодого теленка фиксируют спиртом с формалином, срезы окрашивают квасцовым гематоксилином и эозином или азуром II-эозином. Вместо хряща суставной поверхности можно также фиксировать перегородку носа молодой собаки или кошки или хрящевые кольца трахеи лабораторных животных.

При малом увеличении видно, что гиалиновый хрящ состоит из большого количества основного промежуточного вещества и расположенных в нем клеток.

Промежуточное вещество представляется на препарате совершенно гомогенным, а в живом состоянии стекловидно прозрачным. На самом деле в промежуточном веществе имеется очень много коллагеновых волокон. Они не видны потому, что имеют одинаковый показатель преломления со склеивающим их хондромукоидом. Если поместить кусочек гиалинового хряща в баритовую воду или в раствор марганцовокислого калия, хондромукоид будет удален, и выявится волокнистость основного вещества.

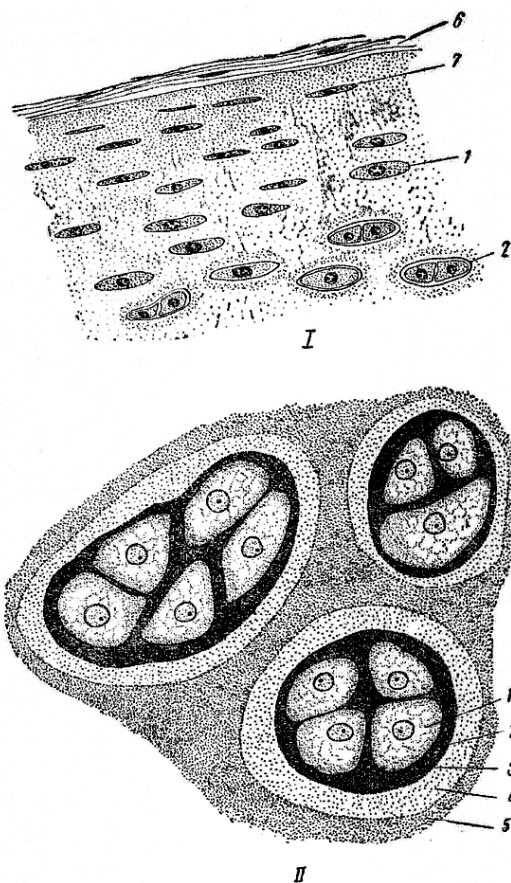
В основном веществе имеется большое количество хрящевых полостей, в которых лежат хрящевые клетки. В большинстве они имеют округлую форму, но в разных местах хряща форма клеток различна. На краю хряща, под надхрящницей или под свободной суставной поверхностью они веретеновидные, вытянутые параллельно поверхности хряща. В глубине хряща более крупные хрящевые клетки вследствие взаимного сдавливания могут принимать многоугольную, серповидную и тому подобную форму.

В живом хряще клетки целиком заполняют занимаемые ими полости. Можно сделать бритвой тонкий срез хряща суставной поверхности бедренной кости или мечевидного отростка лягушки и рассматривать его под микроскопом в капле физиологического раствора поваренной соли для холоднокровных (0,65 %-ный). Хорошо видны круглые, овальные или многоугольные хрящевые клетки, целиком заполняющие хрящевые полости. В живом хряще промежуточное вещество кажется совершенно гомогенным.

Хрящевые клетки очень богаты водой. В результате фиксации они обычно сжимаются, и между клетками и основным веществом образуется светлая щель, представляющая собой часть полости, в которой лежит хрящевая клетка. В некоторых случаях при изготовлении препарата клетки выпадают и видны пустые светлые полости.

На краю хряща, под надхрящницей, клетки обычно располагаются поодиночке. В глубине они всегда лежат группами из двух, трех и больше клеток, которые называются изогенными группами. Эти группы разъединены тонкими прослойками основного вещества. Они сформировались в результате amitotического деления одной хрящевой клетки на последних стадиях развития хряща, когда образование основного вещества почти закончилось, и могли разойтись. Тонкий слой основного вещества, непосредственно примыкающий к хрящевой полости, окрашивается эозином в розовый цвет, т.е. он оксифиллен. Этот ободок носит название хрящевой капсулы.

В изогенных группах капсула окружает каждую клетку, а кроме того, имеется также интенсивно окрашенная оксифильная зона, окружающая всю изогенную группу. В зрелом вполне сформированном хряще в основном веществе можно различить несколько слоев, окружающих клетки. Непосредственно за оксифильной капсулой основное вещество базофильно, затем вновь идет слой оксифильного основного вещества. Капсула, базофильный и оксифильный слои образуют так называемые клеточные поля или территории, между которыми находится слабо базофильное неклеточное основное вещество (интертерриториальное).



**Рис. 13 – Гиалиновый хрящ суставной поверхности коленного сустава теленка: I – развивающийся хрящ; II – зрелый хрящ**

1 – хрящевые клетки; 2 – изогенная группа хрящевых клеток;  
 3 – базофильное основное вещество хряща; 4 – оксифильное  
 основное вещество хряща; 5 – базофильное основное вещество хряща  
 (интертерриториальное); 6 – надхрящница;  
 7 – молодые хрящевые клетки

На препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, базофильное основное вещество окрашивается в различные оттенки фиолетового цвета (гематоксилиновый лак ведет себя, как основной краситель), оксифильное – эозином в розовый; при окраске азуром II-эозином основной краситель азур II окрашивает базофильное вещество в синий и голубой цвета.

Снаружи хрящ покрывает надхрящница, состоящая из плотной неоформленной соединительной ткани, содержащей большое количество малодифференцированных соединительнотканых клеток, в частности, хондробластов.

В молодом развивающемся организме хрящ растет главным образом со стороны надхрящницы. Вследствие этого пе-



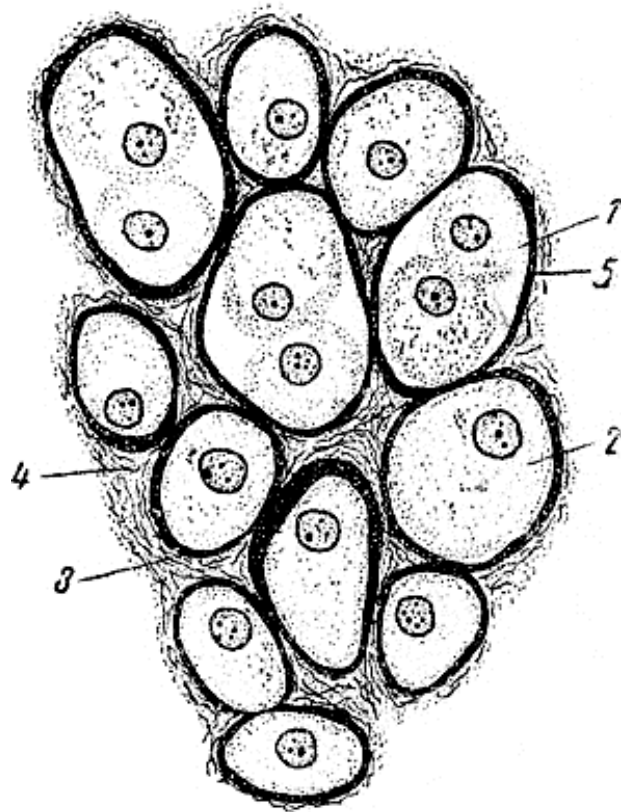
риферические части его образованы более молодой тканью, а в глубине располагается сформированная зрелая ткань.

Изучая препарат от надхрящницы вглубь хряща, можно увидеть некоторые последовательные этапы развития хрящевой ткани. Коллагеновые волокна надхрящницы прямо продолжают в коллагеновые волокна хряща, поэтому надхрящница плотно соединена с хрящом. Веретеновидные клетки надхрящницы (хондробласты) окружаются основным веществом и превращаются в хрящевые клетки. В самой молодой ткани на периферии хряща хрящевые клетки еще сохраняют веретеновидную форму и мало отличаются от исходных клеток. Они лежат поодиночке и окружены гомогенным основным веществом.

Передвигая препарат и рассматривая более глубокие участки хряща, можно увидеть, что хрящевые клетки постепенно меняют свою форму и округляются, по-видимому, вследствие обогащения водой. Вокруг хрящевых полостей в основном веществе дифференцируются хрящевые капсулы. Еще глубже можно наблюдать amitotическое деление клеток, в результате чего образуются изогенные группы, пока еще содержащие по две, реже по три клетки. Наконец, в глубоких слоях хряща видна уже зрелая, вполне сформированная хрящевая ткань: вокруг полостей образовались клеточные территории, изогенные группы состоят из трех, четырех, пяти клеток и окружены самостоятельной зоной основного вещества. В изогенных группах клетки сдавливаются и принимают разнообразную форму.

### **Эластический хрящ. Ухо кролика (Рис. 14)**

Препарат рассматривается для изучения эластической хрящевой ткани, более гибкой и эластичной, чем гиалиновый хрящ. С кусочка уха кролика или телянка удаляют кожу и фиксируют его в спирте с формалином. Срезы окрашивают орсеином.



**Рис. 14 – Эластический хрящ из уха кролика:**

1 – изогенная группа хрящевых клеток; 2 – хрящевая клетка;  
 3 – хрящевая капсула; 4 – основное вещество хряща, содержащее  
 эластические волокна; 5 – хрящевая полость

Препарат надо рассматривать при большом увеличении микроскопа. Эластический хрящ расположен в центре препарата в виде широкой ленты. Он очень сходен с гиалиновым. Основное отличие заключается в том, что основное вещество эластического хряща содержит большое количество эластических волокон. Они пронизывают хрящ во всех направлениях, разветвляются и образуют сеть, особенно густую около хрящевых полостей. В центральной части хряща эластических волокон много и они довольно толстые. К периферии количество волокон уменьшается, они становятся тоньше и непосредственно переходят в эластические волокна надхрящницы. После окраски орсеином темно-бурые эластические волокна резко выделяются на светло-коричневом фоне основного вещества. Как и в гиалиновом хряще, клетки, веретеновидные на краях хрящевой полости под надхрящницей, в центральных частях окружаются капсулой и становятся круг-

лыми или сдавливаются. Изогенные группы содержат меньшее количество клеток, обычно не более двух-трех.

### **Волокнистый хрящ.**

#### **Межпозвоночный диск новорожденного теленка (Рис. 15)**

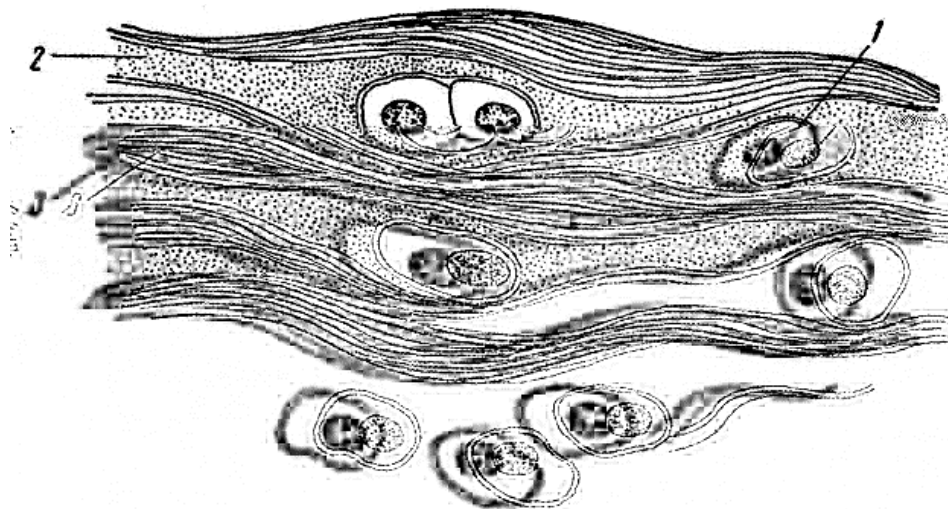
Волокнистый хрящ представляет собой своеобразную разновидность хрящевой ткани, в некоторых отношениях сходную с плотной оформленной соединительной тканью.

Межпозвоночный диск теленка с кусочками позвонков с обеих сторон фиксируют и декальцинируют насыщенным водным раствором пикриновой кислоты в течение нескольких недель. Вертикальные срезы окрашиваются квасцовым гематоксилином и пикрофуксином.

При малом увеличении на препарате с двух сторон видны развивающиеся позвонки, находящиеся в процессе окостенения. Между позвонками в центре лежит бесформенная студенистая масса, представляющая собой остаток хорды. По бокам позвонки соединяются между собой при помощи связки, внешняя часть которой представляет собой сухожилие, а внутренняя состоит из волокнистого хряща. Его надо рассматривать при большом увеличении.

Основное вещество волокнистого хряща содержит много толстых пучков коллагеновых волокон, идущих параллельно друг другу. Между пучками находятся тонкие прослойки гиалинового хряща с заключенными в нем типичными овальными или круглыми хрящевыми клетками, окруженными капсулами. Клетки лежат поодиночке или образуют изогенные группы из двух, редко трех клеток. Волокнистый хрящ представляет собой как бы промежуточную ткань между гиалиновым хрящом и сухожилием. Если передвигать препарат по направлению от гиалинового хряща развивающегося позвонка к сухожилию, то можно увидеть переходы между этими тканями. В типичном гомогенном основном веществе гиалинового хряща начинают выявляться отдельные коллагеновые волокна, затем их становится больше, они слагаются в пучки, которые постепенно утолщаются и, наконец, вытес-

няют гомогенное вещество, но клетки еще окружены капсулами и сохраняют форму и характер хрящевых. Дальше волокнистый хрящ переходит в типичную ткань сухожилия.



**Рис. 15 – Волокнистый хрящ из межпозвоночного диска новорожденного тельенка:**

1 – хрящевые клетки; 2 – основное вещество хряща;  
3 – коллагеновые волокна

Эта картина еще раз подтверждает близкое родство различных типов соединительной ткани.

### ***Контрольные вопросы***

1. Классификация хрящевых тканей.
2. Характеристика клеточного состава и межклеточного вещества гиалинового хряща. Как располагаются коллагеновые волокна в гиалиновом хряще? Каким микроскопическим методом их можно наблюдать?
3. Как происходит рост хряща? Как дышат и питаются его клетки?
4. Какую роль выполняет надхрящница? Почему хрящ является одновременно и тканью, и органом?
5. Чем отличаются друг от друга по строению, свойствам и выполняемым функциям гиалиновый и эластический хрящи?
6. Особенности строения волокнистого хряща.

7. Этапы развития хряща из мезенхимы.
8. Регенерация хрящевой ткани. Как изменяются свойства хряща при старении?

### *Контрольно-обучающие задачи*

1. В межклеточном веществе хряща гистохимически обнаружено высокое содержание кальция. К какому виду относится данная хрящевая ткань?
2. В хрящевой ткани обнаружены клетки, содержащие многочисленные фагосомы. Как называются эти клетки?
3. В хондроцитах суставной поверхности при электронно-микроскопическом исследовании обнаружены многочисленные секреторные везикулы. Какие вещества содержатся в этих везикулах?
4. Информационную РНК, выделенную из хондробластов, ввели в овоциты лягушки. Какой новый белок может теперь синтезироваться в овоцитах?
5. Хрящевая ткань подвергнута действию коллагеназы. Как изменится прочность хряща?
6. НЗ-тимидином помечены клетки надхрящницы новорожденного животного. Будет ли обнаружена метка в клетках хряща через 10 дней?
7. Участок молодого гиалинового хряща пересажен на другое место. Как изменится направление волокон?
8. На препарате представлена одна из опорных тканей, в которой отсутствуют обменные микрососуды. Какая это ткань?
9. При старении в хрящевой ткани увеличивается содержание гиалуроновой кислоты. Как изменяется при этом проницаемость хрящевой ткани?
10. При старении содержание воды в гиалиновом хряще уменьшается. Как при этом изменится упругость хряща?
11. На гистологическом препарате в хрящевой ткани человека видны значительные зоны кальцинации. Каков вероятный возраст человека?
12. Во время операции удален участок хряща. Какой тканью будет заполняться дефект?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

### *Тема: Костная ткань*

**Цель:** Изучить разновидности, морфологию и функции костной ткани.

### *Порядок выполнения работы*

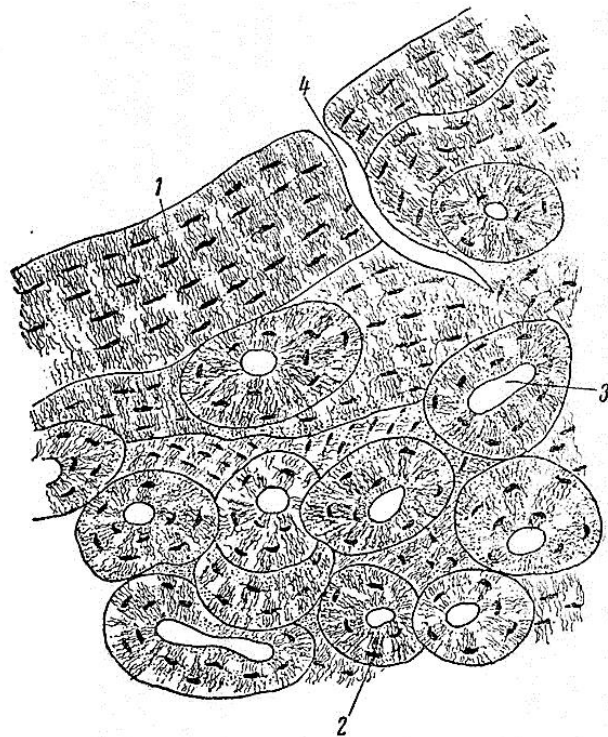
1. Рассмотреть в наглядном пособии следующие материалы:
  - кость в поперечном разрезе;
  - развитие кости из соединительной ткани;
  - развитие кости на месте хряща.
2. Зарисовать препараты в альбом и сделать в тетради описание.

### **Костная ткань. Трубчатая кость собаки. Поперечный разрез диафиза (Рис. 16, 17)**

Диафиз трубчатых костей млекопитающих животных и человека состоит из плотной пластинчатой костной ткани. Изучение препарата дает возможность познакомиться со строением костной ткани, путями проникновения в нее питательных веществ и связью с окружающей ее соединительнотканной надкостницей.

Кусочек диафиза трубчатой кости фиксируют формалином или смесью Буэна, уплотняют в 80–90 %-ном спирте и декальцинируют в азотной кислоте. Срезы, приготовленные на замораживающем микротоме, окрашивают тионином и пикриновой кислотой (модификация метода Шморля). Сначала препарат изучают при малом увеличении.

Костная ткань состоит из неклеточного основного промежуточного вещества и расположенных в нем клеток. Промежуточное вещество кости построено из тонких костных пластинок, являющихся основными архитектурными единицами костной ткани. Поэтому на срезе кость имеет слоистый вид (Рис. 16).



**Рис. 16 – Трубчатая кость собаки. Поперечный разрез диафиза:**  
 1 – генеральные пластинки; 2 – гаверсовы системы; 3 – гаверсов канал;  
 4 – фолькманов канал

Снаружи и отчасти изнутри кость покрыта общими, или генеральными пластинками, располагающимися параллельно ее поверхности. Количество генеральных пластинок и, соответственно, толщина образуемого ими слоя в разных костях могут быть различными.

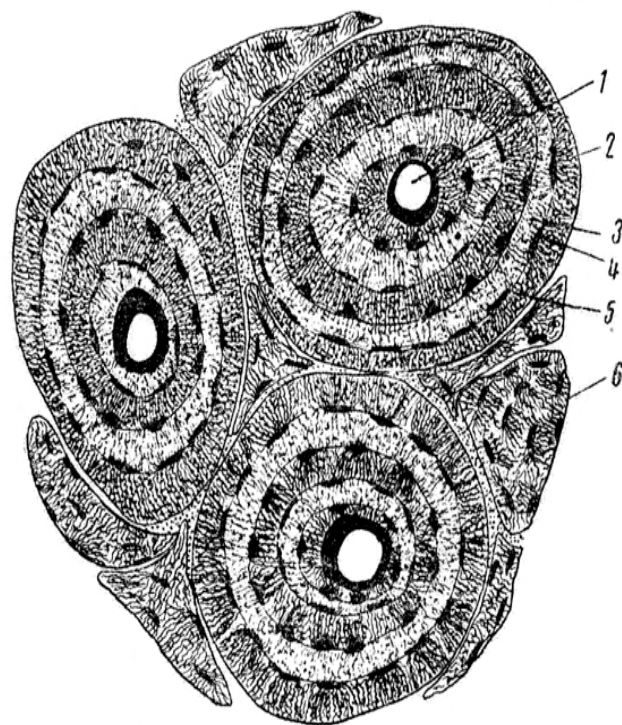
Иногда с наружной стороны кости видны обрывки ткани, это остатки надкостницы (периоста), плотно прилегающей к кости и состоящей из неоформленной плотной соединительной ткани.

С внутренней стороны, примыкающей к костномозговой полости, часто заметны обрывки волокнистой оболочки (эндоста), выстилающей костномозговую полость, и костного мозга, который всегда можно узнать по наличию жировых клеток.

Расположение костных пластинок в остальной кости тесно связано с распределением в ней кровеносных сосудов. В диафизе трубчатой кости многочисленные сосуды идут главным образом по длине кости. Они располагаются в так назы-

ваемых гаверсовых каналах, пронизывающих плотное основное промежуточное вещество. На поперечном срезе каналы имеют вид кружков или, если срез прошел косо, овалов. Тонкие, разветвляющиеся и анастомозирующие между собой каналы пробегают главным образом параллельно длинной оси кости. Соединения между продольными каналами имеют несколько меньший диаметр. На поперечном срезе эти боковые ответвления обычно не видны; их следует изучать на продольном срезе кости.

В гаверсовых каналах проходят питающие кость кровеносные сосуды, сопровождаемые небольшим количеством соединительной ткани, и нервы. При декальцинации кости сосуды и нервы, как правило, разрушаются, и каналы обычно оказываются пустыми или же в них видны только зернистые остатки ткани. Сосуды проникают в костное вещество, либо со стороны надкостницы, либо из костномозговой полости, через широкие фолькмановские каналы, прободающие генеральные пластинки.



**Рис. 17 – Трубчатая кость собаки.**

**Поперечный разрез диафиза при большом увеличении:**

1 – гаверсов канал; 2 – гаверсова система; 3 – костные пластинки;  
4 – костные полости; 5 – отростки костных полостей; 6 – вставочные участки



Эти каналы входят в кость под прямым или острым углом, следовательно, на препарате срезаны вдоль. Фолькмановские каналы не окружены системами костных пластинок и поэтому хорошо отличимы от гаверсовых. Очень скоро после вхождения в кость они изгибаются, располагаются по длине кости, вокруг них образуются системы костных пластинок, т.е. они превращаются в гаверсовы каналы. Если кость взята от молодого животного, то на препарате встречаются довольно большие полости неправильной формы, так называемые гаверсовы пространства. Они обычно содержат остатки разрушенной при изготовлении препаратов соединительной ткани с сосудами.

Костные пластинки располагаются вокруг гаверсовых каналов совершенно закономерно – они концентрически наслаиваются друг на друга таким образом, что в результате образуется система, состоящая из вставленных друг в друга цилиндров. Вследствие этого получается длинная трубка с толстой стенкой, состоящей из плотно спаянных между собой костных пластинок, и узким просветом – гаверсовым каналом. Все это образование называется гаверсовой системой. Каждая гаверсова система отделена от окружающих частей ясно видимой спайной линией.

Костные пластинки состоят из пучков оссеиновых волокон, идущих в одном определенном направлении и склеенных между собой аморфным веществом (оссеомукоидом). Спайная линия состоит почти нацело из оссеомукоида. Вследствие иного, чем костные пластинки, состава она резко выделяется на препарате.

На поперечном разрезе гаверсова система состоит из канала, окруженного чередующимися более светлыми и более темными кольцами костных пластинок. При большом увеличении видно, что соседние пластинки в гаверсовых системах имеют на препарате различное строение. Одни из них более широкие, зернистые, кажутся темными, другие более узкие, волокнистые, имеют более светлый оттенок.

Дело в том, что оссеиновые волокна, входящие в состав пластинок, в смежных пластинках идут перпендикулярно

друг к другу или под некоторым углом, приближающимся к прямому. В одних пластинках оссеиновые волокна, расположенные циркулярно вокруг гаверсова канала, срезаны продольно и на поперечном разрезе имеют вид нитей. В пластинках, лежащих рядом с ними, оссеиновые волокна, идущие вдоль длинной оси гаверсова канала, срезаны поперек и на поперечном разрезе имеют вид точек. Такое расположение оссеиновых волокон и обуславливает под микроскопом слоистость пластинчатой костной ткани.

Нужно иметь в виду, что оссеиновые волокна переходят из одной костной пластинки в другую, что обеспечивает прочность их соединения.

Между округлыми гаверсовыми системами остаются пространства неправильной формы, которые заполнены промежуточными или вставочными участками. Пластинки в них также лежат параллельно друг другу, но они не покрывают гаверсовы каналы и не образуют концентрических систем. Вставочные участки имеют различную форму и величину и отграничены спайными линиями. Это остатки гаверсовых систем, частично разрушенных в процессе развития и перестройки костной ткани.

В костных пластинках или между ними имеются костные полости с отходящими от них во всех направлениях ветвящимися костными канальцами. В живой кости в этих полостях лежат костные клетки с отростками. На препарате костные полости и канальцы окрашены в черный цвет и поэтому хорошо видны.

Костные полости в соседних пластинках на поперечном разрезе гаверсовой системы различаются по форме. Дело в том, что костные полости имеют вид удлиненного плоского овала (похожи на дынное семечко), и длинная ось их всегда располагается параллельно ходу оссеиновых волокон в костной пластинке. Вследствие этого на поперечном разрезе диафиза в тех пластинках, которые срезаны вдоль волокон (волокнистые пластинки), костные полости также срезаны вдоль и оказываются длиннее, чем в рядом лежащих зернистых пластинках, в которых волокна и полости перерезаны попе-

рек. В соседних пластинках костные полости лежат параллельно друг другу, образуя характерные кольца в гаверсовых системах и прямые или слегка изогнутые ряды во вставочных участках.

Канальцы, отходящие от внутреннего ряда костных полостей, открываются непосредственно в гаверсов канал. Канальцы, отходящие от наружного ряда костных полостей, доходят до края гаверсовой системы и либо оканчиваются слепо, либо образуют петлю, возвращаются обратно и открываются в те же костные полости, либо в соседние.

Сеть костных канальцев имеет большое значение для питания кости. Как было указано выше, в гаверсовых каналах лежат кровеносные сосуды. Сквозь их стенку пропотевает тканевая жидкость, содержащая питательные вещества. По канальцам тканевая жидкость распределяется по всей гаверсовой системе и омывает клетки и неклеточное промежуточное вещество.

Кость окружена соединительнотканной надкостницей, с которой прочно соединяется при помощи шарпеевских волокон. Последние представляют собой пучки коллагеновых волокон, проходящих из надкостницы в кость. В молодой кости они обычно остаются необызвествленными и на шлифах кости имеют вид неправильных каналов различной ширины. В кости взрослого животного они в большинстве обызвествляются, и тогда представляют собой на препарате темные неправильные полосы или пятна.

Шарпеевские волокна входят в кость преимущественно в перпендикулярном направлении и прободают наружные генеральные пластинки, до гаверсовых систем они доходят редко. Таким образом, надкостница прочно соединяется с костью при помощи шарпеевских волокон. В тех местах, где этих волокон нет, рыхлое соединение кости с надкостницей обеспечивается входящими в кость кровеносными сосудами и соединительной тканью.

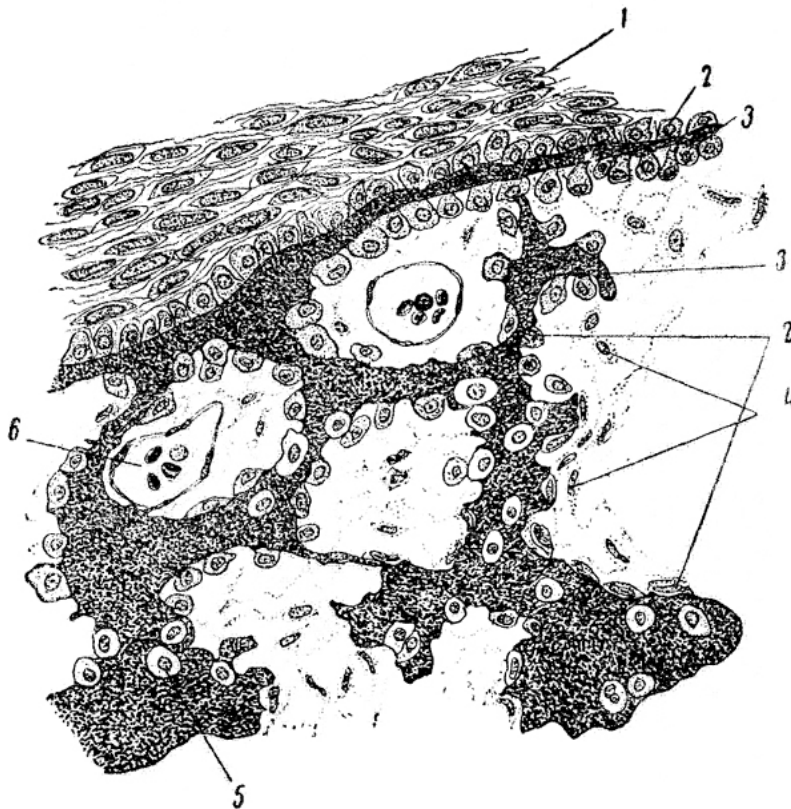
## Развитие кости в мезенхиме.

### Поперечный разрез головы зародыша свиньи (Рис. 18, 19)

Развитие костной ткани может идти двумя путями: либо кость образуется в мезенхиме на месте соединительной ткани, отличающейся от мезенхимы наличием коллагеновых волокон, либо же на месте будущей кости сначала в мезенхиме образуется хрящевая модель, которая затем замещается костью.

Развитие кости в мезенхиме морфологически происходит проще, изучение гистогенеза костной ткани следует начинать с него.

Голову зародыша свиньи (надо брать не слишком больших зародышей, длиной 2–3 см) фиксируют в смеси Ценкера. Срезы окрашивают по Маллори или квасцовым гематоксилином и эозином.



**Рис. 18 – Развитие кости в мезенхиме.**

#### **Поперечный разрез головы свиньи:**

1 – остеогенная ткань; 2 – остеобласты; 3 – развивающаяся кость;  
4 – мезенхима; 5 – костные клетки (остеоциты); 6 – кровеносный сосуд,  
лежащий в первичном гаверсовом канале

На срезе через голову зародыша свиньи при малом увеличении видна сложная картина развития различных тканей и органов. Снаружи срез покрыт многослойным плоским эпителием, под которым лежит широкая полоса эмбриональной соединительной ткани (мезенхимы). Непосредственно за мезенхимой располагается слой развивающейся костной ткани, образуя кольцо или арку вокруг центральной части среза, в которой видна развивающаяся нервная ткань. Если же срез прошел в другом направлении, то видны хрящи носа, эпителий носовой полости и т.д.

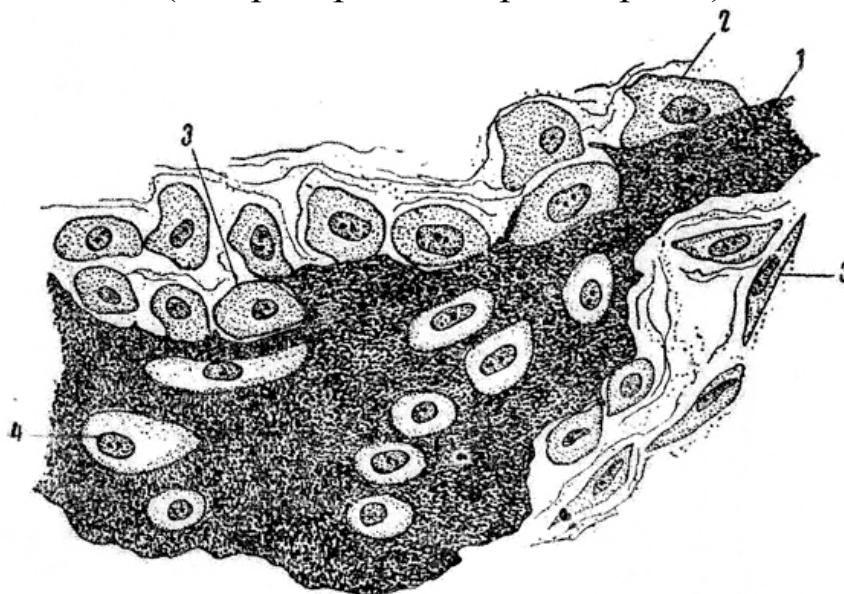
Развивающуюся костную ткань легко узнать, потому что ее основное вещество всегда состоит из перекладин, выступов и островков, образующих неправильную сеть. Основное вещество кости окрашивается эозином в розовый цвет, по Маллори – в синевато-голубой.

Найдя участок костной ткани, надо его изучить при большом увеличении. На рисунке изображена костная ткань на поздней стадии развития. Снаружи видна костеобразующая, или остеогенная ткань, будущая надкостница, состоящая из большого количества вытянутых или многоугольных клеток, имеющих много анастомозирующих отростков, и пробегающих между клетками коллагеновых волокон.

Остеогенная ткань образуется из мезенхимы и отличается от нее более плотным расположением клеток и наличием большого количества тонких коллагеновых волокон. В мезенхиме, как известно, основное вещество имеет студневидный характер. Волокна из костеобразующей ткани непосредственно переходят в костную. После окраски по Маллори волокна окрашиваются в синий цвет, эозином – в светло-розовый.

Перекладины костного вещества кажутся гомогенными. Только по краю они окрашены несколько светлее. Это обусловлено тем, что костные перекладины растут с поверхности. Краевое, только что образовавшееся основное вещество еще не содержит оссеомукоида, это так называемое остеоидное вещество. В центральной части перекладин костная ткань пропитана оссеомукоидом, что обуславливает ее интенсив-

ную окраску. В организме эта костная ткань уже пропитана солями кальция (на препарате они растворены).



**Рис. 19 – Развитие кости в мезенхиме.**

**Поперечный разрез головы зародыша свиньи:**

- 1 – развивающаяся кость; 2 – остеобласты; 3 – остеобласты; замуровывающиеся в основном веществе кости и превращающиеся в костные клетки; 4 – костные клетки (остеоциты)

На перекладинах или балках основного вещества располагаются кубические или цилиндрические клетки с базофильной цитоплазмой и богатым хроматином ядром – остеобласты, развившиеся из остеогенных клеток. Они или образуют слой наподобие эпителия, или лежат группами, но даже и в первом случае между клетками остаются промежутки, по которым из окружающей остеогенной ткани в зону окостенения проходят коллагеновые волокна.

Жизнедеятельность остеобластов непосредственно связана с образованием кости; там, где они покрывают перекладины основного вещества, количество его увеличивается, на тех же перекладинах, где остеобластов нет, образование костного вещества прекращается.

По мере того, как на поверхности перекладин образуются новые слои костного вещества, часть остеобластов со всех сторон обрастает основным веществом. Процесс такого по-

степенного обрастания некоторых остеобластов костным веществом, в результате чего они замуровываются и превращаются в костные клетки, лежащие в замкнутых костных полостях, хорошо виден на препарате под иммерсионным объективом.

Вокруг костного вещества и в петлях сети, образованной перекладинами, лежит синцитиальная эмбриональная соединительная ткань (мезенхима). На рисунке хорошо видны два первичных гаверсовых канала с лежащими в них перерезанными поперек кровеносными сосудами.

В дальнейшем остеогенная ткань, покрывающая зачаток кости, превращается в надкостницу, а эмбриональная соединительная ткань, заполняющая промежутки между перекладинами основного вещества – в костный мозг.

### **Развитие кости на месте хряща.**

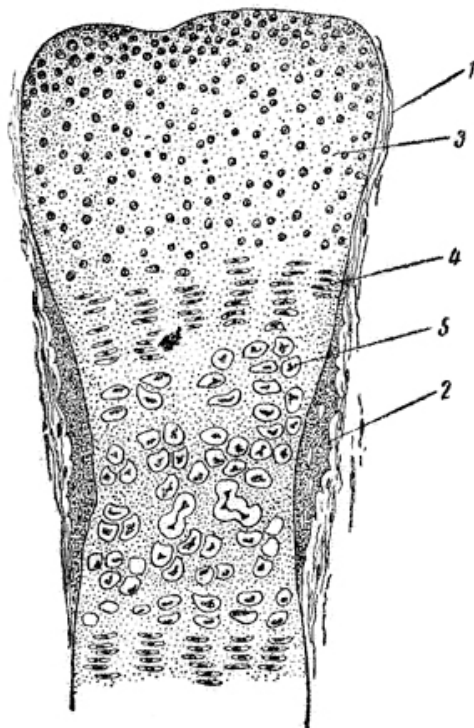
#### **Продольный разрез конечности зародыша свиньи.**

#### **Ранняя стадия (Рис. 20)**

Конечность зародыша свиньи длиной 5–7 см (можно взять и зародыш собаки, морской свинки, кролика) фиксируют в смеси Ценкера, декальцинируют сутки в азотной кислоте, продольные срезы окрашивают квасцовым гематоксилином и эозином. Сначала нужно рассмотреть препарат при малом увеличении. На месте будущей кости лежит хрящевая модель, в общем повторяющая ее форму, и в ней можно различить диафиз и два эпифиза. Она состоит из гиалинового хряща, покрытого надхрящницей.

Окостенение хрящевой модели начинается в центре диафиза, где развивается первичная точка окостенения. В начале окостенения в центре диафиза начинается дегенерация хрящевой ткани, распространяющаяся отсюда по направлению к эпифизам. Если рассматривать препарат при большом увеличении, передвигая его от эпифизов к диафизу, то можно проследить все стадии этого процесса. Концы хрящевой модели, соответствующие эпифизам будущей кости, состоят из типичного гиалинового хряща с базофильным основным ве-

ществом, в котором изогенными группами и поодиночке лежат хрящевые клетки. Здесь идет размножение клеток и новообразование основного вещества.



**Рис. 20 – Развитие кости на месте хряща.  
Продольный разрез конечности зародыша свиньи.**

**Ранняя стадия:**

- 1 – надхрящница; 2 – периостальная манжетка; 3 – неизменный гиалиновый хрящ; 4 – клеточные колонки;  
5 – пузырьчатые хрящевые клетки

Ближе к диафизу хрящевые клетки продолжают усиленно размножаться, количество их увеличивается, но они не распределяются равномерно по основному веществу, а образуют характерные клеточные колонки. Эти колонки состоят из уплощенных хрящевых клеток, расположенных одна над другой и образующих довольно правильные ряды, идущие параллельно длинной оси диафиза.

Между клетками одной и той же колонки остаются только тонкие прослойки основного вещества хряща, а между колонками видны широкие неправильные полосы основного вещества.



Если передвинуть препарат и рассматривать хрящ еще ближе к середине диафиза, то видно, что хрящевые клетки перестают делиться, вздуваются, увеличиваются в размерах и приобретают округлую форму, т.е. образуются так называемые пузырьчатые клетки. Прослойки основного вещества между ними становятся очень тонкими. Основное вещество между пузырьчатыми клетками пропитывается известковыми солями, происходит омеление хряща, что является признаком его дегенерации. В местах отложения известковых солей основное вещество интенсивно окрашено гематоксилином.

Хрящевая модель покрыта со всех сторон надхрящницей, в которой можно различить большое количество плотно расположенных коллагеновых волокон. Еще до начала омеления и дегенерации хряща в надхрящнице, прилегающей к середине диафиза хрящевой модели, начинается образование кости. Надхрящница здесь по существу превращается в надкостницу.

Образовавшаяся в надкостнице кость охватывает со всех сторон в виде кольца среднюю часть диафиза и называется периостальной манжеткой. На препарате видна сеть из слившихся перекладин или балок костного вещества с заключенными в них клетками. На поверхности перекладин слоями расположены остеобласты. Костное вещество оксифильно, окрашивается эозином в ярко-розовый цвет и поэтому хорошо различается на препарате. Периостальная манжетка растет и удлиняется по направлению к эпифизам, причем в средней своей части она более толстая.

В петлях периостальной манжетки находится остеогенная ткань, пронизанная многочисленными кровеносными капиллярами и содержащая большое количество клеток.

В средней части диафиза, где начинается омеление, хрящ перестает расти, у эпифиза же в зонах клеточных колонок и неизменного гиалинового хряща продолжается его интенсивный рост. Вследствие этого хрящевая модель принимает форму песочных часов с перетяжкой посередине.

После обызвествления средней части диафиза начинается врастание остеогенной ткани в хрящ. Из промежутков между

перекладинами периостальной манжетки сосуда вместе с сопровождающими их клетками проникают внутрь диафиза и разрушают вещество хряща. Растворяются прежде всего тонкие перегородки между полостями пузырьчатых клеток, а затем и клеточных колонок. Хрящевые капсулы вскрываются, клетки освобождаются и многие из них погибают. Прослойки основного вещества хряща между клеточными колонками частично не разрушаются и остаются в виде угловатых, зубчатых, как бы изъеденных перекладин.

В средней части диафиза на препарате хорошо видна первичная костномозговая полость, образовавшаяся в результате разрушения хряща. В ней располагается первичный костный мозг, содержащий звездчатые и веретенновидные клетки эмбриональной соединительной ткани, остеобласты и очень большое количество широких кровеносных капилляров. Здесь же лежат остатки хрящевого вещества разной формы и величины, интенсивно окрашенные гематоксилином. На более поздних стадиях в первичном костном мозгу можно различить гемоцитобласты, миелоидные клетки и эритробласты.

Остеобласты оседают на остатки хряща сплошным слоем, похожим на эпителий, и на поверхности хряща начинают образовываться слои основного костного вещества, все время утолщающиеся. Как и при развитии кости в соединительной ткани, некоторые остеобласты замуровываются и превращаются в костные клетки. Затем отдельные зубчатые костные перекладки неправильной формы сливаются, и получается губчатая кость, очень сходная с костью периостальной манжетки. Образуется первичная точка окостенения.

Основное различие между эндохондральной (возникающей на месте хряща) и периостальной костью (образующей периостальную манжетку) состоит в том, что внутри костного вещества при эндохондральном окостенении находятся остатки обызвествленного основного вещества хряща. Это хорошо видно на препарате, потому что обызвествленный хрящ базофилен и окрашивается гематоксилином в темно-фиолетовый цвет, а первичная кость оксифильна и окрашива-

ется эозином в ярко-розовый. Впоследствии этот хрящ растворяется и исчезает.

### ***Контрольные вопросы***

1. Морфология и функции клеток костной ткани.
2. Химический состав межклеточного вещества костной ткани.
3. Разновидности костной ткани, понятие о губчатом и компактном веществе.
4. Характеристика грубоволокнистой костной ткани.
5. Особенности организации пластинчатой костной ткани. Остеон (гаверсова система).
6. Строение и функции надкостницы. Периост и эндоост.
7. Прямой гистогенез костной ткани.
8. Образование кости на месте хряща. Рост трубчатых костей в ширину и в длину.
9. Регенерация костной ткани.
10. Регуляция обмена кальция и фосфора, роста и резорбции кости.

### ***Контрольно-обучающие задачи***

1. Известно, что кальцитонин уменьшает содержание кальция в крови, действуя на клетки костной ткани. В каких клетках будет обнаружен меченный кальцитонин, если его ввести животному?
2. В диете ребенка недостаточно содержание солей кальция. Как это отразится на развитии костной ткани?
3. Участок костной ткани пересажен на новое место. Изменится ли направление оссеиновых волокон?
4. Во время операции на большом протяжении нарушена структура надкостницы. Какие изменения могут произойти в костной ткани?
5. Животному введен НЗ-тимидин. Где будет обнаружено большее число меченых клеток – в слое остеонов или в надкостнице?

6. Фрагмент бедренной кости при переломе сместился в жировую ткань. Как изменится пролиферация остеобластов в этом фрагменте?

7. Известно, что при гипокинезии уменьшается функциональная активность остеобластов. Как отразится гипокинезия на скорости роста кости?

8. На препарате трубчатой кости между остеонами расположены костные пластинки, не образующие остеонов. Каково происхождение этих пластинок?

9. Известно, что переходный эпителий обладает остеогенными свойствами. Исходя из этого, каковы возможные последствия травмирования слизистой оболочки мочевого пузыря?

10. Известно, что при старении увеличивается диаметр каналов остеонов. Как эти изменения влияют на механические свойства кости?

11. Крысы в течение месяца находились в условиях космического полета. Как изменится содержание солей кальция в костной ткани?

12. Крысы в течение месяца подвергались физической нагрузке (бег в специальном аппарате). Как изменится прочность костной ткани конечностей?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

### *Тема: Соединительные ткани*

**Цель:** Изучить классификацию, организацию и строение соединительных тканей.

### *Порядок выполнения работы*

1. Рассмотреть в наглядных пособиях препараты:
  - рыхлая соединительная ткань;
  - сетчатый слой дермы;
  - сухожилие в продольном разрезе;
  - эластическая связка;
  - мезенхима зародыша цыпленка.
2. Зарисовать в альбомах и описать препараты рыхлой соединительной ткани печени кролика, сухожилия в хвосте крысы.

### **Рыхлая соединительная ткань млекопитающего животного. Пленка из подкожной клетчатки кролика (Рис. 21, 22)**

Препарат рассматривается для изучения основных клеточных форм и промежуточного не клеточного вещества соединительной ткани млекопитающих животных.

Пленку готовят по методу Ясвоина, фиксируют 12 %-ным формалином и окрашивают железным гематоксилином по Ясвоину. Для приготовления пленки можно взять подкожную соединительную ткань кролика, морской свинки, белой крысы, белой мыши и т.д.

Рассматривать нужно при большом увеличении наиболее тонкие места препарата, в которых клетки расположены достаточно рыхло и не налегают одна на другую.

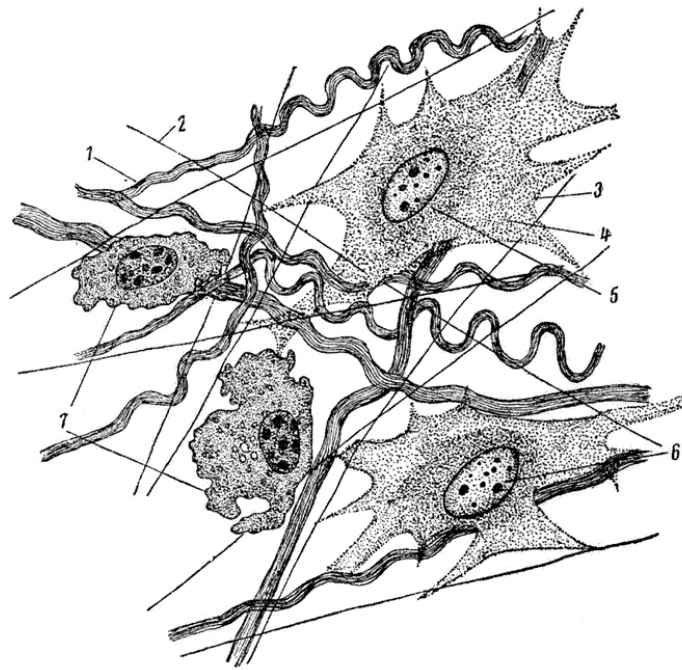
В отличие от эпителиальной ткани, в которой клетки всегда располагаются плотно одна около другой, образуя пласты, в рыхлой соединительной ткани клетки разбросаны на значительном расстоянии друг от друга, часто соединяясь

своими отростками. В состав соединительной ткани входит большое количество веществ, не имеющего клеточного строения: так называемое основное промежуточное вещество, коллагеновые и эластические волокна, которые заполняют все промежутки между клетками, причем клетки как бы впаяны в основное промежуточное вещество.

Наиболее многочисленными клеточными формами в соединительной ткани позвоночных животных являются фибробласты и гистиоциты. Эти клетки главным образом и видны на препарате. Фибробласты представляют собой большие многоугольные или звездообразные распластанные клетки, обычно с большим количеством неправильных отростков, оканчивающихся зубцами. В профиль эти клетки имеют веретеновидную форму – около ядра они толще, к периферии истончаются.

Ядра фибробластов имеют характерные признаки: они правильной овальной формы, на препаратах, фиксированных формалином и окрашенных по Ясвоину, окружены нежной тонкой оболочкой, содержат мелкозернистый хроматин, равномерно распределенный по всему ядру. Несколько мелких круглых или многоугольных ядрышек разбросаны по ядру без особого порядка. На некоторых препаратах цитоплазма фибробластов выявляется с большим трудом. В этих случаях наличие и распределение фибробластов можно установить по их ядрам.

На препаратах рыхлой соединительной ткани, хорошо окрашенных железным гематоксилином по Ясвоину, ясно видна неоднородность цитоплазмы фибробластов. Ядро окружает зернистая, темноокрашенная эндоплазма, в которой расположены почти все органоиды и включения. Периферия клетки состоит из почти однородной (гомогенной) эктоплазмы. Эктоплазма постепенно истончается на краях клетки, становится светлее и прозрачнее. Тонкая гомогенная эктоплазма плохо окрашивается, и поэтому на препарате контуры фибробластов часто плохо различаются.



**Рис. 21 – Рыхлая соединительная ткань из подкожной клетчатки кролика:**

- 1 – пучки коллагеновых волокон; 2 – эластические волокна;  
 3 – фибробласты; 4 – эктоплазма фибробластов; 5 – эндоплазма фибробластов; 6 – ядро фибробласта; 7 – гистиоциты

В зависимости от возраста животного, стадии развития и функционального состояния фибробластов, относительное количество экто- и эндоплазмы у разных клеток может быть различным. В соединительной ткани старых животных фибробласты содержат больше эктоплазмы. У активных фибробластов, находящихся на ранних стадиях индивидуального развития, меньше эктоплазмы и больше эндоплазмы. Обратное соотношение наблюдается у клеток менее активных, находящихся на поздних стадиях развития, заканчивающих свой жизненный цикл и называемых часто фиброцитами. Наконец, при раздражении соединительной ткани, когда изменяется функциональное состояние фибробластов, количество эндоплазмы в них возрастает. На препарате можно найти фибробласты на разных стадиях развития и в связи с этим с разным соотношением экто- и эндоплазмы.

Между фибробластами поодиночке или группами лежат гистиоциты. Они имеют округлую, иногда вытянутую

или неправильную форму и снабжены большим или меньшим количеством коротких лопастных отростков. Протоплазма их темно окрашивается и не разделяется на экто- и эндоплазму. Гистиоциты способны к амебоидному движению при помощи ложноножек (псевдоподии). На фиксированных препаратах ложноножки видны как короткие выступы.

Иногда можно видеть, что от тела клетки отрываются частички цитоплазмы. Это явление называется клазматозом, поэтому гистиоциты иногда называют также клазматоцитами.

Гистиоциты способны к фагоцитозу, т.е. к захватыванию и перевариванию посторонних для организма частиц и накоплению различных коллоидных веществ. Как результат этой функции в их протоплазме можно встретить вакуоли и различные включения. Круглое, овальное или бобовидное ядро содержит много хроматина, собранного в крупные глыбки. Оно окрашивается значительно темней, чем ядра фибробластов.

Кроме фибробластов и гистиоцитов, в подкожной рыхлой соединительной ткани в значительно меньшем количестве встречаются некоторые другие клетки. Около кровеносных сосудов, особенно капилляров, пронизывающих соединительную ткань, часто можно видеть удлиненные, веретеновидные клетки с небольшим темным ядром и однородной темноокрашенной цитоплазмой, иногда снабженной тонкими отростками. Это малодифференцированные клетки, способные к дальнейшему развитию и превращению.

Иногда попадаются плазматические клетки, небольшие, круглые или овальные, с эксцентрически лежащим круглым ядром. Около ядра виден светлый «дворик», резко выделяющийся на фоне темноокрашенной цитоплазмы.

Изредка на препарате встречаются малые и средние лимфоциты и нейтрофильные и эозинофильные зернистые лейкоциты.

Кроме клеток, в рыхлой соединительной ткани имеется большое количество коллагеновых и эластических волокон, а

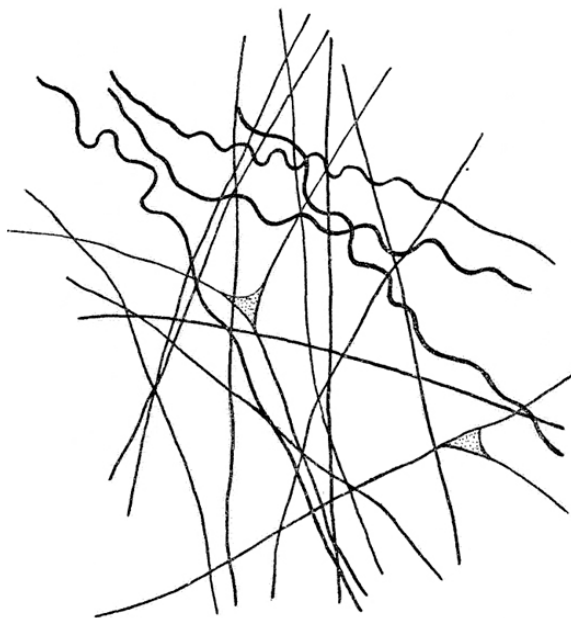


также аморфного вещества. Пучки коллагеновых волокон представляют собой ленты разной толщины, редко прямые, обычно извивающиеся. Они переплетаются друг с другом, образуя сплошную сеть. Коллагеновые пучки состоят из очень тонких волокон толщиной 0,3–0,5  $\mu$ . Толщина коллагеновых пучков зависит от количества волокон, образующих тот или иной пучок. Обычно отдельные коллагеновые волокна в пучке неразличимы, потому что они склеены между собой аморфным веществом. Но в некоторых пучках все же видна нежная продольная исчерченность.

Отдельные волокна переходят из одного пучка в другой. Благодаря этому достигается очень большая прочность и неразрывность всей коллагеновой сети.

Коллагеновые волокна никогда не ветвятся, но более широкие пучки могут разделяться на более узкие, содержащие меньшее количество волокон.

На препарате тонкие прямые эластические волокна образуют сеть. Волокна ветвятся, и в местах ветвления видны характерные треугольники. Эластические волокна могут быть



**Рис. 22 – Эластические волокна из подкожной рыхлой соединительной ткани кролика**

самой различной толщины – от тончайших нитей до довольно широких лент. Они сильно преломляют свет и поэтому хорошо видны и в препарате, сделанном из живой ткани.

Все промежутки между клетками и волокнами заполнены неклеточным аморфным промежуточным веществом, в которое впаяны все клетки и волокна. Ввиду того, что аморфное вещество образует весь фон препарата, его можно различить лишь на краях пленки. Оно построено из однородных (гомогенных) пластинок, расположенных параллельно друг другу и пронизывающих всю толщу соединительной ткани. Иногда в пластинках видны отверстия, через которые проходит питательная тканевая жидкость.

### **Плотная оформленная соединительная ткань.**

#### **Сухожилие в хвосте крысы.**

#### **Продольный разрез (Рис. 23)**

Кончик хвоста молодой крысы фиксируют насыщенным водным раствором пикриновой кислоты в течение 2–3 месяцев. При этом происходит декальцинация кости (позвонков). Затем сутки промывают проточной водой и заливают в парафин через целлоидин – касторовое масло (рекомендуется выдержать кусочки в масле около месяца, так как они очень плохо пропитываются). Срезы окрашиваются по Маллори.

На продольном разрезе хвоста крысы, состоящего из ряда тканей, при малом увеличении видна довольно сложная картина.

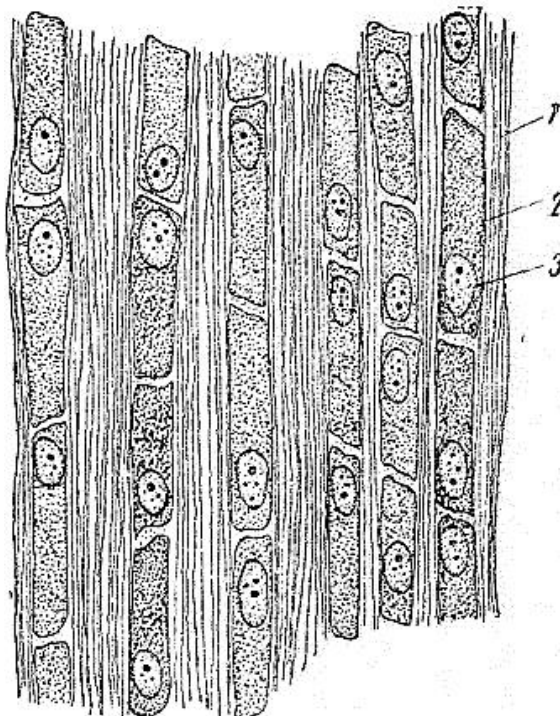
С поверхности хвост покрыт многослойным плоским ороговевающим эпителием. Роговой слой эпидермиса окрашен в желтый цвет, эпителиальные клетки в розовато-красный.

Под эпителием расположена окрашенная в синий цвет волокнистая соединительная ткань кожи, в которой разбросаны клетки красного цвета. Эта ткань без резкой границы переходит в подкожную соединительную ткань. В соединительной ткани видны разрезы волос. Последние проникают в

кожу под очень острым углом и поэтому на препарате среза- ны почти продольно.

Далее лежат перерезанные вдоль сухожилия, коллагено- вые волокна которых окрашены в синий цвет; между ними лежат ряды клеток и, наконец, в центре расположена кость позвонка. Рядом с сухожилием можно различить продольные срезы небольших пучков поперечнополосатых мышечных волокон, окрашенных в оранжевый цвет. Между сухожилием и костью видна пузырчатая жировая ткань. В результате об- работки препарата спиртом и бензолом жир растворился, и в клетках образовались многочисленные вакуоли. Изучать су- хожилие надо при большом увеличении.

Сухожилие состоит из толстых прямых коллагеновых пучков, лежащих почти параллельно друг другу. Иногда они сливаются под очень острыми углами. В пучках заметна про- дольная исчерченность. Это показывает, что они состоят из таких же тонких коллагеновых волокон, которые имеются в рыхлой соединительной ткани.



**Рис. 23 – Сухожилие в хвосте крысы. Продольный разрез:**

1 – пучки коллагеновых волокон; 2 – сухожильные клетки;  
3 – ядра сухожильных клеток

Между пучками коллагеновых волокон располагаются в один ряд длинные тяжи фибробластов, отделенные друг от друга узкими щелями.

В сухожилии фибробласты обычно называют сухожильными клетками. На продольном срезе они имеют форму четырехугольников, параллелограммов, трапеций, иногда треугольников. Округлые светлые ядра часто лежат в двух соседних клетках одно около другого. По-видимому, такое расположение ядер является следствием amitotического деления сухожильных клеток.

Ряды сухожильных клеток отграничивают сухожильные пучки первого порядка. Кое-где на продольном срезе сухожилия можно заметить тонкие тяжи волокнистой соединительной ткани, окружающей группу пучков первого порядка и таким образом отделяющей пучок второго порядка.

### **Плотная оформленная соединительная ткань.**

#### **Сухожилие в хвосте крысы. Поперечный разрез (Рис. 24)**

Сначала следует при малом увеличении разобраться в картине поперечного разреза хвоста крысы. Снаружи расположен эпителий, за ним толстые слои соединительнотканной основы кожи и подкожной клетчатки, окрашенные в синий цвет. Волосы перерезаны здесь поперечно и поэтому имеют вид кружков.

Ближе к центру препарата видно перерезанное поперек сухожилие, состоящее из нескольких пучков второго порядка, окруженных соединительнотканной оболочкой. Возле сухожилия лежат поперечнополосатые мышечные волокна, имеющие на поперечном разрезе вид отдельных кружков, и небольшие участки пузырчатой жировой ткани.

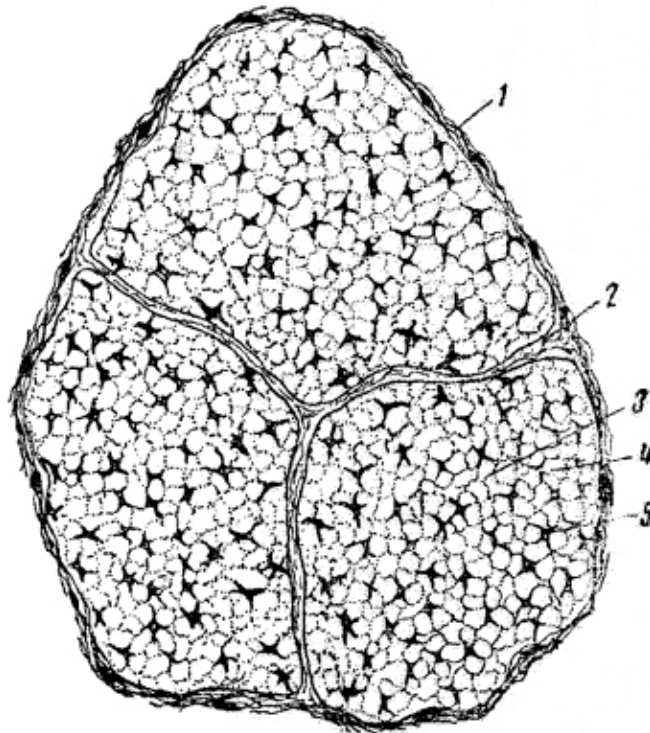
Также при малом увеличении следует рассмотреть общее строение сухожилия и соотношение между коллагеновыми пучками и рыхлой соединительной тканью. Сухожилие покрыто оболочкой, которая называется перитенонием, состоящей из плотной неоформленной соединительной ткани. От нее в сухожилие отходят прослойки рыхлой соединительной

ткани, которые анастомозируют между собой, образуя широкопетлистую сеть, и отграничивают округлые, многоугольные, клиновидные и т. п. поля, представляющие собой пучки второго порядка. Совокупность прослоек рыхлой соединительной ткани, находящихся внутри сухожилия, называется эндотенонием. Внутрь пучков второго порядка рыхлая соединительная ткань не проникает, и пучки первого порядка, с которыми мы познакомились на предыдущем препарате, отделены друг от друга только сухожильными клетками. У крысы все сухожилие хвоста является пучком третьего порядка. В более толстых сухожилиях прослойки эндотенония охватывают группы пучков второго порядка, образуя пучки третьего порядка. В этом случае все сухожилие представляет собой пучок четвертого порядка. Рыхлая соединительная ткань прочно скрепляет между собой отдельные элементы сухожилия.

Вследствие неравномерного сжатия тканей при фиксации зачастую прослойки соединительной ткани сильно сморщиваются, и пучки второго порядка оказываются разделенными узкими светлыми щелями. При большом увеличении в них иногда видны перерезанные кровеносные сосуды, из чего можно заключить, что питательные вещества подводятся в сухожилие по прослойкам соединительной ткани.

На поперечном разрезе коллагеновые пучки первого порядка имеют неправильно округлую форму. Следовательно, они представляют собой не ленты, как это видно на продольном разрезе, а довольно толстые округлые тяжи, состоящие из большого числа спаянных между собой коллагеновых волокон.

На поперечном разрезе при большом увеличении хорошо видно, что между пучками первого порядка лежат сухожильные клетки. Они имеют звездчатую форму и снабжены несколькими отростками, которые проникают между коллагеновыми пучками и у соседних клеток часто сливаются. Таким образом, пучки первого порядка отграничиваются друг от друга сухожильными клетками и их отростками.



**Рис. 24 – Сухожилие в хвосте крысы. Поперечный разрез:**

- 1 – перитеноний; 2 – эндотеноний; 3 – пучок второго порядка;  
 4 – перерезанный поперек пучок коллагеновых волокон;  
 5 – сухожильные клетки

Сравнивая сухожильные клетки на продольном и поперечном разрезах сухожилия, можно составить себе правильное представление об их форме: это вытянутые клетки, снабженные несколькими пластинчатыми отростками или гребешками, проникающими между отдельными коллагеновыми пучками первого порядка.

Можно предполагать, что своеобразная форма сухожильных клеток обусловлена давлением тесно расположенных плотных коллагеновых пучков.

### *Контрольные вопросы*

1. Общие черты организации соединительных тканей.
2. Отличия соединительных и эпителиальных тканей.
3. Классификация соединительных тканей.
4. Клеточный состав рыхлой волокнистой соединительной ткани.

5. Химический состав аморфного вещества соединительной ткани.

6. Характеристика химического состава, надмолекулярной организации и физических свойств коллагеновых волокон.

7. Строение эластических волокон. Чем отличаются эластические волокна от коллагеновых?

8. Образование волокнистого и аморфного компонентов межклеточного вещества соединительных тканей.

9. Характеристика плотных соединительных тканей

10. Гистогенез соединительных тканей.

### *Контрольно-обучающие задачи*

1. На гистологическом препарате рядом с тканевыми базофилами видно большое число гранул. Какие вещества выделились из клеток, и как называется этот процесс?

2. У больного в организме обнаружен недостаток витамина С. Какие изменения происходят в межклеточном веществе соединительной ткани?

3. Известно, что тромбоциты принимают участие в процессе свертывания крови. Какие клетки соединительной ткани препятствуют этому явлению?

4. Под влиянием ультрафиолетовых лучей изменился цвет кожи. Какие клетки соединительной ткани принимают участие в этой реакции?

5. Под кожу попало инородное тело. Какова будет реакция рыхлой соединительной ткани, и какие клетки в ней участвуют?

6. У животного с помощью рентгеновского облучения разрушены стволовые клетки крови. Обновление каких клеток в составе рыхлой соединительной ткани будет нарушено?

7. В рыхлой волокнистой соединительной ткани нарушено образование основного вещества. Нарушением функции каких основных клеток может быть вызвано это явление?

8. В организм человека введена живая вакцина. Какие клетки рыхлой волокнистой соединительной ткани включаются в выработку специфического иммунитета?

9. В месте внедрения инородного тела в организме возникает воспаление с участием клеток крови и рыхлой волокнистой соединительной ткани. Какие клетки крови и соединительной ткани будут обнаружены в очаге воспаления?

10. Укус пчелы или змеи сопровождается быстрым проникновением яда в организм. Чем это объясняется?

11. Известно, что клетки рыхлой волокнистой соединительной ткани имеют различный генез. В условном эксперименте в период гисто- и органогенеза разрушено развитие клеток производных мезенхимы. Нарушение развития каких клеток рыхлой волокнистой соединительной ткани будет наблюдаться при этом?

12. В сухожилии коллагеновые волокна расположены в одном направлении, а в сетчатом слое кожи – в самых различных направлениях. Чем это объясняется?

13. Экспериментальному животному введено вещество, нарушающее формирование коллагеновых волокон (латироген). Как изменяются механические свойства сухожилий?

14. Представлены два препарата. На первом – эластичский хрящ, на втором – гиалиновый. По каким признакам их можно различить?



## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

### *Тема: Мышечные ткани*

**Цель:** Изучить морфофизиологическую и гистогенетическую классификацию мышечных тканей.

### *Порядок выполнения работы*

1. Рассмотреть в наглядном пособии и на микропрепаратах:
  - поперечно-полосатую мышечную ткань;
  - миокард;
  - гладкую мышечную ткань.
2. Зарисовать в альбомах и описать препараты поперечнополосатой мышечной ткани, сердечной мышцы, гладкой мышечной ткани.

### **Поперечнополосатая мышечная ткань. Продольный разрез мышцы краба (Рис. 25)**

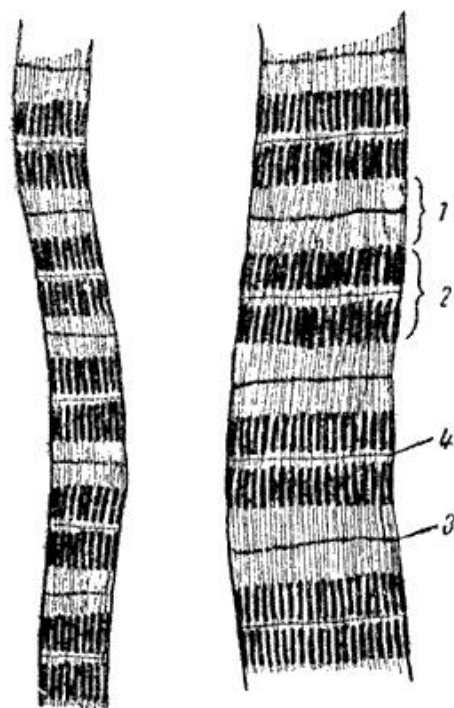
Мышцы членистоногих – хороший объект для изучения тонкого строения поперечнополосатой мышцы. Для исследования можно взять мышцы рака, краба или любого насекомого. Наиболее четко выражена поперечная исчерченность мышцы у краба.

Вскрывают ножку краба, вырезают кусочек мышцы и фиксируют его в смеси Буэна. Делают продольные срезы толщиной 3–4 м. Окрашивают препарат железным гематоксилином.

Мышечное волокно краба построено по типу поперечнополосатых мышечных волокон позвоночных. С поверхности оно покрыто сарколеммой, под которой расположены ядра. Вся саркоплазма пронизана миофибриллами, идущими параллельно и тесно примыкающими друг к другу. При приготовлении среза миофибриллы легко выпадают из волокон и оказываются лежащими изолированно. Надо рассмотреть не-

сколько параллельных миофибрилл при иммерсионной системе микроскопа.

Каждая миофибрилла состоит из темных и светлых полос – дисков, правильно чередующихся друг с другом. Светлые полосы называются дисками И, темные – дисками А. Внутри светлых дисков можно рассмотреть темную линию – мембрану Т, внутри темного диска проходит светлая полоса – мембрана М. Мембраны представляют собой пластинки, которые проходят поперек всего волокна и прикрепляются к сарколемме. Миофибриллы пронизывают мембраны, выполняющие опорную функцию в поперечнополосатом мышечном волокне. Кроме того, иногда при внимательном изучении нескольких миофибрилл, тесно прилегающих друг к другу, удастся увидеть добавочные диски, располагающиеся по краям мембраны Т.



**Рис. 25 – Поперечнополосатое мышечное волокно краба**

*1 – диск И; 2 – диск А; 3 – мембрана Т; 4 – мембрана М*

Темные диски А обладают свойством двойного лучепреломления, они анизотропны, и мицеллы в них расположены ориентированно, правильными рядами. Светлые диски И

изотропны и не имеют двойного лучепреломления. Мицеллы в них распределены неравномерно.

### **Сердечная мышца барана (Рис. 26)**

Изучая данный препарат, следует сравнить строение сердечной мышцы со строением поперечнополосатой мышечной ткани.

Кусочек желудочка сердца барана или быка фиксируют смесью Ценкера, делают поперечные срезы через стенку сердца толщиной 4–5  $\mu$  и окрашивают их азокармином.

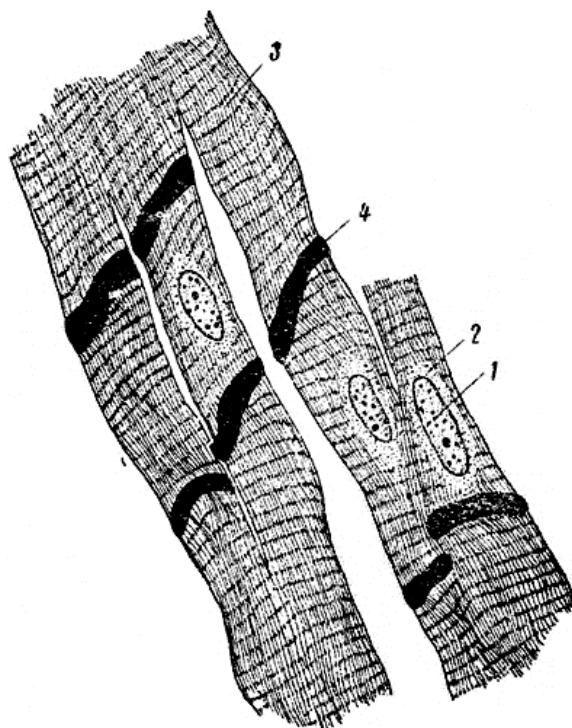
Стенка сердца состоит из трех слоев: внутреннего – эндокарда, среднего – миокарда и наружного – эпикарда. Миокард, или мышечный слой, среди них наиболее толстый. Он состоит из мышечных волокон, связанных соединительной тканью. Мышечные волокна в нем идут в разных направлениях, благодаря чему на препарате можно увидеть одновременно и продольные, и поперечные их срезы. Сердечную мышцу следует рассмотреть при большом увеличении микроскопа.

Нужно отыскать участок препарата, где мышечные волокна срезаны продольно. В этих местах хорошо видно, что кроме основных мышечных волокон, расположенных параллельно друг другу, в сердечной мышечной ткани имеются более тонкие и короткие волокна, идущие под разными углами к основным, и выполняющие роль перекладин, связывающих всю мышечную ткань сердца в сплошную узкопетлистую сеть.

В отличие от поперечнополосатой мышечной ткани млекопитающих в волокнах миокарда ядра лежат в центре волокон и окружены участком зернистой саркоплазмы. Внутри волокна проходят миофибриллы, имеющие поперечную исчерченность, вследствие чего волокна сердечной мышцы обладают поперечной полосатостью.

В волокнах сердечной мышцы находятся совершенно особые, специфические образования, не встречающиеся в других поперечнополосатых мышцах, – вставочные полоски,

или пластинки. Эти полосы значительно толще изотропных и анизотропных дисков, окрашены азокармином в красный цвет, проходят поперек волокон или несколько косо и отграничивают участки волокна, содержащие одно, изредка два ядра.



**Рис. 26 – Сердечная мышца барана:**  
1 – ядро; 2 – саркоплазма; 3 – поперечно исчерченные миофибриллы; 4 – вставочные пластинки

По электронно-микроскопическим данным вставочные полосы – это своеобразные клеточные границы. Таким образом, сердечная мышца имеет клеточное строение.

Между мышечными волокнами, покрытыми сарколеммой, располагается соединительная ткань, содержащая клетки, коллагеновые и эластические волокна и кровеносные сосуды, в которых лежат кровяные элементы.

Поперечно перерезанные волокна, подобно волокнам скелетной мускулатуры, имеют округлую форму. Точно в центре волокна расположено ядро. Следует заметить, что ядра будут видны далеко не во всех поперечно срезанных во-

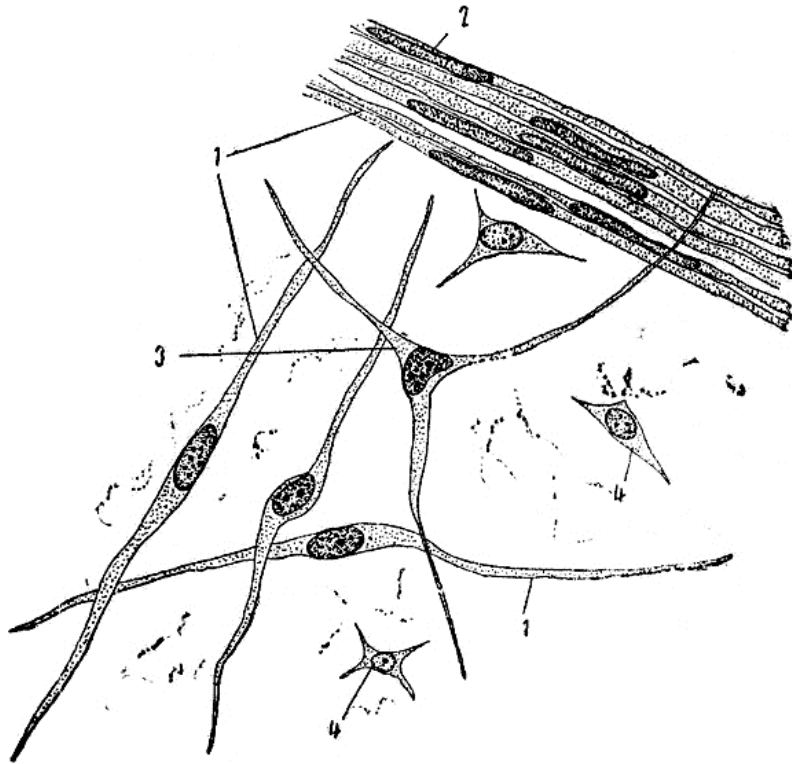
локнах, а только в очень небольшом количестве их, так как ядра располагаются на больших расстояниях друг от друга и не всегда попадают на срез.

Миофибриллы имеют на поперечном срезе вид точек и располагаются только по периферии волокна в саркоплазме. Вся центральная часть волокна занята только саркоплазмой, миофибрилл здесь нет. Миофибриллы собраны в пучки, и на препарате можно увидеть типичные поля Конгейма.

### **Гладкая мышечная ткань. Мочевой пузырь лягушки (Рис. 27)**

Мочевой пузырь лягушки продольно разрезают, растягивают его стенку на пробковой пластинке внутренней поверхностью кверху, прикрепляют ее тонкими иглами и, смочив при помощи кисточки физиологическим раствором, осторожно снимают поверхностный слой эпителия. Под малым увеличением микроскопа проверяют, весь ли эпителий снят – все клетки эпителия должны быть удалены, так как только тогда будут отчетливо видны гладкие мышечные клетки, лежащие под эпителиальными. Затем препарат смачивают 96%-ным спиртом. Через несколько минут мочевой пузырь снимают с пробковой пластинки и еще на 10–20 мин помещают в 96 %-ный спирт. Споласкивают препарат дистиллированной водой и окрашивают квасцовым гематоксилином. Заключают обычным способом в бальзам. Полученный плоскостной препарат следует изучить при большом увеличении микроскопа.

В гладких мышечных клетках позвоночных животных, в частности земноводных, нет такого резкого деления на трофическую и сократимую части, как это можно было видеть на предыдущих препаратах мышечных клеток беспозвоночных. Кроме того, в стенке мочевого пузыря имеются два типа гладких мышечных клеток – веретеновидные и разветвленные.



**Рис. 27 – Мышечные клетки из мочевого пузыря лягушки:**

1 – мышечные клетки; 2 – ядра мышечных клеток;  
3 – разветвленная клетка; 4 – соединительнотканная клетка

Пучки гладких мышечных клеток, идущие в различных направлениях, образуют своеобразную сеть, в петлях которой находится соединительная ткань. Каждый пучок состоит из мышечных клеток, количество которых в отдельных пучках различно. Наряду с толстыми пучками (из нескольких десятков клеток) имеются пучки, состоящие из 2–3 клеток. Гладкие мышечные клетки в пучках имеют форму вытянутого прямого узкого волокна с заостренными концами, в центре которого расположено темное ядро, имеющее вид палочки. Ширина ядра обычно почти равна ширине клетки. В саркоплазме имеется много тонких сократимых нитей – миофибрилл, они расположены очень тесно и при этой обработке почти незаметны. Каждая клетка покрыта тонкой оболочкой – миолеммой.

В пространствах между пучками мышечных волокон находится соединительная ткань с фибробластами и гистиоцитами, а также своеобразные по форме отдельные мышеч-

ные клетки, разветвленные, чаще всего с 3–4 отростками, и содержащие треугольные или овальные ядра. Отростки этих клеток доходят до мышечных пучков. Таким образом, эти клетки находятся в связи с веретеновидными мышечными клетками пучков, образуя вместе с ними единый сократимый аппарат мочевого пузыря. На препарате видны также кровеносные сосуды, внутри которых лежат темноокрашенные кровяные клетки.

### ***Контрольные вопросы***

1. Морфофизиологическая классификация мышечных тканей.
2. Гистогенетическая классификация мышечных тканей.
3. Морфология и ультраструктура мышечного волокна. Как организована миофибрилла на молекулярном уровне?
4. Механизм мышечного сокращения.
5. Как различаются по структуре и функциям красные и белые мионы?
6. Гистогенез и регенерация поперечно-полосатой мускулатуры.
7. Особенности строения сердечной мышечной ткани. Проводящая система сердца. Секреторные кардиомиоциты.
8. Гистогенез и регенерация сердечной мышечной ткани
9. Особенности строения гладкой мышечной ткани. Гладкомышечная клетка. Гистогенез и регенерация гладкой мышечной ткани.

### ***Контрольно-обучающие задачи***

1. На ранних этапах развития зародыша в эксперименте разрушен миотом. Развитие какой ткани станет невозможным?
2. В условном эксперименте животному ингибированы клетки мезенхимы. Развитие какой ткани будет нарушено?

3. На препарате мышечной ткани видны волокна, содержащие много ядер, расположенных по периферии. Какая эта мышечная ткань?

4. Даны препараты исчерченной и сердечной мышечных тканей. По каким структурным особенностям можно отличить первую от второй?

5. На препарате мышечной ткани видно, что каждая структурная единица её имеет двигательное нервное окончание. Какая это ткань? Каким отделом нервной системы она иннервируется?

6. В условном эксперименте в исчерченном мышечном волокне разрушили T-систему. Изменится ли способность мышечного волокна к сокращению?

7. В эксперименте исчерченная мышечная ткань обработана ферментом трипсином. Волокна распались на фрагменты. Как называются эти фрагменты?

8. Патологическим процессом разрушен вставочный диск между миокардиоцитами. К чему приведет такое нарушение?

9. Из концевых отделов слюнных желез секрет поступает в выводные протоки под давлением. Какие клетки способствуют перемещению секрета?

10. В результате инфаркта наступило повреждение сердечной мышцы. Какие клеточные элементы обеспечат восстановление дефекта в структуре органа?

11. У человека во время операции удалена часть стенки желудка. За счет каких элементов возможна регенерация мышечной оболочки?

12. Крысы длительное время плавали в бассейне. При исследовании состояния их скелетных мышц обнаружено почти полное исчезновение в них гликогена, увеличение числа митохондрий и просветление их матрикса. Какая функция клетки находится в чрезвычайно напряженном состоянии? С чем связаны указанные морфологические изменения митохондрий? Почему исчез гликоген?



## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

### *Тема: Нервная ткань*

**Цель:** Изучить особенности строения, организации и функционирования нервной ткани.

### *Порядок выполнения работы*

1. Рассмотреть в наглядном пособии следующие препараты:
  - спинальный ганглий;
  - тигроид;
  - нейрофибриллы;
  - безмякотные нервные волокна;
  - мякотные нервные волокна;
  - тельце Фатера–Пачини.
2. Сделать в альбомах соответствующие рисунки и описание препаратов.

### **Нервные клетки спинального ганглия кролика (Рис. 28)**

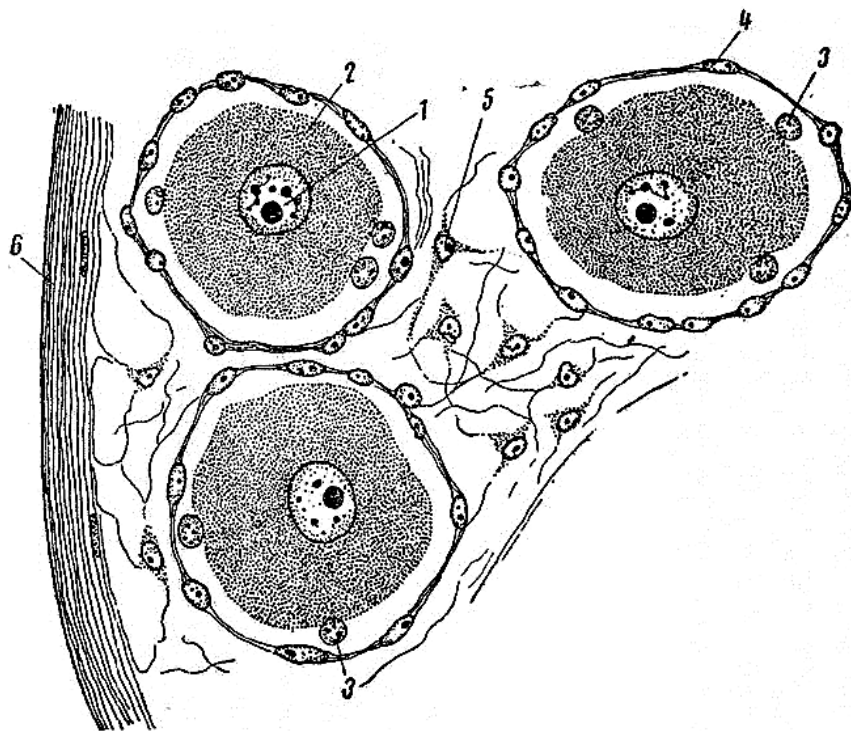
На препарате хорошо видны округлые нервные клетки спинального ганглия и окружающие их нейроглиальные клетки – спутники (сателлиты).

Для приготовления препарата материал надо брать от молодых мелких млекопитающих: морской свинки, крысы, кошки, кролика. Материал, взятый от кролика, дает наилучшие результаты.

Изолированные спинальные ганглии фиксируют в смеси Ценкера, заливают в парафин и делают срезы толщиной 5–6 м. Срезы окрашивают квасцовым или железным гематоксилином.

В состав спинального ганглия входят чувствительные нервные клетки с отростками, нейроглия и соединительная ткань. Нервные клетки очень крупные, округлой формы, обычно располагаются группами. Протоплазма их мелкозер-

нистая, однородная. Круглое светлое ядро находится, как правило, не в центре клетки, а несколько сдвинуто к краю. Оно содержит мало хроматина в виде отдельных темных зерен, разбросанных по всему ядру. Оболочка ядра хорошо заметна. В ядре имеется круглое ядрышко правильной формы, которое окрашивается весьма интенсивно.



**Рис. 28 – Нервные клетки спинального ганглия кролика:**

- 1 – ядро нервной клетки; 2 – цитоплазма; 3 – клетки-сателлиты;  
 4 – клетки соединительнотканной капсулы; 5 – клетки;  
 соединительной ткани, 6 – оболочка спинального ганглия

Вокруг каждой нервной клетки видны мелкие круглые или овальные ядра с хорошо заметным ядрышком. Это ядра сателлитов. Кроме того, снаружи от сателлитов можно рассмотреть тонкую прослойку соединительной ткани, которая вместе с сателлитами образует своеобразную капсулу вокруг каждой нервной клетки.

В соединительнотканной прослойке видны тонкие пучки коллагеновых волокон и лежащие между ними веретеновидные фибробласты. Очень часто на препарате между нервной клеткой, с одной стороны, и капсулой, с другой, находится

пустое пространство, которое образуется вследствие того, что клетки несколько сжимаются под влиянием фиксатора.

От каждой нервной клетки отходит отросток, который, многократно извиваясь, образует сложный клубочек вблизи или вокруг нервной клетки. На некотором расстоянии от тела клетки отросток Т-образно разветвляется. Одна ветвь его - дендрит – идет к периферии тела, где входит в состав различных чувствительных окончаний. Другая ветвь – нейрит – через задний спинномозговой корешок входит в спинной мозг и передает возбуждение с периферии тела в центральную нервную систему.

Нервные клетки спинального ганглия принадлежат к псевдоуниполярным, потому что от тела клетки отходит только один отросток, но он очень быстро разделяется на два, один из которых функционально соответствует нейриту, а другой дендриту. На препарате отростков, отходящих непосредственно от нервной клетки, не видно, но хорошо заметны их разветвления, особенно нейриты. Они проходят пучками между группами нервных клеток. На продольном срезе они представляют собой узкие волокна светло-фиолетового цвета после окраски квасцовым гематоксилином или светло-серые после окраски железным гематоксилином. Между ними находятся вытянутые нейроглиальные ядра шванновского синцития, образующего мякотную оболочку нейрита.

Соединительная ткань окружает весь спинальный ганглий в виде оболочки. Она состоит из плотно лежащих коллагеновых волокон, между которыми находятся фибробласты (на препарате видны только их вытянутые ядра). Та же соединительная ткань проникает внутрь ганглия и образует его строму, в которой расположены нервные клетки. Строма состоит из рыхлой соединительной ткани, в которой можно различить отростчатые фибробласты с мелкими круглыми или овальными ядрами, а также тонкие коллагеновые волокна, проходящие в разных направлениях.

Можно приготовить препарат специально с целью показать извитой отросток, окружающий клетку. Для этого спинальный ганглий обрабатывают серебром по методу Лаврен-

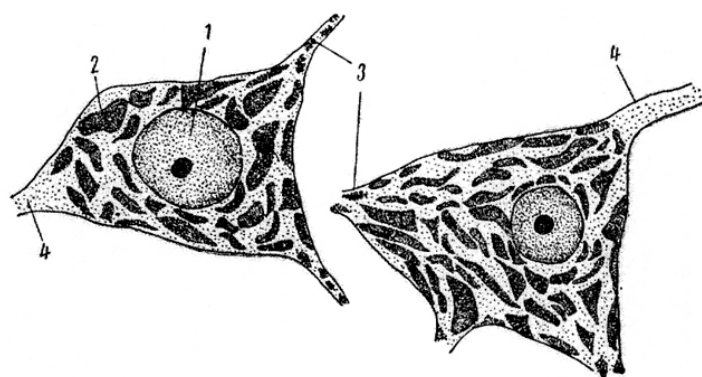
тьева. При такой обработке нервные клетки окрашены в желто-коричневый цвет, сателлиты и соединительнотканые элементы не видны. Около каждой клетки располагается непарный отросток черного цвета, отходящий от тела клетки, иногда многократно перерезанный.

### **Тигроид в двигательных нервных клетках. Спинальный мозг кролика (Рис. 29)**

На препарате следует изучить форму и расположение тигроида – специфического включения нервной клетки.

Кусочек спинного мозга кролика (или другого млекопитающего) из шейного (можно поясничного) отдела фиксируют 96 %-ным спиртом или 10 %-ным формалином. Делают поперечные срезы толщиной 4–5  $\mu$  и окрашивают их в течение суток в 0,1 %-ном водном растворе метиленового синего, толуидинового синего или тионина (толуидиновым синим и тионином рекомендуется окрашивать препарат в термостате при 37° С). Если препарат переокрашен (имеет темно-синий цвет), то краситель отмывают в дистиллированной воде и дифференцируют срезы анилиновым спиртом (10 см<sup>3</sup> анилинового масла и 90 см<sup>3</sup> 96 %-ого спирта) или спиртом, подкисленным несколькими каплями соляной кислоты. Можно дополнительно окрасить препарат слабым 0,1 %-ным водным раствором кислого фуксина.

Препарат представляет собой поперечный срез через спинной мозг. При малом увеличении микроскопа следует найти двигательные мультиполярные нервные клетки и рассматривать их при большом увеличении. Они окрашены в синий цвет и резко выделяются на светлом фоне.



**Рис. 29 – Тигроид в двигательных клетках спинного мозга кролика:**

1 – ядро с ядрышком; 2 – глыбки тигроида; 3 – дендриты; 4 – нейрит

Вся протоплазма клетки заполнена комочками или глыбками синего цвета, так называемыми глыбками Ниссля, или тигроидом. Глыбки имеют неправильную многоугольную форму. Часто видно, что внутри глыбок имеются мелкие зернышки, очень тесно примыкающие друг к другу. Тигроид располагается по всему телу клетки, заходит в основания дендритов, но никогда не обнаруживается в нейрите. По этому признаку можно отличить на препарате нейрит от дендритов. Тигроид базофилен, т.е. обладает свойством окрашиваться основными красителями. Ядро нервной клетки светлое, содержит одно ядрышко, окрашенное в синий цвет. Если препарат дополнительно окрашен кислым фуксином, то цитоплазма имеет розовый цвет, на фоне которого хорошо выделяются синие глыбки тигроида, являющегося специфическим включением нормальной нервной клетки.

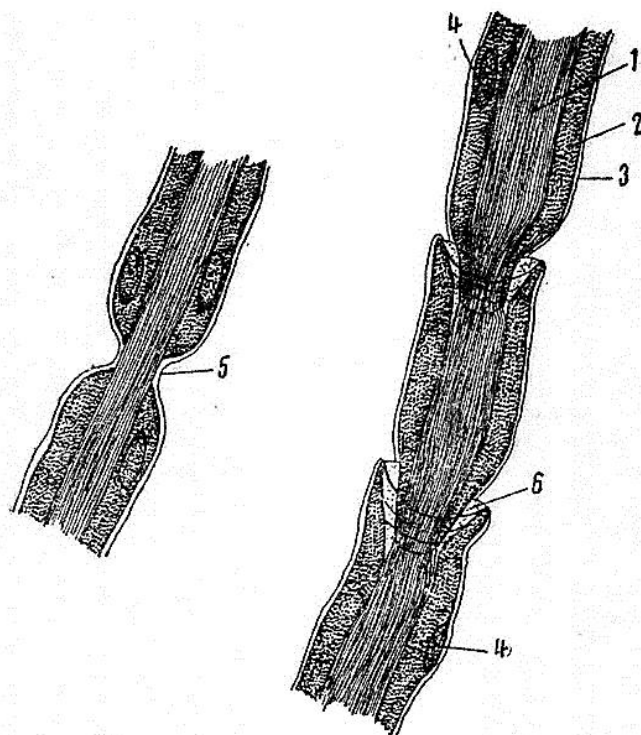
### **Мякотное нервное волокно (не фиксированное). Седалищный нерв лягушки (Рис. 30)**

Выделенный седалищный нерв лягушки разрезают на куски длиной около 1 см и помещают в физиологический раствор. На предметном стекле в капле физиологического раствора нерв тщательно расщипывают иглками в продольном направлении, покрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом.

На препарате будет заметна группа нервных волокон разной толщины (отростки клеток). Следует наметить для наблюдения волокно, лежащее свободно и несколько изолированно от других волокон. При большом увеличении микроскопа сразу видно, что нервное волокно имеет центральную часть – осевой цилиндр, или аксон, и оболочку. Применяя иммерсионную систему, в осевом цилиндре можно заметить слабую продольную исчерченность – это нейрофибриллы, идущие из тела нервной клетки и проходящие параллельно друг другу в осевом цилиндре. Оболочка, окружающая нерв, так называемая мякотная оболочка, содержит сильно преломляющее свет вещество – миелин. Миелин покрывает осевой цилиндр не на всем его протяжении. В некоторых местах волокно сужается, и образуются перетяжки, лишенные миелина, так называемые перехваты Ранвье. Расстояния между перехватами в разных нейритах различны. Следует внимательно рассмотреть перехват Ранвье. В нем не только прерывается миелиновая оболочка, но иногда сужается и сам осевой цилиндр. Кроме того, можно заметить, что в местах перехвата проходит непрерывная, очень тонкая, совершенно прозрачная оболочка – нейролемма, которая покрывает с поверхности все нервное волокно. Она плохо заметна вследствие незначительной толщины. Таким образом, нейролемма вместе с миелином составляет мякотную оболочку нервного волокна.

Иногда в мякотной оболочке под нейролеммой заметны шванновские ядра удлиненной формы.

Иммерсионная система дает возможность рассмотреть в нервном волокне особые образования – насечки Лантермана. В некоторых местах с обеих сторон миелиновой оболочки имеются светлые полосы, расположенные косо и направленные в ту или иную сторону. Вокруг этих полосок иногда бывают заметны циркулярно расположенные тонкие волоконца. Каждая насечка, по-видимому, представляет собой протоплазматическую воронку, которая залегает в мякотной оболочке нерва.



**Рис. 30 – Мякотное нервное волокно  
из седалищного нерва лягушки:**

1 – аксон; 2 – мякотная оболочка; 3 – нейролемма; 4 – шванновское ядро;  
5 – перехват Ранвье; 6 – насечка Лантермана

При подсыхании препарата нерв претерпевает посмертные изменения. Мякотная оболочка становится неровной, миелин собирается в капли и часто вытекает из волокна.

В связи с тем, что не всегда имеется возможность получить свежий препарат нервного волокна, рекомендуется для изучения также и осмированный препарат.

Кусочек седалищного нерва лягушки осторожно расщипывают иглами в продольном направлении и помещают на 20–30 мин в 1 %-ный раствор осмиевой кислоты. Затем тщательно промывают препарат в дистиллированной воде в течение 30–40 мин и помещают для окрашивания в пикрокармин или 2 %-ный кислый фуксин на время от нескольких часов до суток. Обезживая нерв для заключения в бальзам, нужно еще раз дополнительно расщипать его в 96°-ном спирте и в ксилоле. Можно готовить непостоянные препараты, помещая нерв после окрашивания и промывания в глицерин.

Изучаемый препарат аналогичен предыдущему. Следует отметить только то, что мякотная оболочка здесь черная, так как миелин окрашивается осмием в черный цвет, шванновские ядра красные, а лантермановские насечки имеют вид светлых, косо расположенных полосок.

### **Безмякотное нервное волокно. Симпатический нерв кролика (Рис. 31)**

Вырезают симпатический нерв кролика (или блуждающий нерв собаки), разрезают его на части длиной около 1 см и расщипывают иглами на предметном стекле в капле физиологического раствора. Затем кусочек нерва помещают в 0,25 %-ный раствор осмиевой кислоты на 24 ч или в 1 %-ный раствор на 1 ч. Тщательно промывают в воде и окрашивают пикрокармином или пикрофуксином. Для того, чтобы нерв хорошо расщипывался, рекомендуется перед осмированием поместить его на 24 ч в слабую соляную кислоту (пять капель HCl на 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды). Затем хорошо промывают и осмируют.

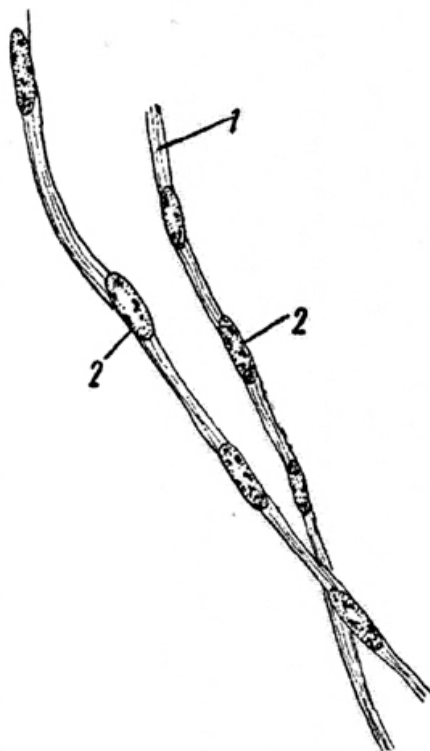
Можно рассматривать препарат в глицерине или же приготовить постоянный препарат, обезводив его и заключив в бальзам.

В состав симпатического нерва кролика входят преимущественно безмякотные нервные волокна, лишенные миелиновой оболочки, и лишь незначительное количество мякотных волокон. Обработка осмиевой кислотой дает возможность сразу отличить их друг от друга, так как миелиновая оболочка мякотного волокна окрашивается в черный цвет осмием, безмякотные же волокна приобретают желтоватые и розовые тона под действием пикрокармина и пикрофуксина.

В безмякотном волокне видна продольная исчерченность, обусловленная наличием нейрофибрилл, проходящих в осевом цилиндре. Осевой цилиндр покрыт оболочкой, имеющей вид тонкой протоплазматической пленки, содержащей овальные ядра, окрашенные в красный цвет. Эта оболочка представляет собой шванновский синцитий, но в данном слу-



чае он не содержит миелина. Оболочка очень тонка и поэтому создается впечатление, что ядра лежат на поверхности волокна. Иногда встречаются очень тонкие волокна, ширина которых равна ширине ядра (Рис. 31).



**Рис. 31 – Безмякотное нервное волокно из кролика:**

*1 – аксон; 2 – ядро шванновского синцития*

Безмякотные волокна в ряде случаев могут иметь кабельный тип строения, когда несколько волокон лежит в сплошной массе протоплазмы шванновского синцития.

### **Чувствительные нервные окончания в соединительной ткани. Фатер-пачиниевы тельца в брыжейке кошки (Рис. 32)**

Примером сложно устроенных инкапсулированных нервных окончаний в соединительной ткани могут служить фатер-пачиниевы тельца.

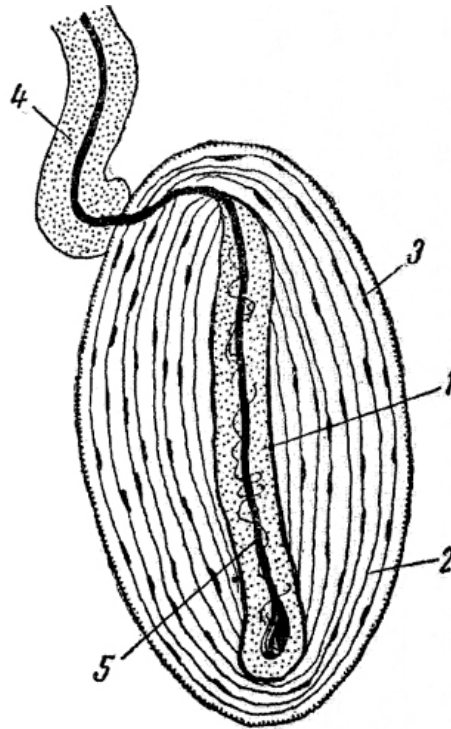
Брыжейку вместе с участком кишки помещают в 12 % - ный формалин. Прежде, чем подвергать объект дальнейшей

обработке, рассматривают брыжейку невооруженным глазом и находят фатер-пачиниевы тельца, которые расположены в брыжейке вблизи стенок кишок. Они имеют вид белых, слегка блестящих овальных телец величиной около 2 мм. Осторожно вырезают небольшие участки брыжейки, содержащие фатер-пачиниевы тельца, промывают и обрабатывают серебром по методу Бильшовского или Рамон-и-Кахаля – де Кастро, обезвоживают и заключают в бальзам.

На препарате будет видна прозрачная светло-желтая пленка брыжейки со светлыми клетками, волокнами и сосудами и коричневые фатер-пачиниевы тельца. Последние хорошо заметны при малом увеличении микроскопа, но для того, чтобы познакомиться с тонким строением тельца, необходимо изучить его при большом увеличении.

Фатер-пачиниево тельце состоит из толстой наружной капсулы и внутренней центральной колбы. Капсула образована концентрически наслаивающимися друг на друга пластинками. Пластинки – это соединительнотканые образования, в них проходят тонкие волокна во взаимно перпендикулярных направлениях и лежат сжатые с боков плоские клетки типа фибробластов. Между пластинками имеются узкие щели, в которых находится тканевая жидкость. Внутренняя колба – центральная часть тельца – имеет цилиндрическую форму и представляет собой полость, заполненную бесструктурным веществом.

Мякотный нерв, подходя к тельцу, теряет все свои оболочки и внутрь тельца входит только голый осевой цилиндр. Он прободает наружную капсулу, проходит по всей длине внутренней колбы и на конце образует утолщение. Осевой цилиндр дает тончайшие переплетающиеся разветвления, которые на препарате обычно не видны. Кроме мякотного нервного волокна, в тельце, как правило, проникает еще и безмякотное, которое в центральной колбе разветвляется и оплетает своими разветвлениями веточки осевого цилиндра.



**Рис. 32 – Фатер-пачиниево тельце из брыжейки кошки:**

- 1 – центральная колба; 2 – соединительнотканная капсула;  
 3 – ядра клеток соединительнотканной капсулы; 4 – нервное  
 волокно, подходящее к тельцу; 5 – осевой цилиндр

Нервное волокно вследствие импрегнации серебром окрашено в черный цвет, пластинки и центральная колба – в коричневый.

### *Контрольные вопросы*

1. Гистофизиологические особенности нервной ткани. Центральная и периферическая, соматическая и вегетативная нервная система. Рефлекторная дуга.
2. Морфофизиология и классификация нейронов и глиоцитов. Нейросекреторные клетки.
3. Строение безмякотных и мякотных нервных волокон. Формирование оболочки нервного волокна в эмбриогенезе.
4. Классификация синапсов и их ультраструктура. Механизм синаптической передачи.
5. Структура двигательного нервного окончания на примере моторной бляшки.

6. Классификации чувствительных нервных окончаний. Строение осязательного мениска, тельца Фатера-Пачини и нервно-мышечного веретена.

### *Контрольно-обучающие задачи*

1. В эксперименте у зародыша удалена ганглиозная пластинка. Какие нарушения возникнут при дальнейшей дифференцировке нервной ткани?

2. В условном эксперименте в процессе развития нервной трубки разрушены спонгиобласты. Какие нарушения возникнут при дальнейшей дифференцировке нервной ткани?

3. Препарат спинного мозга получен от животных после введения актиномицина Д (ингибитора транскрипции) и окрашен по Нисслию. Какие структурные изменения нейронов будут выявлены?

4. При введении колхицина происходит дезорганизация цитоскелета нейроцитов. Какие структурные и функциональные изменения обнаружатся?

5. Под микроскопом два препарата нервной ткани (окраска по Нисслию). На первом в нейроцитах выявляются крупные базофильные глыбки, на втором глыбки имеют вид мелкой пылевидной зернистости. К какому функциональному типу относятся нейроциты?

6. Представлены два препарата нервной ткани: на первом – цитоплазма нейроцитов, выявляется большое количество зерен липофусцина, на втором – липофусцин отсутствует. Представителям какой возрастной группы принадлежат препараты?

7. Животному в эксперименте наносили длительные и чрезмерно болевые раздражения. Какие структурные изменения будут наблюдаться в хроматофильном веществе двигательных нейроцитов при окраске по Нисслию при изучении с помощью световой микроскопии?

8. Животному в эксперименте наносили длительные и чрезмерно болевые раздражения. Какие структурные измене-

ния будут наблюдаться в двигательных нейронах при электронно-микроскопическом исследовании?

9. Исследована скорость передачи нервного импульса различных нервных волокон. Обнаружено, что скорость проведения у первых – 1–2 м/с, у вторых – 5–120 м/с, к какому типу относятся первые и вторые нервные волокна

10. Животному произведена перерезка смешанного нерва. Отростки каких нейроцитов повреждены?

11. На месте перерезки нервного волокна возник грубый соединительнотканый рубец. Как это отразится на процессе регенерации нервного волокна?

12. На препарате спинного мозга представлены два вида глиоцитов с многочисленными отростками. Первый тип глиоцитов локализован в сером веществе, второй – в белом веществе спинного мозга. К какому типу глиоцитов относятся эти клеточные элементы?

13. Патологическим процессом необратимо повреждены нейроны серого вещества спинного мозга. Какие клеточные элементы будут участвовать в нейрофагии?

14. В эксперименте перерезаны нервные волокна, идущие к коже. Какие структурные и функциональные изменения будут наблюдаться при этом?

### **Контрольные вопросы к разделу «Гистология»**

1. Определение понятия «ткань».
2. Принципы классификации тканей.
3. Типы мышечных волокон.
4. Особенности строения сердечной мышечной ткани. Рабочие, проводящие и секреторные кардиомиоциты.
5. Структурная и функциональная характеристика эритроцитов.
6. Химический состав и структура коллагеновых волокон.
7. Типы коллагена.
8. Гистогенез и регенерация основных видов мышечных тканей.
9. Классификации синапсов.

10. Механизм синаптической передачи.
11. Химический состав и структура и эластических волокон в связи с их физическими свойствами.
12. Морфофункциональная характеристика соединительных тканей со специальными свойствами.
13. Особенности строения и функции нейронов и глиоцитов.
14. Нейросекреторные клетки.
15. Химический состав и функции аморфного вещества соединительной ткани.
16. Строение и функциональные особенности миелиновых нервных волокон.
17. Структурная и функциональная характеристика В-лимфоцитов.
18. Морфофункциональная и гистогенетическая классификации мышечных тканей.
19. Классификации и строение чувствительных нервных окончаний (клетка Меркеля, тельце Фатер – Пачини, нервно-мышечное веретено).
20. Особенности строения и функции плотной соединительной ткани (сухожилия, связки).
21. Структурная и функциональная характеристика гранулоцитов.
22. Гистофизиология скелетной мышечной ткани.
23. Ультраструктура мышечного волокна.
24. Структурная организация и функции моноцитов.
25. Структурная и функциональная характеристика адвентициальных клеток, перицитов, плазмоцитов и пигментоцитов.
26. Локализация в организме и строение гладкой мышечной ткани.
27. Гладкомышечная клетка и ее сократительные структуры.
28. Структурная и функциональная характеристика тромбоцитов.
29. Общая характеристика эпителиев.

30. Морфофункциональная и гистогенетическая классификации эпителиев.
31. Классификация, структурная организация и функции фибробластов.
32. Кровь как ткань.
33. Классификация форменных элементов крови.
34. Прямой гистогенез костной ткани.
35. Гистологическая характеристика нервной ткани.
36. Классификация клеток нервной ткани.
37. Структурная организация и функции макрофагов рыхлой соединительной ткани.
38. Структурная и функциональная характеристика эритроцитов.
39. Морфофизиологическая характеристика хрящевой ткани.
40. Структурная организация и функции тучных клеток и адипоцитов.
41. Непрямой гистогенез костной ткани.
42. Эластическая хрящевая ткань.
43. Гистогенез хрящевой ткани.
44. Классификация клеток крови.
45. Строение и функциональные особенности безмиелиновых нервных волокон.
46. Гиалиновая хрящевая ткань.
47. Клетки и межклеточное вещество костной ткани.
48. Разновидности костной ткани.
49. Структурная и функциональная характеристика
50. Т-лимфоцитов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова, О.В. Гистология, цитология и эмбриология: Атлас. / О.В. Волкова [и др.]. – М. : Медицина, 1996. – 544 с.
2. Гистология, цитология и эмбриология : учебник / Ю.И. Афанасьев [и др.] ; ред. Ю.И. Афанасьев. – Издание 6-е, переработ. и доп. – М. : Медицина, 2006. – 768 с.
3. Глушен, С.В. Цитология и гистология. Конспект лекций. / С.В. Глушен. – Минск : БГУ, 2003. – 150 с.
4. Заварзин, А.А. Основы частной цитологии и сравнительной гистологии многоклеточных животных / А.А. Заварзин. – Л. : Наука, 1976. – 411 с.
5. Кирпичникова, Е.С. Практикум по общей гистологии / Е.С. Кирпичникова, Л.Б. Левинсон – М. : Высшая школа, 1962. – 236 с.
6. Кузнецов, С.Л. Гистология, цитология и эмбриология : учебник для медицинских вузов / С.Л. Кузнецов, Н.Н. Муш-камбаров. – М. : Медицинское информационное агентство, 2005. – 600 с.
7. Ченцов, Ю.С. Общая цитология. / Ю.С. Ченцов. – М. : МГУ, 1995. – 384 с.
8. Чухлебова, Н.С. Ботаника (цитология, гистология, анатомия) : учебное пособие / Н.С. Чухлебова, Л.М. Бугинова, Н.В. Ледовская. – М. : КолосС; Ставрополь : АГРУС, 2007. – 148 с.



*Учебное издание*

Кравцова Валентина Николаевна

Натынчик Татьяна Михайловна

## **ГИСТОЛОГИЯ**

### **Лабораторный практикум**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *П.Б. Пигаль*

Редактор *Е.М. Митянок*

Подписано в печать 20.04.2018 г. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Ризография.

Усл. печ. л. 5,63. Уч.-изд. л. 3,23.

Тираж 50 экз. Заказ №54.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе

Полесского государственного университета

225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23.