

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**ФГБОУ ВО Брянский ГАУ**

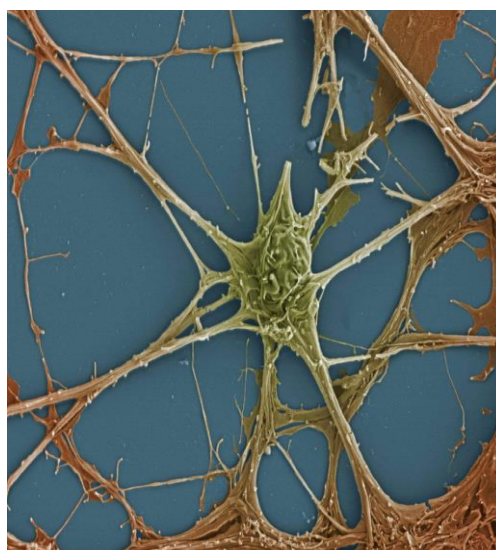
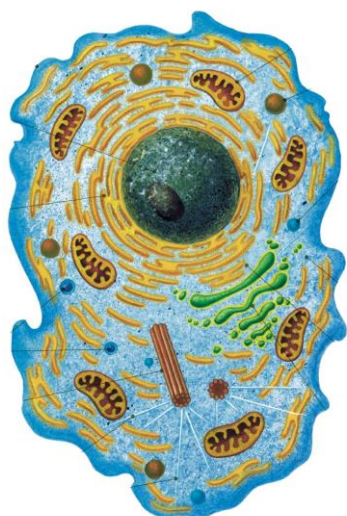
Институт ветеринарной медицины и биотехнологии

Кафедра нормальной и патологической морфологии и физиологии животных

**Горшкова Е.В., Башина С.И.**

## ***Цитология, гистология, эмбриология***

Учебно-методическое пособие к разделу «Общая цитология, общая гистология, общая эмбриология» к лабораторным занятиям и самостоятельной работе студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по специальности 36.05.01 – «Ветеринария»



Брянск 2020

УДК 619:576.3:611.0180 (076)

ББК 48:28.05

Г 70

Горшкова, Е. В. Цитология, гистология, эмбриология: учебно-методическое пособие к разделу «Общая цитология, общая гистология, общая эмбриология» к лабораторным занятиям и самостоятельной работе студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по специальности 36.05.01 – «Ветеринария» / Е. В. Горшкова, С. И. Башина. – Брянск: Брянский ГАУ, 2020. - 60 с.

Дисциплина «Цитология, гистология и эмбриология» включена в обязательный перечень ФГОС ВО, относится к циклу обязательных ветеринарно-биологических дисциплин.

На лабораторных занятиях основное значение имеет микроскопическое изучение гистологических препаратов, которое носит характер учебно-исследовательской работы и требует тщательной предварительной теоретической подготовки.

**Цель дисциплины:** дать знания структурной организации процессов жизнедеятельности клеток, тканей, органов сельскохозяйственных и домашних животных, а также закономерностей их развития в онтогенезе. Изучить на уровне световой и электронной микроскопии строение животной клетки, используя гистологические препараты, таблицы, схемы и рисунки.

**Задача дисциплины:** сформировать у студентов умение свободно использовать знания нормальной структуры клеток, тканей при изучении изменений в них в ходе патологических процессов; совместно с клиническими дисциплинами способствовать формированию основ врачебного мышления.

Рецензент: к.вет.н., доцент кафедры терапии, хирургии, ветакушерства и фармакологии Л.Н. Симонова.

Рекомендовано методической комиссией факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, протокол №2 от 25.09.2020 года.

© Брянский ГАУ, 2020

© Горшкова Е.В., 2020

© Башина С.И., 2020

## Внешние требования

Дисциплина «Цитология, гистология и эмбриология» включена в обязательный перечень ФГОС ВО, относится к циклу обязательных ветеринарно-биологических дисциплин.

На лабораторных занятиях основное значение имеет микроскопическое изучение гистологических препаратов, которое носит характер учебно-исследовательской работы и требует тщательной предварительной теоретической подготовки.

**Цель дисциплины:** дать знания структурной организации процессов жизнедеятельности клеток, тканей, органов сельскохозяйственных и домашних животных, а также закономерностей их развития в онтогенезе. Изучить на уровне световой и электронной микроскопии строение животной клетки, используя гистологические препараты, таблицы, схемы и рисунки.

**Задача дисциплины:** сформировать у студентов умение свободно использовать знания нормальной структуры клеток, тканей при изучении изменений в них в ходе патологических процессов; совместно с клиническими дисциплинами способствовать формированию основ врачебного мышления.

Реализация в данной дисциплине требований ФГОС ВО и учебного плана по специальности 36.05.01 – «Ветеринария» включает формирование следующих компетенций:

Способен определять биологический статус и нормативные клинические показатели органов и систем организма животных – **(ОПК-1)**.

Способен использовать базовые знания естественных наук при анализе закономерностей строения и функционирования органов и систем органов, общепринятые и современные методы исследования для диагностики и лечебно-профилактической деятельности на основе гуманного отношения к животным – **(ПКО-1)**.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЦИТОЛОГИИ – БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ.....	6
Вопросы для самопроверки знаний по теме: «Биология клетки».....	16
Ситуационные задачи.....	17
2. ОБЩАЯ ЭМБРИОЛОГИЯ.....	18
2.1. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭМБРИОГЕНЕЗА ХОРДОВЫХ.....	24
2.2. ЭМБРИОГЕНЕЗ ПТИЦ.....	28
2.3. ЭМБРИОГЕНЕЗ МЛЕКОПИТАЮЩИХ.....	31
Вопросы для самопроверки знаний по разделу: «Общая эмбриология».....	33
Ситуационные задачи.....	34
3. ОБЩАЯ ГИСТОЛОГИЯ – УЧЕНИЕ О ТКАНЯХ.....	35
3.1. ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ ТКАНИ.....	36
3.2. ТКАНИ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ.....	40
3.3. МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ.....	45
3.4. НЕРВНАЯ ТКАНЬ.....	50
Вопросы для самоконтроля знаний по разделу «Ткани – общая гистология».....	56
Ситуационные задачи.....	57
ЛИТЕРАТУРА.....	59

## Введение

Организм животных – это целостная биологическая система, в которой выделяют следующие структуры: клетки – ткани – органы - морфофункциональные единицы органов – системы и аппараты органов.

Гистология (от греч. *histos* – ткань, *logos* – учение) – наука о строении, развитии и функции тканей животных организмов. Она включает в себя пять взаимосвязанных разделов: цитологию – учение о клетке; общую эмбриологию – науку о гаметогенезе, оплодотворении и ранних этапах развития зародыша; общую гистологию – учение о четырех типах тканей; частную гистологию – учение о микроскопическом строении органов; частную эмбриологию – учение о развитии отдельных органов и их систем. Все вышеперечисленные дисциплины, вместе с анатомией, входят в состав морфологии – первой ветви биологии.

Вначале каждого раздела приводится краткая, но содержательная теоретическая часть, позволяющая лучше изучать микроскопические препараты и лучше понимать и усваивать функцию клеток и их структур, т.е. их гистофизиологию. Лабораторные занятия помогают студентам овладеть основными методами и навыками изготовления гистопрепаратов, исследовать их в световом микроскопе, а так же объективно оценивать микроструктуры.

Для облегчения работы во время изучения микропрепаратов в процессе аудиторных занятий к каждому из них дается лаконичная аннотация, позволяющая студенту самостоятельно находить конкретные учебные элементы, которые он обязан освоить под контролем преподавателя.

Микроскопирование гистологических препаратов сопровождаются зарисовкой деталей строения. **В альбом для рисования необходимо записать порядковый номер задания, его название и обозначения. Затем следует прочитать текстовую часть каждого задания, а после этого найти, рассмотреть под микроскопом и зарисовать (цветными карандашами) строение препарата (клетки, ткани). Изучают препарат первоначально под малым увеличением микроскопа, затем, продолжают изучение деталей органа на большем увеличении микроскопа. Цифровые обозначения на рисунках проставляются по ходу часовой стрелки.**

Пособие предназначено для студентов факультета ветеринарной медицины и биотехнологии.

## 1. Основы общей цитологии – биология клетки

Теоретическая часть. Первый уровень организации (строения) живого – клетки – изучает ветвь биологии, именуемая цитологией. Клетки являются основой развития, строения и функций тканей, а ткани входят в состав органов.

Цитология – наука, изучающая общие закономерности развития, строения и функционирования клеток в целом, и их отдельных структур, в частности. Она подразделяется на общую и частную. Общая цитология дает сведения об общих принципах строения и функции клеточных структур. Частная цитология изучает особенности специализированных клеток в различных тканях и органах.

Клетка животных организмов была открыта голландским естествоиспытателем Антонио Левенгуком в 1677 году. Растительная клетка была открыта раньше (1665 г) Робертом Гуком – английским физиком.

Клетка (греч. *kutos*, лат. *cellula*) – это основная структурно-функциональная единица эукариотических организмов, состоящая из ядра, цитоплазмы, раздражимой цитоплазматической мембраны и представляющая собой целостную, саморегулирующуюся и самовоспроизводящуюся элементарную живую систему.

Выделяют два типа клеточной организации: прокариотический и эукариотический. Прокариотические клетки не имеют ограниченного оболочкой ядра, а у эукариотических – ядро хорошо выражено. Общим для клеток обоих типов является то, что клетки ограничены оболочкой, внутреннее содержимое – цитоплазма.

Имеются соматические клетки, из которых построен организм и половые клетки для размножения. Соматические клетки, в отличие от половых, имеют диплоидный набор хромосом, и способны делиться.

### **Основные положения современной клеточной теории:**

1. Клетка лежит в основе строения всех животных и растительных организмов. Многоклеточные организмы являются сложными клеточными ансамблями, образующими целостные системы.

2. Клетки размножаются только путем деления исходной клетки.

3. Несмотря на многообразие и специфические особенности все клетки животных и растительных организмов имеют общий план строения: морфологический, химический и метаболический.

Единство химического состава и метаболических процессов также подтверждают единство клеточного строения организмов. Вода, белки, нуклеиновые кислоты и пр. универсальны для клеток всех живых систем и организмов.

4. Кроме клеток в организме животных существуют неклеточные структуры: межклеточное вещество, симпласты и синцитии.

5. Клетки хранят, перерабатывают и реализуют генетическую информацию.

6. Клетки имеют историю развития – филогенез, так как они возникли на определенной ступени развития органического мира.

7. Клетки имеют свой онтогенез, т.е. индивидуальное развитие в многоклеточном организме. Они способны изменяться и адаптироваться при развитии: старение, отмирание.

8. Клетки – это часть организма. Их онтогенез, форма и функция зависят от всего организма. Эту целостность обеспечивает нейро- эндокринно- иммунная система.

9. Благодаря деятельности клеток в сложных организмах осуществляется обмен веществ и энергии, рост и развитие, размножение, движение.

*Кроме клеток на Земле имеются и другие формы жизни: бактерии и вирусы.*

#### Строение и функция клеточных структур.

Клетка состоит из оболочки (цитолеммы, плазмолеммы), цитоплазмы с органеллами и включениями, и ядра.

*Клеточная оболочка* придает определенную форму, защищает от вредных воздействий, участвует в метаболизме (обмене веществ), формирует калиево-натриевый «насос», следовательно, имеет электрический заряд – потенциал покоя и потенциал действия, рецепторная функция – гормональные рецепторы в клетках «органов-мишеней» - это особые белки, улавливающие из крови и фиксирующие гормоны.

*Гликокаликс клеточной оболочки* – состоит из гликопротеидов. Функция: адгезия, т.е. слипание клеток, расположение рецепторов, внеклеточное пищеварение.

*Гиалоплазма* – основание клетки – это однородная, гомогенная, коллоидная масса. Она находится все время в движении. В ней расположены органеллы и включения.

*Органеллы* – постоянные структуры клетки, выполняющие определенные функции. Их делят на мембранные (митохондрии, эндоплазматическая сеть, лизосомы, аппарат Гольджи, пероксисомы) и немембранные (рибосомы, центриоли, фибриллярные структуры).

*Митохондрии* имеют форму нитей, зерен, палочек. Функция: окисление углеводов и жиров с образованием АТФ, перенос воды и ионов, в клетках печени синтез белков и жирных кислот, участие в поддержании температуры тела. Митохондрии – это энергетические станции клетки.

*Эндоплазматическая сеть* видна под электронным микроскопом. Она подразделяется на гранулярную (ГрЭПС), имеющую на своей поверхности рибосомы с РНК, и агранулярную, гладкую (ГлЭПС). Функция ГрЭПС и ГлЭПС различная. ГрЭПС – синтез белков. ГлЭПС - многофункциональна: синтез углеводов, липидов и стероидных гормонов в половых железах и корковом веще-

стве надпочечников, обезвреживание ядов (детоксикация в печени), транспорт веществ из одной части клетки в другую и за пределы клетки.

*Лизосомы* в виде зерен, гранул. Значение: переваривают белки, углеводы и нуклеиновые кислоты, автолиз – самопереваривание клеток после их отмирания.

*Пластинчатый комплекс, или аппарат Гольджи* состоит из вакуолей, цистерн и микропузырьков, образующих сеточку. Значение: синтез гликогена, жира, секретов, коллагена, всасывание.

*Рибосомы* видны под электронным микроскопом, содержат РНК, белок, ферменты. Функция: синтез белок. При этом роль «каменщика», укладывающего «кирпич», т.е. аминокислоты, выполняет рибосомная РНК, «план строительства» записан в молекуле информационной РНК, а «подносчиком» аминокислот является транспортная РНК.

Пероксисомы – тельца овальной формы, участвуют в нейтрализации токсических веществ, в том числе и спирта. Их больше всего в клетках печени и почек.

*Центросома, или клеточный центр* состоит из двух центриолей, соединенных нитями. Значение: участие в митозе, образование жгутиков (хвост спермия), ресничек. Отсутствует в яйцеклетке.

*Микротрубочки* состоят из белка тубулина, выполняют роль каркаса, обеспечивающего форму клеток, роль цитоскелета, обеспечивают движение хромосом при митозе, входят в состав центриолей, ресничек и жгутиков.

*Микрофиламенты* – это тонкие нити белка актина, выполняют роль цитоскелета.

*Промежуточные филаменты* – построены из фибриллярных белков, природа которых не выяснена. Вокруг ядра формируют трехмерные сети. Входят в состав десмосом, полудесмосом эпителиев. В эпидермисе образуют роговое вещество.

**Специальные органеллы:** *Реснички* (270-300 шт.) и жгутики (1-8 шт.) образованы клеточным центром, их функция – передвижение. реснички присущи мерцательному эпителию органов дыхания и маточных труб (яйцеводов). Сперматозоид имеет один жгутик (хвост, бич) единственные в животном мире многожгутиковые спермии (около 100 шт.) у реликтового термита. *Тонкофибриллы* – нити, состоящие из белка. Имеются в шиповатом слое эпидермиса, образуя пружинистый каркас, противодействия давлению. *Нейрофибриллы* – нити, состоящие из белка, содержатся в нейронах, т.е. нервных клетках, образуя их скелет. *Миофибриллы и миопрофибриллы* – нити, состоящие из белков актина и миозина, выполняют сократительную функцию в мышечных тканях. *Микроворсинки* – выросты цитолеммы (около 3 тыс. на одной клетке). Их имеет эпителий тонкого кишечника и почек.



**Включения** – временные образования, - вещества поступающие в клетку для целей питания, или продукты ее жизнедеятельности. Различают трофические, секреторные, экскреторные и пигментные включения. *Секреты и инкреты* (гормоны) содержатся в железистых клетках желез внешней и внутренней секреции. *Пигменты* – красящие вещества: меланин, гемоглобин, миоглобин, ферретин, лютеин, каротин, родопсин, йодопсин. *Экскреты* – продукты жизнедеятельности клеток: мочевины, мочевая кислота, желчные пигменты и пр. *Белок* в виде включений содержится в клетках печени и яйцеклетке. *Углеводы* – гликоген, или животный крахмал богаты им клетки печени, мышечные, нервные. *Жиры* откладываются в клетках, образуя депо (шпик, горб, курдюк, околосердечный, околопочечный, подкожный и пр.)

*Ядро* – клетки печени, костного мозга и некоторые нейроны могут иметь два и более ядер. Значение: обмен веществ, передача наследственной информации.

*Основные биологические свойства клеток:* метаболизм, рост, движение, размножение, реактивность, старение и гибель.

**Задание 1.** Ознакомление с техникой безопасности при работе в лаборатории гистологии, тематическим планом лабораторных занятий и портретами наиболее выдающихся ученых – гистологов.

**Задание 2.** Ознакомление с техникой изготовления гистологических препаратов. Изучить устройство светового микроскопа и правилами работы с ним.

### **Правила работы с микроскопом**

1. Взять закреплённый за вами микроскоп в шкафу и перенести его на рабочее место. Установить микроскоп на краю стола таким образом, чтобы зеркало было обращено к источнику света, а тубус — к наблюдателю.

2. С помощью револьвера установить объектив малого увеличения (8х) в вертикальном положении, а затем, вращая макровинт, переместить его на расстояние около 7-8 мм от поверхности предметного столика.

3. Изменяя угол наклона зеркала, добиться оптимального равномерного освещения поля зрения.

4. Поместить гистологический препарат на предметный столик так, чтобы покровное стекло было обращено кверху, а исследуемый объект находился по центру пучка света.

5. Вращая макровинт «на себя», вывести объект в фокус и добиться чёткого его изображения. Изучить микропрепарат на малом увеличении, а для более детального его рассмотрения необходимо использовать большое увеличение.

6. Для этого, не изменяя положения подвижной части микроскопа, плавным поворотом револьвера установить объектив большого увеличения (40x), проследив за его фиксацией в вертикальном положении (услышать щелчок фиксатора).

7. При установке объектива 40x свободное расстояние между верхней поверхностью препарата и нижней поверхностью объектива очень мало (около 0,4 мм), поэтому при изучении препарата на большом увеличении необходимо пользоваться только *микровинтом*, осторожно вращая его в ту или иную сторону наполоборота. При этом необходимо чётко следить за изменением резкости объекта. Если резкость ухудшается, то микровинт надо вращать в противоположную сторону, следя за изменением резкости. Пользоваться микровинтом необходимо особо осторожно, так как можно раздавить микропрепарат и повредить линзу объектива.

Добившись резкости и меняя фокус, можно рассмотреть все уровни объекта в пределах толщины среза.

8. После детального изучения микропрепарата приступить к зарисовке тех структур объекта, которые определены заданием.

9. По окончании изучения и зарисовки микропрепарата необходимо поворотом револьвера перевести микроскоп с большого увеличения (40x) на малое (8x) и после этого снять препарат с предметного столика.

10. Рассматривать объект в микроскопе необходимо левым глазом, правый глаз при этом должен быть открытым. Это предотвращает от переутомления глазные мышцы того глаза, которым ведётся наблюдение.

Основным объектом исследования мертвых (фиксированных) клеток, тканей являются гистологические препараты, представляющие собой срезы органов или тотальные препараты толщиной 5-60 мкм. Материалом для приготовления гистопрепаратов служат кусочки органов размером 1x1x0,5 см; мазки крови, костного мозга, слюны, цереброспинальной жидкости, влагалищной слизи; отпечатки селезенки, печени, тимуса; тотальные препараты плевры, брюшины, мягкой мозговой оболочки, оболочки трубчатых органов, рыхлой соединительной ткани.

### **Этапы приготовления гистологического препарата:**

Взятие материала и его фиксация чаще всего в 10-12% водном растворе формалина или других фиксирующих жидкостях. Это зависит от цели исследования.

1. *Фиксация материала* производится для обеспечения стабилизации составляющих его структур и сохранности (фиксатор предотвращает аутолиз, обладает консервирующими свойствами).

Фиксаторы бывают простые и сложные. Простые фиксаторы состоят из

одного консерванта. В состав сложных фиксаторов входит два и более химических веществ. К простым фиксаторам относятся этиловый и метиловый спирты, формальдегид, глутаральдегид; кислоты: пикриновая, уксусная, осмиевая; соли тяжелых металлов: бихромат калия, сулема и др. К сложным фиксаторам относятся смеси нескольких простых, например жидкость Карнуа, Буэна и др.

2. *Обезвоживание материала* осуществляется с целью дальнейшей возможности пропитывания его специальными уплотняющими веществами. В качестве обезвоживающих веществ используются спирты повышающей концентрации (от 60° до 100°).

3. *Просветление материала* производят в том случае, если уплотнение его будет осуществляться с помощью парафина. К просветляющим веществам относятся бензол, ксилол, толуол, хлороформ и др.

4. *Уплотнение материала* производится для получения тончайших прозрачных срезов исследуемых объектов. В световой микроскопии это достигается пропитыванием материала специальными уплотнителями: расплавленным парафином, раствором целлоидина в эфире, желатиной или замораживанием в криостате. Для электронно-микроскопических исследований материал уплотняют пропитыванием его эпоксидными смолами.

5. *Изготовление срезов* проводится с помощью специальных стальных, стеклянных или алмазных ножей на микротоммах: санном, роторном, замораживающем. В электронной микроскопии используются ультрамикротомы.

6. *Контрастирование гистологических срезов* осуществляется с помощью различных гистологических красителей, число которых очень велико. Перед окрашиванием срезы освобождают от уплотняющих веществ и доводят их до воды с помощью спиртов понижающей концентрации.

#### **Этапы контрастирования парафиновых гистологических срезов гематоксилином и эозином (г.-э.)**

1. Парафиновые срезы, наклеенные на предметные стекла, депарафинируют. Для этого их поочередно помещают в 2 порции ксилола — по 3 мин.

2. Остатки ксилола удаляют 100%-ным спиртом — в течение 2 мин.

3. Гидратацию срезов проводят путем поэтапного помещения их в спирты понижающей концентрации (96°, 80°, 70°, 60°), после чего срезы помещают в дистиллированную воду на 3-4 мин.

4. Окрашивают срезы раствором гематоксилина — 2 мин.

5. Помещают срезы в водопроводную воду — на 2-5 мин (гематоксин при этом восстанавливается и окрашенные им структуры приобретают синий цвет).

6. Всполаскивают срезы дистиллированной водой.

7. Окрашивают срезы раствором эозина — 0,5-1 мин.

8. Избыток красителя смывают дистиллированной водой — 1 мин.
9. Окрашенные срезы обезвоживают, поэтапно перенося их в спирты возрастающей концентрации (60°, 80°, 96° и 100°) — по 1-2 мин.
10. Обезвоженные срезы просветляют в карболксилоле, а затем в двух порциях ксилола — по 2 мин.

11. *Заключение окрашенных срезов.* Для получения постоянных препаратов используют канадский бальзам, метилцеллюлозу, полистирол и др.

Для этого на срез стеклянной палочкой наносят маленькую каплю бальзама, накрывают срез чистым обезжиренным покровным стеклом. Покровное стекло ребром устанавливают на предметное стекло около среза ткани и осторожно опускают его под углом, стремясь избежать попадания пузырьков воздуха.

Временные препараты не обезвоживают, так как их заключают в воду, глицерин, водный раствор желатина и др.

Для электронной микрофотографии срезы, полученные на ультрамикротоме, помещают на специальные сетки, контрастируют солями кобальта, марганца и др., после чего просматривают в микроскопе и фотографируют. Полученные микрофотографии служат объектом изучения наряду с гистопрепаратами.

### Характеристика красителей и терминология

По своим свойствам красители разделяются на 3 основные группы:

1) *щелочные* (основные, ядерные) красители: гематоксилин, азури, сафранин, галлоцианин, тионин, основной коричневый, толуидиновый синий, метиловый зеленый и др.;

2) *кислые* (цитоплазменные) красители: эозин, кислый фуксин, пикриновая кислота, светлый зеленый и другие);

3) *специальные* красители избирательно окрашивают только определенные структуры клеток или отдельные химические соединения в клетках и межклеточном веществе: судан III, IV, судан чёрный окрашивают липиды; орсеин окрашивает белок эластин, серебро, золото, платина способны восстанавливаться из солей и осаждаться на нейрофибриллах, биологических мембранах и других структурах клеток, придавая им контрастность.

Учебные микропрепараты в большинстве своём окрашены гематоксилином и эозином.

**Гематоксилин** (основной, ядерный краситель) окрашивает структурные компоненты, имеющие к нему сродство, в синий, сиреневый или фиолетовый цвет, и их называют **базофильными**. В своём составе они содержат кислотные остатки, которые и вступают в реакцию нейтрализации с гематоксилином.

К таким структурам клеток относятся, прежде всего, ядра, так как их кариоплазма имеет кислую среду за счёт ДНК и РНК.

Базофилия цитоплазмы может быть обусловлена наличием в ней значительного количества рибосом, содержащих РНК, которые участвуют в синтезе белка, а также амфотерных соединений, в которых карбоксильные группы преобладают над аминогруппами.

**Эозин** является кислым красителем, он не окрашивает ядра, поэтому называется цитоплазменным красителем. Сродство к эозину (**эозинофилия, ацидофилия, оксифилия**) проявляют компоненты цитоплазмы и межклеточного вещества, которые имеют щелочную (основную) реакцию. Окрашенные эозином компоненты клеток и межклеточного вещества приобретают оттенки красного цвета.

Если содержимое цитоплазмы одновременно воспринимает и основной, и кислый краситель, то такое явление называется **нейтрофилией, или гетерофилией, или полихроматофилией**.

В гистологической практике встречается явление, когда окрашивающиеся структуры приобретают цвет, не свойственный данному красителю. Такое явление называется **метахромазией**. Свойствами метахромазии обладают анилиновые красители тиазинового ряда. Например, толуидиновый синий может окрашивать содержимое клеток и межклеточного вещества в розовый, сиреневый, красный и синий (**ортохромазия**) цвета, амидо чёрный 10В – в жёлтый, зелёный и чёрный (**ортохромазия**) цвета.

Следует помнить, что ядерные и цитоплазменные красители обычно связываются с окрашиваемыми структурами в количествах, пропорциональных содержанию в них реагирующих компонентов. На этом основана количественная цито- и гистохимия.

### **Задание 3. Изучить основные морфологические структуры клетки**

Препарат представляет собой гистологический срез печени аксолотля, окрашенный гематоксилином и эозином. Аксолотль – это личинка тигровой амбиостомы, относящейся к хвостатым земноводным, похожая на саламандру, обитающая в Северной Америке. Аксолотль удачный объект для экспериментальной биологии.

При малом увеличении необходимо найти участок препарата, где его розовый фон был бы наиболее однородным, его нужно поставить в центр поля зрения и перевести микроскоп на большое увеличение.

При большом увеличении видна розовая цитоплазма и фиолетовое ядро. Форма печеночных клеток неправильно многоугольная. Поверхности соседних клеток слиплись и образовали одноконтурные линии. Встречаются двуядерные клетки.

Зарисовать препарат при большом увеличении. Сначала изобразить контуры клеток, а затем ядра.

Обозначения: 1- границы клеток, 2- ядро, 3- цитоплазма.

#### **Задание 4. Изучить строение аппарата Гольджи в нервных клетках спинального ганглия.**

Препарат окрашен осмиевой кислотой. При малом увеличении видим нервные клетки с пузырьковидными ядрами. В последних бывают видны ядрышки. В некоторых клетках, разрезанных ближе к поверхности, ядра в разрез не попали и поэтому не видны.

При большом увеличении выбрать клетку с ядром, ядрышком и темной сеточкой – аппаратом Гольджи. В нервных клетках сетчатый аппарат в виде густой сети окружает со всех сторон ядро и распространен по всей цитоплазме. Аппарат Гольджи состоит из гранул (зерен), нитей, запятых, колечек которые образуют как-бы сеточку. В некоторых клетках видны лишь отдельные фрагменты аппарата Гольджи. Вблизи ядра остается зона цитоплазмы, свободная от сетчатого аппарата.

Зарисовать при большом увеличении две-три нервных клетки с ядрами и без них. В цитоплазме показать сетчатый аппарат.

Обозначения: 1- оболочка нервной клетки, 2- ядро, 3- ядрышко, 4- сетчатый аппарат.

#### **Задание 5. Изучить нейрофибриллы в нервных клетках спинного мозга**

Препарат представляет собой поперечный срез спинного мозга, импрегнированный серебром.

При малом увеличении находим серое вещество спинного мозга, напоминающее по форме крылья бабочки. Здесь расположены нервные клетки. На периферии среза видно белое вещество, состоящее в основном из миелиновых нервных волокон. Нужно найти вентральные рога (они шире дорсальных). Эта часть серого вещества наиболее богата клетками.

При большом увеличении зарисовать 1-2 клетки. Они мультиполярные и поэтому чаще всего имеют звездчатую форму. В клетке необходимо изобразить ядро и ядрышко. Отростки клеток видны лишь частично. В цитоплазме клеток обнаруживаются нити (нейрофибриллы), образующие тонкую сеть, а в отростках они идут параллельно.

Обозначения: 1- тело клетки, 2- отростки, 3- ядро, 4- ядрышко, 5- нейрофибриллы.

#### **Задание 6. Изучить липидные (жировые) включения в клетках печени.**

Препарат представляет собой срез печени аксолотля, окрашенного суданом III.

При малом увеличении производим ориентировку препарата и переводим микроскоп на большое увеличение. Ядра печеночных клеток – гепатоцитов

круглые, окрашены в красный цвет. В цитоплазме видны (липидные) включения в виде шариков различной величины, которые окрашены в черный цвет. Между клетками видны границы – клеточные оболочки.

Обозначения: 1- клеточная оболочка, 2- ядро, 3- цитоплазма, 4- липидные включения.

### **Задание 7. Исследовать включения гликогена в клетках печени**

Препарат окрашен кармин-гематоксилином по Бесту.

Гликоген является широко распространенным видом углеводных включений в животных клетках. Рассматривая препарат при малом увеличении микроскопа, видим, что печеночные клетки имеют многогранную форму. Ядра клеток округлые либо овальные, окрашены в темно-синий цвет. Цитоплазма клеток в большей или меньшей мере заполнена включениями гликогена, имеющими форму глыбок разной величины, окрашенных в красный цвет.

Зарисовать при большом увеличении 2-3 печеночные клетки. В цитоплазме показать включения гликогена.

Обозначения: 1- печеночные клетки, 2- ядра, 3- цитоплазма, 4- включения гликогена.

### **Задание 8. Проследить отдельные фазы митоза.**

Имеются три типа деления клеток: амитоз, мейоз и митоз.

**Амитоз** – прямое деление клеток без образования хромосом. Перешнуровкой или расщеплением сначала ядра, а затем цитоплазмы на две части с образованием двух дочерних клеток. Если цитоплазма не делится, то возникают двух – и даже многоядерные клетки. Этот способ наблюдается у эмбрионов, лейкоцитов, злокачественных опухолей. Клетки, делившиеся амитозом, не могут войти в митоз.

**Мейоз**, или редукционное деление свойственно половым клеткам на стадии созревания при их развитии. Дочерние клетки при этом получают половинный, т.е. гаплоидный набор хромосом. Он встречается у всех животных и растений, размножающихся половым путем.

#### Диплоидный набор хромосом у некоторых животных

Вид животного	2n	Вид животного	2n
Человек	46	Кролик	44
Крупный рогатый скот	60	Курица, перепела	78
Свинья	40	Утка, голубь	80
Собака	78	Гусь, фазан, индейка	82
Кошка, лисица	38	Нутрия	42
Лошадь	64	Норка	30
Овца	54	Окунь	48
Мышь	40	Сазан	50
Осел	62	Форель	58-62

**Митоз** имеет четыре фазы. При этом делении клеток из ядра образуются нити-хромосомы (митоз-нить).

Препарат представляет собой разрез корешка лука, окрашенный железным гематоксилином.

При малом увеличении видно, что ткань корешка лука построена из продолговатых клеток с хорошо различимыми оболочкой и ядром.

При большом увеличении находим клетки, ядра которых не изменены – этот период называется интерфаза, в нем хромосомы в ядре неразличимы. В интерфазе происходит интенсивный клеточный метаболизм, биосинтез рибонуклеиновых (РНК) кислот, редупликация ДНК, синтез других веществ, обеспечивающих рост клетки и подготовку ее к очередному митозу. Интерфаза в эпителии 12-перстной кишки мыши длится  $\approx 11$  часов, тощей – 12-18 часов. В нервных клетках, которые не делятся, интерфаза продолжается в течение всей жизни организма.

Передвигая препарат, отыскиваем клетки, в ядре которых находятся нити-хромосомы, а также клетки, где хромосомы обнаруживаются вместо ядра. Встречаются клетки на стадии материнской звезды, в которых хромосомы располагаются по экватору ахроматинового веретена, а также клетки с фигурой дочерней звезды (хромосомы расходятся по полюсам клетки).

Митоз состоит из двух процессов: кариокинеза – деление ядра на две равные части и цитокинеза – деление цитоплазмы пополам. Жизнь клетки от одного деления до другого называют клеточным циклом.

Продолжительность профазы – 20-35 мин., метафазы – 6-15 мин., анафазы – 8-14 мин., телофазы – 10-14 мин. В эпителии кишечника мыши митоз длится примерно 30 минут.

При большом увеличении зарисовать по одной клетке, которые находятся в про-, мета-, ана-, тело- и интерфазе.

Обозначения: 1- интерфаза, 2- профаза, 3- метафаза, 4- анафаза, 5- телофаза.

**Задание 9. На электронных микрофотографиях рассмотрите отдельные структуры клетки.**

### **Вопросы для самопроверки знаний по теме: «Биология клетки»**

1. Дайте определение «клетка»? Прокариоты и эукариоты.
2. Что означает цитология, расшифруйте это слово?
3. Перечислите основные положения современной клеточной теории.
4. Какой ученый и в каком году открыл животную клетку?
5. Что такое митоз, мейоз, амитоз? В чем различия митоза и мейоза?



6. Значение клеточной оболочки.
7. Назовите мембранные органеллы и их значение.
8. Перечислите немембранные органеллы и их значение.
9. Перечислите включения клетки и их роль.
10. Основные свойства живой клетки.
11. Что такое фагоцитоз, эндоцитоз, пиноцитоз и экзоцитоз?
12. Какой ученый и в каком году открыл фагоцитоз?
13. Специальные органеллы и их значение.
14. Какова роль ядра в жизнедеятельности клетки?
15. Перечислите неклеточные структуры организма.
16. Классификация межклеточных контактов и их характеристика.
17. Каковы основные этапы приготовления гистологических препаратов?
18. Для каких целей применяется фиксация тканей и органов? Какие вы знаете фиксаторы?
19. Что понимают под уплотнением исследуемых объектов и с какой целью это производится?
20. Каким способом осуществляют контрастирование микропрепаратов?
21. Каким требованиям должны отвечать красители, применяемые для контрастирования гистологических препаратов?
22. Что следует понимать под базофилией, оксифилией, нейтрофилией (гетерофилией) и метахромазией?
23. Какие возможности для исследования даёт цито- и гистохимия?

### **Ситуационные задачи для самостоятельной проработки**

**Задача №1.** При исследовании микропрепарата используется объектив «40» и окуляр «15». Какое при этом будет общее увеличение микроскопа?

**Задача №2.** Размеры исследуемого объекта меньше 0,2 мкм, но более 0,1 мкм. Какой из перечисленных микроскопов следует использовать для изучения данного объекта: световой, люминесцентный или ультрафиолетовый?

**Задача №3.** Как называется та часть светового микроскопа, в которой находится набор объективов?

**Задача №4.** Клетки отличаются одна от другой разным составом белков. Какими методами можно выявить эти отличия?

**Задача №5.** При контрастировании микропрепарата гематоксилином и эозином обнаружены клетки, цитоплазма которых окрасилась гематоксилином. Каким термином следует обозначить такое тинкториальное свойство?

**Задача №6.** Известно, что живые клетки способны к перемещению. Каким методом можно зафиксировать это явление?

**Задача №7.** Гистологический препарат в своем составе имеет структуры костной ткани, которые окрашиваются цитоплазменными красителями. Каким термином следует обозначить их тинкториальные свойства?

**Задача №8.** Некоторые структуры цитоплазмы могут одновременно воспринимать как ядерные, так и цитоплазменные красители. Каким термином следует обозначить их тинкториальные свойства?

**Задача №9.** При окрашивании гистологического препарата красителем тиазинового ряда толуидиновым синим отдельные его структуры приобрели сиреневый цвет. Как называется явление изменения цвета красителя на ему не свойственный?

**Задача №10.** При окрашивании гематоксилин-эозином в препарате видны клетки. Цитоплазма одних базофильная, а других оксифильная. Какие вещества, содержащиеся в цитоплазме, обуславливают ее такие тинкториальные свойства?

**Задача №11.** Перед исследователем поставлена задача — выявить количественное содержание ДНК и РНК в клетках. Какие методы он должен для этого использовать? На основании каких признаков можно судить о содержании в структурах ДНК и РНК?

**Задача №12.** Перед исследователем поставлена задача: изучить митохондрии и лизосомы нервных клеток. Какими методами это можно сделать? По каким признакам можно отличить митохондрии и лизосомы?

## 2. Общая эмбриология

Теоретическая часть. Общая эмбриология (от греч. embryo – зародыш, logos – учение, наука) изучает ранние этапы развития зародыша от оплодотворения до рождения (для живородящих), до вылупления (для яйцеживородящих – птиц и др.). В ее задачу входит также изучение развития и созревания половых клеток, т.е. предзародышевый период или прогенез. В результате прогенеза половые клетки содержат гаплоидный набор хромосом, приобретают способность к оплодотворению и развитию нового организма.

**Эмбриогенез животных** – это первый этап онтогенеза, т.е. индивидуального развития особи. Чем выше на зоологической лестнице стоят животные, тем более сложно протекает у них эмбриогенез. Основные стадии эмбриогенеза:

I – оплодотворение и образование зиготы (одноклеточного зародыша);

II – дробление и образование бластулы (многоклеточного зародыша);

III – гастрюляция с образованием трех зародышевых листков (экто- энто- и мезодермы) и эмбриональной ткани (мезенхимы), а также осевых органов (хорды, нервной и кишечной трубок);

IV – органогенез, состоящий из морфогенеза и гистогенеза соматических (зародышевых) и внезародышевых органов – начиная с рыб желточный мешок, у амниот (рептилии, птицы, млекопитающие) плодные оболочки;

V - системогенез, т.е. формирование систем и аппаратов органов.

Прогенез. Половые клетки объединяют термином гаметы (от греч. games – супруг), мужская гамета называется сперматозоидом (спермием), женская – яйцеклеткой. Развитие гамет называется гаметогенезом. Парные органы, в которых происходит этот процесс, называются гонады: у самцов – это семенники или яички, у самок – яичники. Кроме того, в этих органах вырабатываются половые гормоны.

Исходным материалом для развития гамет являются первичные половые клетки – гоноциты (гонобласты, гометобласты), которые возникают в энтодерме желточного мешка (вне тела зародыша). У млекопитающих зародыш в это время состоит  $\approx$  из 1000 клеток, он имеет трехслойное строение, длиной 1,5 мм. У развивающегося цыпленка гоноциты возникают  $\approx$  через 12 часов от момента инкубации (насиживания). С желточного мешка путем амебоидного движения они мигрируют дорсально в тело зародыша, где происходит закладка гонад, не содержащих до этого момента собственно половых клеток. По другим авторам, с током крови гоноциты достигают зачатка гонад.

Отличия в развитии и строении мужских и женских половых клеток следующие: сперматозоиды развиваются в семенных извитых канальцах семенников, а яйцеклетки в двух органах – яичниках и яйцеводах; сперматогенез начинается при достижении самцом половой зрелости (пубертатный период), оогенез – в период внутриутробного развития самки, после рождения приостанавливается и опять возобновляется при достижении половой зрелости; сперматогенез продолжается около двух месяцев (бык – 62-63, хряк – 39-40, баран – 47-48, человек – 64-72 суток), а продолжительность оогенеза зависит от полового цикла (корова и свинья – 19-21, кобыла – 20-22, овца – 17, у немецкой овчарки – 149 суток, человек – 24-28 суток), т.е. от циклической деятельности системы: гипоталамус  $\rightarrow$  аденогипофиз  $\rightarrow$  яичники; в сперматогенезе различают 4-е последовательных стадии: размножение, рост, созревание и формирование, а в оогенезе 3-и – размножение, рост и созревание, так как яйцеклетка формируется на каждой стадии; при сперматогенезе из одной сперматогонии образуется 4-е спермия, при оогенезе из одной овогонии – одна яйцеклетка. Стадию созревания при гаметогенезе следует рассматривать как переход половых клеток из диплоидного в гаплоидный набор хромосом.

Как спермии, так и яйцеклетки имеют гаплоидный (половинный) набор хромосом, но спермии генетически разнородны, так как половина имеет X-, а половина – Y- хромосому. Яйцеклетки генетически однородны, т.к. имеют X -

хромосому. У птиц, наоборот, все спермии имеют Z –хромосому, а яйца – или Z- , или W- хромосому. Спермии имеют двигательный аппарат (хвост, жгутик, бич – 1), который обеспечивает им прямолинейное, вращательное движение в половых органах самки со скоростью  $\approx 2-5$  мм/мин – реотаксис. Яйцеклетка – пассивная клетка. Спермии имеют centrosому (клеточный центр), которую они вносят в яйцеклетку, необходимую для дробления зиготы. Яйцеклетка содержит в цитоплазме питательный материал (белок) в виде желточных зерен, которые накапливаются на стадии роста, поэтому обладает полярностью: вегетативный и анимальный (анималь – животное) полюса. В этой связи принята классификация яйцеклеток по двум признакам: по количеству желтка и по его расположению (lecithos – желток).

**По количеству желтка в цитоплазме различают яйцеклетки** олиголецитальные (oligos – мало, lecithos – желток) – ланцетник, млекопитающие; мезолецитальные (mesos - средний) – амфибии; полилецитальные (poly – много) – рыбы, рептилии, птицы, однопроходные.

**По распределению желтка в цитоплазме имеются следующие яйцеклетки:** изолецитальные (isos- равномерно) – ланцетник, млекопитающие; телолецитальные (telos – конец) – рыбы, амфибии, рептилии, птицы, однопроходные.

Спермии покрыты одной липопротеиновой оболочкой, а яйцеклетка – четырьмя: первичная, или плазмолемма, вторичная – производная фолликулярных клеток – это блестящая, или прозрачная с микроотверстиями. Третья – лучистый венец и четвертая – зернистый слой, образованы фолликулярными (эпител.) клетками (3-4 тыс.), выполняют трофическую и защитную функции. Отростки фолликулярных клеток проникают через прозрачную оболочку к цитолемме яйцеклетки. Таким образом, яйцеклетка образует фолликул (графов пузырек). В акросоме спермиев содержатся гидролитические ферменты (гиалуронидаза и др.), которые растворяют «цемент» склеивающий фолликулярные клетки зернистого слоя и лучистого венца. На поверхности акросомы находится рецептор – фермент гликозилтрансфераза, благодаря которому спермий «узнает» рецептор яйцеклетки – это сахар гликопротеин.

Сперматозоиды удлинённые клетки: бык – 51-63, хряк – 37-62, жеребец – 35-62, баран – 55-60, человек – 60-70 мкм. Яйцеклетки имеют шарообразную форму: у млекопитающих 60-180 мкм, у человека  $\approx 200$  мкм, у домашних птиц – 30-50 мм, у страуса – 105 мм, у акул – 220 мм.

Яйцеклетка обладает избирательной способностью: фолликулярные оболочки могут быть удалены спермиями другого вида, а непосредственное слияние ядер происходит только со спермиями своего вида. Исключение: лошак – гибрид жеребца и ослицы, мул – гибрид кобылы и осла. Гибриды бесплодны.

Спермии имеют положительный, а яйцеклетки отрицательный электропо-

тенциал. От вредных воздействий во время гаметогенеза спермии защищены гематотестикулярным барьером, а женская половая клетка – гематофолликулярным барьером.

**Выполните нижеуказанные задания, отражающие прогenez.**

**Задание 10. Изучить строение сперматозоида млекопитающего.**

*Функции спермиев:* расчищают подступы к яйцеклетке благодаря ферменту *гиалуронидазе*; вносят центросому, необходимую для дробления зиготы; передают потомству наследственные признаки отца.

На препарате представлены спермии морской свинки окрашенные железным гематоксилином.

При малом увеличении видны спермии, расположенные группами и одиночно. Выбрать участок с негустым расположением спермиев и изучить при большом увеличении. Рассмотреть и зарисовать, головку, шейку, тело и хвост спермия. Головка имеет овальную форму, ее интенсивно окрашенный передний участок напоминает луну в первой ее четверти. Остальной участок головки более светлый – это чехлик – остаток цитоплазмы. За головкой спермия находится шейка, которая переходит в тело, а последнее в хвост.

Зарисовать 2-3 спермия и сделать на рисунке следующие обозначения: 1- головка, 2- шейка, 3- тело, 4- хвост спермия.

**Задание 11. Зарисовать схему электронно-микроскопического строения спермия и усвоить значение его структур.**

Обозначения: 1- головка, 2- ядро, 3- цитоплазма, 4- акросома, 5- шейка, 6- тело, 7- центриоли клеточного центра, 8- осевая нить, 9- митохондрии, 10- главный отдел хвоста, 11- концевой отдел хвоста.

**Задание 12. Зарисовать схему сперматогенеза, изучить его стадии и названия клеток на каждой из них.**

Сперматогенез осуществляется в семенных извитых канальцах при достижении самцом половой зрелости и продолжается до глубокой старости. Он имеет четыре стадии. Из одной сперматогонии образуются четыре генетически разнообразных (X и Y хромосомы) спермия. Половые клетки имеют гаплоидный набор хромосом: КРС- 30, свинья- 20, лошадь- 33, собака- 39, человек- 23.

**Задание 13. Рассмотреть стадии сперматогенеза на поперечном разрезе семенных извитых канальцев.**

Препарат окрашен гематоксилин-эозином.

При малом увеличении видим, что полости извитых канальцев заполнены мужскими половыми клетками на разных стадиях развития.

При большом увеличении изучить ход сперматогенеза. Внутри от оболочки канальца находится слой сперматогоний. Последние характеризуются интенсивно окрашенными ядрами. Между сперматогониями располагаются клетки Сертоли, имеющие овальную, иногда клиновидную форму. В них хорошо заметно одно, реже два ядрышка.

Второй слой состоит из сперматоцитов первого порядка (самые крупные клетки). Они имеют крупное рыхлое ядро, в котором хорошо заметны хромосомы. Сперматоциты второго порядка отыскать довольно трудно, так как они довольно быстро превращаются в сперматиды, которые составляют внутренний слой в извитых канальцах и располагаются в несколько рядов. Это самые мелкие округлые клетки со светлым ядром. В некоторых канальцах встречаются сперматиды с вытянутыми ядрами, окрашенными в темно-фиолетовый цвет. Имеются канальцы, в которых содержатся сформированные сперматозоиды, хвосты которых направлены в просвет.

Между канальцами находятся сосуды, нервы и интерстициальные эндокринные клетки Лейдига, вырабатывающие гормоны.

Обозначения: 1 - стенка семенного извитого канальца, 2 - сперматогонии, 3 - сперматоциты I порядка, 4 - сперматиды, 5 - сперматозоиды, 6 - клетки Сертоли (поддерживающие), 7 - рыхлая соединительная ткань, 8 - эндокринные клетки Лейдига, 9 - кровеносные сосуды.

#### **Задание 14. Зарисовать схему строения яйцеклетки и изучить значение ее структур.**

Значение яйцеклетки: передает будущему организму материнские гены; обеспечивает питание (гистотрофное) зародыша на ранней стадии развития за счет желтка, содержащегося в цитоплазме. Желток состоит из белков, углеводов и жиров.

Обозначения: 1 - ядро, 2- цитоплазма, 3 - цитолемма первичная оболочка, 4 - прозрачная оболочка, 5 - лучистый венец, 6 - зернистый слой, 7 - желточные зерна.

#### **Задание 15. Зарисовать схему овогенеза и изучить отдельные стадии этого процесса.**

Овогенез (оогенез) – процесс развития женской половой клетки (яйцеклетки) протекает в три стадии, т.к. она формируется на каждой из них. Из одной овогонии образуется одна яйцеклетка. Он протекает в двух органах: яичниках (стадии размножения и роста) и в яйцеводах (стадия созревания). В утробный период развития самки гоноциты делятся митозом, давая овогонии, которые в этот же период превращаются в овоциты 1-го порядка. Последние покрываются одним слоем плоских эпителиальных клеток, образуя примордиальные фолли-

кулы. Их количество у новорожденной телочки составляет – 75 тыс., девочки- 300-400 тыс., у собаки- 700 тыс., при наступлении половой зрелости- 250 тыс., в возрасте 5 лет – 33 тыс., 10 лет – 500 тыс. Большая часть фолликулов с овоцитами 1-го порядка погибают, заменяясь соединительной тканью – атретические фолликулы. С наступлением половой зрелости происходит дальнейший рост овоцитов 1-го порядка и фолликулов. Продолжительность этого процесса зависит от продолжительности полового цикла.

**Задание 16. Изучить последовательность развития зрелого (граафова) фолликула на срезе яичника: примордиальный- первичный – вторичный – третичный – зрелый.**

Препарат окрашен гематоксилин-эозином.

При малом увеличении видно корковое и мозговое вещество яичника. В корковом веществе находятся фолликулы на стадии роста, в мозговом – содержатся кровеносные сосуды и нервы. Снаружи яичник покрыт поверхностным эпителием, под ним в соединительной ткани располагаются фолликулы с овоцитами первого порядка. Примордиальные фолликулы лежат вблизи слоя эпителия. В этих фолликулах овоциты первого порядка окружены одним слоем низких фолликулярных клеток.

Находим *первичные* фолликулы, у которых овоциты 1-го порядка окружены одним слоем высоких фолликулярных клеток. Встречаются *вторичные* фолликулы, у которых вокруг овоцита первого порядка находится несколько слоев фолликулярных клеток. В *третичных* фолликулах среди фолликулярных клеток имеется одна, или несколько небольших щелей с белковой жидкостью. Затем этот фолликул превращается в зрелый (пузырчатый, или граафов) фолликул (пузырек). Он имеет стенку, полость и яйценосный бугорок, где находится овоцит первого порядка. Вокруг половой клетки видна плазмолемма, блестящая оболочка, лучистый венец и снаружи зернистый слой. Этот фолликул под воздействием нейроэндокринной системы овулирует и овоциты 1-го порядка поступают в перитонеальную полость и далее в яйцевод. В последнем овоцит 1-го порядка превращается в овоцит 2-го порядка а последний в зрелую яйцеклетку. Диаметр зрелого фолликула: корова- 2, свинья- 0,8-1,1, кобыла- 4-8, собака- 0,6-0,8 см.

Рассмотреть и зарисовать вышеназванные виды фолликулов.

Обозначения: 1- примордиальный фолликул, 2- первичный фолликул, 3- вторичный фолликул, 4- третичный фолликул с небольшой щелью, 5- графов (зрелый) пузырек, 6- его полость, 7- яйценосный бугорок, 8- овоцит первого порядка, 9- блестящая оболочка, 10- лучистый венец, 11- фолликулярные клетки, 12- тека, т.е. соединительнотканная оболочка, 13- поверхностный эпителий, 14- атретический фолликул.

## 2.1. Общие закономерности эмбриогенеза хордовых

Теоретическая часть. Первая стадия эмбриогенеза - оплодотворение и образование зиготы. Оплодотворение у животных – это сложный морфофизиологический процесс соединения двух гаплоидных половых клеток (мужской и женской), приводящий к образованию диплоидной зиготы, т.е. одноклеточного зародыша. Оплодотворению предшествует осеменение – введение спермы в половые органы самки. Различают естественное и искусственное осеменение.

Оплодотворение протекает в четыре стадии: 1) сближение половых клеток, благодаря химическим веществам - гормонам, которые они выделяют; 2) ферментативное уничтожение двух фолликулярных оболочек, даже спермиями другого вида, и проникновение 10-20 спермиев своего вида в прозрачную (блестящую) оболочку; 3) проникновение в цитоплазму яйцеклетки единственного спермия, а остальные ему способствуют и превращение прозрачной оболочки в оболочку оплодотворения в течение  $\approx 15$  минут; 4) слияние ядер (пронуклеусов) половых клеток, которое продолжается у млекопитающих  $\approx 12$  часов, с образованием синкариона зиготы (*zygote* – спаренная) и начало дробления. У всех хордовых с ядром яйцеклетки сливается ядро одного спермия.

Дробление – бластогенез, митотическое деление зиготы с образованием клеток – бластомеров, формирующих многоклеточный зародыш. Зигота в течение нескольких суток остается окруженной блестящей оболочкой, поэтому дочерние клетки с увеличением их количества уменьшаются в размерах и тесно прилегают друг к другу.

Количество желтка и характер его распределения в яйцеклетке обуславливают тип дробления. Желток тормозит дробление. В ряду хордовых выделяют два типа дробления зиготы: полное, или голобластическое (*holos* – весь, *blastos* – зачаток), и частичное, или меробластическое (*meros* – часть). При полном дроблении делится вся зигота, при частичном – анимальный (*animal* – животное) полюс зиготы, не содержащий желток.

Полное дробление имеется двух способов: полное равномерное (ланцетник, морской еж), при котором образуются равновеликие бластомеры, их количество увеличивается по правилу геометрической прогрессии до 128 у ланцетника и они все участвуют в формировании тела зародыша; полное неравномерное (амфибии, высшие млекопитающие), при котором бластомеры имеют разную величину, одни из них образуют тело зародыша и внезародышевые органы, а другие выполняют трофическую функцию. Считают, что у коровы из зиготы образуется  $10^{12}$  бластомеров.

Частичное дробление характерно для рыб, рептилий, птиц и яйцекладущих млекопитающих. Дробится только анимальный полюс, где располагается ядро и отсутствует желток.

Таким образом, зигота превращается в многоклеточный зародыш – бластулу.



В зависимости от типа дробления образуются следующие типы бластул: у ланцетника - целобластула с полостью (бластоцель), у амфибий – амфибластула с полостью; у рыб, рептилий, птиц и однопроходных - дискобластула, бластоцель в виде щели; у сумчатых и высших млекопитающих – морула (стерробластула) (комочек клеток без полости), которая быстро превращается в бластоцисту, или бластодермический пузырек с полостью, заполненной белковой жидкостью.

Бластула без остановки переходит в следующую стадию эмбриогенеза – гастрюляцию (греч. *gaster* – желудок), так как у низших хордовых зародыши имеют мешкообразную форму, схожую с желудком. Исключение составляют птицы, а из млекопитающих пушные звери (соболь, норка, горностай и др.), косули.

Гастрюляция сопровождается размножением, ростом, перемещением, дифференцировкой и специализацией клеток, в результате чего образуются зародышевые листки (пласты, или слои тела зародыша), осевые, соматические и внезародышевые органы.

Различают четыре способа гастрюляции: инвагинация - впячивание (у ланцетника); эпиболия - обрастание (у рыб и амфибий); деламинация - расслоение (у птиц, млекопитающих); иммиграция- выселение (у птиц, млекопитающих).

Зародышевые листки располагаются строго закономерно: эктодерма – наружный, энтодерма – внутренний и мезодерма – промежуточный (средний) листки. Экто- и энтодерма образуются в результате деламинации, а мезодерма - иммиграции клеток. Путем миграции клеток мезодермы образуется мезенхима – эмбриональная соединительная ткань, заполняющая пространства между зародышевыми листками и осевыми органами.

Вначале закладываются осевые органы: нервная трубка, хорда и кишечная трубка, а также из зародышевых листков и мезенхимы происходит развитие всех тканей и органов эмбриона.

Все три зародышевых листка состоят из зародышевых и внезародышевых частей. Последние части дадут внезародышевые органы, которые функционируют только в период эмбрионального (внутриутробного) развития. К ним относятся желточный мешок (впервые появляется у рыб), амнион, аллантоис, серозная оболочка (у птиц), хорион, плацента (у высших млекопитающих).

При эмбриогенезе в результате прогиба зародышевых листков возникают две складки: туловищная, под зародышем, она отделяет тело зародыша от внезародышевого материала и ведет к образованию желточного мешка; вторая складка - амниотическая у амниот (рептилии, птицы, млекопитающие), она дает две плодные оболочки: амниотическую (водную), серозную у птиц, хорион у млекопитающих.

Аллантоис – мочевой мешок, является выростом вентральной стенки заднего отдела кишечной трубки.

На стадии гаструляции начинается формирование тканей, органов и их систем (эмбриональный гистогенез) и продолжается после рождения плода (пост-эмбриональный гистогенез).

**Выполните нижепоименованные задания.**

**Задание 17. Изучить процесс полного неравномерного дробления зиготы лягушки.**

Эмбриогенез зародыша начинается с дробления зиготы, то есть митотического деления 6-7 раз без роста дробящихся клеток – бластомеров, которые тесно связаны друг с другом. В зависимости от количества желтка в яйцеклетке имеются два типа дробления: полное (голобластическое) – у высших млекопитающих, и частичное (меробластическое) – у птиц. Каждый класс хордовых имеет свой тип бластулы.

Рассмотреть и зарисовать препарат при малом увеличении.

Видны бластомеры меньшего и большего размеров. бластомеры меньшего размера (микроммеры) находятся на анимальном полюсе клетки, бластомеры большего размера (макромеры)- на ее вегетативном полюсе. Между бластомерами находится полость дробления.

Обозначения: 1 - микроммеры, 2 - макромеры, 3 - полость дробления.

**Задание 18. Зарисовать неравномерную целобластулу (амфибластулу) лягушки.**

Рассмотреть и зарисовать при малом увеличении.

Клетки микроммеры образуют тонкую крышу целобластулы, а ее более толстое дно формируют макромеры. Между крышей и дном целобластулы находится бластоцель – полость заполненная жидкостью.

Обозначения: 1 - целобластула, 2 - крыша, 3 - дно, 4 - бластоцель.

**Задание 19. Рассмотреть на препарате полное равномерное дробление зиготы, морулу, бластулу и инвагинационную гаструлу у морского ежа.**

При малом увеличении можно найти неоплодотворенное яйцо. Затем находим зародыш на стадии двух, четырех и восьми бластомеров и стадию морулы.

Стенка бластулы образована одним слоем клеток. внутри бластулы находится полость – бластоцель. Следует найти вдавление стенки бластулы в бластоцель – инвагинацию, вследствие чего образуется двухслойный зародыш – гаструла.

Обозначения: 1 - двух-, 2 - четырех-, 3 - восьмибластомерные зародыши, 4 - морула, 5 - бластула, 6 - бластоцель, 7 - гаструла.

**Задание 20. Изучить процесс гастрюляции. Зарисовать гастрюлу лягушки.**

Бластула переходит в новый третий период эмбрионального развития животных – *гастрюляцию*. В результате ее образуется *три зародышевых листка и три осевых органа*, которые дадут ткани и органы организма. Имеются четыре типа гастрюляции: инвагинация, иммиграция, эпиболия и деляминация. В чистом виде отдельный тип встречается редко, чаще наблюдается смешанная гастрюляция. Так, у птиц - деляминация, иммиграция и эпиболия, у млекопитающих - деляминация и иммиграция.

При малом увеличении видим вегетативный полюс (дно бывшей бластулы) с трофическими клетками, окрашенными в желтый цвет. В клетках содержатся желточные зерна - питательный материал – белок по химической природе. Сверху располагаются зародышевые листки: *эктодерма* и *энтодерма*. Клетки эктодермы (снаружи) черного цвета. Под эктодермой располагаются клетки энтодермы. Между трофическими клетками и зародышевыми листками находится полость - *гастроцель*.

Поскольку у лягушки гастрюляция осуществляется способом эпиболии, то на препарате отчетливо видно, как зародышевые листки обрастают (наплывают) трофические - клетки.

Обозначения: 1- зародышевые листки, 2- эктодерма, 3- энтодерма, 4- трофические клетки, 5- гастроцель.

**Задание 21. Изучить процесс формирования желточного мешка на примере зародыша форели.**

Одновременно с процессом гастрюляции появляется туловищная складка под зародышем в результате прогиба во внутрь всех трех зародышевых листков. Ее значение: отделяет зародыш от внезародышевого материала, ведет к образованию желточного мешка, который хорошо развит у животных с полилецитальными яйцеклетками (рыбы, рептилии, птицы). У млекопитающих он появляется, лучше развит у лошади и кролика. Значение желточного мешка: образование первичных половых клеток – гоноцитов (гонобластов), кроветворение, питание и дыхание зародыша. Желточный мешок соединяется с кишкой при помощи протока, который находится в пупочном стебельке.

Препарат представляет собой поперечный разрез зародыша форели, окрашенный гематоксилин-пирофуксином. Под зародышем находится масса желтка, окрашенного в лимонный цвет. Желточный мешок рыб замкнут. У них, в отличие от птиц и млекопитающих, его стенка состоит из всех трех зародышевых листков: наружного – эктодермы, внутреннего – энтодермы и среднего – мезодермы.

Обозначения: 1 - зародыш форели, 2 - желток, 3 - стенка желточного мешка.

## 2.2. Эмбриогенез птиц

Теоретическая часть. Спермии у птиц значительно меньших размеров, чем у млекопитающих. В половых органах самки они переживают до 30 суток, поэтому в течение этого времени несущки откладывают оплодотворенные яйца. Яйцеклетки птиц полителолецитального типа. Овуляция овоцита 1-го порядка примерно через 30 минут после снесения яйца. Яйцеклетка способна к оплодотворению в течение 20-30 минут после овуляции. Оплодотворение внутреннее, в воронке яйцевода, развитие наружное (инкубация, или насиживание). Оболочка оплодотворения образуется медленно, поэтому характерна полиспермия, т.е. в яйцеклетку проникает 5-28 даже больше спермиев. Но пронуклеус только одного спермия сливается с пронуклеусом яйцеклетки. Остальные спермии превращаются в клетки-мероциты, которые разжижают желток для всасывания зародышем и они сами используются как питательный материал. Дробление частичное, дискоидальное с образованием дискобластулы. Дробление и начало гастрюляции в яйцеводе с одновременным формированием яйца. Гастрюла образуется путем деления, иммиграции и даже эпигонии. Одновременно с процессами гастрюляции образуется две складки: *туловищная и амниотическая*. Последняя дает две плодные оболочки: амнион и серозную с ворсинками, погруженными в белок до скорлупы.

Продолжительность эмбриогенеза: куры- 21, гуси и индюки- 30, утки- 28, перепела- 17, страусы- 40-41, фазаны- 24-25, глухарь- 26 суток.

**Выполните нижеприведенные задания.**

**Задание 22. Сперматозоиды петуха. Рассмотреть препарат при малом и большом увеличении микроскопа и зарисовать 2-3 сперматозоида.**

У петухов сперматогенез длится 14-15 суток. Днем он ослаблен, лучше протекает ночью и утром.

Обозначения: 1 - головка, 2 - шейка, 3 - тело, 4 - хвост.

**Задание 23. Изучить строение и зарисовать яйцо и яйцеклетку курицы.**

Яйцеклетка птиц находится в яйце. Ядро амёбовидным движением перемещается к периферии половой клетки, располагаясь на анимальном полюсе. Путь, по которому двигалось ядро, называется *латебра*. Появляются белый и светлый слои желтка, что связано с его химическим составом. Овулирует овоцит первого порядка, в воронке яйцевода образуется, овоцит 2-го порядка, из него яйцеклетка, которая, продвигаясь по составным частям яйцевода, покрывается третичными оболочками: белковой, подскорлуповой пленкой и скорлуповой – формируется яйцо.

Обозначения: полителлолецитальная яйцеклетка и ее части: 1 - ядро, 2 - желток в цитоплазме, 3 - латэбра, 4 - анимальный, 5 - вегетативный полюсы. Третичные оболочки яйца: 6 - белковая, 7 - подскорлуповая, 8 - скорлуповая, 9 - воздушная камера, 10 - градинки (холазы).

#### **Задание 24. Изучить зародышевые листки.**

При малом увеличении микроскопа найти первичный желобок – это прогиб эктодермы. В этом месте три зародышевых листка сливаются вместе. По сторонам от их соединения (слева и справа) видны эктодерма, энтодерма и между ними *мезодерма*.

Обозначения: 1 - первичный желобок, 2 - эктодерма, 3 - энтодерма, 4 - мезодерма.

#### **Задание 25. Изучить зародышевый диск курицы на стадии первичной полоски.**

Оплодотворение у птиц внутреннее, т.к. происходит в воронке яйцевода. Дробление и первая стадия гаструляции с образованием эктодермы и энтодермы происходит при перемещении зиготы по яйцеводу и одновременном образовании яйца. В результате дробления образуется *дискобластула*, которая превращается в зародышевый щиток, по средней линии последнего образуется первичная полоска – утолщение.

Препарат представляет собой срезанный с поверхности желтка зародышевый щиток, окрашенный гематоксилином. Он рассматривается сверху. Невооруженным глазом видно, что зародышевый щиток имеет овальную форму. При малом увеличении по его длинной оси виден светлый тяж - первичная полоска. Передний конец последней расширен – это головной, или первичный узелок. По обеим сторонам от первичной полоски имеется скопление клеток – это первичная бороздка (зачаток мезодермы). Слева и справа от мезодермы находится светлое поле – участок, где образуется эктодерма и энтодерма. Снаружи от этого поля находится скопление клеток (темное поле), переходящих в желток. Темное поле дает внезародышевые образования.

Обозначения: 1- первичная полоска, 2- головной узелок, 3- первичная бороздка, 4- мезодерма, 5- светлое поле, 6- темное поле, 7- желток.

#### **Задание 26. Изучить и зарисовать зародышевый диск курицы на стадии закладки сомитов и центральной нервной системы.**

На тотальном препарате виден формирующийся зародыш с дорсальной поверхности. Зародыш расположен по оси диска. Нервная трубка темно-фиолетового цвета разделилась на ряд мозговых пузырей. Передний мозговой

пузырь имеет два (слева и справа) боковых выпячивания, которые являются зачатком конечного и промежуточного мозга. Далее следует конечный мозговой пузырь – это зачаток среднего мозга. задний пузырь имеет две части: передняя – зачаток мозжечка, задняя – зачаток продолговатого мозга. Далее мозговая трубка образует спинной мозг. По бокам спинного мозга выделяется 12 пар сомитов (сома – тело). На заднем конце нервная трубка переходит в остаток первичной полоски. Вокруг зародыша светлое поле превратилось в сосудистое поле с кровяными островками, которые, являются зачатками сосудов.

Обозначения: 1 - передний мозговой пузырь, 2 - средний мозговой пузырь, 3 - зачаток мозжечка, 4 - зачаток продолговатого мозга, 5 - спинной мозг, 6 - сомиты, 7 - остаток первичной полоски, 8 - сосудистое поле, 9 - кровяные островки.

### **Задание 27. Изучить строение зародыша курицы: сомиты, хорда и нервная трубка.**

Препарат представляет собой поперечный срез зародыша курицы на стадии дифференцировки мезодермы окрашенный гематоксилином.

При малом увеличении микроскопа препарат следует расположить так, чтобы нервная трубка была направлена вверх. Под нервной трубкой располагается хорда, под хордой энтодерма. Над нервной трубкой лежит эктодерма. По сторонам от нервной трубки и хорды, между эктодермой и энтодермой находится мезодерма. Она отчетливо подразделена на три части: сомит, сегментную ножку, спланхнотом. Сомит находится ближе к нервной трубке, он переходит в суженый участок – сегментную ножку – нефротом, переходящую в спланхнотом. Последний состоит из двух листков: наружного (париетального) и внутреннего (висцерального). Между этими листками находится полость.

Обозначения: 1 - эктодерма, 2 - энтодерма, 3 - мезодерма, 4 - нервная трубка, 5 - хорда, 6 - сомит, 7 - сегментная ножка, 8 - париетальный и висцеральный листки спланхнотомы.

### **Задание 28. Изучить процесс формирования туловищной и амниотической складок и их значение.**

В дополнение к туловищной складке, впервые появившейся у зародышей рыб, у эмбрионов наземных животных (рептилий, птиц, млекопитающих) в связи с выходом на сушу имеется амниотическая складка. Она парная состоит из эктодермы и париетального листка мезодермы, находится над зародышем, образуя две плодные (зародышевые) оболочки: амнион и серозную оболочку. Выrost вентральной стенки клоаки формирует третью плодную оболочку – аллантоис. Серозная оболочка и аллантоис срастаются, образуя серозоаллантоис.

Препарат представляет собой более позднюю стадию развития зародыша курицы по сравнению с вышеизученным в задании 27.

При малом увеличении микроскопа видна нервная трубка и полость в ней – невроцель. Под нервной трубкой находится хорда, под ней – парные аорты с первичными эритроцитами. Произошла дифференцировка клеток сомитов мезодермы на склеротом, располагающийся вокруг нервной трубки и хорды, под эктодермой находится дерматом, между ним и склеротомом – миотом. Снаружи от аорт находится проток первичной почки и ее канальцы.

Энтодерма представляет собой тонкий листок. Посредине зародыша она образует кишечный желобок – зачаток кишечной трубки.

По обеим сторонам зародыша находится туловищная складка, отделяющая зародыш от внезародышевого материала. Вверх от этой складки поднимается амниотическая складка, ведущая к появлению серозной и амниотической оболочек.

Обозначения: 1 - нервная трубка, 2 - хорда, 3 - эктодерма, 4 - энтодерма, 5 - кишечный желобок, 6 - сомиты мезодермы и ее слои: 7 - дерматом, 8 - склеротом, 9 - миотом, 10 - аорта, 11 - проток первичной почки, 12 - туловищная складка, 13 - амниотическая складка.

### 2.3. Эмбриогенез млекопитающих

Теоретическая часть. У высших плацентарных млекопитающих, наряду с общей закономерностью развития животных в эмбриогенезе, имеются существенные различия.

При естественном осеменении у рогатого скота спермии вводятся во влагалище, у кобылы, свиньи и собаки – в канал шейки матки. При одном половом акте вводится следующее количество спермиев: бык- 4-10 млрд., хряк- 20-80 млрд., жеребец- 6-15 млрд., кобель- 5-10 млрд., баран- 2-10 млрд., козел- 4-20 млрд., человек- 300-500 млн. Доходит до яйцеводов меньше 1% спермиев, так как основная их масса гибнет в пути: внедряются в слизистую оболочку половых путей, фагоцитируются лейкоцитами, склеиваются фертилизинами, выделяемыми яйцеклеткой. В слизи половых путей самки спермии движутся благодаря реотаксису, а также присасывающему действию мышц матки яйцеводов, со скоростью 2-5 мм/мин.

Яйцеклетка относится к олигоизолецитальному типу. Оплодотворение внутреннее, в верхней трети яйцевода (у свиней может в рогах матки), характерна моноспермия. Развитие внутреннее - в матке. В яйцеводе происходит дробление зиготы. Оно полное, неравномерное (асинхронное), т.к. образуется нечетное число бластомеров. У коровы из зиготы образуется  $10^{12}$  бластомеров.

Бластула называется морула – это плотный комочек клеток. Снаружи морулы – мелкие светлые бластомеры они образуют трофобласт; внутри темные крупные бластомеры – это эмбриобласт, или зародышевый узелок, из него развивается зародыш и внезародышевые органы. Из морулы образуется новая форма зародыша - бластодермический пузырек, или бластоциста, имеющая полость, заполненную жидкостью. Бластоциста имплантируется в гормонально подготовленную слизистую оболочку матки. Гастрюляция происходит путем деления и иммиграции. Зародыш вначале питается небольшим количеством желтка, содержащегося в яйцеклетке. После имплантации в матку и появления ворсинок на трофобласте питание идет за счет секрета эндометрия (маточного молочка). Затем образуются плодные оболочки и плацента, устанавливается гемотрофное питание. Следовательно, у высших млекопитающих в процессе беременности возникает система: мать – плацента – плод. Она включает в себя две подсистемы – организм матери и организм плода, а плацента является связующим звеном между ними. Имеются четыре анатомических и четыре гистологических типа плацент, но не при одном из них кровь матери и плода не смешивается, а транспорт веществ между ними происходит путем диффузии и осмоса через оболочку клеток. У млекопитающих очень рано формируются внезародышевые органы и оболочки: трофобласт, желточный мешок, амнион, хорион, аллантоис, пуповина.

В онтогенезе животных выделяют следующие критические периоды: 1. Гаметогенез. 2. Оплодотворение. 3. Имплантация. 4. Развитие осевых органов. 5. Плацентация. 6. Стадия усиленного роста головного мозга. 7. Формирование функциональных систем организма и дифференцировка полового аппарата. 8. Рождение. 9. Период новорожденности. 10. Половое созревание.

Продолжительность эмбриогенеза: корова - 1-34, свинья - 1-22, лошадь - 1-55, человек - 1-21 сутки.

**Выполните нижеприведенные задания.**

**Задание 29. Изучить и зарисовать процесс возникновения гоноцитов (гонобластов), т.е. первичных половых клеток в энтодерме желточного мешка (Методическое пособие «Эмбриология животных и птиц», с.2 ).**

Обозначения: 1 - гоноцит, 2 - клетки энтодермы желточного мешка.

**Задание 30. Изучить и зарисовать процесс дробления, образование морулы и бластоцисты (Методическое пособие «Эмбриология животных и птиц», с.10).**

Обозначения: 1 - стадия двух-, 2 - стадия четырех бластомеров, 3 - морула, 4-5 - образование трофобласта, 6 - бластоциста, 7 - трофобласт, 8 - эмбриобласт, 9 - эктодерма, 10 - энтодерма, 11 - полость.



**Задание 31. Изучить и зарисовать процесс имплантации (внедрения) бластоцисты в слизистую оболочку матки (Методическое пособие «Эмбриология животных и птиц», с.13).**

Обозначения: 1 - эмбриобласт, 2 - трофобласт, погружающийся в слизистую оболочку матки, 3 - эпителий матки, 4 - основа слизистой матки, 5 - маточные железы.

**Задание 32. Изучить процесс образования и значение желточного мешка, плодных оболочек и плаценты (анатомические и гистологические типы) (Методическое пособие «Эмбриология животных и птиц», с.14, 15).**

Обозначения: Анатомические типы плацент: 1 - рассеянная, 2 - котиледонная, 3 - поясковидная, 4 - дискоидальная.

Гистологические типы плацент: 5 - эпителиохориальная, 6 - десмохориальная, 7 - эндотелиохориальная, 8 - гемохориальная, 9 - ворсинка, 10 - эпителий матки, 11 - соединительная ткань матки, 12 - стенка сосуда, 13 - просвет сосуда, 14 - эндотелий сосуда.

**Вопросы для самопроверки знаний по разделу: «Общая эмбриология».**

1. Понятие «эмбриология» и ее задачи. Общая и частная эмбриология.
2. Охарактеризуйте пять стадий эмбриогенеза.
3. Сперматогенез, его стадии и продолжительность.
4. Микроскопическое, электронномикроскопическое строение и значение сперматозоида.
5. Оогенез, его стадии и продолжительность.
6. Микроскопическое строение и значение яйцеклетки.
7. Классификация яйцеклеток по количеству желтка и по его локализации.
8. Проведите сравнительный анализ спермато- и оогенеза.
9. Оплодотворение и его этапы. Моноспермия и полиспермия.
10. Бластогенез и его способы. Типы бластул.
11. Способы гастрюляции. Зародышевые листки и осевые органы.
12. Онтогенез, его периоды и их значение.
13. Временные зародышевые органы и их значение. Туловищная и амниотическая складки.
14. Желточный мешок, его образование и значение.
15. Состав и значение пуповины у млекопитающих.
16. Основные отличия половых клеток от соматических.
17. Эмбриогенез птиц: строение яйца и яйцеклетки, оплодотворение, дробление, гастрюляция. Продолжительность эмбриогенеза.
18. Эмбриогенез млекопитающих: оплодотворение, дробление, гастрюляция. Морула, бластоциста, имплантация, плацентация.

19. Образование плаценты, ее анатомические и гистологические типы и значение.

### **Ситуационные задачи для самостоятельной проработки**

**Задача №1.** Дробление яйцеклетки после оплодотворения полное неравномерно. Каким животным это свойственно?

**Задача №2.** На электронограмме представлены мужские и женские половые клетки. Как по составу органелл можно отличить яйцеклетку от сперматозоида?

**Задача №3.** Половая клетка окружена двумя оболочками: блестящей и лучистым венцом. Назовите эту клетку. Какие клетки принимают участие в образовании этих оболочек?

**Задача №4.** На электронных микрофотографиях представлены поперечные срезы сперматозоидов. На одном хорошо прослеживаются осевые нити, окруженные митохондриями, на другом видна только центриоль. Назовите, какие отделы клетки представлены на фотографиях.

**Задача №5.** На рисунке изображены яйцеклетки ланцетника, лягушки, курицы и лошади. К какому типу яйцевых клеток по количеству и распределению желтка принадлежит каждая из них?

**Задача №6.** Желтка в яйцеклетке много, и концентрируется он преимущественно на вегетативном полюсе. К какому типу относится такая яйцеклетка и для какого класса животного мира она характерна?

**Задача №7.** Яйцеклетка содержит мало желтка, и распределен он равномерно. Определите тип яйцеклетки, характер дробления, вид бластулы будущего зародыша. Каким представителям животного мира свойственны такие яйцеклетки?

**Задача №8.** Яйцеклетка содержит умеренное количество желтка, и распределен он неравномерно. Определите тип яйцеклетки. Каким представителям животного мира свойственны такие яйцеклетки?

**Задача №9.** У зародыша дробление отмечено только на анимальном полюсе. Как называется такой вид дробления и тип яйцеклетки?

**Задача №10.** Желтка в яйцеклетке много, концентрируется на вегетативном полюсе. Как называется такая яйцеклетка и для какого класса животного мира она характерна?

**Задача №11.** На препарате бластула с многослойной бластодермой. Бластоцель располагается эксцентрично. Определить тип яйцеклетки, характер дробления и какому классу животных это свойственно?

**Задача №12.** В результате дробления зародыша возникла целобластула. Определить тип яйцеклетки и вид бластулы.

**Задача №13.** Дробление зиготы происходит полностью, но неравномерно. Определите тип яйцеклетки и вид бластулы.

**Задача №14.** Дробление зиготы дискоидальное. Определите тип яйцеклетки и для каких классов животных характерно такое дробление.

**Задача №15.** Известно, что сперматозоиды направленно движутся в сторону яйцеклетки. Как называется это направленное движение? Чем оно обусловлено у млекопитающих животных?

**Задача №16.** Проникновение одного сперматозоида в яйцеклетку млекопитающего предотвращает возможность проникновения других спермиев. Как называется это явление? Что препятствует проникновению в яйцеклетку более одного сперматозоида?

**Задача №17.** У зародышей развиты: желточный мешок, амнион, серозная оболочка и аллантоис. К какому классу животных следует отнести этих зародышей?

**Задача №18.** У зародыша, кроме других провизорных органов, развивается трофобласт. К какому классу животных относится этот зародыш?

**Задача №19.** На рисунке изображена диффузная плацента. По каким морфологическим особенностям это можно определить? Как называется данный тип плаценты по характеру взаимодействия тканей плода и матери?

**Задача №20.** На рисунке изображена множественная плацента. По каким морфологическим особенностям это можно определить? Как называется данный тип плаценты по характеру взаимодействия тканей плода и матери?

**Задача №21.** На рисунке изображена дискоидальная плацента. По каким морфологическим особенностям это можно определить? Как называется данный тип плаценты по характеру взаимодействия тканей плода и матери?

### 3. Общая гистология – учение о тканях

Теоретическая часть. *Общая гистология* изучает общие закономерности строения, развития и жизнедеятельности четырех типов тканей.

*Ткань* – это исторически сложившаяся система клеточных и неклеточных структур, находящихся в строго определенных взаимоотношениях и характеризующихся общностью происхождения, сходными морфологическими, биохимическими и физиологическими свойствами. В организме имеется четыре типа тканей: *эпителиальные*, внутренней среды, или *опорно-трофические*; *мышечные* и *нервная*.

Термин «ткань» впервые ввел в науку английский биолог Н. Грю в 1671 г., а термин «гистология» - немецкий исследователь К. Майер (1819).

Подразделение тканей на четыре типа впервые предложено немецкими

учеными Ф. Лейдигом и Р. Кёлликером (1857 г.), исходя из их морфо-функциональной организации.

В учение о тканях внесли вклад отечественные ученые. И.И. Мечников изучал эволюцию тканей, открыл фагоцитоз. Н.Г. Хлопин (1943) предложил классифицировать ткани с учетом их генетического фактора. А.А. Заварзин (1945) – с учетом их филогенетического развития. А.И. Бабухин (1827-1891) ввел понятие гистофизиология, так как надо знать функцию клеток и других структур, входящих в состав тканей и органов.

При изучении тканей следует учитывать четыре основных фактора: 1. Генез – происхождение тканей в фило-эмбриогенезе. 2. Строение. 3. Функцию. 4. Топографию.

Эмбриональный гистогенез тканей включает в себя следующие процессы: дивергенцию, дифференцировку (биохимическую и морфологическую) и специализацию, пролиферацию, интеграцию, адаптацию, регенерацию.

### 3.1. Эпителиальные ткани

Теоретическая часть. Несмотря на разнообразие эпителиев, развивающихся из экто-, энто- и мезодермы; имеющих различное строение, топографию и функции (покровные выстилающие, железистые) для них характерны следующие общие морфологические признаки: 1. Построены из прочно соединенных между собой клеток *эпителиоцитов*, образующих пласты или слои. Между клетками имеются межклеточные пространства, заполненные тканевой жидкостью; 2. Пограничное положение, и поэтому, как правило, контакт с внешней средой.; 3. Под эпителием всегда располагается рыхлая соединительная ткань, а между ними бесструктурная перепонка – *базальная мембрана*, толщиной  $\approx 1$  мкм; 4. Отсутствие среди эпителиального пласта кровеносных и лимфатических сосудов; 5. Наличие среди эпителиоцитов рецепторов, образующих в некоторых органах рефлексогенные зоны (рецепторные поля); 6. Наличие в эпителиях ряда органов апикального и базального полюсов, на первом имеются либо микроворсинки (тонкий кишечник, почки), либо волоски-антенны в сенсоэпителиоцитах (рецепторных клетках) вкусовых сосочков языка, внутреннем ухе анализатора слуха и равновесия; 7. Хорошо выраженная как физиологическая, так и патологическая регенерация. 8. Эпителиоциты образуют перенхиму желез внешней и внутренней секреции, вырабатывая либо секреты, либо гормоны (инкреты).

На примере строения эпителиев в различных органах видна связь формы и функции клеток. Так, в нефроне имеется эпителий пяти видов: однослойный плоский с каемкой и без нее, кубический с каемкой и без нее и призматический.

## **Выполните следующие задания.**

### **Задание 33. Изучить мезотелий сальника.**

Препарат обработан азотнокислым серебром.

Сальник представляет собой пленку, основу которой составляет соединительная ткань, покрытая с обеих сторон мезотелием.

При малом увеличении видны клетки неправильной формы. Границы между клетками представлены темными извилистыми линиями. Иногда видна двойная сеть линий; это граница клеток выстилающих сальник с обеих поверхностей. Ядра клеток мезотелия овальные, фиолетового цвета. Нередко встречаются двоядерные или даже многоядерные клетки. Иногда ядра кажутся лежащими на пересечении клеточных границ; это либо ядра клеток нижележащего слоя, которые просвечивают через тонкую пленку сальника, либо ядра соединительнотканых клеток.

Развивается мезотелий из мезодермы. Топография: входит в состав плевры, перикарда и брюшины. Функции: выделение серозной жидкости, фагоцитоз, пиноцитоз.

Зарисовать при большом увеличении 2-3 клетки.

Обозначения: 1 - границы между клетками, 2 - цитоплазма, 3 - ядро.

### **Задание 34. Изучить однослойный однорядный кубический эпителий почки.**

Препарат окрашен гематоксилином и эозином.

При малом увеличении видны многочисленные канальцы корковой зоны почки, разрезанные поперек. Между канальцами располагается соединительная ткань.

Стенка канальца построена из однослойного однорядного кубического эпителия, ядра которого расположены в центре клетки в один ряд. Видны границы между клетками. Каждая клетка имеет апикальный и базальный полюс. На апикальном полюсе имеется около 3 тысяч микроворсинок, которые образуют щеточную каемку, увеличивающую всасывающую поверхность в 40 раз. Микроворсинки видны под электронным микроскопом. Эпителий почек (плоский, призматический, кубический) развивается из мезодермы. Функция кубического каемчатого эпителия: транспортная и обратное всасывание (реабсорбция) воды, глюкозы, минеральных веществ. Из кубического эпителия без каемки построена паренхима желез внешней и внутренней секреции.

Выбрать каналец с хорошо выраженными клеточными границами и зарисовать его при большом увеличении. Обозначения: 1- просвет канальца, 2- призматические клетки, 3- их ядра, 4- цитоплазма, 5- базальная мембрана, 6- базальный полюс, 7- апикальный полюс.

**Задание 35. Изучить однослойный однорядный призматический эпителий почки.**

Препарат окрашен гематоксилин-эозином.

При малом увеличении видны многочисленные собирательные каналы мозговой зоны почки, стенка которой построена из клеток призматического эпителия. Высота и ширина этих клеток приблизительно одинаковая. Видны границы между клетками. Ядра эпителиальных клеток округлые, расположены у базального полюса. Вокруг собирательных канальцев расположены у базального полюса. Вокруг собирательных канальцев расположена соединительная ткань, в которой находятся более тонкие трубки (каналы) с треугольным или щелевидным просветом, построенные из плоских эпителиальных клеток. В соединительной ткани встречаются кровеносные сосуды. Из этого эпителия построены собирательные и сосочковые каналы, выполняющие транспортную функцию. Обозначения: 1 - просвет канальца, 2 - призматический эпителий, 3 - ядра клеток, 4 - цитоплазма, 5 - базальная мембрана, 6 - базальный полюс, 7 - апикальный полюс.

**Задание 36. Изучить многослойный плоский эпителий роговицы.**

Окраска гематоксилином и эозином.

При малом увеличении видна светло-розовая соединительная ткань. На ее поверхности имеется сиреневая полоска, которая и представляет собой покрывающий роговицу многослойный плоский эпителий. Расположить препарат необходимо так, чтобы этот эпителий был сверху.

При большом увеличении найти участок с вертикальным разрезом эпителия, где лучше выражены границы клеток.

Зарисовку многослойного эпителия всегда начинать с глубоких слоев, в соответствии с процессом трансформации его клеток. От соединительной ткани эпителий отделяется базальной мембраной.

На базальной мембране располагается слой призматических клеток, имеющих закругленные апикальные концы. Ядра этих клеток имеют овальную форму и располагаются перпендикулярно к поверхности эпителия. Выше лежащий слой, получивший название слоя шиповатых клеток – неправильной формы, расположен несколькими рядами. Ядра клеток шиповатого слоя имеют округлые очертания. Отодвигаясь от соединительной ткани, эпителиальные клетки начинают постепенно ороговеть. Образуется поверхностный слой ороговетших клеток, которые имеют плоскую форму с вытянутыми в горизонтальном направлении ядрами. Границы между этими клетками не видны.

Функция защитная, развивается из эктодермы. Этот вид эпителия имеется в ротовой полости, пищеводе, некоторых желудках, влагалище, мочеполювом преддверии и анальном отверстии.

Зарисовать препарат при большом увеличении.

Обозначения: 1 - рыхлая соединительная ткань, 2 - базальная мембрана, 3 - призматические клетки, 4 - клетки неправильной формы, 5 - плоские клетки.

**Задание 37. Изучить многорядный мерцательный эпителий кишечника беззубки.**

Окраска – железный гематоксилин.

При малом увеличении выбрать участок вертикально разрезанного эпителия.

При большом увеличении видны клетки многорядного эпителия, которые располагаются на базальной мембране и имеют разную высоту, поэтому ядра их располагаются несколькими рядами. Призматические клетки, достигающие свободной поверхности эпителия, несут на апикальном конце мерцательные реснички. Между обычными эпителиальными клетками видны светлые бокаловидные клетки овальной формы. Ядра бокаловидных клеток имеют треугольную форму и прижаты к основанию клетки, имеющему форму узкой дорожки.

Функция – транспортная и защитная. Развивается из энтодермы. Топография: органы дыхания, яйцеводы.

Обозначения: 1- ядра призматических клеток с мерцательными ресничками, 2- бокаловидные клетки, 3- вставочные (базальные камбиальные) клетки, 4- базальная мембрана.

**Задание 38. Изучить переходный эпителий мочевого пузыря.**

Препарат окрашен гематоксилином.

Переходный эпителий имеет три слоя клеток: базальный, промежуточный и наружный. Надо рассмотреть при малом увеличении всю полосу эпителия, чтобы изучить переходный эпителий в сокращенном и растянутом (расслабленном) состоянии. В зависимости от степени наполнения мочой, орган находится или в сокращенном, или в растянутом состоянии, но количество слоев эпителия остается неизменным, а изменяется форма клеток.

Пласт эпителия в сокращенном состоянии примерно на половину толще, чем растянутого эпителия, базальный слой имеет один-два ряда мелких клеток с округлыми ядрами границы между клетками неясны. Клетки промежуточного слоя веретенообразной формы, расположены они перпендикулярно поверхности эпителия, границы клеток отчетливы. Поверхностный (наружный) слой имеет клетки кубической формы с округлыми ядрами.

В растянутом состоянии более интенсивно окрашен базальный слой, его ядра имеют наклонное положение. Ядра клеток наружного слоя, а, следовательно, сами клетки имеют плоскую вытянутую форму, лежат горизонтально, параллельно базальной мембране. Между этими слоями несколько рядов клеток промежуточного слоя, ядра клеток которого расположены и перпендикулярно, и параллельно поверхности эпителия.

Обозначения: А - эпителий в сокращенном состоянии, Б - эпителий в растянутом состоянии, 1 - базальная мембрана, 2 - базальный слой, 3 - промежуточный слой, 4 - наружный слой.

### 3.2. Ткани внутренней среды

Теоретическая часть. Ткани внутренней среды (опорно-трофические) развиваются из мезенхимы. Они состоят из двух компонентов: клеток и межклеточного вещества. Например, в крови форменные элементы – клетки, плазма - межклеточное вещество. Данный тип тканей делят на три группы: кровь и лимфа, собственно соединительные ткани, скелетные ткани (хрящевые и костные). Ткани этого типа образуют внутреннюю среду организма, не имея контакта с внешней средой, поддерживают ее постоянство (гомеостаз) и создают благоприятные условия для жизнедеятельности всех структур организма. Среди них имеются жидкие, плотные, слизистые и твердые ткани. Клетки вырабатывают межклеточное вещество. Оно бывает аморфным, т.е. безструктурным (например, плазма крови и лимфы) и в виде волокон: коллагеновых, эластических, ретикулярных, оссеиновых, хондриновых.

Эти ткани составляют более 50 % массы тела животного. Они являются полифункциональными тканями, выполняя следующие функции: трофическую, защитную, опорную (биомеханическую), пластическую (адаптация к меняющимся условиям жизни, регенерация, замещение дефектов органов при их повреждении), морфогенетическую (структурообразовательную) – образование капсул, перегородок органов.

**Выполните следующие задания.**

#### **Задание 39. Изучить мезенхиму.**

Препарат представляет собой разрез зародыша курицы, окрашенный гематоксилин-эозином.

При малом увеличении найти самый светлый участок препарата, в котором клетки расположены рыхло. пространство между клетками заполнено промежуточным веществом. В мезенхиме заметны развивающиеся первичные кровеносные сосуды.

При большом увеличении видны ядра клеток овальной и круглой формы. Цитоплазма располагается вокруг ядер в виде узкого ободка. Из-за наличия островков клетки имеют либо звездчатую, либо веретенообразную форму. Отростки клеток, соприкасаясь, образуют синцитий (сеть). Первичные сосуды образуются из уплощающихся, утрачивающих отростки и непосредственно прилегающих одна к другой мезенхимных клеток. В просвете сосудов находятся первичные эритроциты, содержащие ядра.



Функции мезенхимы: трофическая, защитная, тканеобразующая. Имеется только на ранней стадии эмбриогенеза. Мезенхима образуется главным образом, из мезодермы, частично – из эктодермы и энтодермы.

Обозначения: 1 - клетки мезенхимы, 2 - их отростки, 3 - промежуточное, т.е. межклеточное вещество, 4 - стенка кровеносного сосуда, 5 - первичные эритроциты.

#### **Задание 40. Изучить ретикулярную ткань, используя рисунок.**

Ретикулярная ткань генетически и структурно близка к мезенхиме. Она, как и мезенхима, имеет вид сети, образованной в результате контактирования друг с другом отростков ретикулярных клеток. В ячейках сети находится тканевая жидкость. В отличие от мезенхимы, в этой ткани имеются ретикулиновые (ретикулярные), или аргирофильные волокна, состоящие из белка коллагена. Волокна ветвятся, анастомозируют, импрегнируются серебром, лежат на поверхности клеток, обеспечивая должную механическую прочность ткани.

Топография: костный мозг, тимус, селезенка, лимфатические узлы, миндалины, солитарные фолликулы и пейеровы бляшки кишечника, слизистая оболочка внутренних органов, вокруг нервов и кровеносных сосудов, зубная пульпа.

Значение: ретикулярная ткань образует строму (каркас) кроветворных органов и создает микроокружение для развивающихся в них клеток крови.

Обозначения: 1 - ядра клеток, 2 - цитоплазма, 3 - отростки клеток, 4 - ретикулиновые волокна, 5 - межклеточная (тканевая) жидкость.

#### **Задание 41. Изучить рыхлую соединительную ткань.**

Препарат представляет собой небольшую частицу подкожной клетчатки, растянутой в виде тонкой пленки на покровном стекле и окрашенную гематоксилином.

При малом увеличении выбрать светлоокрашенный участок препарата, на котором видны волокна (нити), идущие в различных направлениях. Между волокнами находится промежуточное вещество и клетки.

Рассмотреть и зарисовать препарат при большом увеличении. Найти коллагеновые волокна, окрашенные в светло-голубой цвет, имеющие чаще всего вид широких лент, нередко с продольной исчерченностью. Эластичные волокна тонки, характеризуются более сильным преломлением света, отчего на препаратах кажутся интенсивно окрашенными.

Из клеточных форм изучить и зарисовать фибробласты и гистиоциты. Фибробласты отличаются отсутствием отчетливых контуров и крупным овальным ядром, имеют неопределенные очертания, прилегают к волокнам и вместе с ними вытягиваются в длину. Гистиоциты не связаны с волокнами, меньше

фибробластов, имеют четкие контуры, ядро более мелкое, круглое, реже овальное, интенсивно окрашено. Цитоплазма окрашена сильнее, чем у фибробластов. Гистиоциты – макрофаги.

Кроме того, эта ткань имеет еще камбиальные клетки – перициты, адвентициальные, ретикулярные, жировые (липоциты), тучные, пигментные клетки, плазмоциты, лейкоциты.

Топография: почти во всех органах. Нет ее в роговом башмаке копыта и рогов, хрусталике, стержне волоса. Функции: трофическая, формообразующая, защитная.

Обозначения: 1 - фибробласты, 2 - гистиоциты, 3 - коллагеновые волокна, 4 - эластические волокна, 5 - аморфное вещество.

#### **Задание 42. Изучить эритроциты лягушки.**

Препарат представляет мазок крови лягушки, окрашенный гематоксилин-эозином.

При малом увеличении видим множество эритроцитов, имеющих овальную форму. Цитоплазма в них окрашена в красный цвет, а ядра – в синий.

Изучая препарат, следует убедиться в том, что эритроциты низших позвоночных, включая класс птиц, имеют ядра. Зарисовать 2-3 эритроцита.

Обозначения: 1 - цитоплазма, 2 - ядро.

#### **Задание 43. Изучить форменные элементы крови млекопитающего.**

Препарат представляет собой мазок крови человека, окрашенный гематоксилин-эозином.

При малом увеличении видим множество безъядерных *эритроцитов*, окрашенных в бледно-розовый цвет. Необходимо выбрать такой участок, где они располагаются не особенно густо.

Рассматривая этот участок при большом увеличении, можно видеть круглые, приблизительно одной величины эритроциты. Поворачивая микрометрический винт микроскопа, можно убедиться, что эритроцит в центральной части несколько тоньше, чем по краям, так как имеет форму двояковогнутого диска.

Основными морфологическими признаками зернистых (гранулоцитов) лейкоцитов являются: у *эозинофилов* - сегментированное ядро, зерна в цитоплазме окрашены в красный цвет; у *базофилов* – сегментированное ядро, зерна в цитоплазме окрашены в фиолетовый цвет; у *нейтрофилов сегментноядерных* – ядро сегментированное, зерна бледно-красного цвета, едва заметные; у *нейтрофилов палочкоядерных* – ядро палочковидное, зерна бледно-красного цвета, едва заметные; у *нейтрофилов юных* – ядро подковообразное, зерна бледно-красного цвета, едва заметные.

К незернистым лейкоцитам (агранулоцитам) относятся *моноциты* и *лимфоциты*. Моноциты – это самые крупные клетки крови. Имеют крупное компактное ядро и цитоплазму пепельно-серого цвета.

Лимфоциты либо преобладают, либо вторая группа по численности лейкоцитов. Различают большие, средние и малые лимфоциты. Большие находятся в органах кроветворения – тимусе, селезенки, лимфатических узлах. Средние и малые лимфоциты циркулируют в крови. Последних больше, средних – 5-10 %. Имеется два типа малых лимфоцитов: Т- и В- лимфоциты. В крови больше долгоживущих Т- лимфоцитов (до 70%), меньше (до 30%) короткоживущих В-лимфоцитов. Морфологически они неразличимы, различить их можно лишь соответствующими иммунологическими методами. Т- лимфоциты меньше, чем В-лимфоциты. Они имеют темную цитоплазму и гладкую поверхность. Характерная особенность В - лимфоцитов – светлое перинуклеарное пространство. Т - лимфоциты обеспечивают клеточный иммунитет (фагоцитоз), В- лимфоциты – гуморальный иммунитет, так как превращаются в плазматические клетки, вырабатывающие антитела против бактерий и вирусов и других чужеродных белков (антигенов).

*Кровяные пластинки* – это безъядерные образования, содержащие множество зерен. Участвуют в свертывании крови. Развиваются из мегакариоцитов. У птиц и низших хордовых подобные структуры называются тромбоцитами.

В красном костном мозге образуются эритроциты, зернистые лейкоциты (Б, Э, Н), моноциты, кровяные пластинки и лимфобласты. Из лимфобластов в тимусе образуются Т- лимфоциты, в бурсе Фабрициуса у птиц – В- лимфоциты, отсюда и их название. Аналогом этой бursы у млекопитающих является красный костный мозг.

Эритроциты – переносчики кислорода, базофилы препятствуют свертыванию крови, т.к. содержат гепарин и расширяют кровеносные сосуды благодаря гистамину, эозинофилы благодаря содержанию ферментов участвуют в окислительных процессах, уничтожая белково-подобные вещества. Нейтрофилы, обладая амёбовидным движением, пожирают микроорганизмы – микрофаги.

Обозначения: 1 - эритроциты, 2 - эозинофил, 3 - базофил, 4 - нейтрофил, 5 - моноцит, 6 - Т – лимфоцит, 7 - В – лимфоцит, 8 - кровяные пластинки.

#### **Задание 44. Изучить плотную коллагеновую ткань.**

Препарат представляет собой продольный срез сухожилия теленка, окрашенный гематоксилин-эозином.

При малом увеличении найти участок с продольно разрезанными коллагеновыми волокнами, окрашенными в розовый цвет. Часто коллагеновые волокна имеют волокнистый вид – это, объясняется их сжатием при фиксации. Между

волокнами зажаты фиброциты. Их ядра имеют палочковидную форму фиолетового цвета. Цитоплазму на обычных препаратах рассмотреть трудно. Коллагеновые волокна соединяются в пучки, между которыми находится прослойка рыхлой соединительной ткани. Эти прослойки выделяются темно-фиолетовой окраской.

Топография: сухожилия, связки, апоневрозы, основа кожи. Придает прочность органам.

Кроме этого вида, имеется эластическая соединительная ткань в связках гортани, вейной связке, мембранах сосудов.

Обозначения: 1 - ядра фиброцитов, 2 - пучки коллагеновых волокон, 3 - прослойка рыхлой соединительной ткани.

#### **Задание 45. Изучить гиалиновую (стекловидную) хрящевую ткань.**

Препарат представляет собой поперечный разрез реберного хряща кролика, окрашенного гематоксилин-эозином.

При малом увеличении найти надхрящницу розового цвета в виде кольца, снаружи которой находятся мышцы. Под надхрящницей находится поверхностная, а в середине хряща глубокая его зоны.

При большом увеличении видны хрящевые клетки и промежуточное аморфное вещество, окрашенное в сиреневый цвет. Хрящевые клетки поверхностных слоев располагаются одиночно и отличаются уплощенной формой. Размеры клеток увеличиваются, и они округляются по направлению к глубокой зоне хряща. В клетках видны цитоплазма и ядро. Иногда в клетке встречаются два ядра – свидетельство одной из стадий амитоза. В результате амитотического деления клеток возникают изогенные группы, объединяющие 2-5 клеток. Наружная граница каждой группы представляет собой уплотненное промежуточное вещество и называется капсулой. В толще хряща нет сосудов, происходит обызвествление клеток и промежуточного вещества.

Имеется еще и эластический хрящ, содержащий в промежуточном веществе эластические волокна и волокнистый, содержащий – параллельные пучки коллагеновых волокон. Коллагеновые волокна в гиалиновом хряще не образуют пучков, располагаются беспорядочно.

Топография: гиалиновый хрящ – суставные поверхности костей (без надхрящницы), многие хрящи гортани, трахей, крупных бронхов, грудина, реберные хрящи, носовая перегородка; эластический – ушная раковина, глоточно-барабанная труба, надгортанник, мелкие бронхи, частично черпаловидные хрящи; волокнистый – симфиз тазовых костей, межпозвоночные диски, мениски коленного сустава, диск челюстного сустава, место перехода сухожилий и связок в кости.

Зарисовать при большом увеличении хрящевые клетки с их капсулами и затушевать расположенное между ними промежуточное вещество.

Обозначения: 1 - хрящевые клетки – хондроциты, 2 - изогенная группа клеток, 3- промежуточное вещество.

**Задание 46. Изучить строение грубоволокнистой костной ткани, используя рисунок.**

Из грубоволокнистой костной ткани построен скелет костистых рыб и земноводных. При развитии скелета амниот вначале из хрящевой ткани развивается грубоволокнистая костная ткань, а из нее затем пластинчатая костная ткань. Во взрослых особях грубоволокнистая костная ткань имеется в местах прикрепления связок и сухожилий к костям, цементе зуба и швах костей черепа.

Обозначения: 1 - костные клетки, или остеоциты, 2 - межклеточное вещество.

**Задание 47. Изучить строение пластинчатой костной ткани.**

Препарат представляет собой поперечный срез берцовой кости человека, окрашенный тионин-пикриновой кислотой.

При малом увеличении рассмотреть основную структурную единицу пластинчатой кости – остеон. В середине каждого остеона находится гаверсов канал, или канал остеона, они могут быть разрезанные и поперек и наискось. Просветы каналов часто могут быть заполнены краской, иногда в просвете видны остатки проходивших здесь сосудов. Вокруг каналов находятся костные (гаверсовы) пластинки цилиндрической формы, расположенные концентрически в количестве – 5-20. Они состоят из промежуточного вещества (зеленого цвета) и зрелых костных клеток – остеоцитов. Остеоциты имеют отростки, которыми они соединяются между собой, образуя синцитий. Пространство между остеонами заполнено вставочными костными пластинками, состоящими, как и остеоны, из промежуточного вещества и остеоцитов, Имеются еще наружная и внутренняя общие (генеральные) системы пластинок.

Рассмотреть препарат при большом увеличении. Зарисовку произвести при малом увеличении.

Обозначения: 1 - остеон, 2 - Гаверсов канал, 3 - пластинки остеона, 4 - вставочные пластинки, 5 - промежуточное вещество, 6 - остеоциты.

### **3.3. Мышечные ткани**

Теоретическая часть. В организме позвоночных животных имеется три вида мышечных тканей: гладкая, или неисчерченная; поперечнополосатая скелет-

ная и поперечнополосатая сердечная. В составе мышечных тканей содержится три вида белков: сократительные (актин, миозин и др.), образующие специальные органеллы – миофибриллы и миофиламенты (миопротофибриллы и саркомеры); миоглобин (мышечный гемоглобин) и др. и соединительнотканые (коллаген, эластин). Кроме собственных мышечных структур в состав мышечных тканей входят нервные, кровеносные, лимфатические и соединительнотканые элементы. Не имеется только эпителиальной ткани.

*Гладкая мышечная ткань* построена из веретеновидных удлинённых клеток – миоцитов, длина которых 20-100 мкм, даже 500 мкм. Ширина – 5-8, 2-20 мкм.

Она развивается из трёх источников: мезенхимы (многие трубчатые органы, кровеносные сосуды и цилиарные мышцы глаза); эпидермиса (миоэпителиальные клетки молочных, потовых, слюнных и слезных желез); нейрального зачатка глазного яблока (в радужной оболочке миоциты образуют две мышцы – суживающую и расширяющую зрачок). В цитоплазме миоцитов находятся тонкие нити – миопротофибриллы или миофиламенты, состоящие из сократительных белков актина и миозина, не имеющих поперечной исчерченности. Миоциты своими острыми концами заходят в промежутки между соседними клетками. Миоциты входят в состав органов, образуя в них слои (пласты или оболочки). Вплетающиеся в базальную мембрану миоцитов ретикулярные, коллагеновые и эластические волокна служат своего рода сухожилиями. Есть нексусы, т.е. проводящие контакты. Плазмолемма миоцитов образует впячивания – кавеолы. В них расположены эффекторы в виде пуговчатых утолщений и ионы кальция, инициирующие сокращение. Под действием нервных импульсов кавеолы отделяются от плазмолеммы и погружаются в цитоплазму в виде пузырьков, кальций освобождается, миозин взаимодействует с актином и происходит сокращение, при котором клетка укорачивается и утолщается. Эта ткань сокращается ритмично, произвольно, медленно  $\approx$  1-15 раз в минуту. Сократительная функция этой ткани находится под контролем вегетативной нервной системы. Рецепторы - кустики или клубочки.

Между миоцитами расположены кровеносные и лимфатические сосуды и терминали нервных волокон. Поэтому медиатор распространяется диффузно, возбуждая сразу многие клетки – миоциты.

Регенерация этой ткани происходит за счет самих миоцитов, обладающих митозом. Для них же характерна пролиферация и гипертрофия.

Топография: стенка желудка, тонкого и толстого кишечника, молочная железа, радужная оболочка глаза, кровеносные сосуды, селезенка, широкая маточная связка, т.е. эта ткань входит в состав органов. В виде исключения, она и сама может образовывать органы: мышцы – подниматели волос, ретрактор пениса.

*Поперечнополосатая скелетная (соматическая) мышечная ткань* постро-

ена из мышечных волокон (МВ) или скелетных миоцитов-симпластов.. Форма нитевидная, цилиндрическая, длина 1-2 мм (10-15 мм) даже 50 см; диаметр – 10-100-200 мкм. К концам МВ прикрепляются сухожильные нити. Развивается из миотомов мезодермы.

Она образует органы – мышцы (скелетные, гортани, глотки, глазного яблока) или входит в состав органов (язык, мягкое небо, пищевод, наружный анальный сфинктер, сжиматель половой щели).

МВ состоит из оболочки – сарколеммы (sarcos – мясо, lemma – оболочка) и содержимого – саркоплазмы.

Сарколемма имеет два слоя: внутренний – возбудимая плазмолемма и наружный – базальная мембрана, отделяющая волокно от окружающей соединительной ткани. Между этими слоями находятся камбиальные клетки – миосателлитоциты – это молодые миобласты, являются источником регенерации мышечной ткани, имеют органеллы общего значения, в том числе клеточный центр.

Плазмолемма, впячиваясь в саркоплазму, образует Т-трубочки, контактирующие с ГлЭПС, в которой содержатся ионы кальция. Под плазмолеммой находится множество ядер округлой, овальной и удлинённой формы, и органеллы. Клеточный центр в МВ отсутствует. Поэтому МВ – это симпласт, состоящий из сарколеммы, саркоплазмы и множества ядер – это неклеточное образование.

Саркоплазма : в ее центре находится сократительный аппарат, нити – миофибриллы, протофибриллы и саркомеры, между ними лежат митохондрии и каналцы ГлЭПС. Нити имеют форму дисков, состоящих из тонких светлых активных и толстых темных миозиновых. Поэтому видна поперечная исчерченность. Актиновые фибриллы располагаются между миозиновыми, образуя решетку. Имеются триады – это одна миофибрилла, с двух сторон которой расположены каналы ГлЭПС на уровне Т-трубочек. Последние образуются на месте стыковки саркомеров друг с другом.

В одном МВ содержится 1-2 тыс. миофибрилл, толщиной 1-3 мкм. В миофибрилле содержится около 2,5 тыс. протофибрилл – это диски актиновые и миозиновые. Миофибриллы поперечными уплотненными участками – телофрагмами или Z-линиями разделены на саркомеры – это сократительные участки миофибрилл длиной 2,5-4,0 мкм. Их в миофибрилле 20-25 тыс. Телофрагмы прикреплены к сарколемме и являются границами однотипных чередующихся участков миофибрилл – саркомеров.

Под влиянием нервных импульсов из синапсов выделяется медиатор ацетилхолин, который возбуждает плазмолемму и возникает вновь нервный импульс, который по Т-трубочкам поступает в саркоплазму на каналцы ГлЭПС, из них выделяются ионы кальция, инициирующие сокращение, поскольку происходит движение активных нитей относительно миозиновых, длина саркоме-

ров уменьшается. Это теория скольжения Х. Хэксли и Т. Хэнсона. Источником энергии является АТФ, образующаяся в митохондриях, а также глюкоза. В норме МВ не могут самовозбуждаться.

В зависимости от содержания миоглобина различают три типа МВ: красные, белые и промежуточные.

В постнатальном онтогенезе отмечается гипертрофия МВ в 20-25 раз и гиперплазия – в 4-5 раз. В длину МВ растут путем пристройки к их концам новых саркомеров.

Соматическая мышечная ткань имеет собственные проприорецепторы – нервно-мышечные веретена, эффекторами являются моторные бляшки.

*Сердечная исчерченная мышечная ткань* построена из клеток – кардиомиоцитов. Имеются рабочие, или сократительные кардиомиоциты, синусные (пейсмекерные), переходные, проводящие и секреторные. Все они снаружи покрыты базальной мембраной.

Больше всего в миокарде содержится рабочих (типичных) кардиомиоцитов, длиной – 100-150 мкм, диаметром – 15-20 мкм. В желудочках они цилиндрические, а в предсердиях – отростчатые. Торцы кардиомиоцитов соединяются с помощью десмосом и интердигитаций – зубчатые соединения. Боковые поверхности (плазмолемма) соединяются нексусами, что обеспечивает передачу возбуждения от одной клетки к другой, образуется «функциональный синцитий», также создаются метаболические связи и обеспечивается синхронность сокращений. Клетки отделены друг от друга темными (вставочными) полосками, расположенными поперек и образованные плазмолеммой, т.е. внутренним слоем сарколеммы. Клетки – одноядерные, иногда двухядерные. Овальные ядра лежат в центре клетки, а миофибриллы – смещены к периферии. Есть саркомеры, протофибриллы, Т-трубочки. Много миоглобина, митохондрий, гликогена, что создает мощную энергетическую оснащенность миокарда, которая обеспечивает его работу непрерывно всю жизнь. Между клетками располагаются прослойки соединительной ткани с кровеносными и лимфатическими сосудами и нервами. Механизм сокращения, как и в скелетной мышечной ткани. Погибшие кардиомиоциты не восстанавливаются, так как нет камбиальных клеток, а на их месте разрастается соединительная ткань, образуя рубец. Характерна рабочая гипертрофия, например, при систематической и усиленной мышечной работе, при гипертонии.

Атипичные кардиомиоциты: синусные, переходные и проводящие образуют нервно-мышечную систему, проводящую возбуждение с нервных волокон на рабочие кардиомиоциты. В этих клетках меньше миофибрилл и митохондрий, но больше гликогена по сравнению с рабочими кардиомиоцитами. В них нет нексусов, почти отсутствуют Т-трубочки, саркоплазма светлая. Они устойчивы к гипоксии, т.е. недостатку кислорода.

Секреторные кардиомиоциты с отростками, расположены в миокарде



предсердий, секретируют гормон - предсердный натрий – уретический фактор, усиливающий диурез.

Кардиомиоциты развиваются из висцерального листка несегментированной мезодермы (спланхнотомы). Они входят в состав органа – сердца.

Таким образом, несмотря на различное строение и эмбриогенез все мышечные ткани относятся к возбудимым тканям, которые под действием нервных импульсов сокращаются, выполняя работу. Мышечные ткани – исполнительные структуры нервной системы (ткани).

**Выполните следующие задания.**

**Задание 48. Изучить гладкую (неисчерченную) мышечную ткань.**

Препарат окрашен гематоксилин-эозином.

При малом увеличении находим гладкие мышечные клетки, которые следует рассмотреть и зарисовать при большом увеличении. Ядра клеток окрашены в фиолетовый цвет, а цитоплазма – в красный.

На рисунке изобразить несколько прилегающих друг к другу гладких мышечных клеток.

Обозначения: 1 - мышечные клетки - миоциты, 2 - цитоплазма, 3 - ядро.

**Задание 49. Изучить поперечнополосатую (исчерченную) скелетную мышечную ткань.**

Препарат представляет собой вертикальный разрез языка кролика, окрашенный железным гематоксилином.

Пучки мышечных волокон в языке расположены в трех направлениях: вдоль, сверху-вниз и поперек.

При малом увеличении следует выбрать наиболее светлый участок препарата и найти группу разрезанных продольно мышечных волокон. При большом увеличении видны ядра в сарколемме и поперечная исчерченность волокон, обусловленная наличием светлых и темных дисков. Между мышечными волокнами встречаются соединительнотканые прослойки.

Обозначения: 1 - мышечные волокна, 2 - ядра, 3 - поперечная исчерченность, 4 - соединительная ткань.

**Задание 50. Изучить сердечную рабочую мышечную ткань.**

Средний слой стенки сердца – миокард, образован сердечной мышечной тканью, которая подразделяется на рабочую и проводящую.

На препарате представлена рабочая сердечная мышечная ткань, состоящая из клеток – кардиомиоцитов, которые, располагаясь цепочкой одна за другой, образуют сердечные волокна. Между волокнами располагаются прослойки соединительной ткани с сосудами и нервами. Зарисовать 2-3 волокна.

Обозначения: 1 - мышечное волокно, 2 - вставочная полоска, 3 - кардиомиоцит, 4 - прослойка соединительной ткани, 5 - мышечные перемычки, перекладки, соединяющие мышечные волокна.

### 3.4. Нервная ткань

Теоретическая часть. Из этой ткани построена нервная система. В центральной нервной системе она образует серое и белое мозговое вещество, а в периферической – нервы, ганглии, нервные сплетения и нервные окончания (рецепторы и эффекторы). Являясь основой строения органов нервной системы, нервная ткань воспринимает действие раздражителей (рецепторы), вырабатывает и передает нервные импульсы (биопотенциалы). Этим самым, она регулирует работу всех органов (совместно с эндокринной и иммунной системами) в организме, обеспечивает его связь с окружающей средой совместно с органами чувств.

В эмбриогенезе нервная ткань и система развиваются из трех зачатков эктодермы: 1) нервной трубки, которая дает нейроны и макроглию ЦНС; 2) нервного гребня, или ганглиозной пластинки, из которых возникают чувствительные спинномозговые и вегетативные ганглии, мозговое вещество надпочечников, меланоциты кожи, клетки – сателлиты ганглиев, К-клетки щитовидной железы, хромоафинные параганглии и 3) плакод (plax – пластинка) – это парные утолщения эктодермы по бокам краниальной части нервной трубки. Из них развиваются элементы органов зрения, слуха и равновесия; ганглии V, VII, IX и X черепных нервов.

Нервная ткань состоит из двух компонентов: нервных клеток (нейронов или нейроцитов) и нейроглии, которые структурно и функционально взаимосвязаны между собой.

Характерные морфологические признаки нейроцитов: наличие тела и двух видов отростков – всегда один аксон и один, или несколько дендритов; наличие специальных органелл – нейрофибрилл; наличие в теле и дендритах хроматофильного вещества; содержание в теле двух пигментов - липофусцина и меланина.

По количеству отростков (морфологический признак) нейроциты подразделяют на униполярные, биполярные, мультиполярные и ложно- или псевдоуниполярные.

По функции имеются чувствительные, двигательные, вставочные и нейросекреторные нейроциты. Последние находятся в гипоталамусе, вырабатывая нейрогормоны и в пояснично-крестцовом отделе спинного мозга (последние данные).

Биохимическая классификация основана на химической природе нейромедиаторов, участвующих в синаптической передаче нервных импульсов: выделяют более 12-ти видов нейроцитов.

Отростки нейроцитов (аксон и дендриты), покрытые оболочками, называются нервными волокнами. Отросток нейроцита в нервном волокне носит название осевой цилиндр. По строению оболочки и количеству осевых цилиндров имеются миелиновые и безмиелиновые нервные волокна, а по функции – афферентные (чувствительные), образованные дендритами и эфферентные (двигательные) – аксонами. Афферентные нервные волокна в органах образуют рецепторы, эфферентные – эффекторы. Между эффекторами и оболочкой клеток находятся синапсы. Последние имеются и между нейроцитами для передачи нервных импульсов с одной нервной клетки на другую – образуется рефлекторная дуга.

Нейроглия подразделяется на микроглию и макроглию, к последней относится эпендима, два вида астроглии и олигодендроглия. Нейроглия выполняет ряд жизненно важных функций: опорную, трофическую, защитную, разграничительную, секреторную.

**Выполните нижеприведенные задания.**

**Задание 51. Зарисовать схему строения нервной клетки – нейроцита и усвоить особенности ее строения и свойства, используя плакат.**

Обозначения: 1 - тело нейроцита, 2 - аксон, 3 - дендриты, 4 - рецепторы, 5 - эффекторы.

**Задание 52. Рассмотреть и зарисовать нейрофибриллы в нейроцитах спинного мозга.**

На препарате представлен поперечный срез спинного мозга, импрегнированный азотнокислым серебром.

Визуально, то есть без микроскопа, видим в середине мозга темно-окрашенное серое и снаружи белое мозговое вещества. В сером веществе под микроскопом находим мультиполярные нейроциты. В цитоплазме тела и отростках видны тонкие нити – нейрофибриллы. В теле они образуют тонкую сеть, а в отростках идут параллельно. Нейрофибриллы образуют цитоскелет и служат для перекатывания биологически активных веществ.

Обозначения: 1 - тело нейроцита, 2 - отростки, 3 - ядро, 4 - нейрофибриллы.

**Задание 53. Изучить хроматофильное вещество (тигроид) в нейроцитах спинного мозга.**

Препарат окрашен миелиновым синим.

Хроматофильное вещество называется потому, что оно хорошо окрашивается красителями, впервые описал ученый Ниссель. Оно состоит из гликогена и РНК, что говорит об участии его во всех жизненных процессах нейроцитов. морфологически – это гранулярная эндоплазматическая сеть (ГрЭПС).

Препарат представляет собой поперечный срез спинного мозга. На срезе окрашены преимущественно тела нервных клеток, поэтому весь срез кажется бледным и слабо заметен на стекле.

При слабом увеличении найти на срезе нервные клетки, окрашенные в голубой цвет. Выбрать нейроны с хорошо прокрашенными тигроидными глыбками, рассмотреть и зарисовать при большом увеличении.

Тело клетки имеет угловатую форму, так как отростков отходящих от тела клетки, не видно. Ядра клеток слабо окрашены. В цитоплазме рассеяны тигроидные глыбки Ниссля, окрашенные в интенсивно синий цвет и придающие клетке характерный пятнистый вид, обусловивший название «тигроид». В разных клетках количество тигроида неодинаково, что объясняется различным функциональным состоянием клеток.

Обозначения: 1 - тело нейрона, 2 - ядро, 3 - отростки, 4 - хроматофильное вещество в теле и дендритах.

#### **Задание 54. Зарисовать и изучить строение, локализацию и функцию нейроцитов различных типов, используя плакат.**

По количеству отростков имеются следующие типы нейронов.

*Униполярные* – имеет один отросток – аксон. расположены во вкусовых сосочках языка, спинальных ганглиях, желудочно-кишечном тракте. *Биполярные* – один аксон и один дендрит. Находится в сетчатке глазного яблока, ганглиях внутреннего уха, дорсальном носовом ходе. *Псевдоуниполярные* - имеют один отросток, который вскоре Т-образно делится на аксон и дендрит. Локализация: спинальные, ганглии и др. *Мультиполярные* – один аксон, два и более дендритов. Широко распространены: ЦНС, внутренние органы.

Вышеназванные 4 типа нейроцитов обладают реактивностью: раздражимостью и возбудимостью, участвуя в построении рефлекторных дуг.

Нейросекреторные нейроны расположены в гипоталамусе, вырабатывают нейрогоны (окситоцин и вазопрессин) и релизинг-гормоны. Нейросекреторные клетки, как и обычные нейроны, вырабатывают также и биопотенциалы которые способствуют продвижению по их аксонам нейрогонов и релизинг-гормонов в гипофиз.

В нейрогипофизе окситоцин и вазопрессин аккумулируется и депонируется, а релизинг- гормоны по капиллярам поступают в аденогипофиз, в котором стимулируют (либерины) или тормозят статины выработку тропных гормонов, которые регулируют работу периферических эндокринных органов- мишеней.

Обозначения: нейроны: 1- униполярный, 2- биполярный, 3- псевдоуниполярный, 4- мультиполярный, 5- нейросекреторный.

### **Задание 55. Изучить безмиелиновые нервные волокна.**

Безмиелиновые нервные волокна состоят из 3-20 осевых цилиндров, то есть отростков различных нейроцитов. Осевые цилиндры переходят из одного безмиелинового волокна в другое. Оболочка этих волокон образована леммоцитами, то есть клетками олигодендроглии, которые впервые описал один из основоположников первичной клеточной теории Шванн, поэтому клетки и оболочка называются шванновскими. Мезаксон – дубликатура оболочки леммоцита, на которой крепится осевой цилиндр. Безмиелиновые волокна – это постганглионарные волокна вегетативной нервной системы.

Безмиелиновые нервные волокна имеют диаметр до 1,5 мкм. Импульсы проходят медленно, диффузно, расплывчато, так как они переходят на все цилиндры одного волокна, скорость 0,5-2,0 м/с.

Препарат представляет разволокненный пучок безмиелиновых нервных волокон, окрашенных гематоксилин-эозином. При малом и большом увеличении безмиелиновые волокна видны в виде тонких нитей, то есть пучка осевых цилиндров розового цвета, находящихся в цитоплазме шванновских клеток. Ядра этих клеток фиолетового цвета.

Обозначения: 1 - безмиелиновые нервные волокна, 2 - ядра и 3 - цитоплазма леммоцитов, или шванновских клеток, 4 - мезаксон.

### **Задание 56. Изучить миелиновые нервные волокна в продольном срезе.**

В каждом миелиновом волокне содержится один отросток нейроцита, который занимает центральную часть волокна и называется *осевым цилиндром* имеющим серый цвет. Кнаружи от него находится миелиновая оболочка черного цвета. *Миелин* – это белково-липидное соединение, играет роль изолятора, сопротивления и опоры. По ходу волокна на разных расстояниях друг от друга видны участки, лишенные миелина, имеющие вид воронкообразных перетяжек – это перехваты Ранвье, или узловые перехваты. Перехваты – это место контакта цитоплазмы соседних леммоцитов. Благодаря перехватам нервный импульс по миелиновым волокна проводится молниеносно, скачкообразно (сальтаторно), со скоростью 5-120 м/с, что эквивалентно 300 км/ч по автомобильной дороге.

По строению и скорости проведения импульсов имеются тонкие волокна диаметром до 3,9 мкм; средние – 4,0-6,9 мкм и крупные – 7,0 мкм и более. Самые крупные волокна имеют диаметр 20-22 мкм.

### **Задание 57. Изучить и зарисовать различные виды рецепторов: свободные, несвободные, инкапсулированные.**

Обозначения: 1 - свободные – кустики, 2 - несвободные – диски Меркеля. Инкапсулированные: 3 - тельце Руффини, 4 - колба Краузе, 5 - генитальное тельце, 6 - тельце Фатер-Пачини, 7 - тельце Мейснера.

**Задание 58. Изучить и зарисовать эффекторы: на мышечном волокне и гладкой мышечной клетке.**

Обозначения: 1- моторная бляшка в профиль (2) и сверху (3), 2- эффектор на гладкой мышечной клетке.

**Задание 59. Изучить и зарисовать схему строения химического синапса.**

*Синапс* – место контакта, стыковки двух нейроцитов, или нейроцита с рабочими клетками (мышечным волокном, гладкой мышечной клеткой, железистой клеткой). В процессе эволюции животных по способу передачи импульсов определились три типа синапсов: электрические, химические и смешанные.

Пресинаптическая мембрана химического синапса образована пуговчатыми утолщениями аксона, содержит митохондрии и синаптические пузырьки с медиатором (посредником), т.е. химическим веществом: ацетилхолин, адреналин и др.

Постсинаптическая мембрана может быть образована телом, дендритами, аксоном второго нейроцита, а в рабочих органах – оболочкой мышечного волокна, цитолеммой гладкомышечных и железистых клеток. В этой мембране вырабатывается и содержится инактиватор (фермент), разрушающий медиатор. Обе мембраны соединены замыкающим утолщением, между мембранами находится синаптическая щель, в которую входит медиатор. Синапсы видны под электронным микроскопом, их толщина определяется в нм.

Свойства синапсов: одностороннее проведение и замедление скорости проведения импульса.

Обозначения: 1 - отросток нейрона, 2 - пресинаптическая мембрана, 3 - синаптические пузырьки с медиатором, 4 - синаптическая щель, 5 - митохондрии, 6- постсинаптическая мембрана, 7 - замыкающее утолщение.

**Задание 60. Зарисовать схему строения трехчленной рефлекторной дуги и знать значение ее элементов.**

*Рефлекторная дуга* – это последовательное синаптическое соединение чувствительного, ассоциативного (вставочного) и двигательного нейроцитов.

В состав рефлекторной дуги входят рецепторы, воспринимающие раздражения из внешней и внутренней среды организма; *афферентные* нервные волокна, образованные дендритами чувствительных нейроцитов, которые передают импульсы от рецепторов к его телу и дальше по аксону через синапс на вставочный нейрон, которых может быть один или несколько. Со вставочного нейрона импульс передается через синапс на двигательный нейрон и по его аксону, который образует *эфферентное* нервное волокно на эффекторы, которые образуют пресинаптическую мембрану. Выделяется медиатор, который имеет ионную (Na,

K, Ca) проницаемость постсинаптической мембраны (мембраны мышечных клеток и волокон, железистых клеток), вследствие этого, исполнительные клетки и органы (мышцы, железы) возбуждаются, осуществляя работу (сокращение, секрецию). Эта дуга лежит в основе большинства рефлексов.

Обозначения: 1 - рецепторы, 2 - чувствительный нейрон, 3 - вставочный нейрон, 4 - двигательный нейрон, 5 - эффекторы, 6 - исполнительный орган, 7,8,9- синапсы.

### **Задание 61. Зарисовать схему строения двухчленной рефлекторной дуги.**

Это простая рефлекторная дуга, в отличие от трехчленной, состоит из двух нейронов: чувствительного и двигательного. Дендрит чувствительного нейрона в органах образует рецепторы, от которых импульс передается к телу нейрона и дальше на аксон, который образует синапсы или с дендритами, или с телом двигательного нейрона. По аксону двигательного нейрона нервный импульс передается рабочим органам (мышцам).

Двухчленная рефлекторная дуга лежит в основе коленного и локтевого рефлексов.

Обозначения: 1 - тело чувствительного нейрона, 2 - тело двигательного нейрона, 3 - рецепторы, 4- эффекторы, 5 - исполнительный орган.

### **Задание 62. Изучить строение и значение клеток нейроглии.**

Нейроглия подразделяется на микроглию и макроглию. Клетки *микроглии* – это вышедшие из капилляров моноциты, превратившиеся в макрофаги, обладают фагоцитозом, располагаются в ЦНС. Клетки *макроглии* развиваются из эктодермы. Они подразделяются на эпендимоциты, плазматические и волокнистые астроциты, олигодендроциты. Эпендимоциты имеют цилиндрическую или кубическую форму, на апикальном полюсе клетка имеет до 40 ресничек. Она выстилает стенку центрального спинномозгового канала и стенки желудочков головного мозга. Значение: секреторная, разграничительная, движение ликвора.

Плазматические астроциты находятся в сером веществе ЦНС, прилегая к телам нейронов выполняют опорную и разграничительную роль. Волокнистые астроциты находятся в белом веществе ЦНС, отграничивают миелиновые нервные волокна и сосуды и удерживают их.

Олигодендроциты называются леммоциты, или шванновские клетки окружают аксоны и дендриты, формируя оболочки нервных волокон. Участвуют в трофике нейронов.

Обозначения: 1- эпендима, 2- плазматические астроциты, 3- волокнистые астроциты, 4- олигодендроциты, 5- микроглия.

## Вопросы для самоконтроля знаний по разделу «Ткани – общая гистология»

1. Дайте определение «ткань». Какой ученый ввел этот термин. Название ткани по гречески и по латински.
2. Назовите фамилии ученых, внесших вклад в учение о тканях.
3. Гистогенез тканей, их классификация на 4-е типа.
4. Какие морфофункциональные признаки (их 4-е) следует учитывать при изучении тканей?
5. Расшифруйте слово «эпителии».
6. Перечислите общие морфофункциональные свойства эпителиев.
7. Классификация эпителиев по эмбриональным источникам развития, их топография.
8. Классификация эпителиев по строению, их топография.
9. Функции эпителиальных тканей.
10. Что такое покровные, выстилающие и железистые эпителии? Типы секреции.
11. Что называется регенерацией и ее 4-е вида.
12. Эмбриогенез, общий план строения, топография и функции тканей внутренней среды (опорно-трофических).
13. Классификация тканей внутренней среды.
14. Значение клеток, волокон и аморфного вещества рыхлой неоформленной соединительной ткани и ее топография.
15. Соединительные ткани со специальными свойствами (мезенхима, ретикулярная, жировая, слизистая, пигментная, эндотелий): особенности строения и значение.
16. Два вида плотной волокнистой соединительной ткани: особенности строения и топография.
17. Три вида хрящевой ткани: клеточный состав, особенности межклеточного вещества, топография.
18. Три вида костной ткани: клетки и их значение, особенности межклеточного вещества, топография.
19. Классификация, строение и функции клеток (форменных элементов крови и лимфы).
20. Что такое гемограмма и лейкограмма и их значение во врачебной практике?
21. Макрофагические и микрофагические клетки крови. Фагоцитоз, кто его открыл?
22. Морфофункциональная классификация мышечных тканей, эмбрио-



нальные источники развития, функция, топография. Немышечные сократительные клетки.

23. Охарактеризуйте гладкую мышечную ткань: гистогенез, строение, функция, топография, регенерация. Какие два вида мышц она образует?

24. Охарактеризуйте скелетную поперечнополосатую мышечную ткань: гистогенез, основные структурные элементы, функция, топография.

25. Какие имеются три типа мышечных волокон: особенности их строения, функция? Регенерация скелетной мышечной ткани.

26. Охарактеризуйте рабочие (экстрафузальные) и специализированные (интрафузальные) мышечные волокна.

27. Перечислите сократительный аппарат и белки скелетной мышечной ткани.

28. Миосателлитоциты: происхождение, строение, топография, значение.

29. Охарактеризуйте сердечную мышечную ткань: эмбриогенез, особенности строения кардиомиоцитов и их классификация.

30. Состав нервной ткани. Рефлекторная дуга и ее звенья.

31. Что такое нейрон? Какие имеются нейроны по строению и по функции?

32. Охарактеризуйте аксоны и дендриты. Какие концевые структуры они образуют?

33. Что называется нервным волокном и осевым цилиндром?

34. Строение миелиновых и безмиелиновых нервных волокон, где они встречаются, их функциональные свойства?

35. Строение и функция синапсов.

36. Классификация синапсов.

37. Перечислите виды нейроглии, их строение и значение.

### **Ситуационные задачи для самостоятельной проработки**

**Задача №1.** На гистологическом препарате трахея. Какой эпителий выстилает её слизистую оболочку? Какие клетки выполняют камбиальную функцию в эпителии?

**Задача №2.** Представлены микропрепараты двух полостных органов, эпителиальная выстилка которых имеет энтодермальное происхождение. Большинство эпителиоцитов одного из них на своей свободной поверхности содержит реснички, а другого — щёточную каёмку. Определить, на каком из препаратов кишечник, а на каком — трахея.

**Задача №3.** В гистологическом 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?

**Задача №4.** На электронограмме видна секреторная клетка с хорошо разви-

тым аппаратом Гольджи, большим количеством вакуолей и мелких пузырьков в апикальном полюсе. Плазмолемма не нарушена. По какому типу секретирует клетка?

**Задача №5.** В микропрепарате секреторные клетки цилиндрической формы, верхушки их выступают в просвет. В верхушках клеток определяются секреторные гранулы. В некоторых клетках верхушки разрушены. Какой тип секреции?

**Задача №6.** Представлены два препарата. На 1-м — железа с альвеолярными концевыми отделами и разветвленными выводными протоками. На 2-м — железа с трубчатыми концевыми отделами и неразветвленными выводными протоками. Какая из желез простая, а какая сложная?

**Задача №7.** Представлены два препарата. На первом препарате секреторные клетки формируют тяжи, со всех сторон окруженные кровеносными капиллярами, на втором — секреторные клетки образуют пузырёк, соединенный с выводным протоком. Какая из этих желез эндокринная?

**Задача №8.** На гистологическом препарате трахея. Какой эпителий выстилает её слизистую оболочку? Какие клетки выполняют камбиальную функцию в эпителии?

**Задача №9.** На двух электронограммах представлены клетки однослойного столбчатого эпителия яйцевода и кишечника. По каким морфологическим признакам можно определить органную принадлежность?

**Задача №10.** При повторном анализе крови найдено стойкое снижение количества эритроцитов. Как называется это явление?

**Задача №11.** При анализе крови найдено стойкое повышение количества эритроцитов. Как называется это явление?

**Задача №12.** Известно, что диаметр эритроцитов равен 7-8 мкм. Могут ли эритроциты проходить через сосуды с диаметром, более малым, чем их собственный; если так, то почему; если нет, то почему?

**Задача №13.** У животного диагностирована глистная инвазия. Какие изменения в лейкоцитарной формуле следует ожидать?

**Задача №14.** При анализе крови найдено резкое увеличение процентного содержания лимфоцитов. Как называется это состояние?

**Задача №15.** При анализе крови найдено снижение процентного содержания лимфоцитов. Как называется это состояние?

**Задача №16.** При анализе крови в лейкоцитарной формуле найдено повышение процентного содержания нейтрофилов. Как называется это состояние?

**Задача №17.** При анализе крови в лейкоцитарной формуле найдено увеличение процентного содержания базофилов. Как называется это состояние?

**Задача №18.** В эксперименте в организм животного введен инородный белок. Какие клетки крови обеспечивают иммунологический ответ?

**Задача №19.** При анализе крови найдено пониженное содержание гемоглобина. Какая функция крови нарушится при этом?

**Задача №20.** В процессе старения животного в хрящевой ткани увеличивается содержание гиалуроновой кислоты. Как изменяется при этом проницаемость хрящевой ткани?

**Задача №21.** С возрастом содержание воды в гиалиновом хряще уменьшается. Как при этом изменяется упругость хряща?

**Задача №22.** Экспериментальное животное получало корм с недостаточным содержанием солей кальция. Как это отразилось на развитии костной ткани?

**Задача №23.** Известно, что при старении увеличивается диаметр каналов остеонов. Как эти изменения влияют на механические свойства кости?

**Задача №24.** На электронограмме представлен миосимпласт, в котором диск *I* и полоска *H* сужены, *Z*-линии приближены к диску *A*. В какой фазе функциональной активности пребывало мышечное волокно в момент фиксации?

**Задача №25.** В результате инфаркта миокарда наступило повреждение сердечной мышцы. Какие клеточные элементы обеспечат восстановление дефекта в структуре органа?

**Задача №26.** В эксперименте у собаки удалена часть стенки желудка. За счет каких элементов возможна регенерация мышечной оболочки этого органа?

**Задача №27.** Во время операции удалена часть стенки мочевого пузыря. Какой вид мышечной ткани при этом повреждается и как осуществляется процесс её регенерации?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев Ю.И., Юрина Н.А. Гистология. М.: «Медицина» 2001. 743 с.
2. Барсуков Н.П. Цитология, гистология, эмбриология. Лабораторный практикум: учебное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: Лань, 2019. 260 с. - ISBN 978-985-06-3002-5. Текст: электронный. Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/119727> (дата обращения: 01.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Васильев Ю.Г., Трошин Е.И., Яглов В.В. Цитология. Гистология. Эмбриология: учебник. СПб.: Изд-во «Лань», 2009. 576 с.
4. Практикум по анатомии с основами гистологии и эмбриологии сельскохозяйственных животных. – 2-ое изд., перераб. и доп. / В.Ф. Вракин, М.В. Сидорова, В.П. Панов и др. М.: Колос, 2001. 272 с.
5. Гистология, цитология и эмбриология: учебник / С. М. Зиматкин, Я. Р. Мацюк, Л. А. Можейко, Е. Ч. Михальчук. Мн.: Выш. Шк., 2018. 477 с. - ISBN 978-5-8114-3335-3. Текст: электронный. Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/112685> (дата обращения: 01.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Мусиенко Н.А., Бреславец П.И., Сегал И.Н. Атлас по гистологии. М.: Академический Проект; Белгород: БГСХА, 2006. 119 с.
7. Ролдугина Н.П., Никитченко В.Е., Яглов В.В. Практикум по цитологии, гистологии и эмбриологии. М.: КолосС, 2004. 216 с.
8. Соколов В.И., Чумасов Е.И. Цитология, гистология и эмбриология. М.: «КолосС», 2004. 350 с.
9. Яглов В.В., Яглова Н.В. Основы цитологии, эмбриологии и общей гистологии. М.: КолосС, 2008. 276 с.

Учебное издание

Горшкова Елена Валентиновна,  
Башина Светлана Ивановна

## ***Цитология, гистология, эмбриология***

Учебно-методическое пособие к разделу «Общая цитология, общая гистология, общая эмбриология» к лабораторным занятиям и самостоятельной работе студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по специальности 36.05.01 – «Ветеринария»

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 05.10.2020 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 3,49. Тираж 100 экз. Изд. № 6708.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ