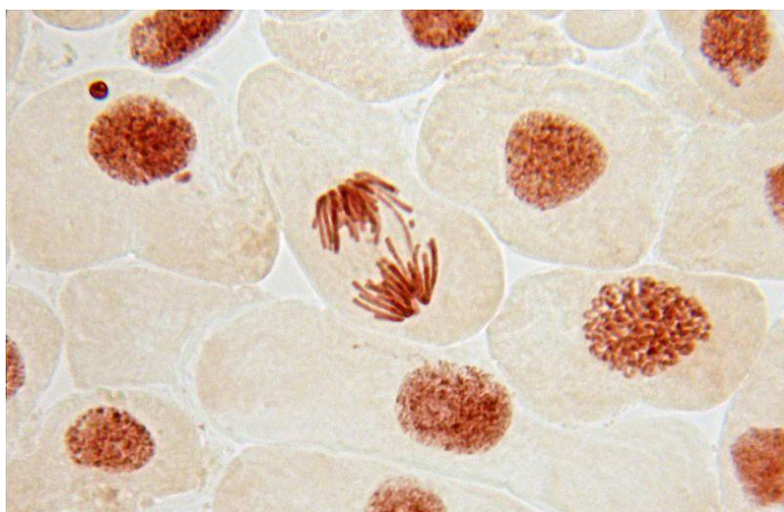


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт медицины, экологии и физической культуры
Кафедра биологии, экологии и природопользования

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

*Методические рекомендации
для преподавателей по дисциплине «Общая биология»
(1 курс медицинского факультета, специальность 31.05.02 Педиатрия)*



Ульяновск, 2022

УДК 574/577
ББК 28.0
Б63

*Рекомендовано решением Ученого совета ИМЭиФК УлГУ 18.05.2022 №9/239
к использованию в учебном процессе*

Авторы-составители

С.М. Слесарев, Е.П. Дрождина, Н.А. Михеева, Н.А. Курносова

Рецензент - кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и химии
ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова» **О.Е. Беззубенкова**

Б63 Общая биология: методические рекомендации для преподавателей по дисциплине «Общая биология» (1 курс медицинского факультета, специальность 31.05.02 Педиатрия) / С.М. Слесарев, Е.П. Дрождина, Н.А. Михеева, Н.А. Курносова. – Ульяновск: УлГУ, 2022. – 92 с.

Методические рекомендации предназначены для преподавателей, организующих изучение дисциплины «Общая биология» у студентов 1 курса медицинского факультета специальности 31.05.02 Педиатрия. Методические рекомендации включают в себя описание практических занятий и указания по их оформлению, описание микропрепаратов, изучаемых на занятии, контрольные вопросы и задания, список рекомендуемой литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Раздел 1. Клеточный и молекулярно-генетический уровни организации жизни.....	6
Тема 1. Биологические проявления и уровни организации жизни.....	6
Тема 2. Клетка как элементарная единица жизни.....	10
Тема 3. Органоиды клетки.....	19
Тема 4. Ядро клетки.....	30
Тема 5. Клетка как открытая живая система.....	37
Тема 6. Жизненный цикл клетки.....	39
Раздел 2. Организменный (онтогенетический) уровень организации биологических систем.....	40
Тема 7. Размножение организмов.....	40
Тема 8. Наследственность и наследование.....	45
Тема 9. Уровни организации наследственной информации.....	47
Тема 10. Взаимодействие генов.....	53
Тема 11. Типы и варианты наследования признаков.....	54
Тема 12. Изменчивость – фундаментальное свойство живого.....	56
Тема 13. Методы генетических исследований человека	
Генные и хромосомные болезни человека.....	58
Тема 14. Индивидуальное развитие организмов. Дробление.....	64
Тема 15. Индивидуальное развитие организмов (гастроляция, органогенез, образование внезародышевых органов).....	73
Тема 16. Закономерности и механизмы онтогенеза.....	84
Тема 17. Постнатальный онтогенез и проблема гомеостаза.....	89
Рекомендуемая литература.....	91

Введение

Цель дисциплины - формирование у студентов естественнонаучного мировоззрения на базе общетеоретических знаний в области биологии путем изучения фундаментальных биологических механизмов жизнедеятельности живых систем на разных уровнях организации, а также овладение навыками научно-исследовательской и практической работы в исследовательской лаборатории.

Задачами изучения дисциплины являются:

- овладение фундаментальными теориями биологии (клеточная, генная, хромосомная, эволюционная, теория возникновения жизни на Земле, теория происхождения человека);
- овладение основными понятиями современной биологии;
- овладение системным и историческим подходами к изучению многоуровневых живых систем как результата эволюционного процесса;
- овладение понятием «биологическое наследство человека» как определяющей основой физического и психического здоровья;
- овладение навыками познавательной работы с биологическими объектами, ознакомление с методами и подходами к их изучению.

Процесс освоения дисциплины «Биология» направлен на формирование общепрофессиональной компетенции (ОПК-5) – способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач.

Аудиторные занятия по дисциплине проводятся в форме лекций, практических занятий и семинаров.

В структуре *практического занятия* традиционно выделяют следующие этапы:

1. Организационный этап (до 5 % общего времени занятия). Проверка присутствующих, готовности обучающихся к занятию. Сообщение темы занятия, плана занятия в соответствии с программой дисциплины и календарно-тематическим планом.

2. Актуализация знаний (до 10 % общего времени занятия). Коррекция исходных знаний обучающихся.

3. Изучение новой темы (до 60 % общего времени занятия).

- обсуждение вопросов, возникших у студентов при подготовке к занятию;

- инструкция по выполнению практических заданий;
- самостоятельная аудиторная работа обучающихся.

4. Закрепление и контроль усвоения материала (до 20 % общего времени занятия). Преподаватель проводит краткое собеседование с обучающимися, проверяет письменные работы, протоколы, или другие материалы, позволяющие оценить качество усвоения материала. При необходимости преподаватель корректирует ответы обучающихся. Для этого этапа используется фонд оценочных средств текущего контроля успеваемости.

5. Заключительный этап (до 5 % общего времени занятия). В заключительной части занятия преподаватель резюмирует содержание занятия, отвечает на вопросы, дает оценку работы группы, сообщает тему следующего занятия, задает домашнее задание.

Структура семинара:

1. Организационный этап.

- проверка присутствующих, готовности обучающихся к занятию и т.п.
- сообщение темы занятия, ее актуальности, целей, плана занятия.

2. Контроль исходного уровня знаний.

3. Теоретический разбор материала по вопросам семинара.

4. Заключительный этап - подведение итогов семинара.

Структура занятий может быть модифицирована с учетом специфики темы занятия.

Раздел 1. Клеточный и молекулярно-генетический уровни организации жизни

Тема 1. Биологические проявления и уровни организации жизни

Вопросы к теме:

1. Возникновение и развитие биологии как науки.
2. Современная биология как система наук о живой природе.
3. Место и задачи биологии в подготовке врача.
4. Определение понятия «жизнь». Развитие понятия «жизнь» на современном этапе.
5. Фундаментальные свойства живого. Биологические проявления жизни.
6. Уровни структурно-функциональной организации жизни.
7. Понятие об элементарной единице структурно-функционального уровня.
8. Устройство световых микроскопов. Техника микроскопирования.

Практическая часть:

1. Изучить устройство, типы и основные характеристики световых микроскопов.

Устройство светового микроскопа

Рассмотрите основные части микроскопа: механическую, оптическую и осветительную (рис. 1). Выучите устройство микроскопа.

К *механической части* относятся: штатив, предметный столик, тубус, револьвер, макро- и микровинты. Штатив состоит из массивного основания (8), придающего микроскопу необходимую устойчивость. От середины основания вверх отходит тубусодержатель, к которому прикреплен тубус (3). На штативе укреплен предметный столик (9) с круглым отверстием в середине. На столик помещают рассматриваемый объект (отсюда название «предметный»). На столике имеются два зажима, или клеммы, неподвижно фиксирующие препарат. Через отверстие в середине столика проходит пучок света, позволяющий рассматривать объект в проходящем свете.

На боковых сторонах штатива, ниже предметного столика, найдите макрометрический винт (6), который при вращении поднимает или опускает тубус для ориентировочной наводки на фокус. Микрометрический винт, расположенный в основании (7), при вращении перемещает тубус незначительно и служит для точной наводки на фокус.

Оптическая часть микроскопа представлена окуляром (1) и объективами (2). Окуляр (от лат. *oculus* - глаз) находится в верхней части тубуса и обращен к глазу. Окуляр представляет собой систему линз, заключенных в металлическую гильзу цилиндрической формы. По цифре на верхней поверхности окуляра можно судить о кратности его увеличения ($\times 7$, $\times 10$, $\times 15$). Окуляр можно вынимать из тубуса и заменять по мере надобности другим. На противоположной стороне найдите вращающуюся пластинку, или револьвер (от лат. *revolver* - вращаю) (4), в которой имеется четыре гнезда для объективов. Как и окуляр, объектив представляет собой систему линз, заключенных в общую металлическую оправу. Объектив ввинчивается в гнездо револьвера. Объективы также имеют различную кратность увеличения, которая обозначается цифрой на его боковой поверхности. Различают: объектив малого увеличения ($\times 8$), объектив большого увеличения ($\times 40$) и иммерсионный объектив, используемый для изучения наиболее мелких объектов ($\times 90$). Общее увеличение микроскопа равно увеличению окуляра, умноженному на увеличение объектива.

Осветительная часть микроскопа состоит из зеркала или специальной осветительной лампы (11), конденсора и диафрагмы. Зеркало укреплено на штативе ниже предметного столика и благодаря подвижному креплению его можно вращать в любом направлении. Это дает возможность использовать источники света, расположенные в различных направлениях по отношению к микроскопу, и направлять пучок света на объект через отверстие в предметном столике. Зеркало имеет две поверхности: вогнутую и плоскую. Вогнутая поверхность сильнее концентрирует световые лучи и поэтому используется при более слабом освещении.

Конденсор (10) находится под предметным столиком; он состоит из двух - трех линз, заключенных в общую оправу. Меняя положение конденсора (выше, ниже), можно изменять интенсивность освещенности объекта. Для перемещения конденсора служит винт, расположенный впереди от микрометрического винта. При опускании конденсора освещенность уменьшается, при поднимании (к предметному столику) - увеличивается.

Ирисовая диафрагма, вмонтированная в нижнюю часть конденсора, также служит для регуляции освещения. Эта диафрагма состоит из ряда пластинок, расположенных по кругу и частично перекрывающих друга таким образом, что в центре остается отверстие для прохождения светового пучка. С помощью специальной ручки, расположенной на конденсоре с правой стороны, можно

менять положение пластинок диафрагмы относительно друг друга и таким образом уменьшать или увеличивать отверстие и, следовательно, регулировать освещенность.

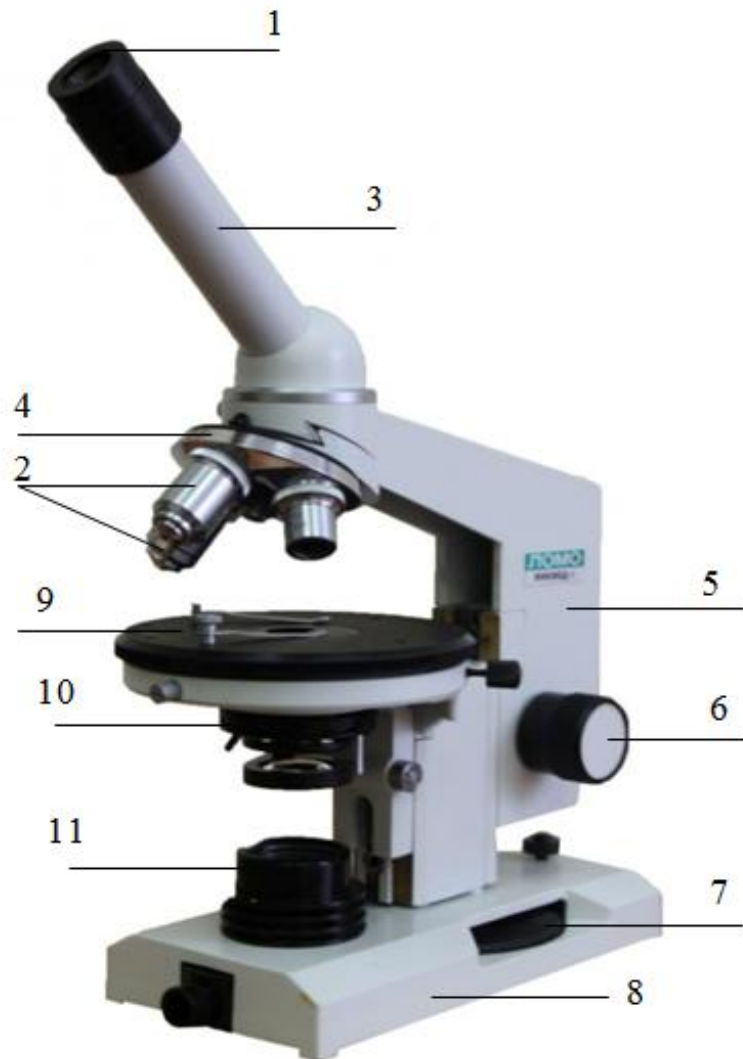


Рис. 1. Устройство светового микроскопа

1 – окуляр, 2 – объективы, 3 – тубус, 4 – револьвер, 5 – штатив, 6 – макрометрический винт, 7 – микрометрический винт, 8 – основание, 9 – предметный столик, 10 – конденсор, 11 – осветительная лампа

2. Изучить правила работы с микроскопом при малом ($\times 10$) и большом ($\times 40$) увеличении объектива.

Правила работы с микроскопом

1. Установите микроскоп напротив источника света.

2. Поставьте в рабочее положение объектив малого увеличения. Для этого

поворачивайте револьвер до тех пор, пока нужный объектив не займет срединное положение по отношению к тубусу и предметному столику (встанет над отверстием столика). Когда объектив занимает срединное (центрированное) положение, в револьвере срабатывает защелка. При этом слышится легкий щелчок и револьвер фиксируется.

3. Поднимите с помощью макрометрического винта объектив над столиком на высоту примерно 0,5 см.

Изучение любого объекта начинается с малого увеличения.

4. Откройте диафрагму и немного приподнимите конденсор. Глядя в окуляр левым глазом, вращайте зеркало в разных направлениях до тех пор, пока поле зрения не будет освещено ярко и равномерно.

5. Поместите на предметный столик микропрепарат покровным стеклом вверх, чтобы объект находился в центре отверстия предметного столика.

6. Смотрите в окуляр и одновременно медленно вращая макровинт на себя, поднимайте тубус до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение объекта (запомните, что фокусное расстояние для малого увеличения равно приблизительно 0,5 см).

7. Для того чтобы перейти к рассмотрению объекта при большом увеличении микроскопа, прежде всего, необходимо отцентрировать препарат, т.е. поместить объект или ту часть его, которую вы рассматриваете, в самый центр поля зрения. Для этого, глядя в окуляр передвигайте препарат, пока объект не займет нужного положения. Если объект не будет центрирован, то при большом увеличении он останется вне поля зрения. Проверьте и при необходимости отрегулируете четкость изображения макровинтом.

8. Вращая револьвер, переведите в рабочее положение объектив большого увеличения.

При фокусировке объекта при большом увеличении нужно работать только с микровинтом.

9. Вращая микрометрический винт в ту или другую сторону, добейтесь четкого изображения объекта.

10. Если изображение объекта отсутствует, то повторите операции, указанные в пунктах 3,4,6-9.

3. Изучите правила оформления практических работ.

Правила оформления практической работы.

Практическая работа по биологии оформляется в рабочем альбоме для

рисования формата А4. В начале каждой учебной темы на странице альбома указывается ее название. На одной странице альбома делаются 1–2 учебных рисунка (в зависимости от их размеров). Все рисунки выполняются в строгой последовательности прохождения материала.

Рисунки цитологических препаратов выполняются цветными карандашами. Рисунки электронных микрофотографий делаются простым карандашом. При зарисовке препарата особое внимание обращается на правильность изображения морфологических структур, точную передачу пропорций объектов, их окраски (на электронных микрофотографиях - их электронной плотности) и взаимного расположения.

Контрольные вопросы:

1. Что относится к оптической части микроскопа?
2. Перечислите элементы механической части микроскопа.
3. Назовите элементы осветительной части микроскопа.
4. Что такое разрешающая способность микроскопа, от чего она зависит?
5. Какова разрешающая способность светового микроскопа?
6. Для чего производится окрашивание цитологических препаратов?

Тема 2. Клетка как элементарная единица жизни

Вопросы к теме:

1. Этапы развития и основные положения клеточной теории (М.Шлейден, Т.Шванн, Р.Вирхов). Современное состояние клеточной теории.
2. Структурная организация прокариотической и эукариотической клеток, их сравнительная характеристика.
3. Особенности организации и функционирования растительной и животной клеток.
4. Химическая характеристика и физико-химические свойства клеток.
5. Неклеточные формы жизни.

Практическая часть:

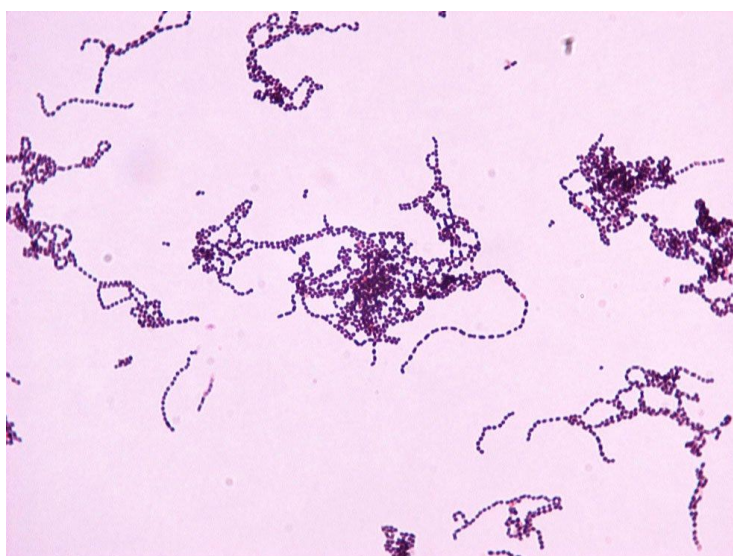
Изучить и зарисовать следующие микропрепараты и электронограммы.

1. Бактериальная клетка (окраска по Грамму), $\times 280$

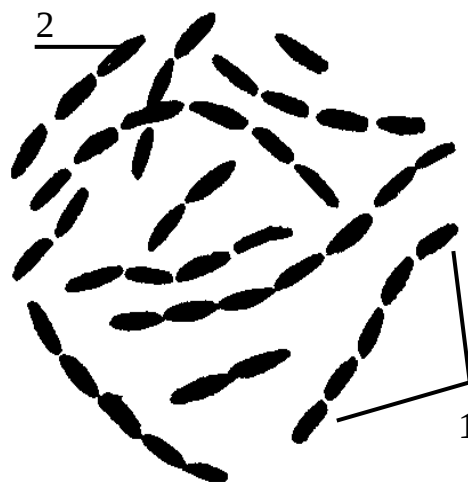
При большом увеличении микроскопа рассмотрите скопления бактерий палочковидной формы (рис.2А). Цитоплазма бактериальной клетки окрашена в сине-фиолетовый цвет. Отдельные бактерии соединены друг с другом в цепочки большей или меньшей протяженности. Клеточные оболочки бактериальных клеток не выявляются и выглядят в виде прозрачного пространства между клетками, образующими цепочку.

Зарисуйте участок цепочки, включающий несколько бактериальных клеток (рис.2Б). Обозначьте на рисунке:

- 1) цепочка бактериальных клеток
- 2) бактерия палочковидной формы.



А



Б

Рис. 2. Бактериальная клетка: микропрепарат при большом увеличении (А) и схематический рисунок (Б)

2. Электронная микрофотография. Бактериальная клетка, $\times 12000$

Рассмотрите электронную микрофотографию делящейся *Escherichia coli* (продольный срез клетки) (рис.3). Обратите внимание на клетки вытянутой формы, покрытые тонковолокнистой оболочкой (клеточная стенка). Под клеточной стенкой видна плазматическая мембрана. Цитоплазма имеет большую электронную плотность, имеет тонкую гранулярную структуру. В центральной зоне цитоплазмы видны более светлые участки. Это зона расположения бактериальной ДНК – нуклеоид.

Обозначьте на рисунке:

1) клеточная стенка 2) цитоплазма 3) нуклеоид.

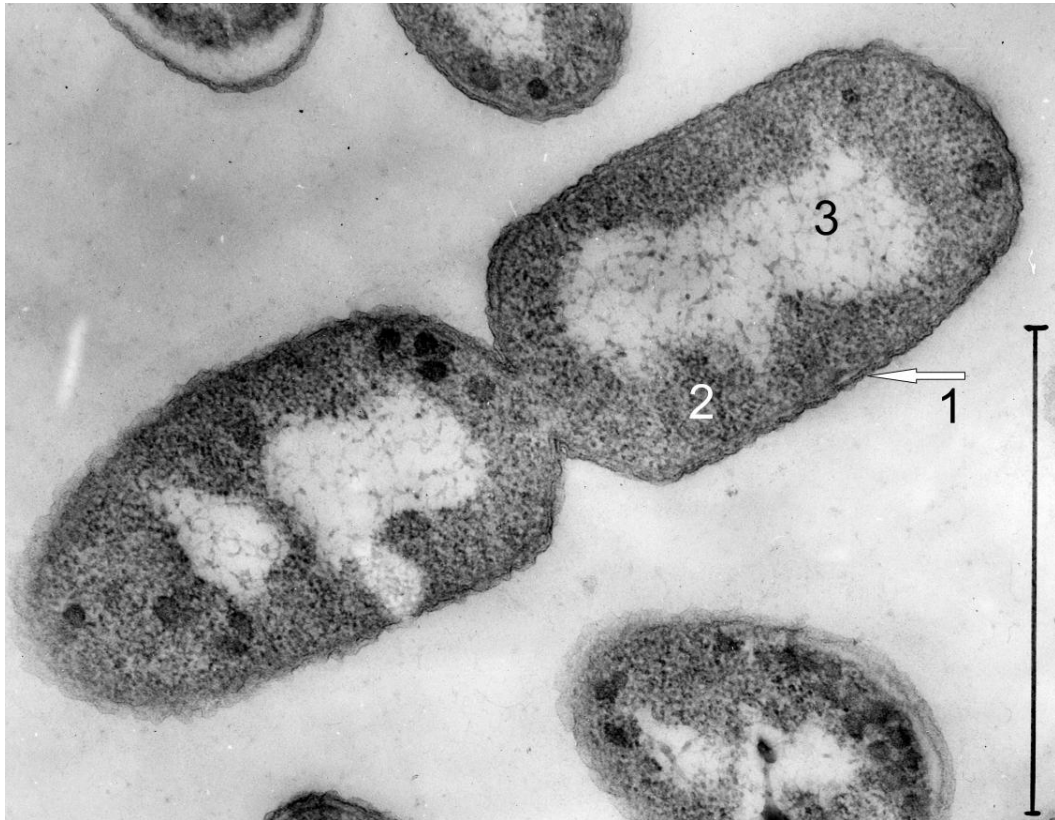


Рис.3. *Escherichia coli* в процессе деления

3. Электронная микрофотография изолированного нуклеоида *E. coli*

Рассмотрите электронную микрофотографию нуклеоида, выделенного из клетки *E. coli* (рис.4). Хорошо различимы расправленные петли ДНК. Некоторые петлевые домены суперскручены.

Обозначьте на рисунке:

1. Суперспирализованные центральные петли ДНК
2. Деспирализованные петли ДНК (показаны стрелками)

4. Растительная клетка. Листа элодеи, $\times 280$ (временный препарат)

Оторванный от стебля лист элодеи положите нижней стороной в каплю воды на предметное стекло, накройте покровным стеклом и рассмотрите при малом увеличении микроскопа. Обратите внимание на неравномерную окраску листовой пластинки, в середине которой вдоль листа располагается «средняя жилка», состоящая из более светлых клеток. Краевые клетки листа почти прозрачные. Некоторые клетки выступают наружу в виде острых зубцов (рис.5,6).

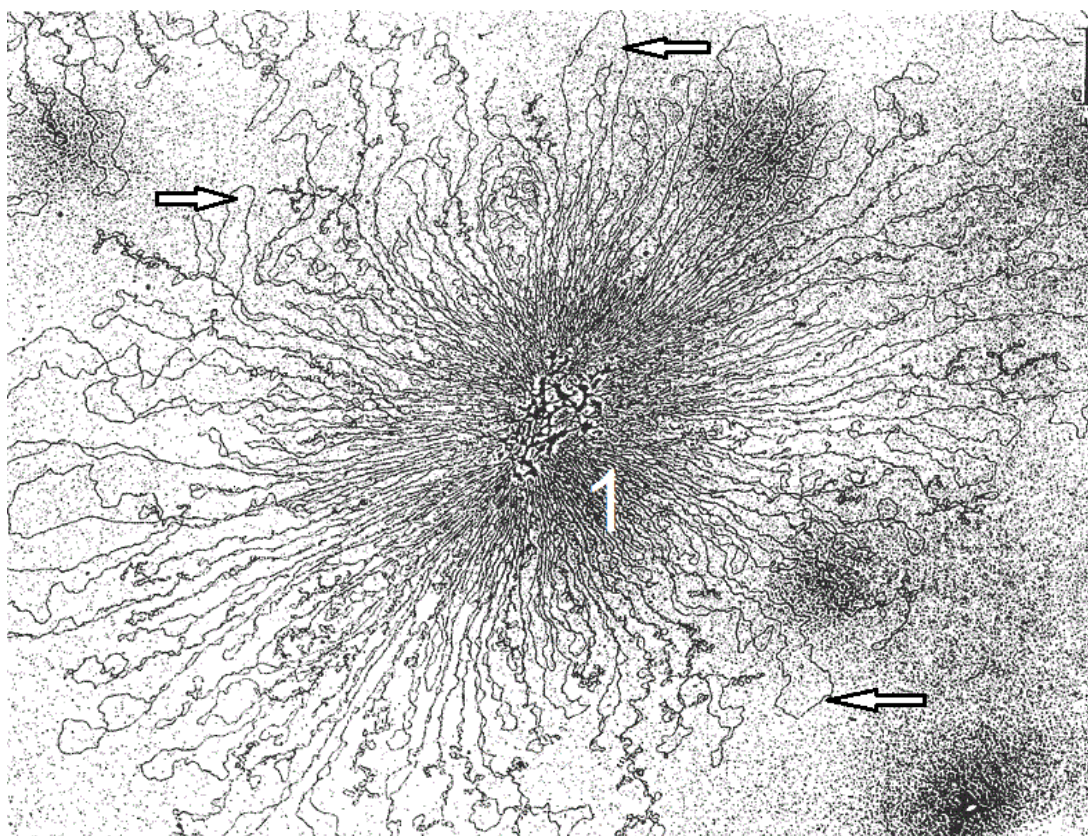


Рис.4. Изолированный нуклеоид *E.coli*

Рассмотрите особенности строения клеток при большом увеличении (рис. 5Б). Клетки имеют тонкие прозрачные стенки, плотно соединенные между собой. Размеры, форма клеток, а также число содержащихся в них хлоропластов варьирует. Клетки «средней жилки» узкие, сильно вытянутые по длине листа, пластид в них немного, большинство из них располагается вдоль боковых стенок. Очертания пластид овальные. Клетки, прилегающие к «средней жилке», более широкие, квадратные, многоугольные или продолговатые. В этих клетках много пластид. Ядро, цитоплазма и вакуоль в клетке не видны, так как показатели преломления света всех этих структур примерно одинаковы. Ядро становится заметным, если лист обработать раствором йода в водном растворе йодида калия, однако этот реактив убивает клетку.



Рис. 5. Элодея канадская:
общий вид (А) и клетки листа при большом увеличении (Б)

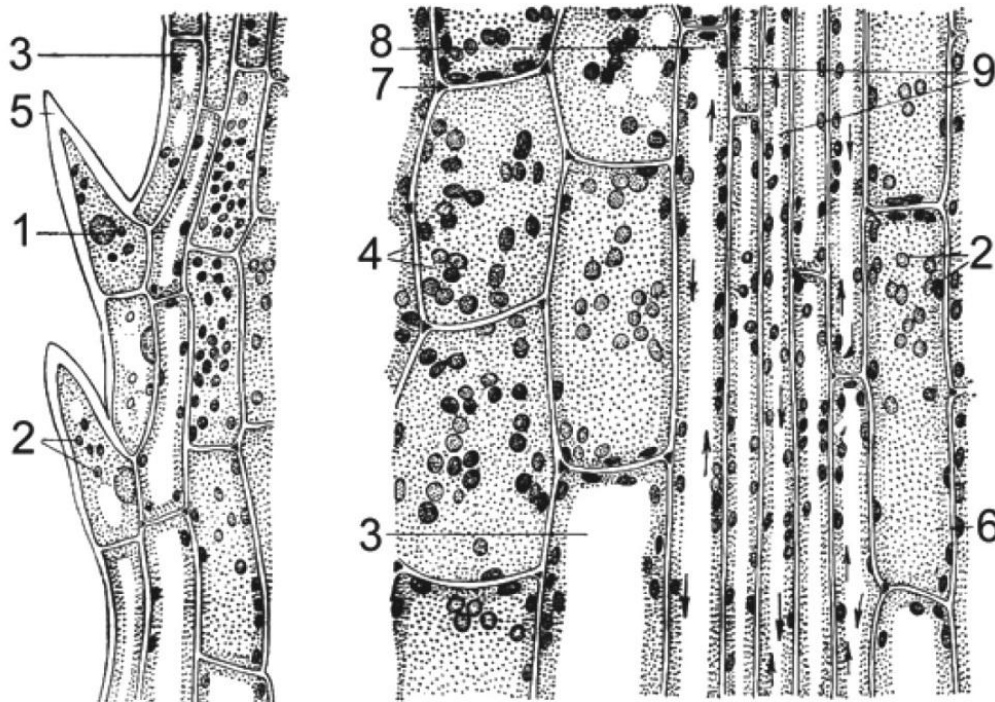


Рис. 6. Клетки листа элодеи (схема).

Зарисуйте микропрепарат (рис.6) и обозначьте на рисунке: 1 – ядро; 2 – хлоропласты; 3 – вакуоль; 4 – цитоплазма; 5 – зубчик листа; 6 – оболочка клетки; 7 – межклетник; 8; 9 – клетки «средней жилки»

5. Общая морфология животной клетки. Печень аксолотля(окраска гематоксилин-эозином),× 280

Рассмотрите препарат при малом увеличении микроскопа. Основу препарата составляют крупные многоугольные печеночные клетки. Они резко отграничены друг от друга и содержат относительно маленькие круглые ядра.

Рассмотрите препарат при большом увеличении (рис.7). Цитоплазма клетки имеет зернистую или сетчатую структуру и окрашена эозином в розовый цвет, в ней видны бесцветные вакуоли, которые получаются в результате растворения фиксатором жира, находящегося в клетках печени в большом количестве. Почти в центре клетки лежит округлое ядро. Внутри ядра можно различить зерна и глыбки хроматина, интенсивно окрашивающегося гематоксилином в фиолетовый цвет. Среди зерен хроматина расположены одно или, реже, два круглых ядрышка, окрашенные эозином в розовый цвет. Нередко встречаются клетки с двумя ядрами.



Рис. 7. Общая морфология животной клетки. Печень аксолотля:

1— цитоплазма, 2— ядро, 3— ядрышко

На препарате, кроме клеток печени, могут встречаться еще скопления темно-коричневых отростчатых пигментных клеток. Иногда можно увидеть эритроциты - желтовато-красные клетки овальной формы с темно-фиолетовым

ядром. Если срез прошел через край печени, то на препарате будут видны другие кровяные клетки, главным образом округлые лейкоциты, находящиеся на разных стадиях развития. У взрослых земноводных кроветворение происходит в краевой зоне печени.

Зарисуйте препарат, сделайте обозначения (рис.8).

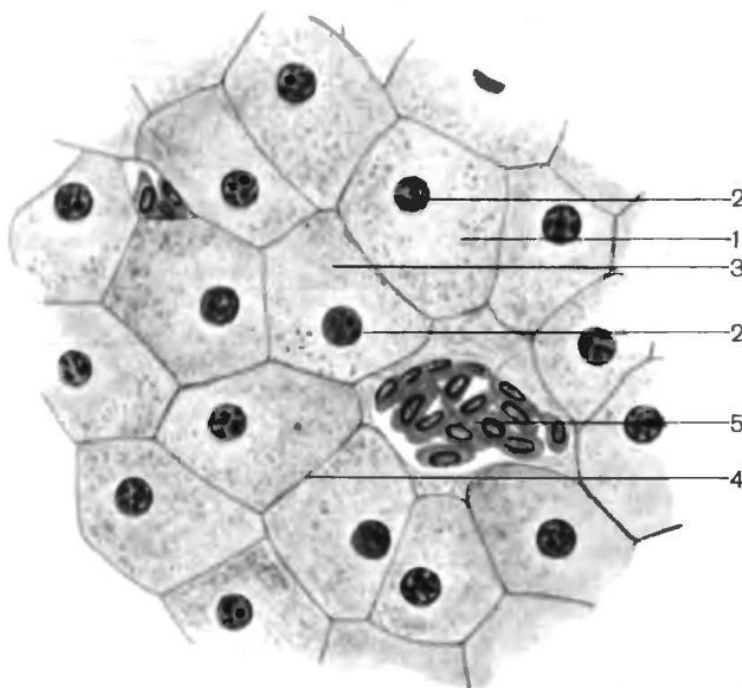


Рис. 8. Печень аксолотля (схема)

Обозначьте на рисунке:

1 –печеночная клетка многоугольной формы, 2 – ядро, 3 – цитоплазма,
4 – граница клетки, 5 – капилляр с эритроцитами.

6. Эритроциты лягушки (окраска гематоксилин-эозином), × 280

Большинство клеток мазка являются эритроцитами. Они имеют овальную форму и плотное овальное ядро (рис.9). Ядро интенсивно окрашивается гематоксилином в сине-фиолетовый цвет. Цитоплазма эритроцитов окрашивается эозином в оранжево-красный цвет за счет гемоглобина, растворенного в цитоплазме. Кроме эритроцитов в мазке крови встречаются лейкоциты, тромбоциты.

Обозначьте на рисунке: 1 – ядро, 2 – цитоплазма.

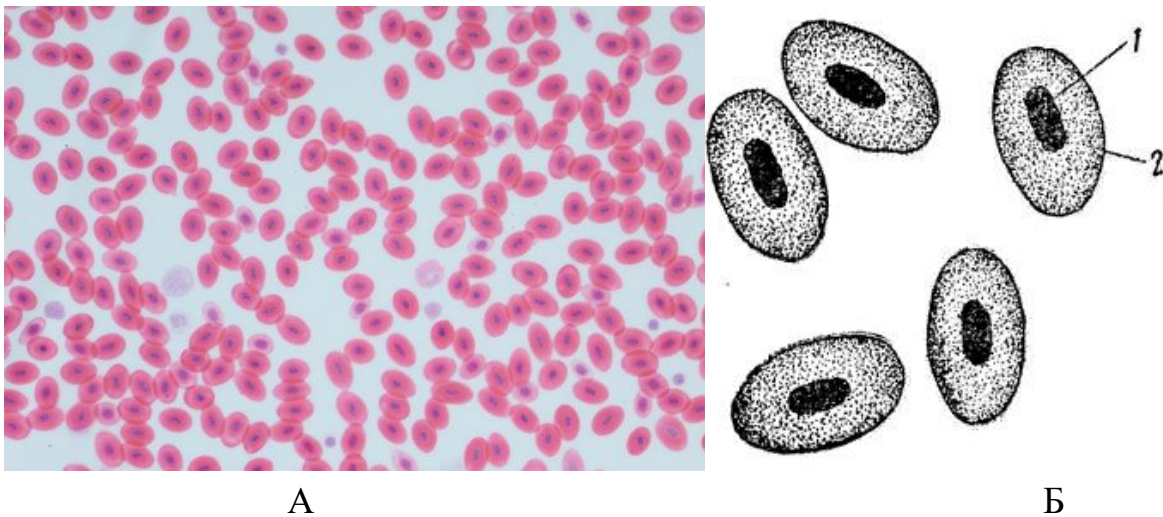


Рис. 9. Эритроциты лягушки: микропрепарат при большом увеличении (А) и схематический рисунок (Б)

7. Отростчатые клетки в спинном мозге собаки, $\times 280$ (импрегнация серебром).

На поперечном срезе спинного мозга серое вещество располагается в центре в виде бабочки, белое - по периферии. В середине находится отверстие - центральный канал. Более узкие выступы «бабочки» - задние рога, более широкие - передние. Наиболее крупные нервные клетки расположены в передних рогах серого вещества - это двигательные нейроны. На большом увеличении микроскопа рассмотрите форму двигательных нейронов (рис.10).

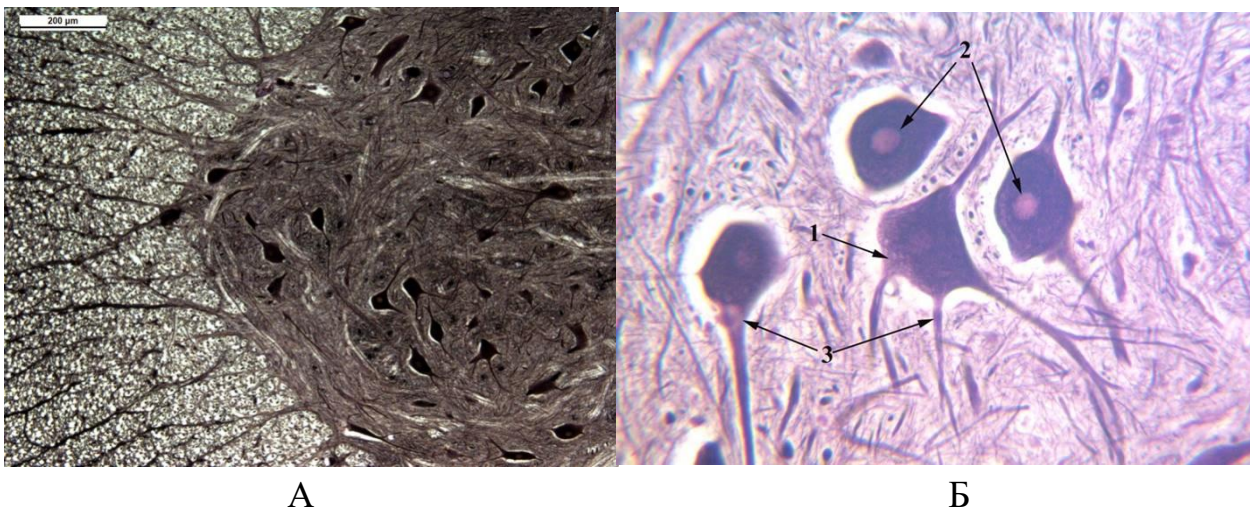


Рис. 10. Спинной мозг собаки: микропрепарат при малом (А) и большом (Б) увеличении.

Обратите внимание на наличие нескольких отростков. В связи с тем, что отростки обычно перерезаны на очень близком расстоянии от тела нервной клетки, на срезе невозможно отличить дендриты от аксона. Ядро содержит одно круглое ядрышко и очень мало зернистого хроматина, имеет вид светлого пузырька.

Зарисуйте препарат, сделайте обозначения (рис.11).

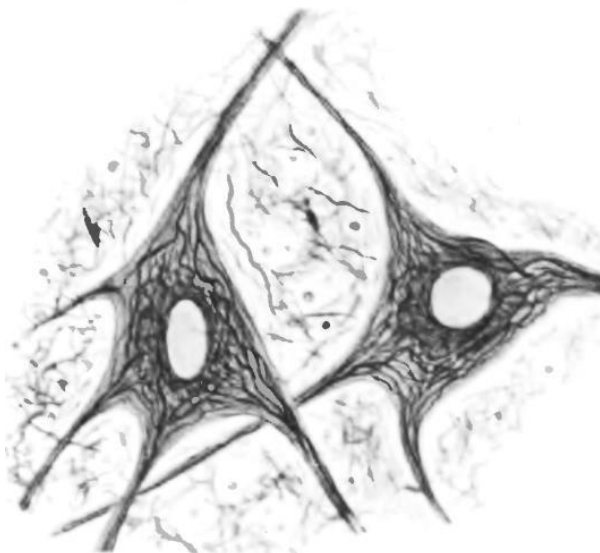


Рис. 11. Нервные клетки в спинном мозге собаки

Обозначьте на рисунке:

1 – ядро, 2 – цитоплазма, 3 – отростки нейрона.

Контрольные вопросы:

1. Каковы особенности структурной организации прокариотической клетки?
2. Какая форма может быть у эукариотической клетки? От чего она зависит? Приведите примеры.

3. Заполните таблицу «Сравнительная характеристика прокариот и эукариот»

Характеристика	Прокариоты	Эукариоты
Наличие ядра		
ДНК		
Мембранные органоиды		
Немембранные органоиды		
Цитоплазматическая мембрана		
Клеточная стенка		
Жгутики		

Движение цитоплазмы		
Дыхание		
Фотосинтез		
Размножение		

4. Приведите сравнительную характеристику растительной и животной клеток.

Тема 3. Органоиды клетки

Вопросы к теме:

5. Понятие об элементарной биологической мембране как структурной основе метаболизма клеток.
6. Поверхностный аппарат клетки: надмембранный комплекс, плазматическая мембрана и субмембранный комплекс, их строение и свойства.
7. Транспорт веществ через мембрану.
8. Цитоплазма – внутренняя среда клетки. Гиалоплазма, ее свойства, функции.
9. Эндоплазматическая сеть: типы, строение, функции.
10. Пластинчатый комплекс (комплекс Гольджи): строение и значение в обмене веществ.
11. Лизосомы: классификация, ультраструктура и функции.
12. Структура и состав пероксисом.
13. Митохондрии: их строение, функциональное значение.
14. Рибосомы, их строение, химический состав, функции.
15. Центросома.
16. Строение и биологическая роль микрофиламентов и микротрубочек.
17. Специальные органоиды: мерцательные реснички, микроворсинки, жгутики, нейрофибриллы, миофибриллы.

Практическая часть:

Изучить и зарисовать следующие микропрепараты и электронограммы.

1. Комплекс Гольджи в нейронах спинномозгового ганглия, $\times 280$ (импрегнация солями серебра).

На продольном срезе ганглия при малом увеличении видны большие округлые нервные клетки со светлым ядром, окруженные соединительнотканными прослойками. Они расположены группами, между которыми проходят нервные волокна.

Рассмотрите нервную клетку при большом увеличении микроскопа (рис.12). Аппарат Гольджи имеет вид узкопетливой сети, расположенной в цитоплазме вокруг ядра клетки. Иногда эта сеточка непосредственно прилегает к ядру, в других случаях располагается между ядром и оболочкой клетки. В некоторых нервных клетках элементы аппарата Гольджи не собраны вокруг ядра, а разбросаны по всей цитоплазме.

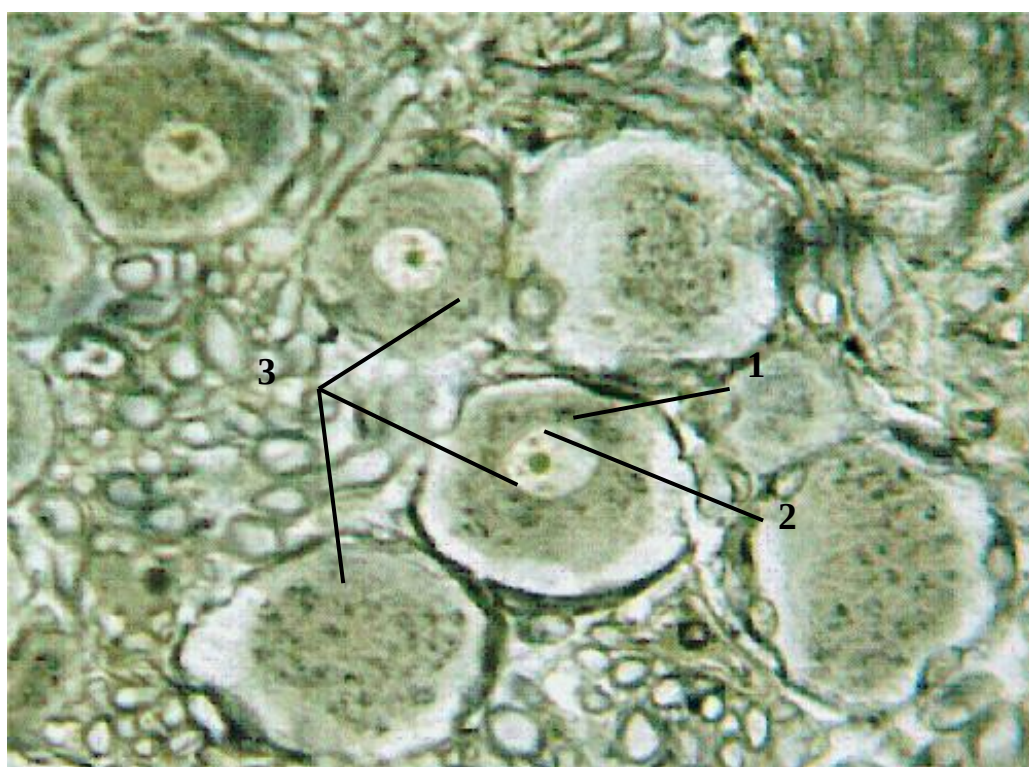


Рис. 12. Комплекс Гольджи в нейронах спинномозгового ганглия:
1- ядро, 2 - ядрышко, 3 - комплекс Гольджи

Обозначьте на рисунке (рис.13):

1 - ядро с ядрышком, 2 – цитоплазма, 3 – комплекс Гольджи

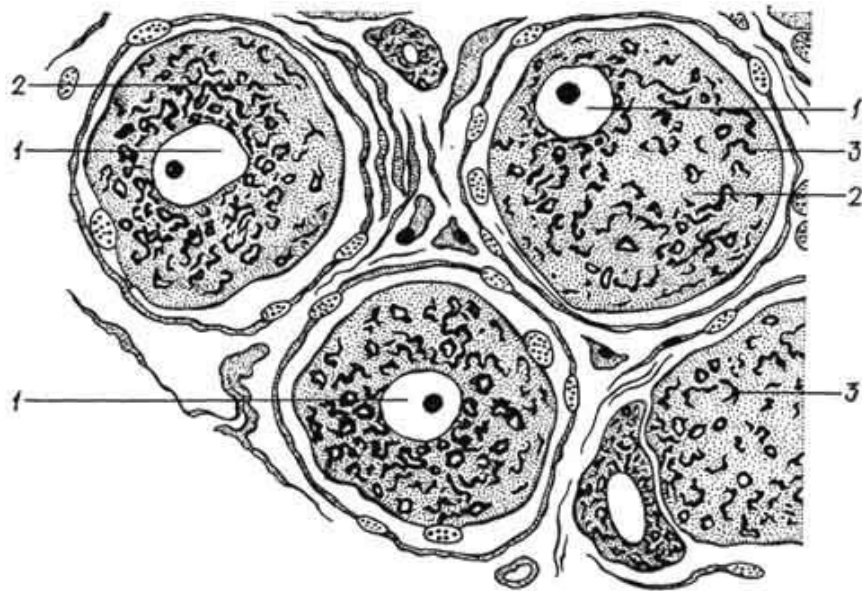


Рис.13. Комплекс Гольджив нейронах спинномозгового ганглия (схема).

2. Электронная микрофотография. Шероховатая ЭПС в клетках Пуркинье коры мозжечка (отрезок – 1 мкм) (рис. 14).

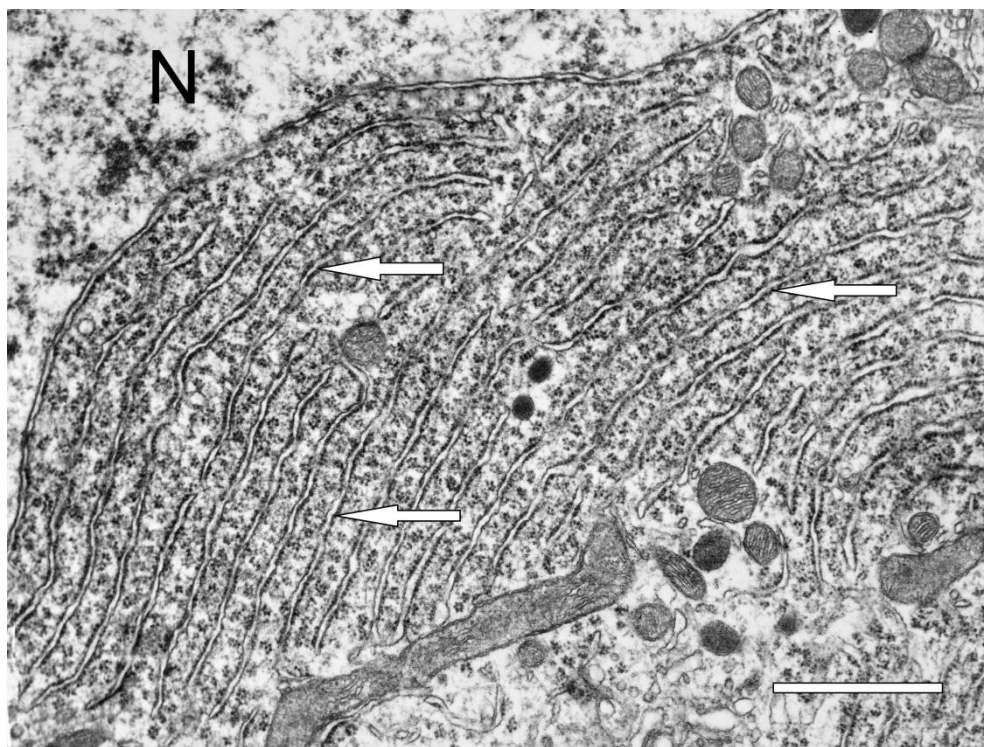


Рис. 14. Шероховатая ЭПС в клетках Пуркинье коры мозжечка, образующие тигроид (вещество Ниссля)

Обозначьте на рисунке: 1 – ядро клетки Пуркинье (N), 2 – каналы шероховатой ЭПС (показаны стрелками).

3. Электронная микрофотография. Гладкая ЭПС в клетках коркового вещества надпочечников, $\times 80000$ (рис.15).

Обозначьте: 1 – каналы гладкой ЭПС (показаны стрелками)

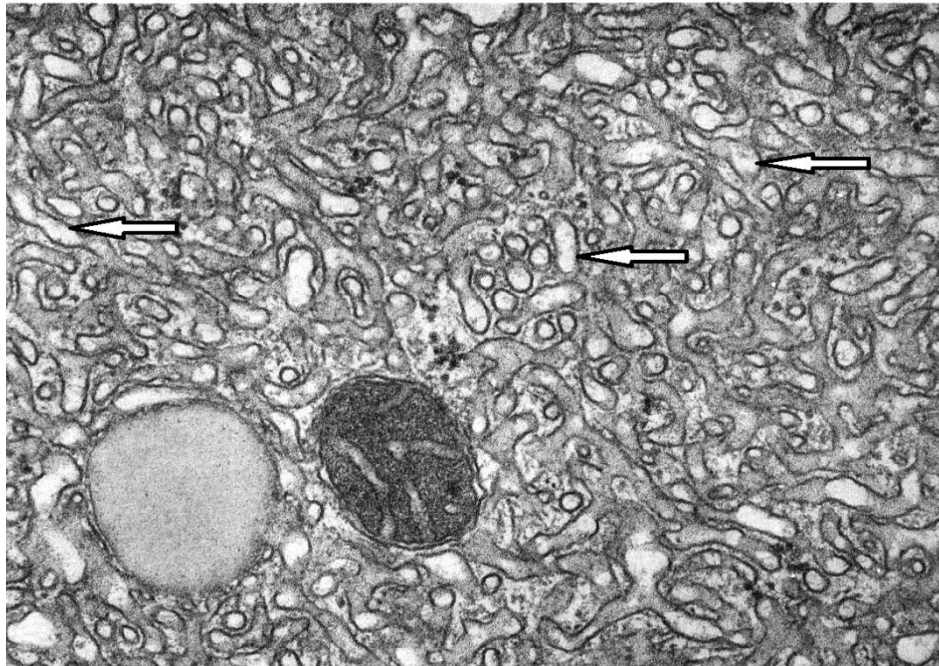


Рис. 15. Гладкая ЭПС в клетках коркового вещества надпочечников.

4. Электронная микрофотография. Аппарат Гольджи в нервной клетке (отрезок – 300 нм) (рис. 16).

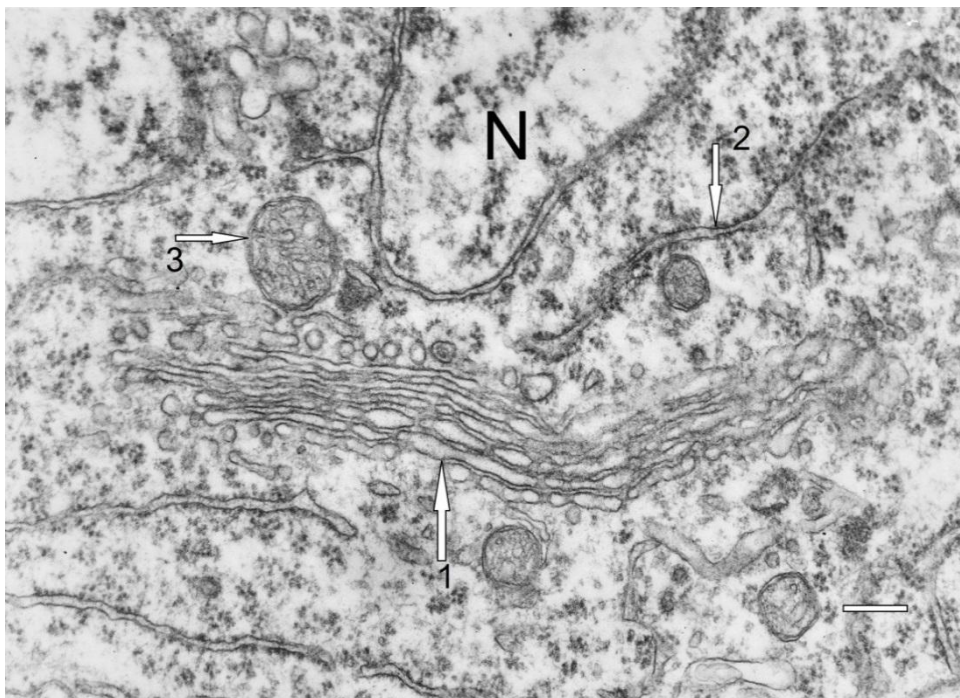


Рис. 16. Аппарат Гольджи в нервной клетке.

Обозначьте на рисунке: 1 – цистерны аппарата Гольджи, 2 – каналы гранулярной ЭПС, 3 – митохондрии, 4 – ядро (N)

5. Электронная микрофотография. Лизосомы в клетках печени, $\times 50000$ (рис.17).

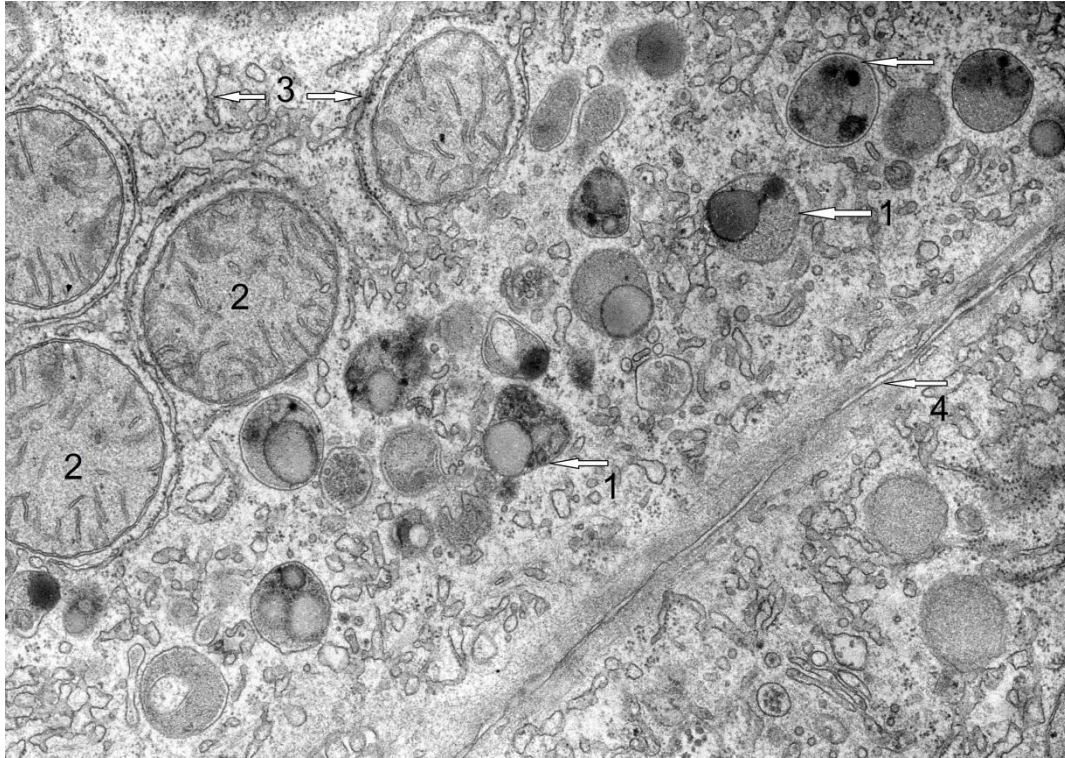


Рис. 17. Лизосомы в клетках печени

Обозначьте на рисунке: 1 – вторичные лизосомы, 2 – митохондрии, 3 – шероховатая ЭПС, 4 – граница двух клеток

6. Хондриосомы в эпителиальные в клетках кишечника аскариды (окраска железным гематоксилином), $\times 280$

При малом увеличении микроскопа выберите участок эпителия кишечника с заметной зернистостью в цитоплазме клеток и разместите его в поле зрения (рис.18А).

При большом увеличении микроскопа виден участок кишки с одним рядом тесно расположенных вытянутых клеток прямоугольной формы (рис.18Б). На стороне клеток, обращенной в полость кишечника, заметна темная полоска – щеточная каемка, образованная большим количеством тесно расположенных микроворсинок – пальцевидными выростами клетки. На другой стороне клеток, противоположной полости органа, видна плотная нитевидная

базальная мембрана, на которой расположены эпителиальные клетки. В основании клеток видны овальные ядра с одним или двумя ядрышками. Над ними заметны небольшие экскреторные зерна зеленоватого цвета. Выше располагаются палочковидные митохондрии, окрашенные в розовый цвет. Цитоплазма над ними сильно вакуолизирована и кажется более светлой.

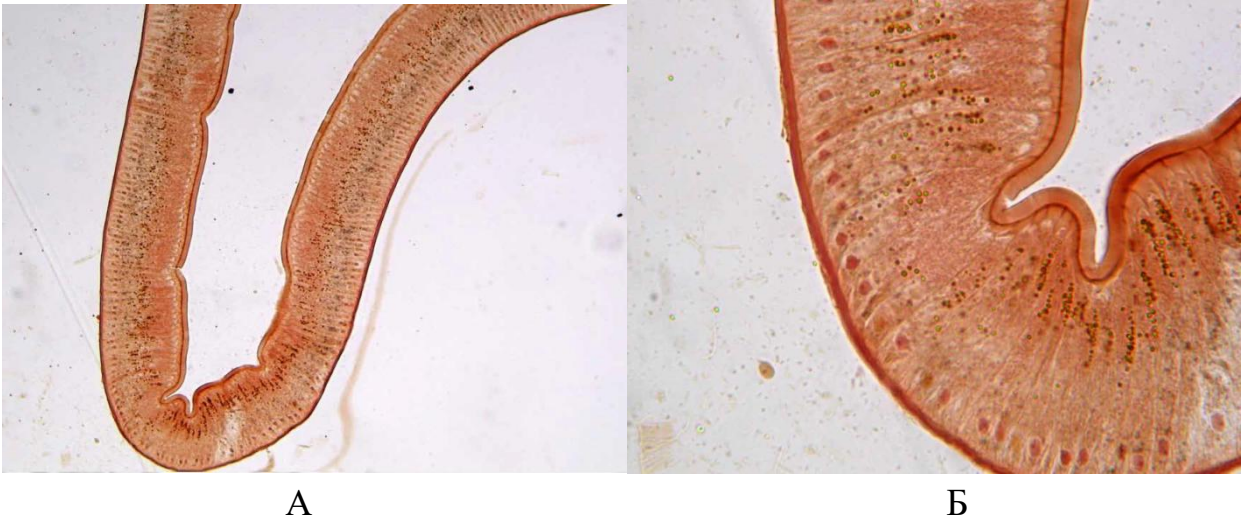


Рис. 18. Хондриосомы в эпителиальные в клетках кишечника аскариды: микропрепарат при малом (А) и большом (Б) увеличении микроскопа

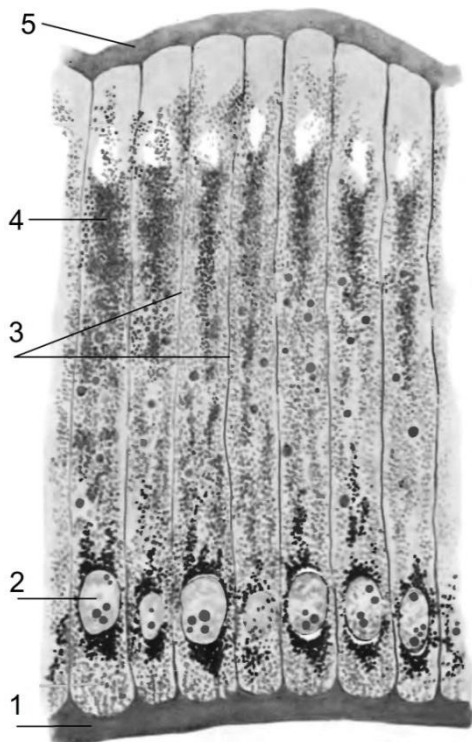


Рис. 19. Хондриосомы в эпителиальные в клетках кишечника аскариды

Обозначьте на рисунке:

- 1 – базальная мембрана,
- 2 – ядро,
- 3 – плазмолемма,
- 4 – митохондрии,
- 5 – щеточная каемка (микроворсинки)

7.Электронная микрофотография. Ультраструктура митохондрий (отрезок 400 нм) (рис. 20).

Обозначьте на рисунке: 1 – кристы, 2 – кальций-содержащие гранулы митохондрии.



Рис. 20. Ультраструктура митохондрий в клетках почки.

8. Электронная микрофотография. Рибосомы (отрезок 300 нм) (рис.21).

Обозначьте на рисунке:

1 –полирибосомы,

2 – синтезированная иРНК

9. Электронная микрофотография. Клеточный центр (отрезок – 300нм) (рис.22).

Обозначьте на рисунке:

1 - центриоли, перпендикулярно расположенные друг к другу,

2 - аппарат Гольджи,

3 - вторичная лизосома,

N – ядро.

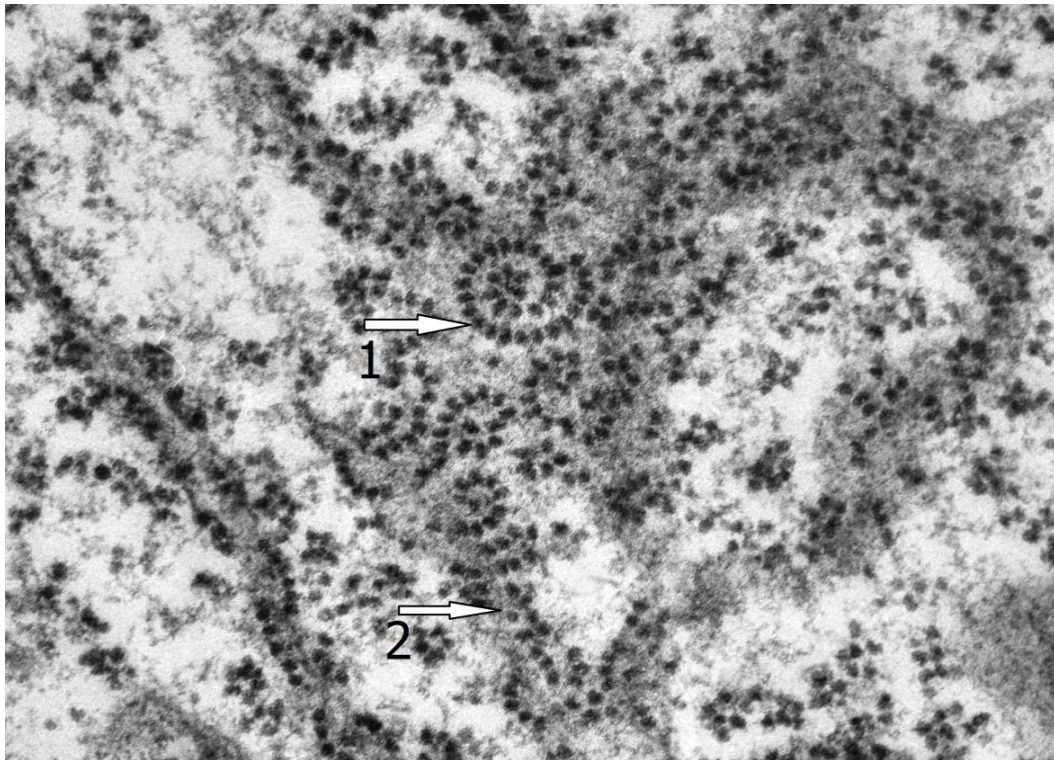


Рис. 21. Полирибосомы на поверхности тангенциального среза гранулярной ЭПС

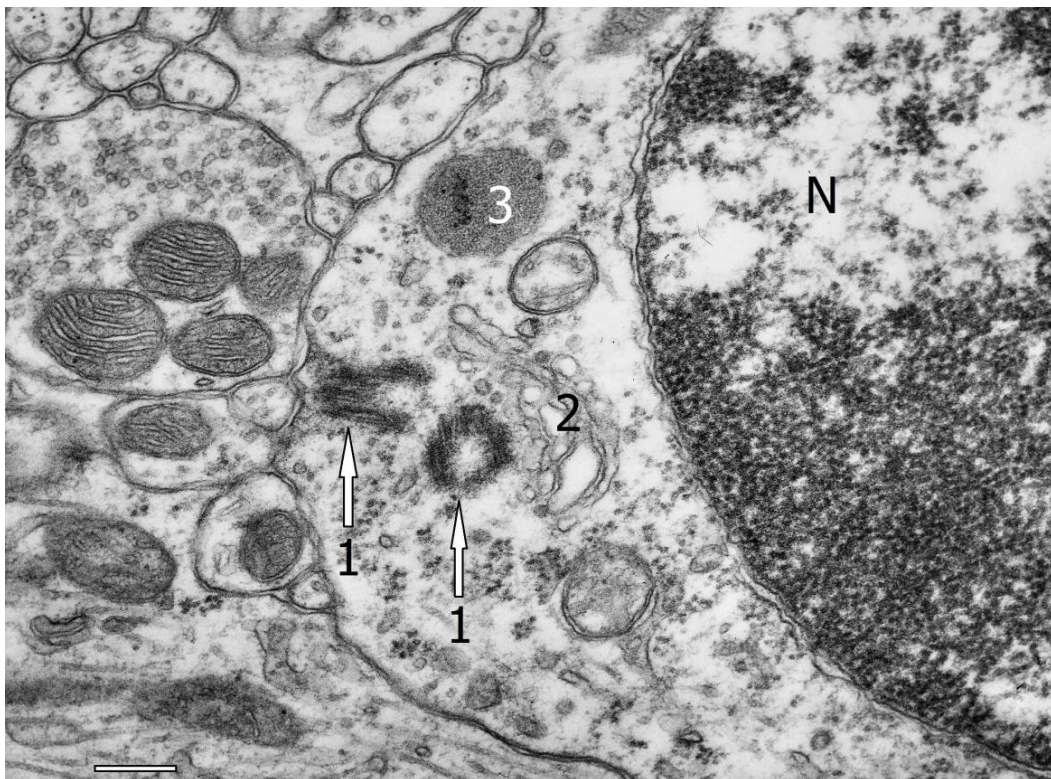


Рис. 22. Клеточный центр

10.Электронная микрофотография. Центриоль(отрезок 200 нм) (рис.23).

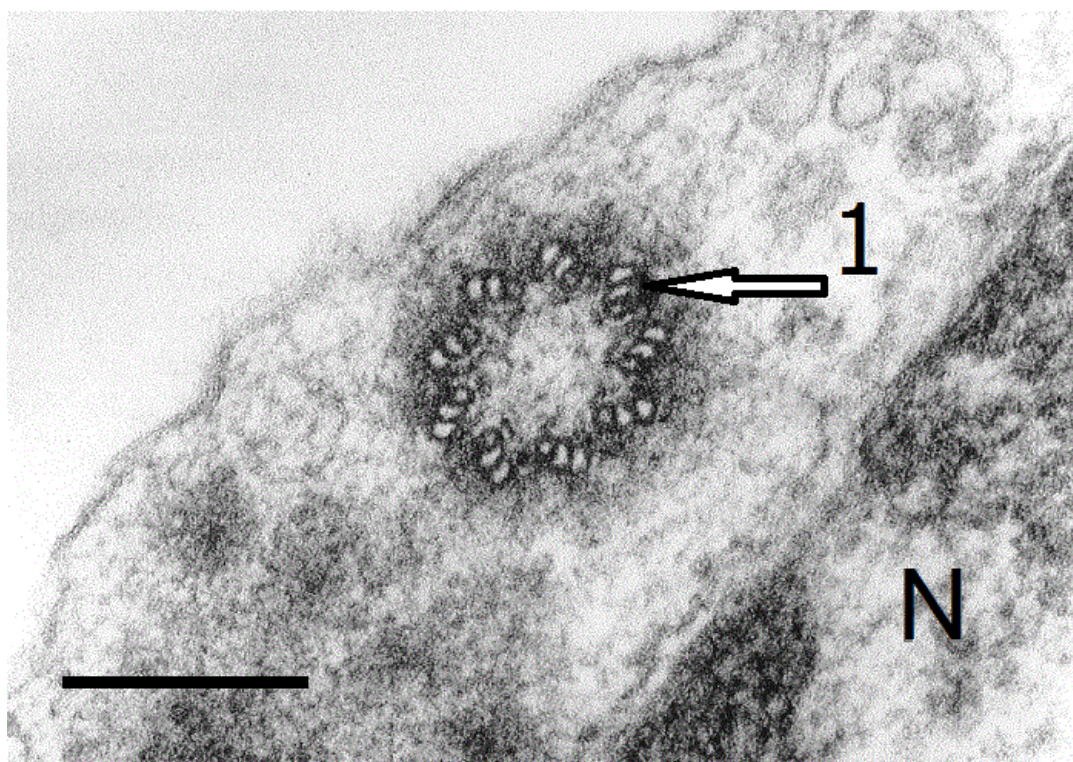


Рис. 23. Центриоль, состоящая из 9 триплетов микротрубочек

Обозначьте на рисунке:

1 - центриоль,

N– ядро.

11. Ресничный эпителий мантии беззубки (окраска железным гематоксилином), $\times 280$

Основу мантии составляет соединительная ткань с сильно развитым межклеточным промежуточным веществом и единичными клетками – фибробластами. Соединительная ткань покрыта однослойным мерцательным эпителием. На границе между эпителием и соединительной тканью располагается базальная мембрана. Однослойный эпителий, выстилающий мантию, состоит из высоких цилиндрических клеток. Ядра в этих клетках располагаются на разных уровнях, но всегда в базальных частях клеток. Ядра имеют овальную, иногда вытянутую вдоль оси клетки форму. В них часто видны глыбки хроматина и ядрышки. Свободная апикальная поверхность клеток покрыта близко расположенными друг к другу ресничками (рис.24).



Рис. 24. Однослойный многорядный мерцательный (реснитчатый) эпителий
1- ядра, 2 - мерцательные реснички, 3 - базальные тельца ресничек

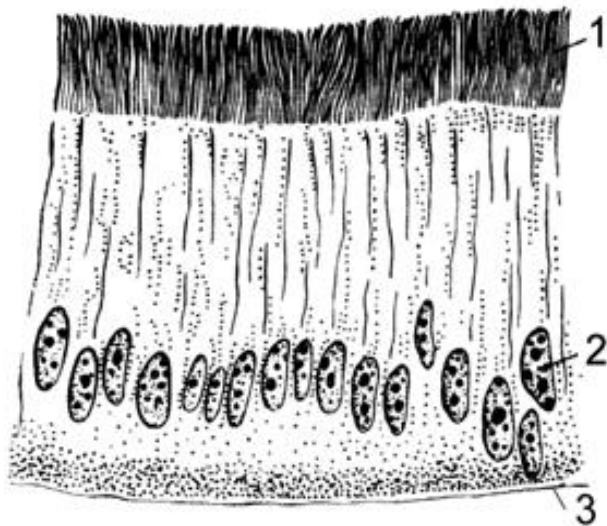


Рис. 25. Реснитчатый эпителий мантии беззубки (схема)

Рассмотрите препарат на большом увеличении, зарисуйте клетки реснитчатого эпителия. Обозначьте на рисунке:

- 1 – реснички,
- 2 - ядро клетки,
- 3 - базальная мембрана.

12. Электронная микрофотография. Реснички и микроворсинки, $\times 35000$ (рис.26).

Обозначьте на рисунке:

- 1 – ресничка,

- 2 – дуплет микротрубочек,
3 - две центральные микротрубочки,
4– микроворсинки.

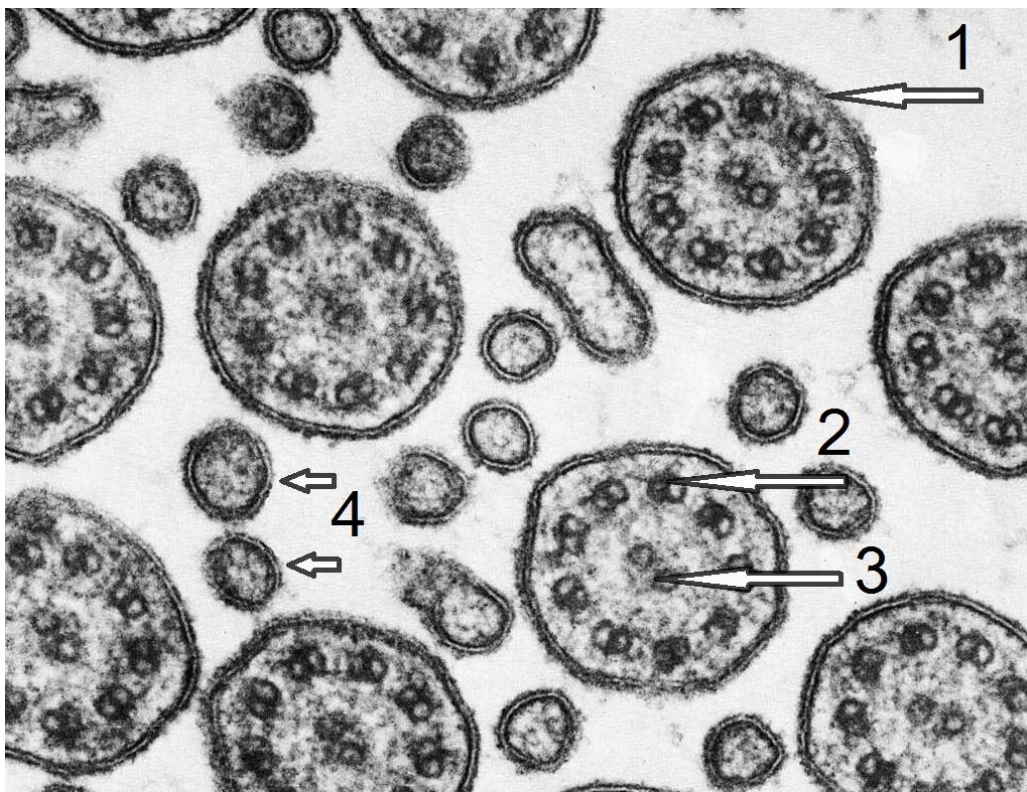


Рис. 26. Реснички и микроворсинки эпителиальных клеток трахеи

Контрольные вопросы:

1. Как называется современная модель строения мембраны? Почему она так называется?
2. Приведите понятие осмоса. Какие растворы называют изотоническим, гипо- и гипертоническим?
3. Назовите основные виды эндоцитоза. В чем их отличие?
4. Какие структуры плазмолеммы способствуют распознаванию клеткой сигналов?
5. Назовите органоиды клетки, участвующие в энергетическом обмене.
6. Выделите общие черты строения митохондрий и хлоропластов.
7. Почему митохондрии и хлоропласты относят к полуавтономным органоидам клетки?
8. В каких типах клеток хорошо развиты грЭПС, агрЭПС, аппарат Гольджи? Приведите примеры, ответ обоснуйте.

9. В каких клетках содержится большое количество лизосом? Приведите примеры.
10. В чем заключается метод аналитического ультрацентрифугирования? Кто впервые применил этот метод?
11. Для клеток какого типа характерен клеточный центр?
12. Какой формулой можно описать систему микротрубочек центриолей?
13. Назовите функции клеточного центра в интерфазе и во время деления клетки.
14. Перечислите основные филаменты, образующие цитоскелет клетки.
15. Какую функцию выполняют реснички и жгутики в клетке?
16. Какой формулой можно описать систему микротрубочек ресничек и жгутиков?
17. В каких клетках можно наблюдать микроворсинки? Какое значение они имеют?

Тема 4. Ядро клетки.

Вопросы к теме:

1. Микроскопическое, ультрамикроскопическое строение, химическая характеристика и функции ядра клетки.
2. Структура молекулы ДНК.
3. Уровни упаковки ДНК у эукариот.
4. Хроматин и его разновидности.
5. Строение и химический состав хромосом.
6. Внутриклеточные включения: классификация и значение в жизнедеятельности клеток.

Практическая часть:

Изучить и зарисовать следующие микропрепараты и электронограммы.

1. Спинальный ганглий собаки (окраска гематоксилин-эозин), $\times 280$

При малом увеличении микроскопа найдите скопления крупных округлых клеток со светлыми ядрами (нейроны) (рис.27). Рассмотрите препарат при большом увеличении микроскопа (рис.28). Цитоплазма нервных клеток мелкозернистая, однородная. Круглое светлое ядро находится, как правило, не в центре клетки, а несколько сдвинуто к краю. Оно содержит мало хроматина в

виде отдельных темных зерен, разбросанных по всему ядру. Оболочка ядра хорошо заметна. В ядре имеется круглое, правильной формы ядрышко, которое интенсивно окрашивается. На препарате также хорошо видны окружающие нейроны глиальные клетки - спутники (сателлиты).

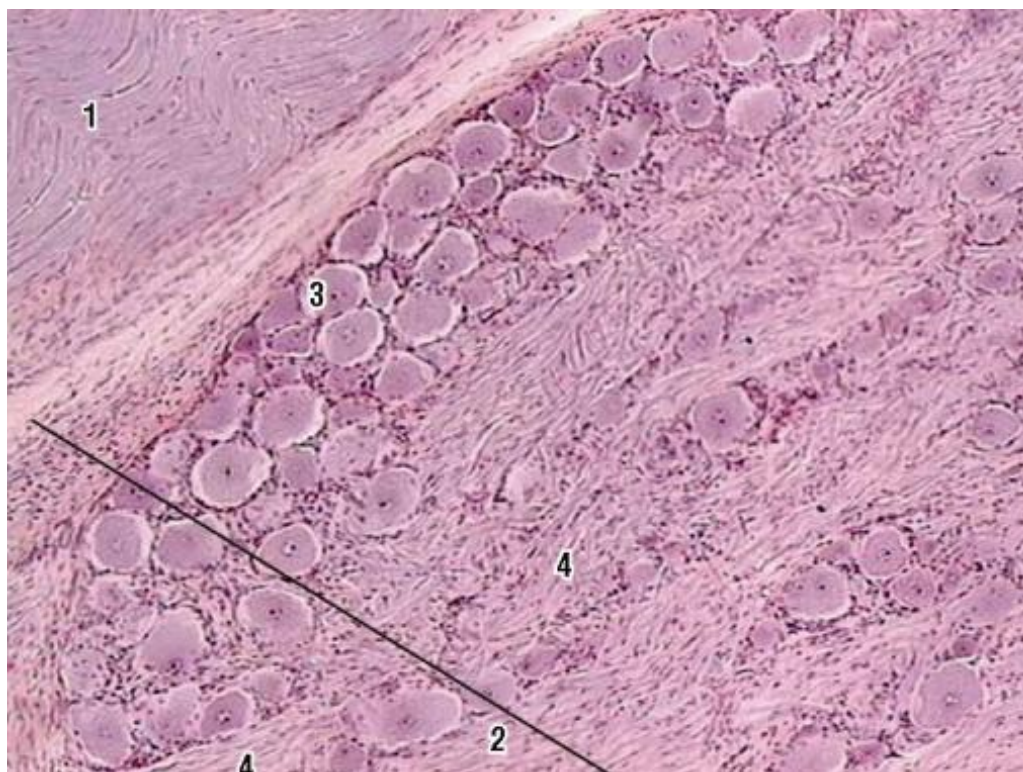


Рис. 27. Спинальный ганглий собаки, малое увеличение:

- 1 - передний корешок (нервные волокна);
2 - задний корешок со спинномозговым ганглием: 3 - псевдоуниполярные чувствительные нейроны; 4 - нервные волокна (отростки нейронов)
(Гистология, цитология и эмбриология: атлас / В.В. Гемонов, Э.Н. Лаврова; под ред. С.Л. Кузнецова)

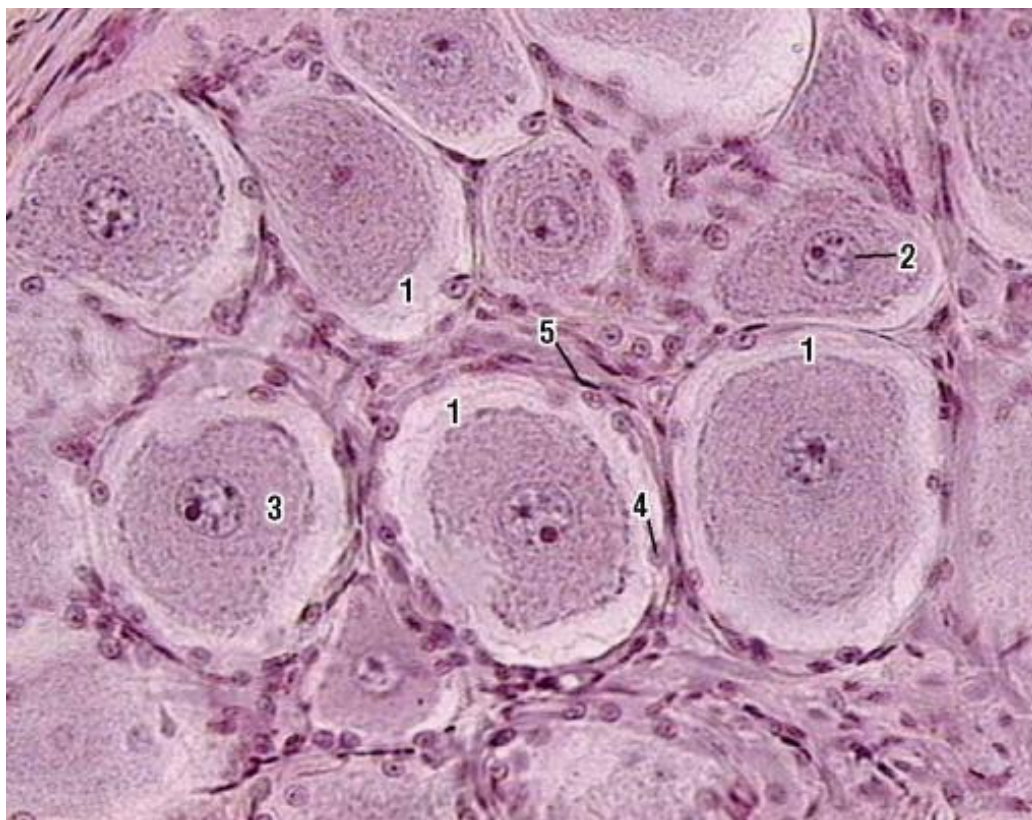


Рис. 28. Спинальный ганглий собаки, большое увеличение: 1 - чувствительные псевдоуниполярные нейроны; 2 - ядро нейрона с ядрышком; 3 - цитоплазма нейрона; 4 - мантийные глиоциты (сателлиты); 5 - фибробласты соединительнотканной оболочки нейрона (Гистология, цитология и эмбриология: атлас / В.В. Гемонов, Э.Н. Лаврова; под ред. С.Л. Кузнецова)

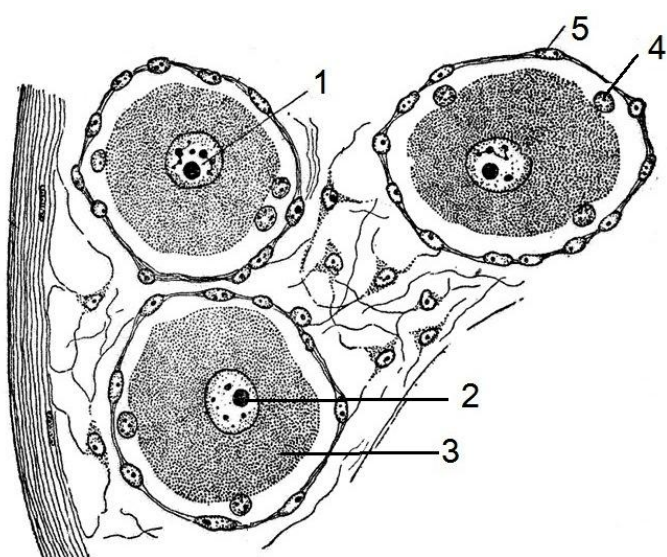


Рис. 29. Спинальный ганглий собаки (схема).

Зарисуйте участок среза, включающий несколько нервных клеток. Сделайте обозначения:

- 1 - ядро нервной клетки,
- 2 - ядрышко,
- 3 - цитоплазма,
- 4 - клетки-сателлиты,
- 5 - клетки соединительнотканной капсулы.

2. Электронная микрофотография. Переход ядерной оболочки в каналы ЭПС(отрезок 500 нм) (рис. 30). N - ядро

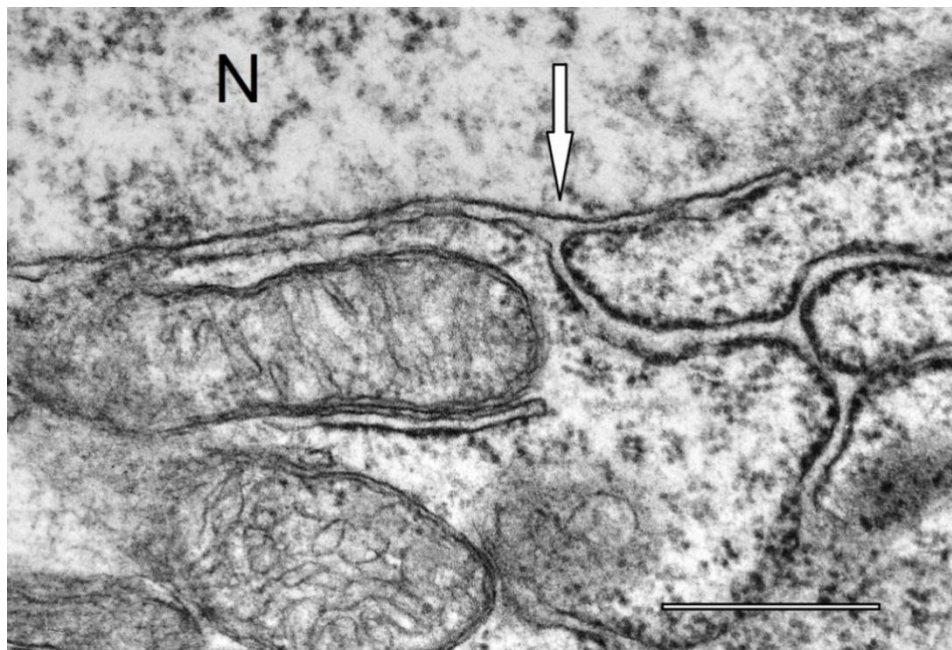


Рис. 30. Область перехода ядерной оболочки в каналы гранулярной ЭПС (показана стрелкой).

3. Электронная микрофотография. Ядро Шванновской клетки (отрезок 300 нм) (рис.31).

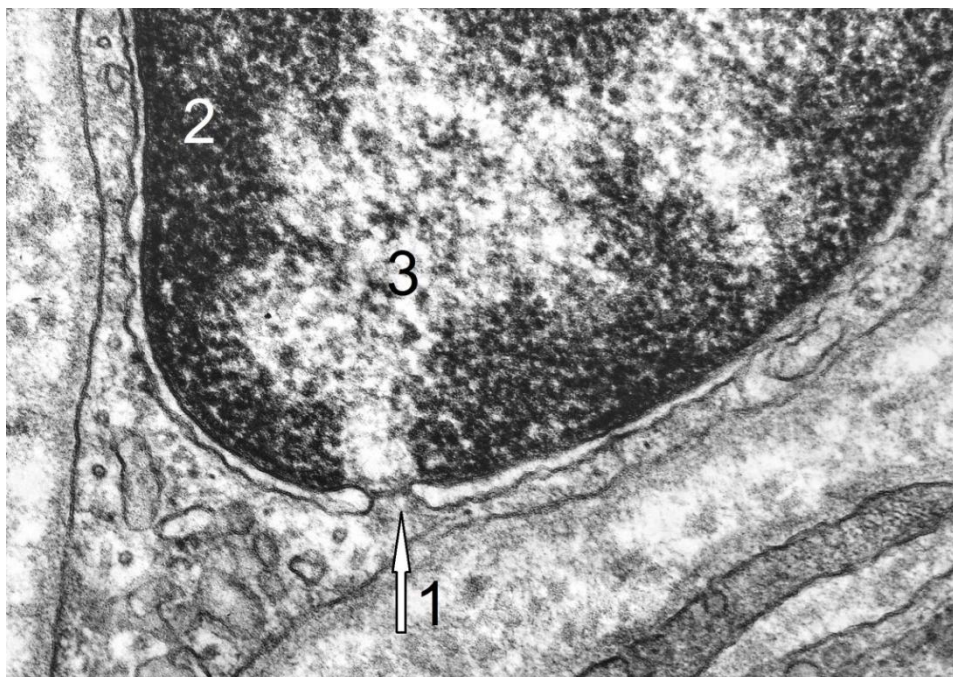


Рис. 31. Распределение гетеро- и эухроматина в Шванновской клетке.

Обозначьте на рисунке:

1 - ядерная пора, 2 – гетерохроматин, 3 - эухроматин.

4. Включения гликогена в клетках печени (окраска по методу Беста),
×280



Рис. 32. Включения гликогена в клетках печени аксолотля:

1 - глыбки гликогена

На препарате при большом увеличении микроскопа видны клетки неправильной формы (рис. 32). В них расположены округлые ядра синего цвета, зерна и глыбки включений гликогена красного цвета.

Зарисуйте несколько клеток (рис.33) и сделайте обозначения.

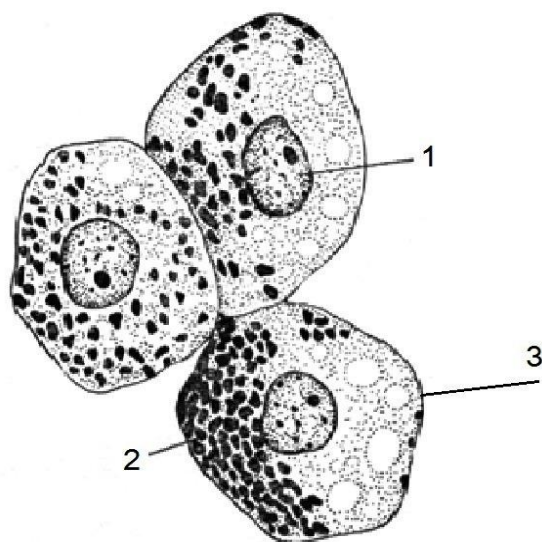


Рис.33. Включения гликогена в клетках печени (схема)

- 1) ядро клетки
- 2) гранулы гликогена
- 3) клеточные границы

5. Включения жира в клетках печени амфибий (окраска осмиевой кислотой), $\times 280$

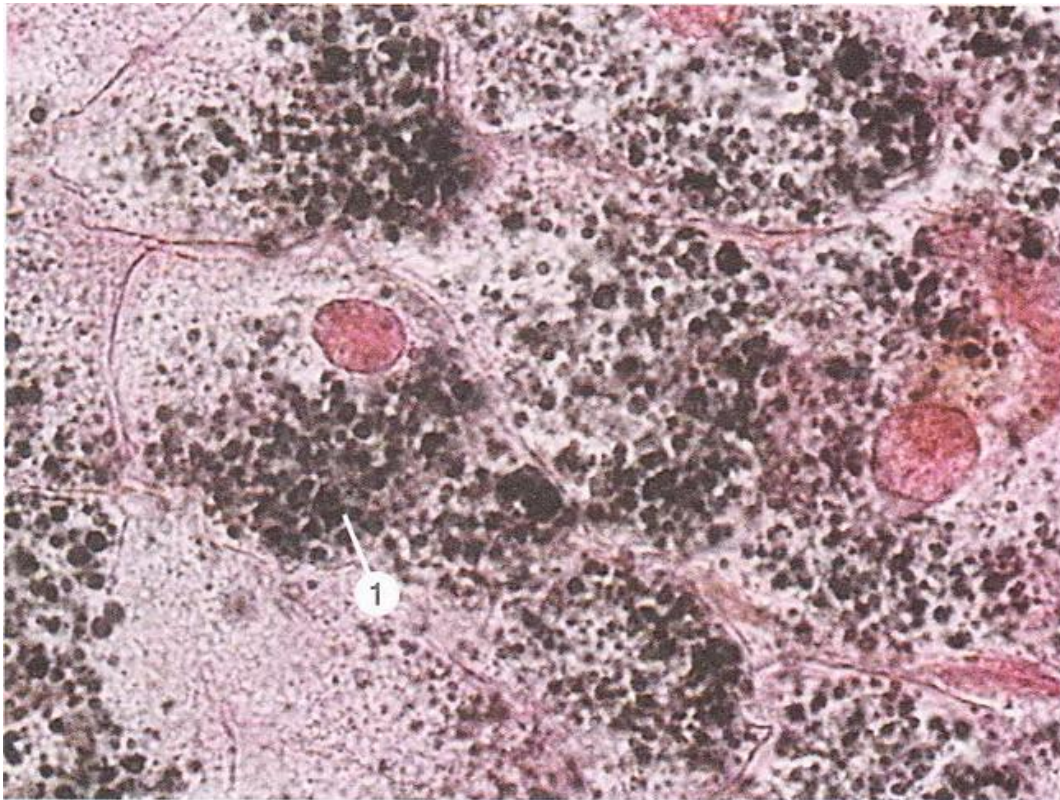


Рис. 34. Включения жира (1) в клетках печени

Рассмотрите микропрепарат жировых включений в клетках печени амфибий на большом увеличении (рис.34). На препарате видно, что в цитоплазме гепатоцитов локализуются черные (адсорбировавшие осмий) жировые капли. Эти капли могут быть разного размера, количество их также варьирует.

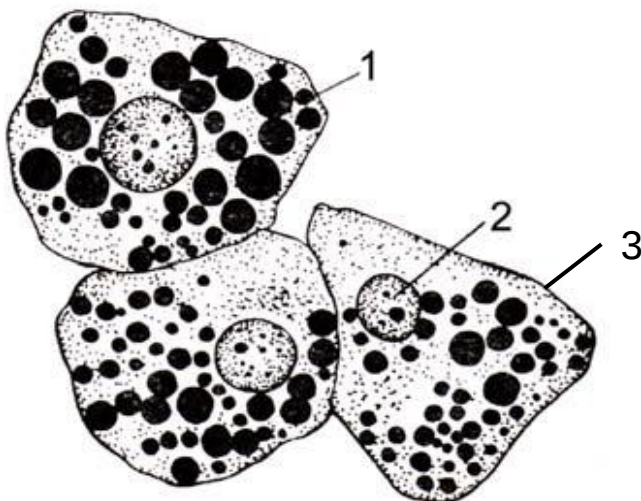


Рис. 35. Включения жира в клетках печени амфибий (схема). Зарисуйте несколько клеток и обозначьте (рис.33):

- 1) ядро клетки
- 2) капли жира
- 3) клеточные границы

6. Пигментные включения в клетках кожи головастика (препарат не окрашен), $\times 280$

При малом увеличении видны крупные пигментные клетки с отростками – меланофоры (рис.36А). При большом увеличении в цитоплазме можно увидеть значительное количество глыбок пигмента, которые могут маскировать ядра (рис.36Б).

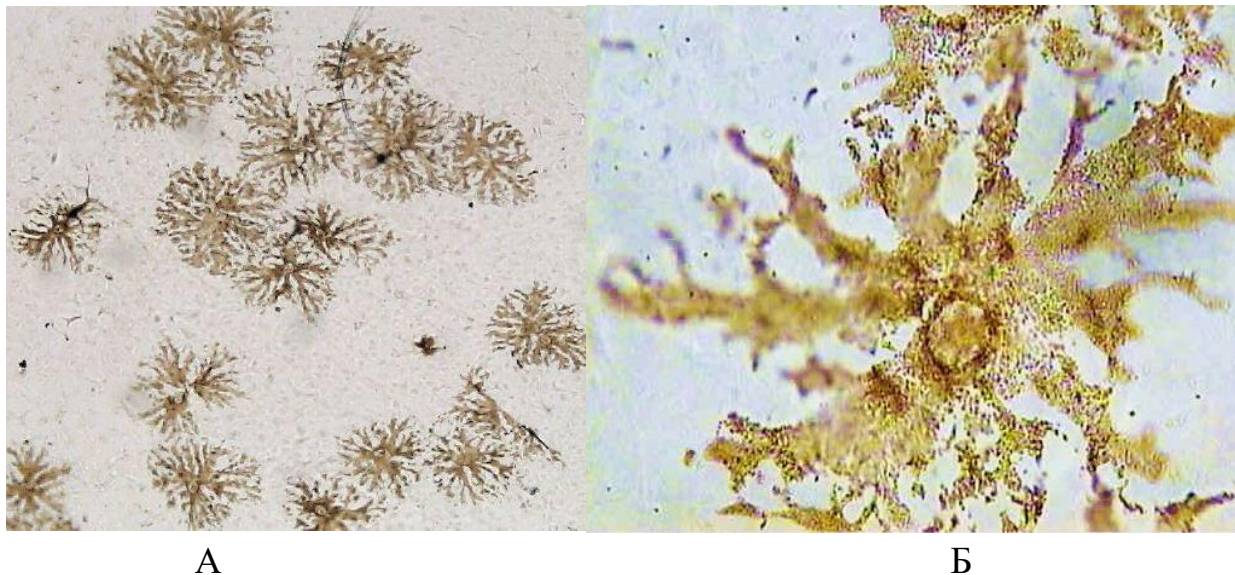


Рис. 36. Пигментные включения в клетках кожи головастика при малом (А) и большом (Б) увеличениях

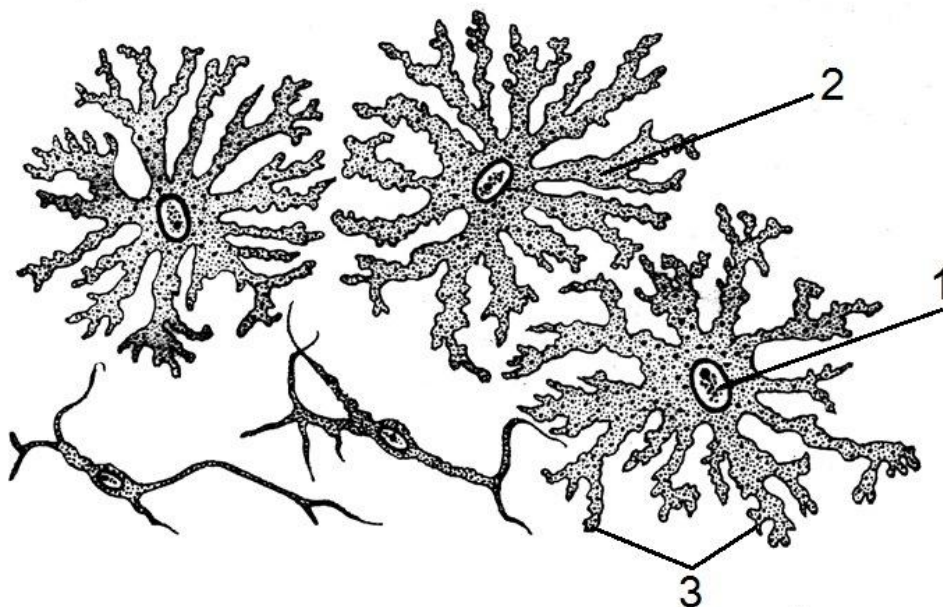


Рис.37. Пигментные включения в клетках кожи головастика (схема)

Меланофоры встречаются в эпидермисе и соединительной ткани кожи, в сосудистых оболочках и сетчатке глаза, а также в некоторых внутренних органах человека и животных.

Обозначьте на рисунке (рис.37): 1 – ядро клетки, 2 – цитоплазма с пигментными включениями, 3 – отростки клетки.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные компоненты ядра клетки.
2. В чем особенность строения ядерной оболочки?
3. От чего зависит количество ядерных пор в кариолемме? В каких клетках их количество будет максимальным?
4. Как распределены эу- и гетерохроматин в ядре? В каких клетках преобладает эухроматин?
5. В каких клетках можно обнаружить половой хроматин?
6. Какую функцию выполняет ядрышко? Сколько ядрышек содержится в ядре? От чего это значение зависит?
7. Приведите классификацию включений клетки.

Тема 5. Клетка как открытая живая система

Вопросы к теме:

1. Организация потоков вещества и энергии в клетке. Взаимосвязь пластического и энергетического обменов.
2. Поток информации в клетке. Роль ДНК, РНК и белка в передаче и реализации наследственной информации.
3. Биосинтез белка и его регуляция.
4. Созревание (процессинг) и-РНК.
5. Мультимерная организация белков (на примере гемоглобинов).

Контрольные вопросы и задания:

1. Из каких процессов складывается обмен веществ и энергии в клетке и организме?
2. Проследите последовательные изменения крахмала в процессе диссимиляции (I, II и III этапы).

3. Биологическое окисление в организме человека сходно по химическому процессу с сжиганием топлива (угля, торфа, дерева). Какие вещества окисляются в организме человека и какие общие с горением продукты образуются в результате этих процессов?
4. В процессе гликолиза образовались 112 молекул пировиноградной кислоты (ПВК). Какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образуется при полном окислении глюкозы в клетках эукариот? Ответ поясните.
5. Белки и нуклеиновые кислоты имеют строго определенную ориентацию мономеров в своём составе: N- и C-концы у белков, 3'- и 5'- концы у нуклеиновых кислот. Рассмотрите приведенную схему биосинтеза белка (рис.38) и охарактеризуйте связь между аминокислотой и тРНК в молекуле указанной аминокцил-тРНК:

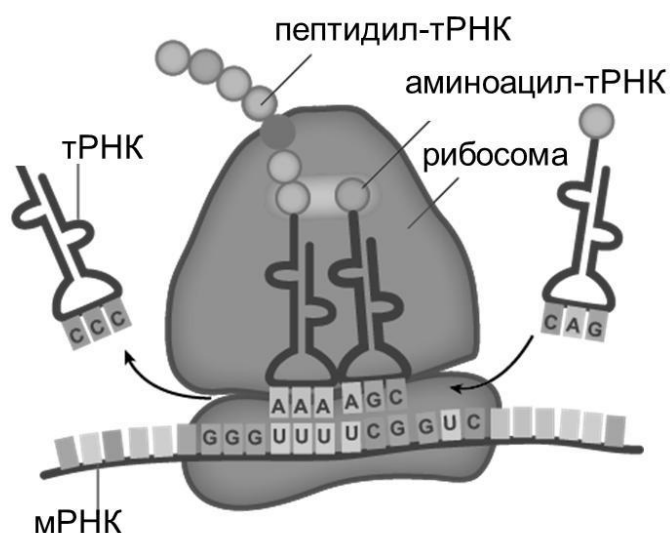


Рис. 38. Биосинтез белка (схема)

- а) аминокислота связана с 3'- концом тРНК своей аминогруппой;
 - б) аминокислота связана с 5'- концом тРНК своей аминогруппой;
 - в) аминокислота связана с 3'- концом тРНК своей карбоксильной группой;
 - г) аминокислота связана с 5'- концом тРНК своей карбоксильной группой.
6. Дайте определения терминам:

ассимиляция
 диссимиляция
 транскрипция
 процессинг РНК
 сплайсинг

кэпирование
 полиаденилирование
 трансляция
 генетический код
 фолдинг белка

Тема 6. Жизненный цикл клетки

Вопросы к теме:

1. Временная организация клетки. Понятие о жизненном (клеточном) цикле.
2. Периоды жизненного цикла клетки. Интерфаза.
3. Фазы митоза и его биологическое значение.
4. Репликация ДНК.
5. Регуляция клеточного цикла и митотической активности клеток.
6. Понятие о резервном пуле клеток.
7. Нарушения митоза. Эндомитоз.
8. Реакция клеток на повреждение. Гибель клеток: некроз, апоптоз.

Практическая часть:

Изучить и зарисовать микропрепарат.

1. Митоз в корешке лука (окраска гематоксилин-эозином), $\times 280$

При малом увеличении микроскопа найдите срез корешка лука в виде конуса. Рассмотрите препарат при большом увеличении (рис.39). Найдите клетки на разных этапах жизненного цикла.

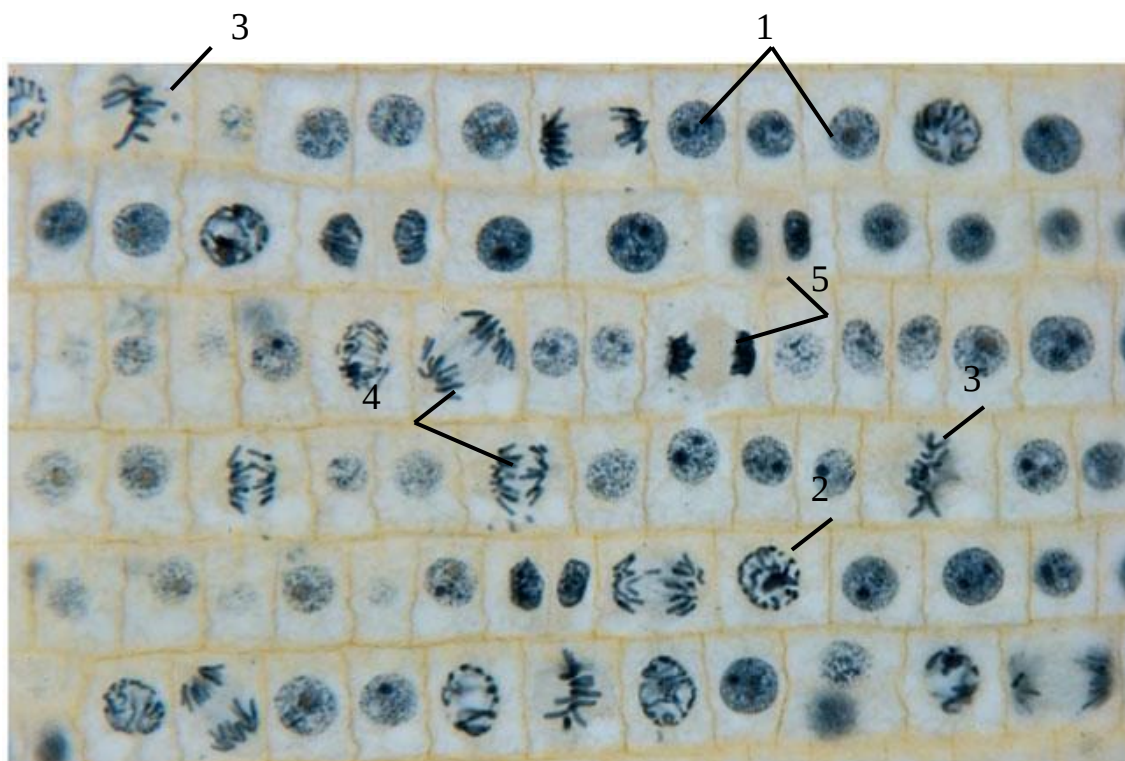


Рис. 39. Митоз в корешке лука

В интерфазе ядро имеет четкие границы. Хорошо видны одно или два ядрышка. Хроматин в виде глыбок заполняет кариоплазму. На стадии профазы ядро заметно увеличено, в нем исчезают ядрышки. Хромосомы видны в виде плотного или рыхлого клубка тонких нитей. В метафазе хромосомы лежат экваториальной плоскости, образуя метафазную пластинку. Для анафазы характерно наличие в клетке двух групп хромосом, которые расходятся к полюсам клетки. Обратите внимание, что центромеры хромосом направлены к полюсам, а плечи – к экватору клетки. В телофазе хромосомы начинают деспирализироваться, в цитоплазме формируется перегородка между дочерними клетками.

Обозначьте на рисунке:

1 – интерфаза, 2 – профаза, 3 – метафаза, 4 – анафаза, 5 – телофаза.

Раздел 2. Организменный (онтогенетический) уровень организации биологических систем

Тема 7. Размножение организмов

Вопросы к теме:

1. Размножение – универсальное свойство живого. Эволюция размножения.
2. Способы бесполого размножения.
3. Половой процесс как механизм обмена наследственной информацией внутри вида. Эволюция форм полового процесса.
4. Партеногенез, чередование поколений.
5. Мейоз, его цитологическая и цитогенетическая характеристика, биологическое значение.
6. Гаметогенез (сперматогенез, оогенез). Морфофункциональная организация зрелых половых клеток.
7. Биологические аспекты полового диморфизма.
8. Пути межвидового обмена наследственной информацией.

Практическая часть:

1. Рассмотрите рисунок 40. Какой вид размножения представлен на рисунках А, Б, В, Г и Д ?

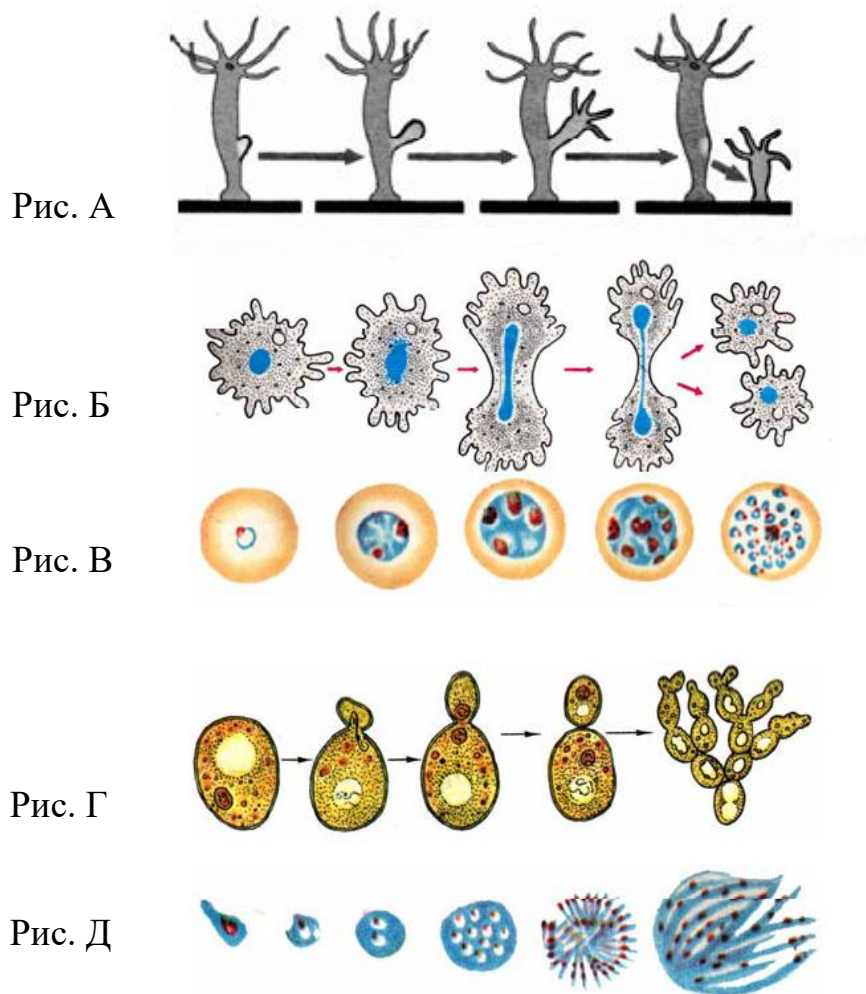


Рис. 40. Способы бесполого размножения

2. Опишите процессы, происходящие на основных стадиях жизненного цикла клетки.
3. Изучите и зарисуйте микропрепарат. Мейоз, $\times 280$ (рис.41).



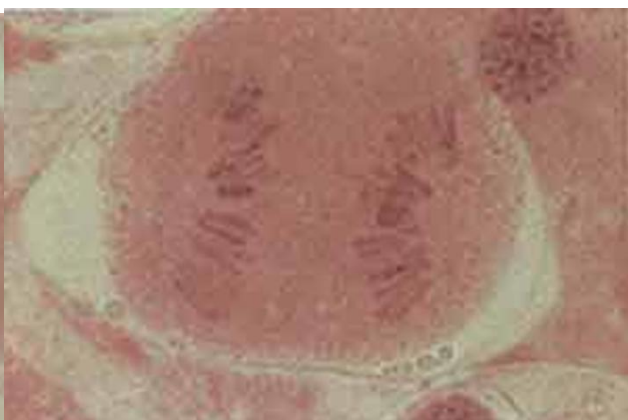
A



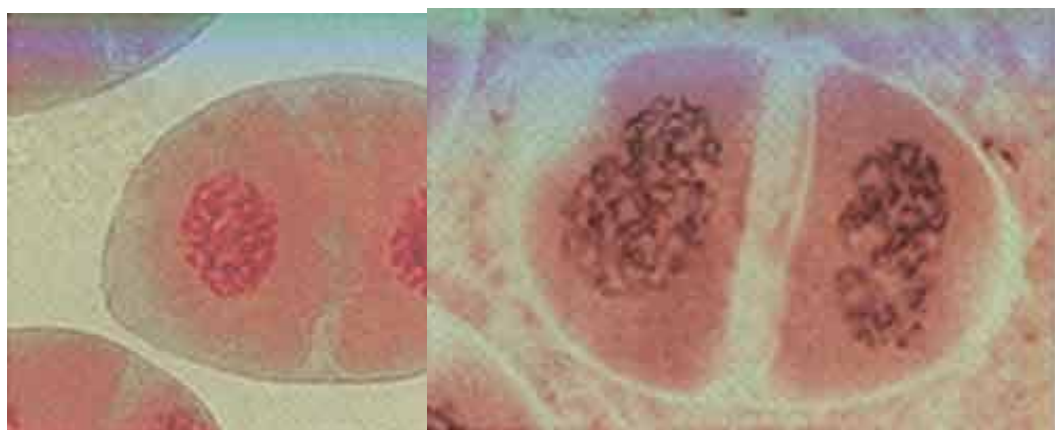
Б



В

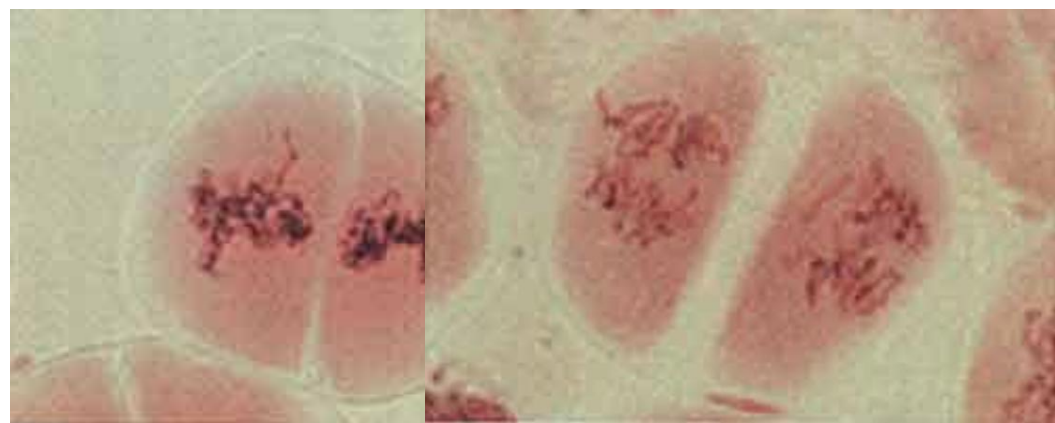


Г



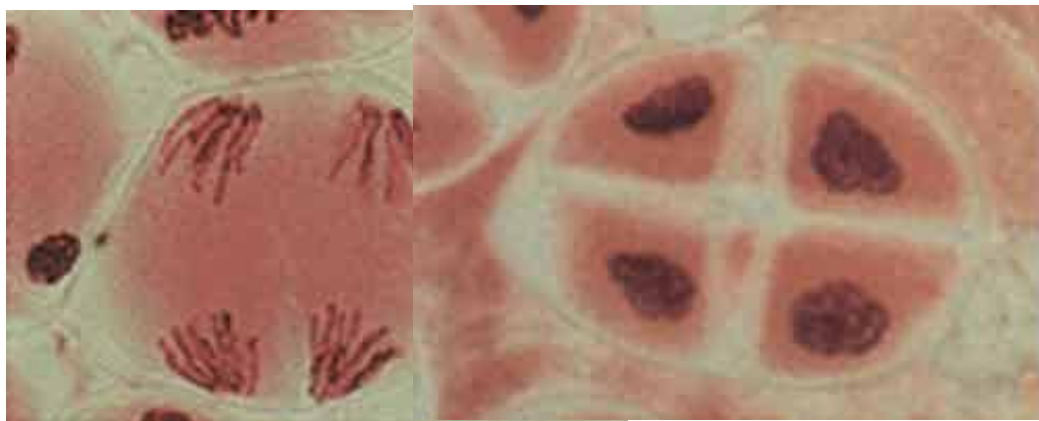
Д

Е



Ж

З



И

К

Рис. 41. Мейоз

Обозначьте стадии мейоза:

А - поздняя профаза I

Б – метафаза I

В - анафаза I

Г – поздняя анафаза I- телофаза I

И

Д – интеркинез

Е - профаза II

Ж - метафаза II

З - анафаза II

И - поздняя анафаза II - телофаза II

К - цитокинез II-го деления мейоза

Контрольные вопросы и задания:

1. Приведите понятие жизненного цикла клетки.
2. Сколько времени жизненного цикла занимает интерфаза?
3. Охарактеризуйте фазы митоза.
4. Вставьте необходимое по смыслу слово:
 - а) Разделение зиготы на несколько бластомеров, каждый из которых способен развиться в полноценный организм называется
 - б) Половой процесс, сопровождающийся образованием гамет называется ...
 - в) Половой процесс, сопровождающийся образованием гамет, называется ...
 - г) Вид партеногенеза, сопровождающийся заменой ядра яйцеклетки на ядро сперматозоида, называется Поэтому новый организм несет генетический материал отцовского организма.

- д) Вид гаметогамии, при котором женская гамета крупная и неподвижная (яйцеклетка), мужская гамета мелкая и подвижная (сперматозоид), называется
- е) Многоядерная клетка, образующаяся в ходе шизогонии, называется
- ж) В основе бесполого размножения лежит клеточное деление -
- з) Вид размножения, при котором начало новому организму дает одна родительская особь, называется
- и) Способность к воспроизведению себе подобных называется
- к) В результате ... размножения потомки генетически отличны от родительских организмов.

Тема 8. Наследственность и наследование.

Вопросы к теме:

1. Предмет, задачи и методы генетики.
2. Этапы развития генетики. Значение генетики для медицины.
3. Открытие Г.Менделем законов независимого наследования, их сущность и цитогенетическая характеристика.
4. Хромосомная теория наследования Т.Моргана.
5. Значение работ Н.И. Вавилова, Н.К. Кольцова, С.С. Четверикова, С.С. Серебровского и др. русских ученых для развития генетики.

Практическая часть:

1. Рассмотрите схему, иллюстрирующую последовательность действий при изучении кариотипа человека (рис. 42). Назовите метод генетики, основанный на изучении кариотипа в норме и патологии. Для решения каких задач применяется этот метод?

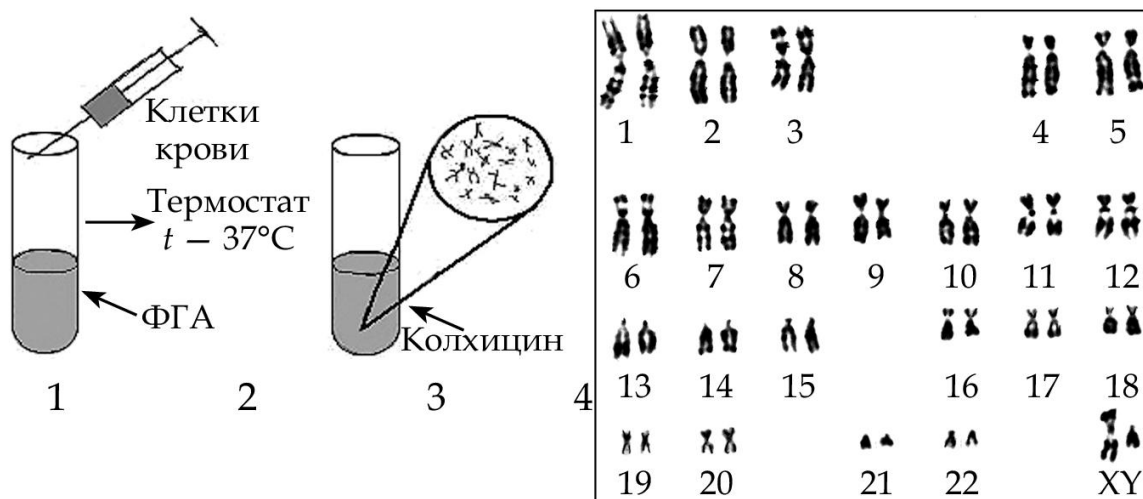


Рис. 42. Последовательность действий при изучении кариотипа

1. Помещение лимфоцитов (лейкоцитов) в среду с фитогемагглютинином (ФГА).
2. Культивирование клеток (митотические деления клеток).
3. Остановка митоза на стадии метафазы путем введения в среду колхицина.
4. Обработка гипотоническим раствором, изготовление микропрепаратов, получение микрофотографий метафазных пластинок (кариотипов).
5. Составление индивидуального хромосомного комплекса (кариограммы)

2. Используя знания законов Менделя, решите задачи:

а) У кур ген оперенных ног доминирует над геном голых ног, а ген розовидной формы гребня над геном простой формы. Признаки наследуются независимо друг от друга. Курица с голыми ногами и простым гребнем скрещена с петухом, имеющим оперенные ноги и розовидный гребень. Известно, что петух является потомком курицы с голыми ногами и петуха с простым гребнем. 1. Сколько типов гамет образуется у курицы? 2. Сколько типов гамет образуется у петуха? 3. Сколько разных фенотипов может получиться при таком скрещивании? 4. Сколько разных генотипов получится при таком скрещивании? 5. Какова вероятность (в %), что цыплята будут похожи на курицу-мать?

б) Ген высокого роста у гороха доминирует над геном низкого роста, ген пурпурной окраски цветков доминантен по отношению к гену белой окраски. Гомозиготное высокорослое растение с белыми цветками скрестили с гомозиготным низкорослым растением, имеющим пурпурные цветки. В F_1 получили 126 высокорослых растений с пурпурными цветками, в F_2 - 1722. 1.

Сколько фенотипов у растений F_1 ? 2. Сколько растений F_2 могут быть гомозиготными? 3. Сколько разных фенотипов может быть в F_2 ? 4. Сколько растений в F_2 могут иметь высокий рост и белые цветки и давать расщепляющееся потомство? 5. Сколько растений F_2 могут иметь низкий рост и пурпурные цветки?

в) У человека способность преимущественно владеть правой рукой (А) и карий цвет глаз (В) определяются доминантными генами. В брак вступили кареглазый мужчина–правша и голубоглазая женщина–правша. Мать мужчины была голубоглазой левшой, и отец женщины был левшой. 1. Сколько типов гамет у мужчины? 2. Сколько типов гамет у женщины? 3. Сколько разных фенотипов может быть у их детей? 4. Сколько разных генотипов может быть у детей? 5. Какова вероятность рождения ребенка-левши?

Контрольные вопросы и задания:

1. Какие задачи позволяет решить гибридологический метод?
2. С какой целью применяют метод родословных?
3. На чем основан близнецовый метод изучения генетики человека?
4. Приведите формулировку и математическое выражение закона Харди-Вайнберга.
5. Каковы цитологические основы законов Менделя?
6. Дайте определения понятиям:

наследственность	ген
изменчивость	гомозигота
фенотип	гетерозигота
генотип	доминантный ген
геном	рецессивный ген
кариотип	моногибридное скрещивание
гомологичные хромосомы	дигибридное скрещивание
аллельные гены	полигибридное скрещивание
локус	анализирующее скрещивание

Тема 9. Уровни организации наследственной информации

Вопросы к теме:

1. Доказательства роли ДНК как наследственного материала.

2. Строение и свойства ДНК. Генетический код, его свойства.
3. Структурно-функциональные уровни организации наследственного материала: генный, хромосомный, генотипический, геномный.
4. Ген – функциональная единица наследственности. Взаимосвязь между геном и признаком. Гипотеза Бидла-Татума.
5. Классификация, свойства и локализация генов.
6. Гипотеза Жакоба-Моно о регуляции работы гена у прокариот (гипотеза оперона).
7. Особенности регуляции активности генов у эукариот.
8. Химический состав и строение хромосом. Форма хромосом.
9. Хромосома как группа сцепления генов. Принципы картирования хромосом.
10. Политенные хромосомы.
11. Генотип – как генетическая характеристика организма. Геном – видовая генетическая система.
12. Геном прокариот и эукариот.
13. Общая характеристика генома (кариотипа) человека.
14. Международная классификация хромосом человека, ее морфологические основы.

Контрольные вопросы и задания:

1. Опишите структуру ДНК. Назовите и поясните функции ДНК.
2. Фрагмент двухцепочечной молекулы ДНК содержит 210 нуклеотидов, 26 из которых в качестве азотистого основания имеют тимин. Определите количество нуклеотидов с цитозином, входящих в состав молекулы. В ответе запишите только соответствующее число.

3. В одной молекуле ДНК нуклеотиды с гуанином (Г) составляют 42 % от общего числа нуклеотидов. Определите число (в %) нуклеотидов с аденином. В ответе запишите только соответствующее число.
4. Рассмотрите схемы классических экспериментов по доказательству генетической роли нуклеиновых кислот:
 - а) эксперименты Фредерика Гриффита (1928) (рис. 43). Какое явление описал Ф. Гриффит?
 - б) эксперимент Альфреда Херши и Марты Чейз (1952) (рис. 44)
 - в) эксперимент Нортон Зиндера и Джошуа Ледерберга (1952) (рис. 45). Какое явление демонстрирует эксперимент?

г) опыты Френкеля – Конрата (1957) (рис.46).



Рис. 43. Опыты Ф. Гриффита

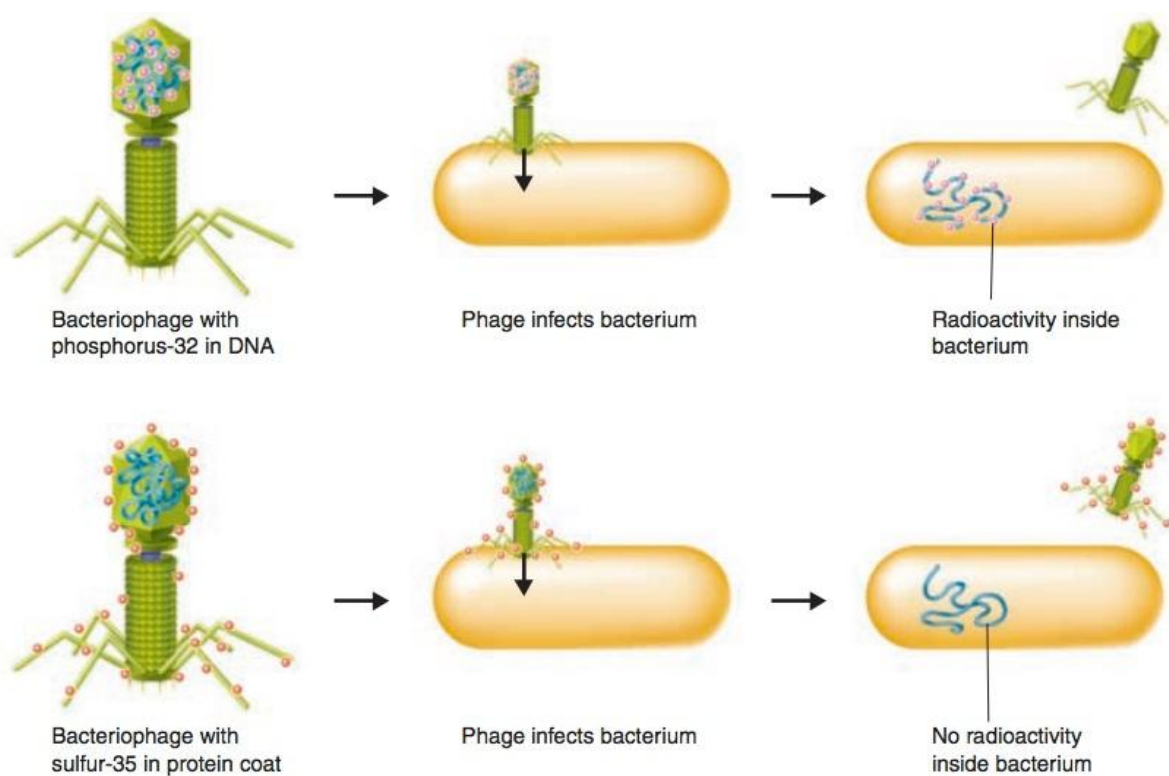


Рис. 44. Эксперимент А. Херши и М. Чейз

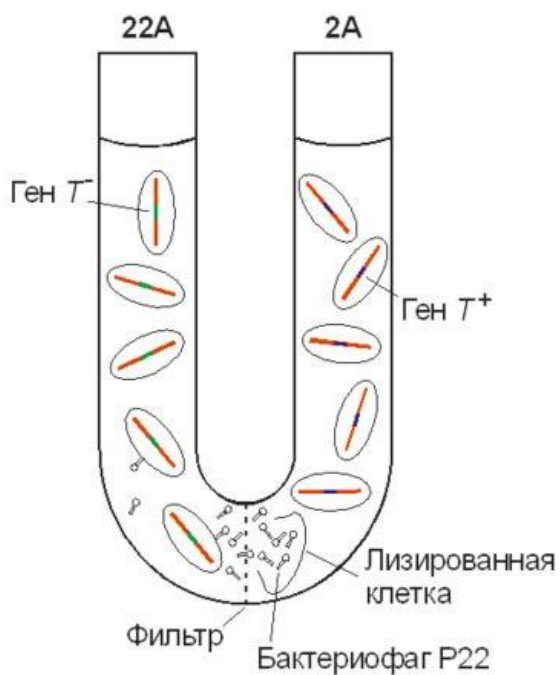


Рис. 45. Эксперимент Зиндера и Ледерберга

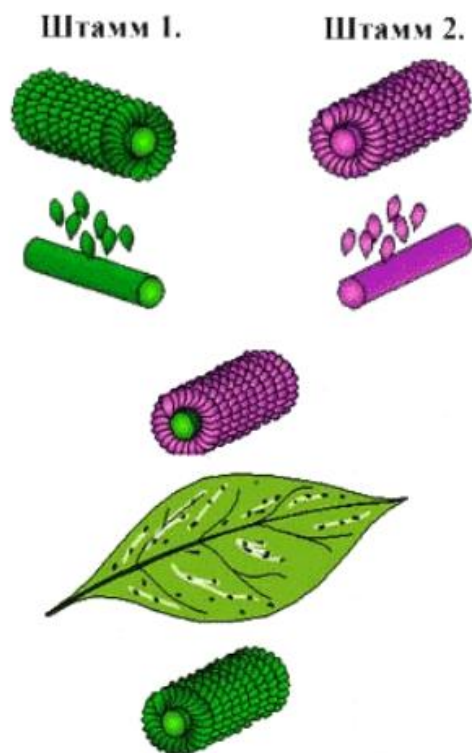


Рис. 46. Эксперимент Френкеля – Конрата

Практическая часть:

Изучить и зарисовать следующие микропрепараты.

1. Политенные хромосомы дрозофилы (окраска гематоксилин-эозином),
×280



Рис. 47. Политенные хромосомы из слюнных желез личинки мухи дрозофилы

Политенные хромосомы образуются благодаря тому, что хроматиды, возникающие в ряде последовательных синтезов ДНК, не расходятся, а остаются вместе, тесно сближенными, слипшимися. Поэтому хромосомы увеличиваются до гигантских размеров, могут содержать 1000-2000 хроматид. Они встречаются в спирализованном состоянии в интерфазе, обнаружены в клетках слюнных желез, кишечника, трахей, жирового тела и мальпигиевых сосудов личинок двукрылых (рис.47).

Обозначьте на рисунке:

1- центромера; 2- плечи; 3- гетерохроматин; 4-эухроматин.

2. Нормальный кариотип человека (окраска по Романовскому-Гимзе), ×700 (рис.48).

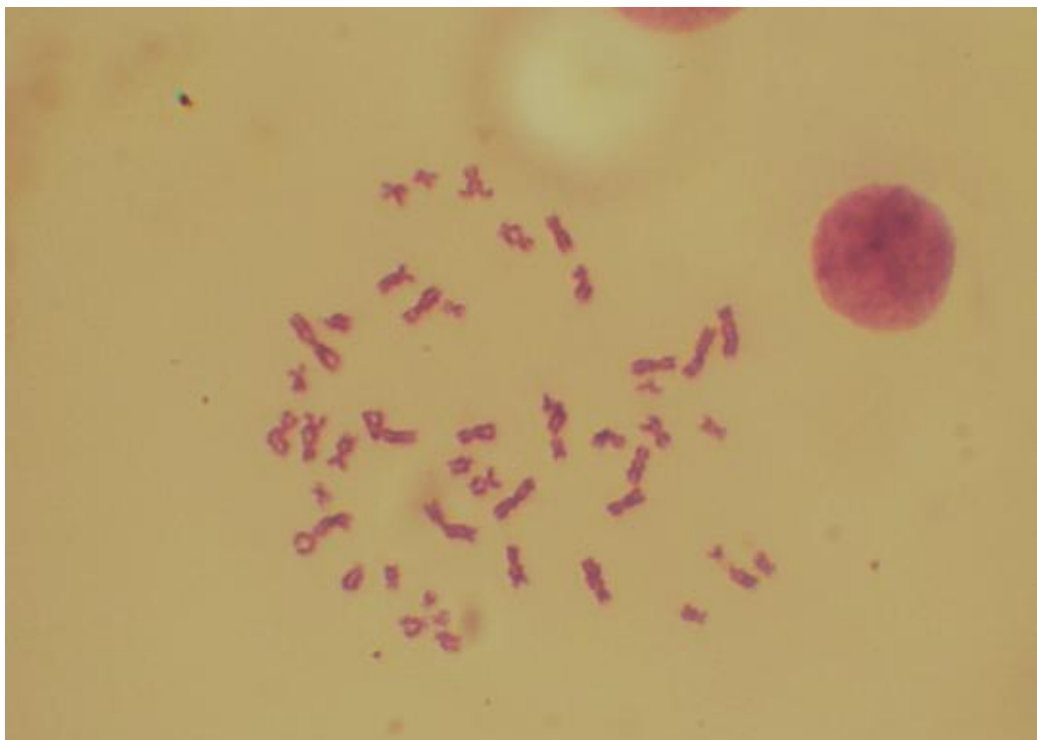


Рис. 48. Нормальный кариотип человека, об.100

Кариотип человека исследуют путем микроскопирования окрашенных препаратов метафазных хромосом. Такие препараты можно приготовить из любых тканей и клеточных культур, содержащих делящиеся клетки. Чаще препараты метафазных хромосом готовят из лимфоцитов периферической крови, которые предварительно культивируют в присутствии митогена (вещество, индуцирующее митоз). Затем воздействуют на делящиеся клетки колхицином, который останавливает митоз на стадии метафазы. С целью

разобращения метафазных хромосом на клетки воздействуют гипотоническим раствором. После обработки клеток фиксатором, взвесь клеток помещают на предметное стекло, высушивают и окрашивают.

Рассмотрите препарат на малом и большом увеличении микроскопа. Найдите на препарате клетки, находящиеся на стадии метафазы. В этих клетках хромосомы располагаются свободно в одной плоскости. Обратите внимание, что каждая хромосома состоит из двух хроматид.

Зарисуйте кариограмму (рис. 49), обратите внимание на форму хромосом.

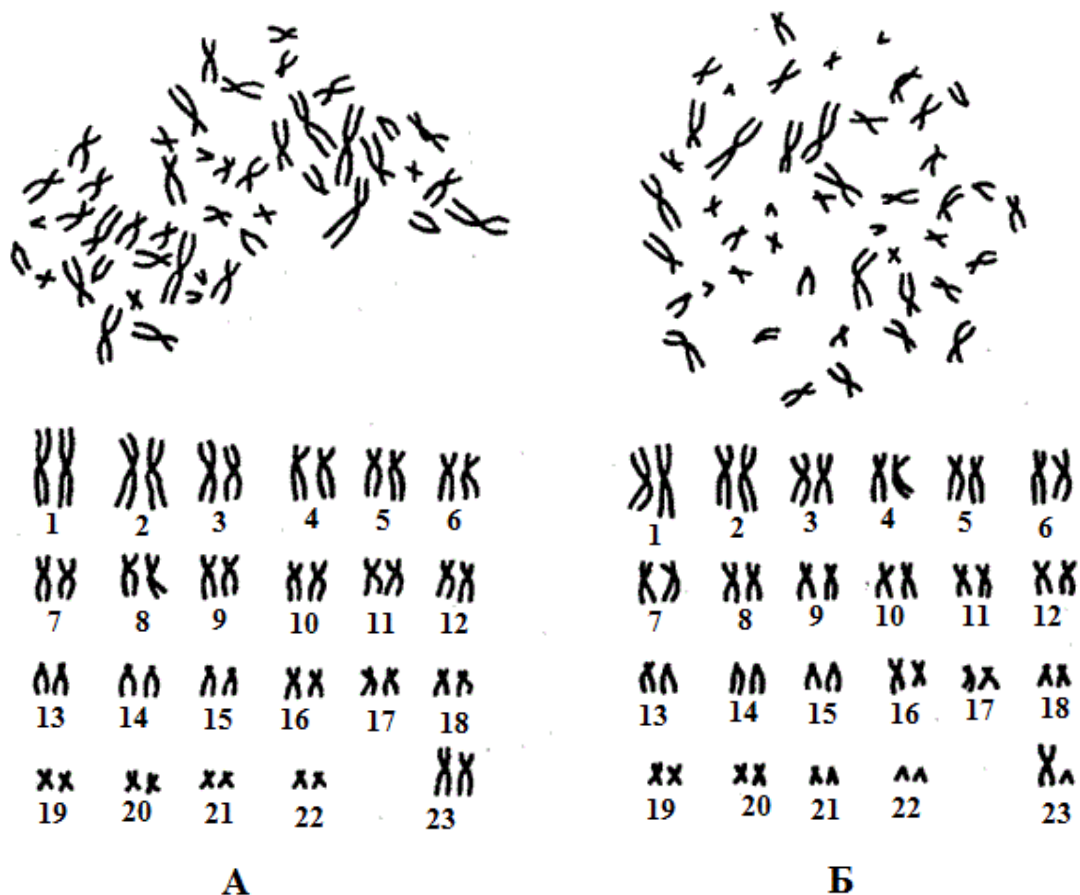


Рис. 49. Нормальный кариотип и кариограмма человека:

А - женщины, Б - мужчины

Контрольные вопросы и задания:

Вставьте пропущенное слово или понятие

- Классификация хромосом, в основе которой лежат методы их дифференциального окрашивания называется...
- Классификация хромосом, которая учитывает размеры, форму хромосом и положение центромеры, называется...

- в) Отношение (в процентах) длины короткого плеча к длине всей хромосомы это...
- г) X-хромосома согласно Денверской классификации относится к группе...
- д) Y-хромосома по Денверской классификации хромосом человека относится к группе...

Тема 10. Взаимодействие генов.

Вопросы к теме:

1. Понятие об аллельных генах. Типы взаимодействия аллельных генов: полное доминирование, неполное доминирование (промежуточное наследование), кодоминирование, сверхдоминирование.
2. Множественный аллелизм. Наследование групп крови у человека.
3. Взаимодействие неаллельных генов: эпистаз, комплементарность, полимерия.
4. Плейотропия генов.

Практическая часть:

1. Решение задач на аллельные взаимодействия генов.

а) Редкий рецессивный аллель (а) вызывает у человека наследственную анофтальмию (отсутствие глазных яблок). Аллель А обуславливает нормальное развитие глаза. У гетерозигот глазные яблоки уменьшены. Супруги гетерозиготны по гену А. Определите тип наследования признаков в F_1 по генотипу и фенотипу. Мужчина, гетерозиготный по гену А (с уменьшенными глазными яблоками) женился на женщине с нормальным развитием глаз. Какое расщепление по фенотипу окажется у его детей?

б) У отца IV группа крови, у матери – I. Может ли ребенок унаследовать группу крови своего отца?

в) У мальчика I группа, у его сестры – IV. Что можно сказать о группах крови их родителей?

г) Родители имеют II и III группы крови. Какие группы следует ожидать у потомства?

2. Решение задач на неаллельные взаимодействия генов.

а) При скрещивании двух растений тыквы со сферической формой плодов получено потомство, имеющее только дисковидные плоды. При скрещивании этих гибридов между собой были получены растения с тремя типами плодов: 9

частей – с дисковидными плодами, 6 частей – со сферической формой плодов, 1 часть – с удлинёнными плодами. Какая закономерность наблюдается в данном случае? Каковы генотипы родителей и потомства?

б) При скрещивании растений одного из сортов тыквы с белыми и желтыми плодами все потомство F_1 имело белые плоды. При скрещивании этого потомства между собой в их потомстве F_2 было получено: 204 растения с белыми плодами, 53 растения с желтыми плодами, 17 растений с зелеными плодами. Определить возможные генотипы родителей и потомства.

в) У лошадей действие генов вороной (С) и рыжей масти (с) проявляется только в отсутствие доминантного гена D. Если он присутствует, то окраска белая. Какое потомство получится при скрещивании между собой белых лошадей с генотипом CcDd?

Контрольные вопросы и задания:

1. Опишите механизм наследования групп крови у человека системы АВ0. Какой тип взаимодействия аллельных генов определяет развитие IV группы крови?
2. Дайте определение гетерозиса. Какой тип взаимодействия аллельных генов определяет его появление?
3. Назовите виды эпистаза. Дайте им определения и приведите примеры.
4. Назовите виды полимерии. Дайте им определения и приведите примеры.

Тема 11. Типы и варианты наследования признаков

Вопросы к теме:

1. Понятие о наследовании и наследственности. Моногенное наследование признаков.
2. Генетика пола.
3. Аутосомное и сцепленное с полом наследование.
4. Независимое и сцепленное наследование.
5. Полигенное наследование признаков.
6. Цитоплазматическое наследование.

Практическая часть:

1. Рассмотрите схему типов наследования признаков (рис.50). Зарисуйте схему и приведите определения перечисленных типов наследования.



Рис. 50. Типы наследования признаков

2. Решение задач на аллельные взаимодействия генов.

а) Положительный резус-фактор и эллиптическая форма эритроцитов определяются доминантными аутосомными генами. Известно, что гены, отвечающие за резус-фактор и форму эритроцитов, находятся в одной аутосоме на расстоянии 3 морганид. Резус-положительная женщина с эллиптической формой эритроцитов, мать которой была резус-отрицательная и имела эритроциты нормальной формы, выходит замуж за резус-отрицательного мужчину с нормальной формой эритроцитов. Определите вероятность рождения резус-отрицательного ребенка с эллиптической формой эритроцитов.

б) У человека катаракта и многопалость (полидактилия) определяются доминантными аллелями двух генов, располагающихся в одной и той же аутосоме на расстоянии 5 морганид. Женщина унаследовала катаракту от отца, а многопалость - от матери. Её муж имеет нормальные признаки. Какова вероятность того, что их ребёнок будет одновременно страдать обеими аномалиями?

в) Доминантные гены катаракты и эллиптоцитоза расположены в первой аутосоме. Определить вероятные фенотипы и генотипы детей от брака здоровой женщины и дигетерозиготного мужчины. Кроссинговер отсутствует.

Контрольные вопросы и задания:

1. Как генетически определяется пол у разных организмов? Приведите примеры.
2. Какое наследование называется независимым и сцепленным?
3. Дайте понятие цитоплазматического наследования. Приведите примеры.

Тема 12. Изменчивость – фундаментальное свойство живого

Вопросы к теме:

1. Изменчивость как универсальное свойство живого. Формы изменчивости и их фило- и онтогенетическое значение.
2. Модификационная изменчивость. Норма реакции генетически детерминированных признаков.
3. Статистические методы изучения модификационной изменчивости.
4. Понятие о генокопиях и фенокопиях. Взаимодействие среды и генотипа в проявлении признаков человека.
5. Комбинативная изменчивость, ее механизмы. Значение комбинативной изменчивости.

Практическая часть:

1. Провести анализ модификационной изменчивости (см. Слесарев С.М., Сыч В.Ф., Курносова Н.А. Модификационная изменчивость: методические рекомендации к лабораторному занятию. – Ульяновск, 2007. – 10с.)

Контрольные вопросы:

1. Какая изменчивость называется модификационной?
2. Перечислите свойства модификационной изменчивости.
3. Дайте понятие нормы реакции признака.
4. Что такое вариационный ряд?
5. Какая изменчивость называется комбинативной? Каково ее значение в онтогенезе и филогенезе?
6. Назовите основные механизмы комбинативной изменчивости.
7. Классификация мутаций. Спонтанные и индуцированные мутации.
8. Генные мутации.

9. Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова.
10. Хромосомные мутации (абберации).
11. Геномные мутации, их классификация. Эуплоидия и анеуплоидия.
12. Мутагены: физические, химические, биологические.
13. Репарация генетического материала, ее биологическое значение.

Практическая часть:

1. Рассмотрите схемы внутриврохромосомных перестроек. Назовите типы хрохромосомных мутаций, изображенных на рис. А-Е (рис.51).

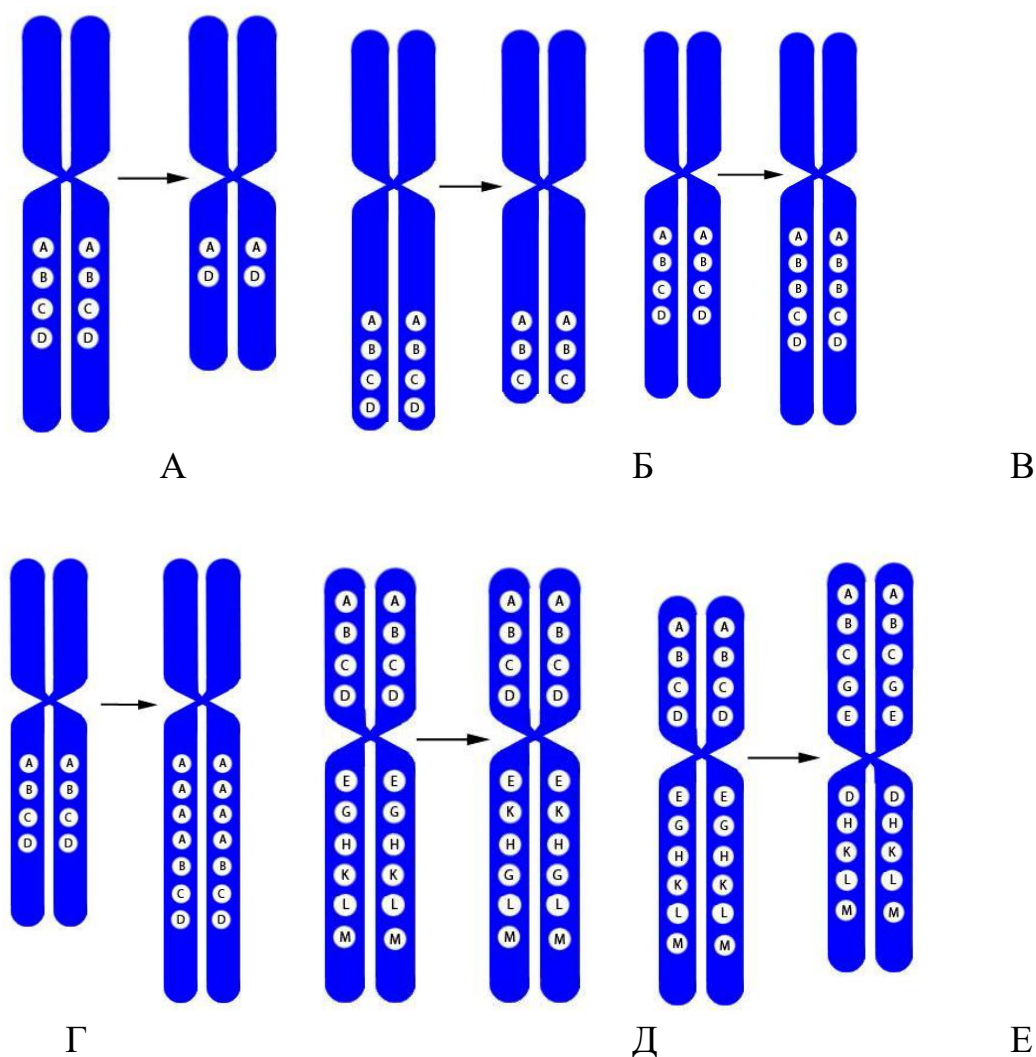


Рис. 51. Внутриврохромосомные мутации

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию мутаций в зависимости от уровня организации наследственного материала, на котором мутации возникают.
2. Какие мутации называют индуцированными и спонтанными?
3. Опишите механизмы эксцизионной (дорепликативной) и

пострепликативной репарации.

4. Дайте определения типам мутаций:

нонсенс-мутация	амплификация	робертсоновская
миссенс-мутация	парацентрическая	трисомия
транзиция	инверсия	эуплоидия
трансверсия	перисцентрическая инверсия	анэуплоидия
делеция	реципрокная	гаплоидия
дефишенс	реципрокная	полиплоидия
дупликация	транслокация	

Тема 13. Методы генетических исследований человека. Генные и хромосомные болезни человека

Вопросы к теме:

1. Человек как специфический объект генетического анализа. Методы исследования генотипа человека.
2. Генеалогический метод исследований и его возможности.
3. Правила и условные обозначения для составления родословных.
4. Анализ родословных при различных типах наследования (аутосомно-доминантном, аутосомно-рецессивном, сцепленном с полом).
5. Близнецовый метод. Понятие о конкордантности.
6. Цитогенетический метод. Кариотипирование и анализ хромосом.
7. Популяционно-статистический метод изучения наследственности.
8. Методы генетики соматических клеток.
9. Биохимический и дерматоглифический методы. Генная дактилоскопия и перспективы ее применения.
10. Генетическая инженерия, ее достижение и перспективы.
11. Понятие о наследственных болезнях.
12. Генные болезни. Причины генных болезней на биохимическом уровне.
13. Хромосомные болезни.
14. Роль среды и наследственности в развитии болезней человека.
15. Понятие об экспрессивности и пенетрантности признака.
16. Типы (системы) браков. Возможные последствия близкородственных браков для проявления наследственной патологии.
17. Профилактика наследственных заболеваний. Медико-генетическое

консультирование как основа профилактики наследственных заболеваний.

18. Пренатальная (дородовая) диагностика, ее методы и возможности.

Практическая часть:

1. Проведите анализ и определите характер наследования признака по приведенным родословным А-Г на рис.52.

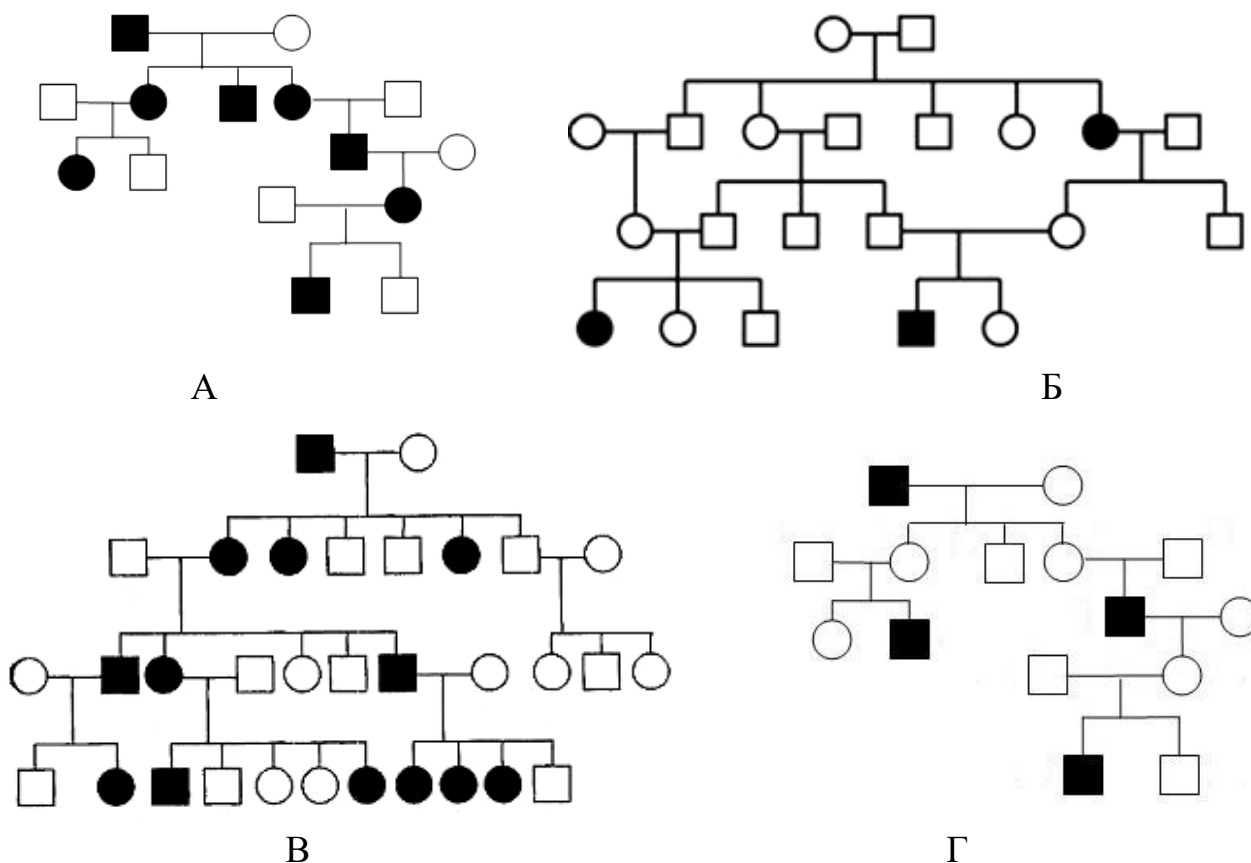


Рис. 52. Примеры родословных человека

Контрольные вопросы:

1. Какие методические трудности существуют при изучении наследственности человека?
2. Приведите признаки аутосомно-доминантного и аутосомно-рецессивного типа наследования.
3. Назовите признаки Х-сцепленного доминантного и Х-сцепленного рецессивного типа наследования.
4. Для каких признаков характерно голандрическое наследование?

Контрольные задания:

1. Изучите общие правила анализа кариограммы человека.

При анализе кариограммы студент должен:

- уметь идентифицировать пол человека
- уметь идентифицировать нормальный кариотип человека
- уметь идентифицировать наличие хромосомного заболевания, связанного с аномалией числа хромосом (с. Дауна, с. Клайнфельтера, с. Шерешевского-Тернера, с. Патау, с. Эдвардса).

Анализируя кариограмму, обращают внимание на следующие ее признаки:

- общее количество хромосом;
- парность или непарность тех или иных хромосом;
- количество и вид половых хромосом;
- наличие тех или иных аномалий числа хромосом.

При анализе кариограммы человека следует придерживаться следующей последовательности действий.

а) Пронумеруйте пары гомологичных хромосом; нумеруйте их даже в том случае, если гомологичные хромосомы представлены не двумя, а одной или тремя хромосомами.

б) Найдите на кариограмме аутосомы и половые хромосомы. Половые хромосомы обычно располагают отдельно от аутосом. Нормальная кариограмма содержит 22 пары аутосом и 1 пару половых хромосом. Кариограмма больного человека может содержать 45- 46 аутосом и 1-3 половых хромосомы.

в) Определите пол человека по его кариограмме. Для этого внимательно изучите половые хромосомы.

- Если все они одинаковые, среднего размера и метацентрические, значит все они – X-хромосомы, а перед вами кариограмма женского организма.

- Если среди половых хромосом есть небольшая акроцентрическая хромосома, значит это – Y-хромосома, а перед вами кариограмма мужского организма.

г) Посмотрите, все ли хромосомы представлены парами.

- Если кариограмма содержит 23 пары хромосом, значит перед вами нормальная кариограмма человека.

- Если в кариограмме те или иные хромосомы представлены 1 или 3

хромосомами, значит перед вами кариограмма с геномной мутацией – отсутствием или избытком хромосом. В этом случае кариограмма содержит 45 или 47 хромосом.

д) Определите порядковый номер пары хромосом, в которой обнаружена геномная мутация. Наиболее часто встречаются следующие аномалии:

- аномалии числа аутосом:

- дополнительная хромосома 13-й пары при с. Патау
- дополнительная хромосома 18-й пары при с. Эдвардса
- дополнительная хромосома 21-й пары при с. Дауна

- аномалии числа половых хромосом:

- дополнительная X-хромосома в мужской кариограмме при с. Клайнфельтера

- нехватка X-хромосомы в женском кариотипе при с. Шерешевского-Тернера.

е) Анализ кариограммы завершается записью формулы кариотипа. Формула кариотипа включает в себя следующее:

а) запись общего числа хромосом,

б) запись сочетания половых хромосом,

в) сведения об аномалии числа хромосом (если имеется): указывают хромосому и вид аномалии. Например:

- формула кариотипа женщины, страдающей синдромом Дауна: 47, XX, 21+;

- формула кариотипа мужчины, страдающего синдромом Клайнфельтера: 47, XXУ,

- формула кариотипа женщины с синдромом Шерешевского-Тернера: 45, X0.

2. Пример анализа кариограммы человека.

Сделайте анализ кариограммы человека (рис.53).

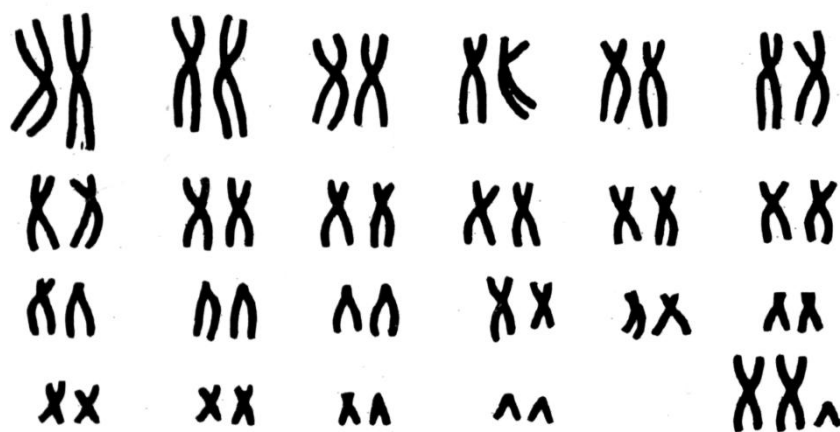
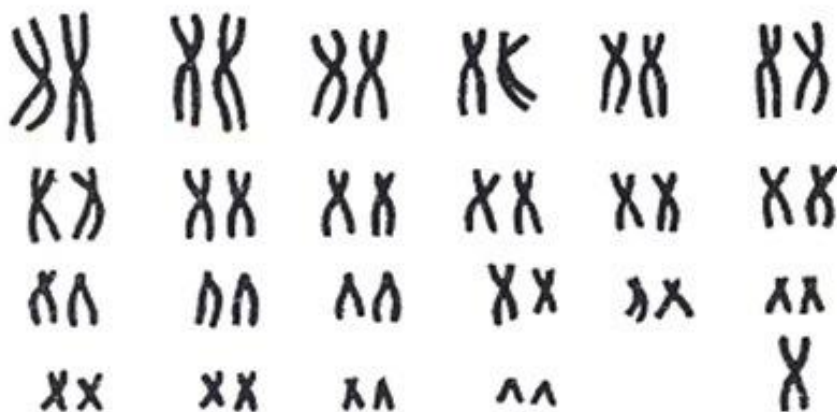


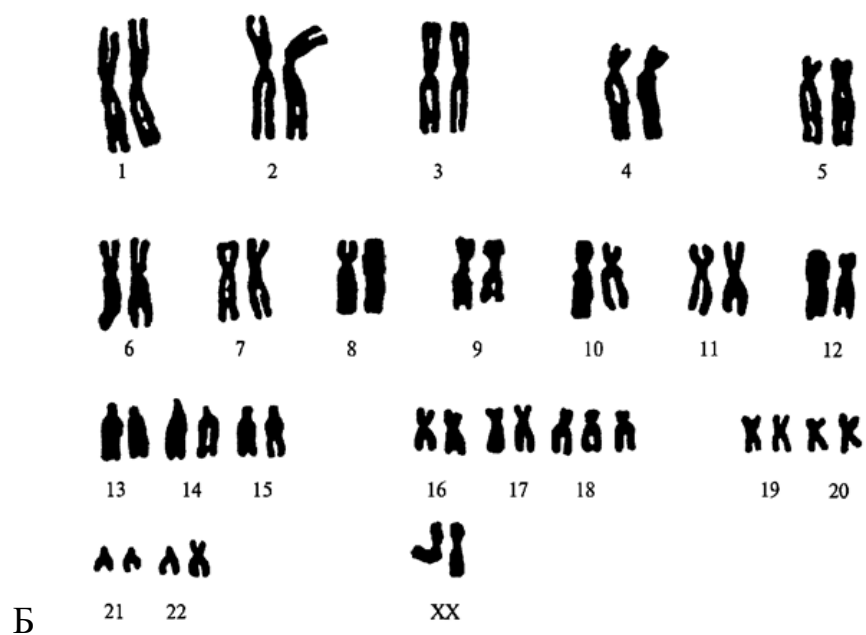
Рис. 53. Кариограмма человека.

Кариограмма человека содержит 47 хромосом. Большинство хромосом расположено в порядке уменьшения их размеров. Это аутосомы. В нижнем ряду в стороне от них расположены три хромосомы. Это половые хромосомы. Все аутосомы представлены парами. Всего в кариограмме 22 пары аутосом. Половых хромосом – 3. Две из них – крупные и их первичная перетяжка – центромера – расположена почти посередине. Это X-хромосомы. Рядом с ними находится небольшая хромосома с первичной перетяжкой, расположенной ближе к краю хромосомы. Это – Y-хромосома. Кариограмма принадлежит представителю мужского пола, так как имеется Y-хромосома. Кариограмма содержит аномалию: лишнюю X-хромосому. Такая кариограмма характерна для особей мужского пола, страдающих синдромом Клайнфельтера: у больных отмечается евнухоидное телосложение, иногда увеличены молочные железы, слабое оволосение на лице, часто отмечается умственная отсталость, инфантилизм, они бесплодны. Формула кариотипа человека - 47, XXY.

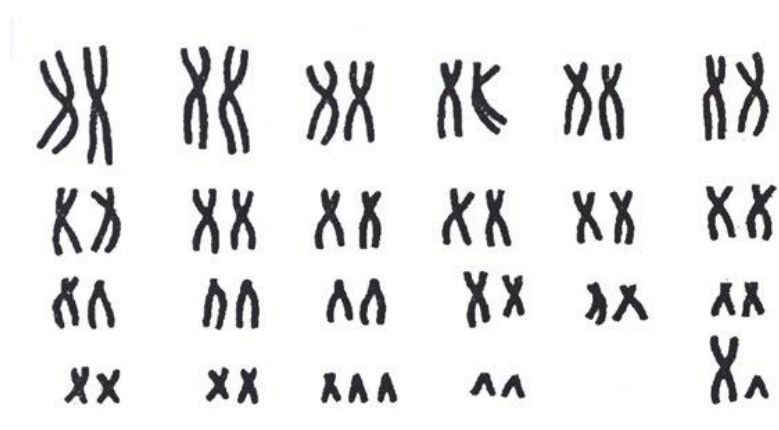
2. Проведите анализ следующих кариограмм (А-Г) (рис.54).



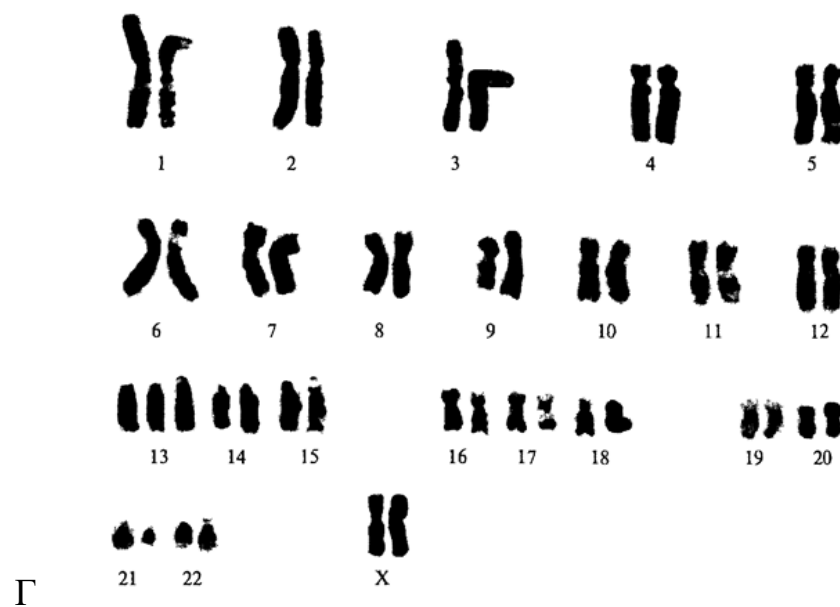
А



Б



В



Г

Рис.54. Примеры кариограмм человека

Тема 14. Индивидуальное развитие организмов. Дробление.

Вопросы к теме:

3. Определение понятия «жизненный цикл организма».
4. Прямое и непрямое развитие.
5. Периодизация онтогенеза.
6. Проэмбриональный период.
7. Этапы оплодотворения. Биологическое значение оплодотворения.
8. Дробление. Отличие дробления зародыша от митотического деления соматических клеток.
9. Типы дробления зиготы. Зависимость типа дробления от количества и характера распределения желтка.
10. Дробление у ланцетника, амфибий, птиц.
11. Образование и строение бластулы.
12. Типы бластул.

Практическая часть:

Изучить и зарисовать следующие микропрепараты.

1. Деление созревания яйцеклеток лошадиной аскариды, ×280.

При малом увеличении в полости матки видно значительное количество яйцеклеток округлой или овальной формы. Надо выбрать яйцеклетки на различных стадиях делений созревания, изучить и зарисовать их при большом увеличении (рис. 55). В препарате с хромосомными фигурами первого деления созревания среди яйцеклеток находятся ооциты первого порядка (А, Б). В их пенистой цитоплазме (1) находится сперматозоид (2), имеющий вид тельца с неясными контурами, внутри которого иногда видны две хромосомы (3). В хромосомах женского ядра хорошо видны их половинки (хроматиды) задолго до наступления мейоза. Поэтому в профазе (А) первого деления созревания хромосомная структура женского ядра имеет вид двух тетрад (4), образованных попарно сближенными гомологичными хромосомами. Иногда в области каждой тетрады видно центральное ахроматиновое веретено (5). В анафазе (Б) первого деления мейоза гомологичные хромосомы женского ядра лежат на некотором расстоянии друг от друга: от двух тетрад две хромосомы (6), состоящие каждая из двух половинок, находятся под плазмалеммой, а две другие хромосомы (7), тоже двойные, лежат в периферическом отделе цитоплазмы. В срезе матки, сделанном на другом уровне, среди яйцеклеток надо найти ооциты второго

порядка. При подготовке ко второму делению мейоза в цитоплазме ооцита (В) видны две хромосомы, каждая из которых уже расщеплена ранее на свои половинки, образует двойную фигуру, называемую диадой (8).

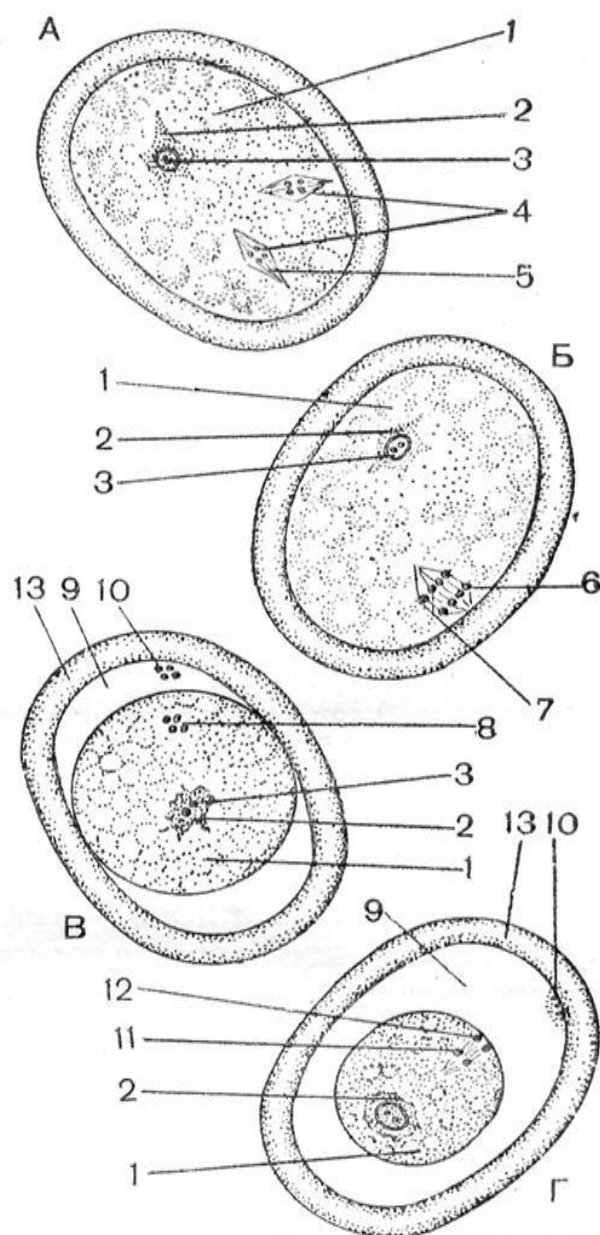


Рис. 55. Деление созревающих яйцеклеток лошадиной аскариды
 1 – пенистая цитоплазма; 2 – сперматозоид; 3 – хромосомы;
 4 – хромосомная структура женского ядра в виде двух тетрад;
 5 – центральное ахроматиновое веретено; 6, 7 – хромосомы;
 8 – хромосомная структура женского ядра в виде диады;
 9 – перивителлиновое пространство; 10 – первое редукционное тельце;
 11, 12 – расходящиеся хроматиды; 13 – оболочка яйцеклетки.

Две другие диады вместе с ничтожным количеством цитоплазмы отделены от яйцеклетки и расположены в околожелточном пространстве (9) в виде первого редукционного тельца - полоцита (10). В анафазе (Г) второго деления мейоза видна хромосомная структура, в которой от каждой диады одна хроматида (11) или половинка расщепившейся по длине хромосомы останется в зрелой яйцеклетке, а другая хроматида (12) отщепится во второе редукционное тельце. При этом первое редукционное тельце сморщится, разделится на два еще более мелких образования и окажется прижатым к оболочке яйца. Сперматозоид начинает преобразовываться в мужское ядро.

Таким образом, в итоге двух делений созревания при оогенезе в отличие от сперматогенеза образуются одна зрелая яйцеклетка и три редукционных тельца. Цитоплазма яйцеклетки на всех этапах созревания имеет пенистое строение, в ней видны многочисленные вакуоли, более крупные в начале созревания, более мелкие в конце созревания. После редукционного деления вследствие сжатия яйцеклетки между оболочкой (13) яйца и цитоплазмой яйцеклетки образуется щель - околожелточное пространство, увеличивающееся во время эквационного деления и служащее местом, в котором располагаются редукционные тельца.

2. Сперматозоиды морской свинки, ×280 (рис.56).

При малом увеличении видно большое количество сперматозоидов. Нередко они склеиваются головками и создается впечатление, что многие из них имеют по несколько хвостов.

Надо найти участок, в котором сперматозоиды лежат поодиночке, и изучить их при большом увеличении (рис. 56, 57). Сперматозоиды морской свинки отличаются от сперматозоидов петуха соотношением размеров их отделов и главным образом грушевидной формой головки (1). Головка содержит ядро (2), окруженное тонким слоем слабо заметной цитоплазмы, и акросому (3). Ядро занимает большую часть головки и бедно хроматином. Акросома имеет форму плотного, темноокрашенного чехлика (колпачка). В цитоплазме шейки (4) находятся две центриоли (5), имеющие вид очень мелких темных точек. Электронная микроскопия обнаруживает ближайшую к ядру центриоль в виде цилиндра и удаленную от ядра, сильно измененную и входящую в состав двигательного аппарата сперматозоида. В связующем отделе (6) имеется небольшое утолщение (7). Этот отдел содержит осевую нить хвостика и цитоплазму, богатую митохондриями, гликогеном и другими макроэргическими веществами, обеспечивающими сперматозоид энергией.

Главный (8) отдел хвостика состоит из осевой нити и окружающей ее цитоплазмы. Последняя содержит фермент аденозинтрифосфатазу, расщепляющую АТФ. В концевом (9) отделе хвоста осевая нить покрыта только плазмалеммой.

Зарисовать сперматозоиды морской свинки при большом увеличении (рис.57).

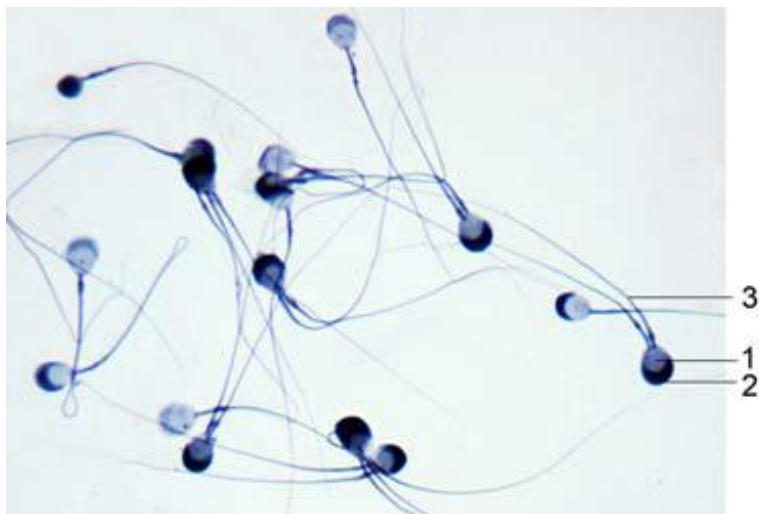


Рис. 56. Сперматозоиды морской свинки: 1 –ядро, 2 –акросома, 3 – хвост.

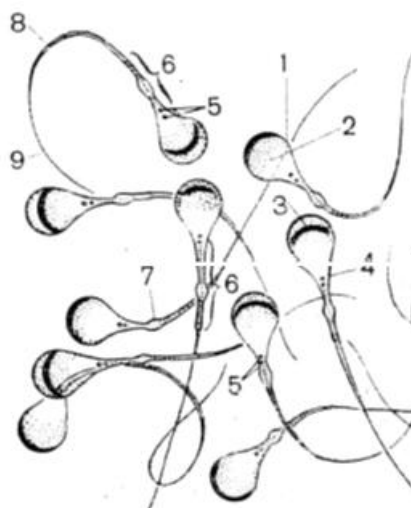


Рис.57.Сперматозоиды морской свинки (схема,описание в тексте).

3. Дробление яйцеклетки лошадиной аскариды, ×280 (рис. 59).

В яйцеклетках (рис. 58А) непосредственно после завершения оплодотворения расщепившиеся вдоль хромосомы отходят двумя комплексами в направлении центриолей (1) — возникает анафаза с двумя дочерними звездами хромосом (2). От центриолей к дочерним звездам протянуты микротрубочки ахроматинового веретена (3). В ранней телофазе (рис. 58Б) хромосомы в каждой дочерней группе теряют правильность очертания, становятся зубчатыми, бледнеют и одновременно намечается начальная перетяжка зиготы (4). В поздней телофазе (рис. 58В) хромосомы деконденсируются, включаются в обменные процессы клетки и окончательно теряют свою видимую обособленность. Лучистость вокруг центриолей и ахроматиновое веретено исчезают, центриоли удваиваются.

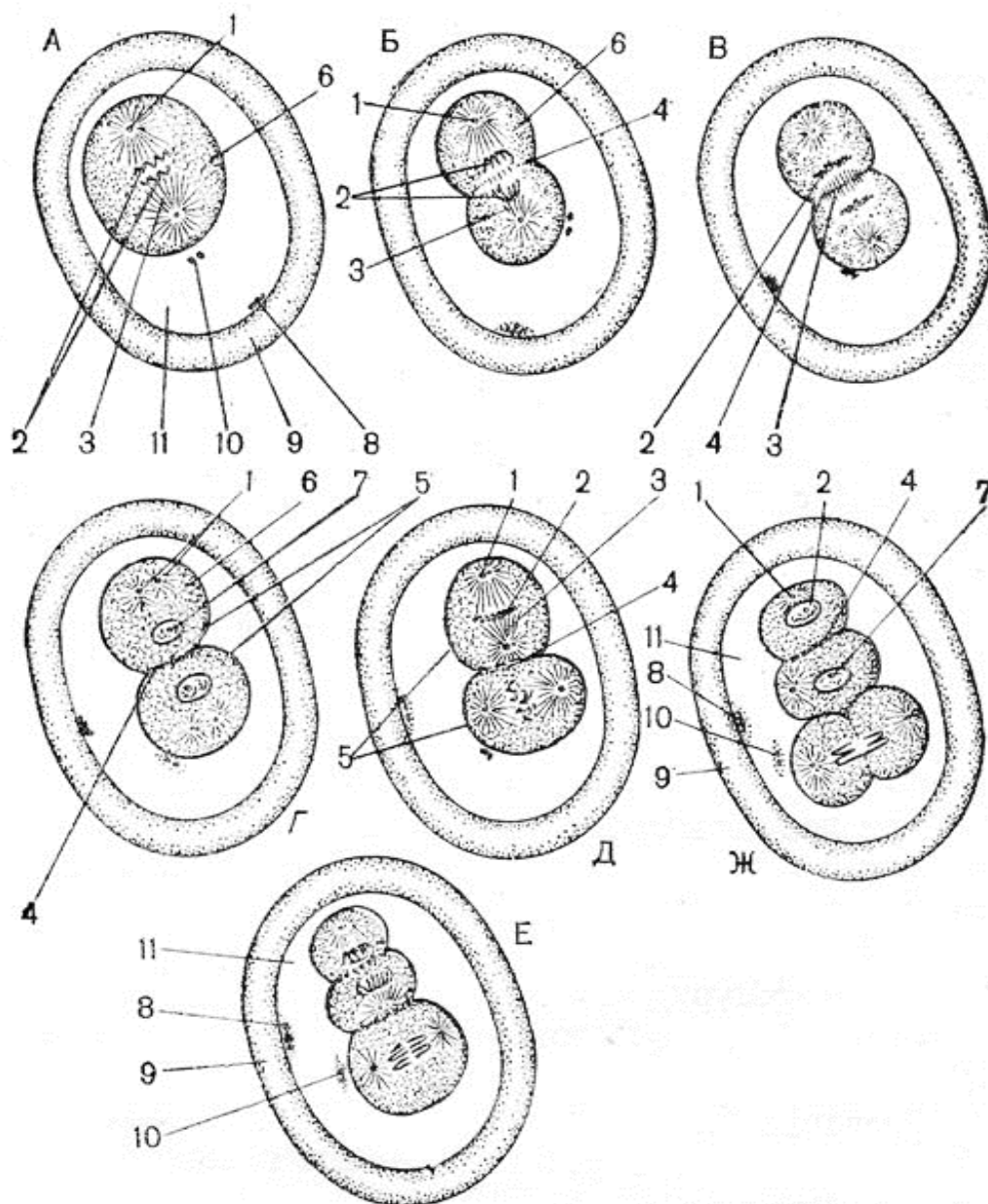


Рис. 58. Веретено деления зиготы и начальные этапы дробления оплодотворенной яйцеклетки лошадиной аскариды:

А – веретено деления зиготы; Б, В, Г – последовательные этапы образования двух бластомеров; Д, Е – последовательные этапы образования четырех бластомеров; Ж – «Т-образная фигура».

1 – центриоль; 2 – хромосомы; 3 – веретено деления; 4 – начальная перетяжка зиготы; 5 – 2 бластомера; 6 – цитоплазма бластомеров; 7 – ядро бластомера; 8 – первое редуccionное тельце; 9 – оболочка; 10 – второе редуccionное тельце; 11 – перивителлиновое пространство.

От ахроматинового веретена сохраняется его бывшая экваториальная область, сильно уплотнившаяся и сократившаяся. В этом месте образуется перетяжка, отделяющая бластомеры (части зародыша) друг от друга. В яйцах, завершивших первое деление (рис. 58Г), можно видеть два бластомера (5) одинаковой величины, на образование которых израсходован весь материал зиготы. Это свидетельствует о полном и равномерном дроблении. В пенистой цитоплазме (6) бластомеров находится интерфазное ядро с глыбками хроматина и ядрышком (7). Иногда около ядра видны удвоенные центриоли. На следующих стадиях дробления (рис. 58Д, Е, Ж) происходят митозы и, таким образом, увеличивается число клеток при отсутствии роста зародыша: бластомеры не увеличиваются в размерах, в их ядрах происходит только дупликация ДНК. Вследствие этого в результате дробления ядра не уменьшаются в своих размерах, в то время как объем цитоплазмы уменьшается почти вдвое после каждого деления. На ранних этапах дробления в яйцах отчетливо видны редукционные тельца: первые два тельца (8) под оболочкой (9) яйца, третье (10) или на поверхности зародыша, или в околожелточном пространстве (11).

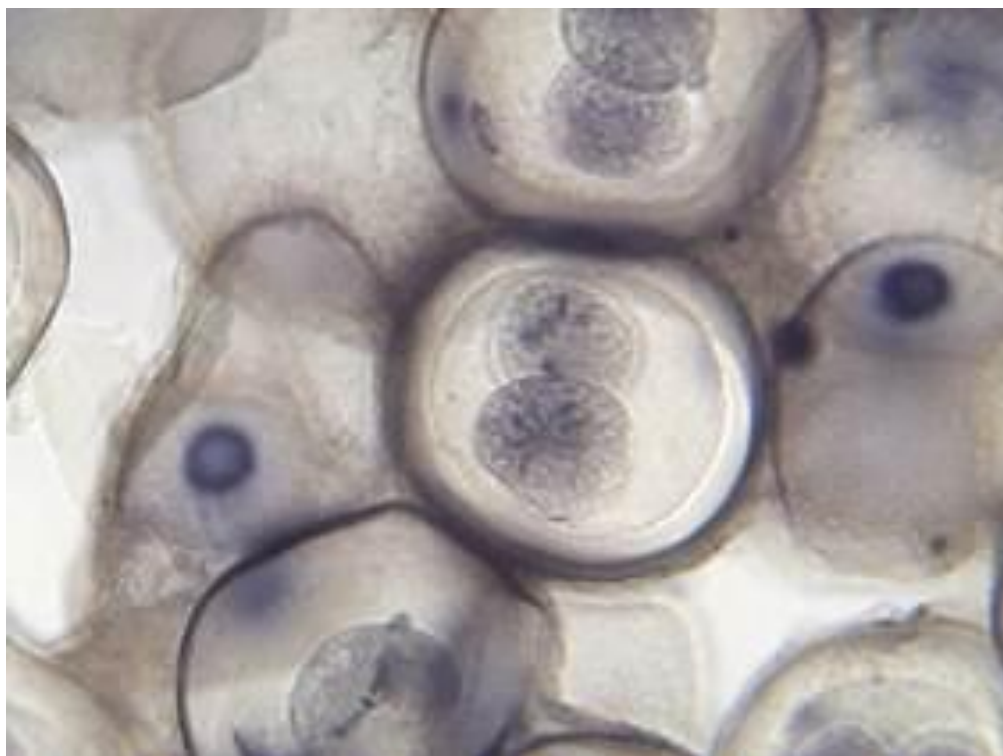


Рис. 59. Дробление яйцеклетки лошадиной аскариды (стадия двух бластомеров).

4. Бластула лягушки, ×56 (рис.61).

Объект можно изучать при малом увеличении (рис. 60). Препарат демонстрирует не только особенности строения бластулы лягушки, но и общие черты бластул разных животных. При удачном сечении зародыша (рис. 60) видна его пигментированная анимальная часть - крыша (1), светлая, вегетативная часть - дно (2) и расположенная между ними экваториальная или «краевая» зона (3). Сохранение расположения этих участков яйца в бластуле объясняется тем, что в процессе дробления материал зиготы почти не перемещается, а лишь разделяется на все большее количество клеток; в сущности происходит распределение единой цитоплазмы яйца между образующимися бластомерами. Стенка бластулы - бластодерма (4) многослойна; бластомеры расположены на нескольких уровнях, не образуя правильного ряда, что обусловлено особенностями дробления (к меридиональным и широтным бороздам присоединяются и тангенциальные, параллельные поверхности зародыша). Вследствие неодинаковой толщины бластодермы полость бластулы - бластоцель (5) расположена эксцентрично, ближе к анимальному полюсу. В анимальной части стенка бластулы тонкая, состоит из 2-3 рядов мелких, сплюснутых клеток многогранной формы, содержащих пигментные зерна и образующих эпителиоподобный пласт.

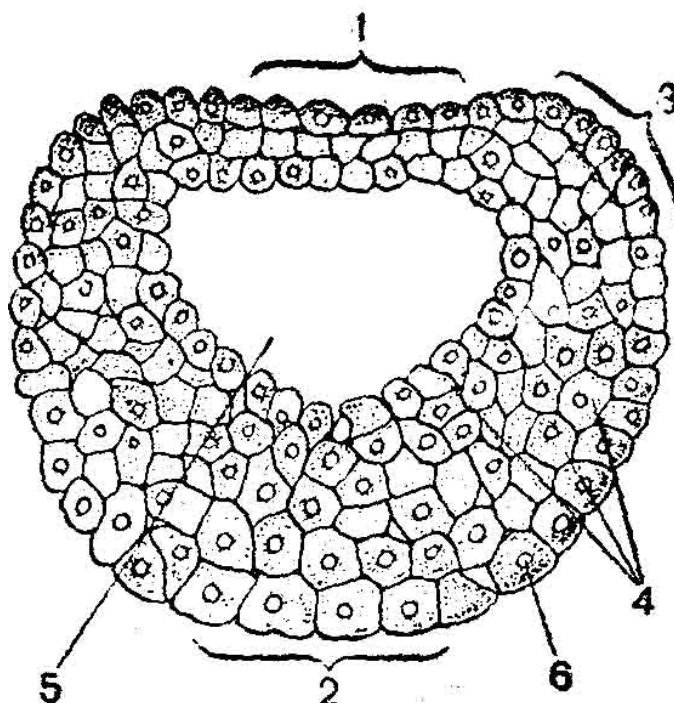


Рис. 60. Бластула лягушки (схема, описание в тексте)

В вегетативной части стенка толстая, состоит из многих слоев беспорядочно расположенных, местами разобщенных небольшими щелями крупных клеток многогранной и округлой формы, загруженных желточными включениями. В «краевой» зоне стенка бластулы образована клетками средней величины, содержащими небольшое количество пигментных зерен и желточных включений. Их форма и окраска отражают постепенный переход от клеток анимального полюса к клеткам вегетативного полюса. Бедные хроматином ядра (6) бластомеров находятся в состоянии биохимической активности; в них происходит репликация ДНК и синтез РНК, фигуры митоза наблюдаются редко, так как большая часть жизненного цикла соответствует интерфазному периоду. Митоз при дроблении протекает очень быстро. Бластомеры различаются по морфологическим признакам, биохимическим свойствам, функциональным особенностям и потенции к развитию. Региональные различия свидетельствуют о начале дифференцировки будущих зародышевых листков - эктодермы, хордомезодермы, энтодермы.

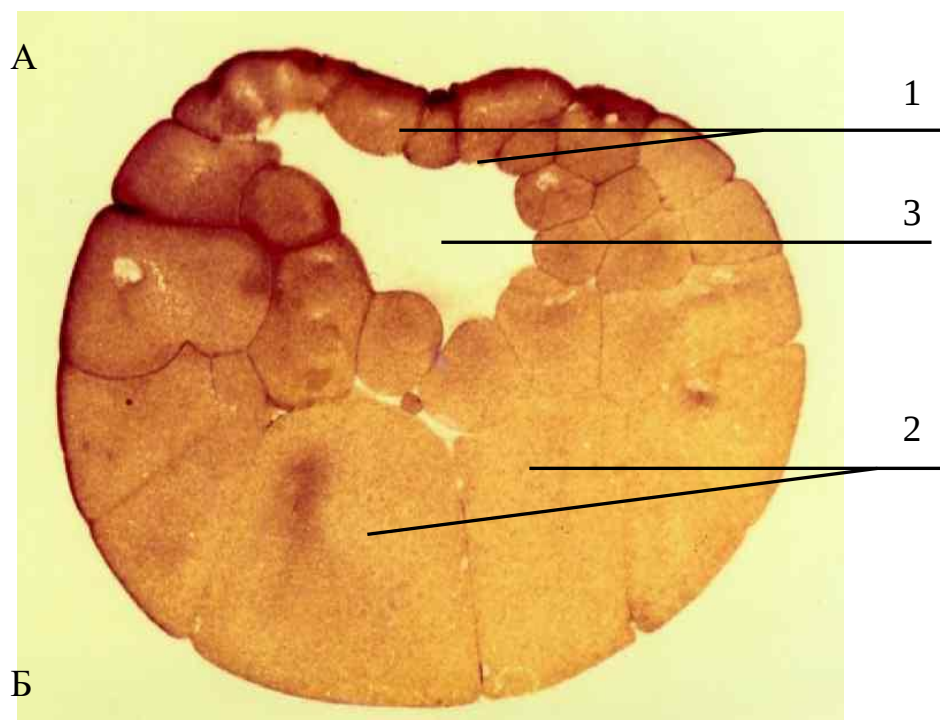


Рис. 61. Ранняя бластула амфибий:
А – анимальный полюс (крыша бластулы),
Б – вегетативный полюс (дно бластулы),
1- микромеры, 2 – макромеры, 3 – бластоцель.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключаются отличия половых и соматических клеток?
2. Какие стадии характерны для овогенеза?
3. Какие яйцеклетки называют олиго-, мезо- и полилецитальными? Для каких животных они характерны?
4. Какие яйцеклетки называют изо-, тело- и центролецитальными? Для каких животных они характерны?
5. Опишите структуру зрелого сперматозоида.
6. Охарактеризуйте основные стадии сперматогенеза.
7. Дайте сравнительную характеристику клеток, находящихся на разных стадиях сперматогенеза.
8. Какие этапы выделяют в процессе оплодотворения?
9. Опишите механизмы дистантного взаимодействия гамет.
10. Какие изменения происходят в процессе капацитации сперматозоидов?
11. В чем заключается акросомная реакция сперматозоида?
12. Какой механизм обеспечивает видоспецифическое «узнавание» яйцеклетки и сперматозоида?
13. Какой механизм обеспечивает быстрый блок полиспермии?
14. Какая реакция обеспечивает медленный блок полиспермии?
15. Какой состав имеют кортикальные гранулы?
16. Приведите определение дробления. В чем особенность клеточного цикла при дроблении?
17. Дайте определение понятиям: бластула, борозды дробления, бластомеры, бластодерма.
18. Каким образом строение яйцеклетки определяет тип дробления?
19. Приведите классификацию типов дробления в зависимости от расположения бластомеров.
20. Какой тип дробления характерен для ланцетника, амфибий, птиц, млекопитающих?
21. Назовите основные типы бластул. Для каких животных они характерны?

Тема 16. Индивидуальное развитие организмов (гастроляция, органогенез, образование внезародышевых органов)

Вопросы к теме:

1. Гастроляция, ее фазы. Основные способы протекания I и II фаз гастроляции. Строение гастрюлы.
2. Гастроляция у ланцетника, амфибий и птиц.
3. Характеристика периода образования первичных органов зародыша. Фаза нейруляции.
4. Окончательный органогенез.
5. Понятие о провизорных (внезародышевых органах). Источники развития, строение и функции желточного мешка, амниона, хориона, аллантоиса и плаценты.

Практическая часть:

Изучить и зарисовать следующие микропрепараты.

1. Гастрюла амфибий, ×56.

Препарат следует ориентировать спинной стороной зародыша кверху (на этой стороне наиболее четко обозначена складка обрастания) и изучить при малом увеличении (рис.63). В зависимости от степени завершенности процесса гастроляции различают раннюю, среднюю и позднюю гастрюлу. На срезе ранней гастрюлы (рис. 62А) видны два зародышевых листка - эктодерма (1) и энтодерма (2) и первичная полость тела - бластоцель (3).

Эктодерма покрывает большую часть наружной поверхности зародыша, многослойна, состоит из пигментированных клеток. Энтодерма в основном находится внутри зародыша, представлена крупными клетками, содержащими желточные включения. Эктодерма и энтодерма образовались вследствие обрастания более активной анимальной половиной бывшей бластулы ее вегетативной половины. Этот процесс быстрее распространился по спинной стороне зародыша, где край обрастания становится дорзальной губой бластопора — зародышевого отверстия. На брюшной стороне зародыша край обрастания заметен слабее и представлен едва намечающейся вентральной губой (5) бластопора. Между губами бластопора находится несколько выступающая из зародыша желточная пробка (6), состоящая из крупных энтодермальных клеток. В месте границы серого серпа бывшей зиготы с вегетативной частью находится небольшое углубление - зачаток полости первичной кишки (7).

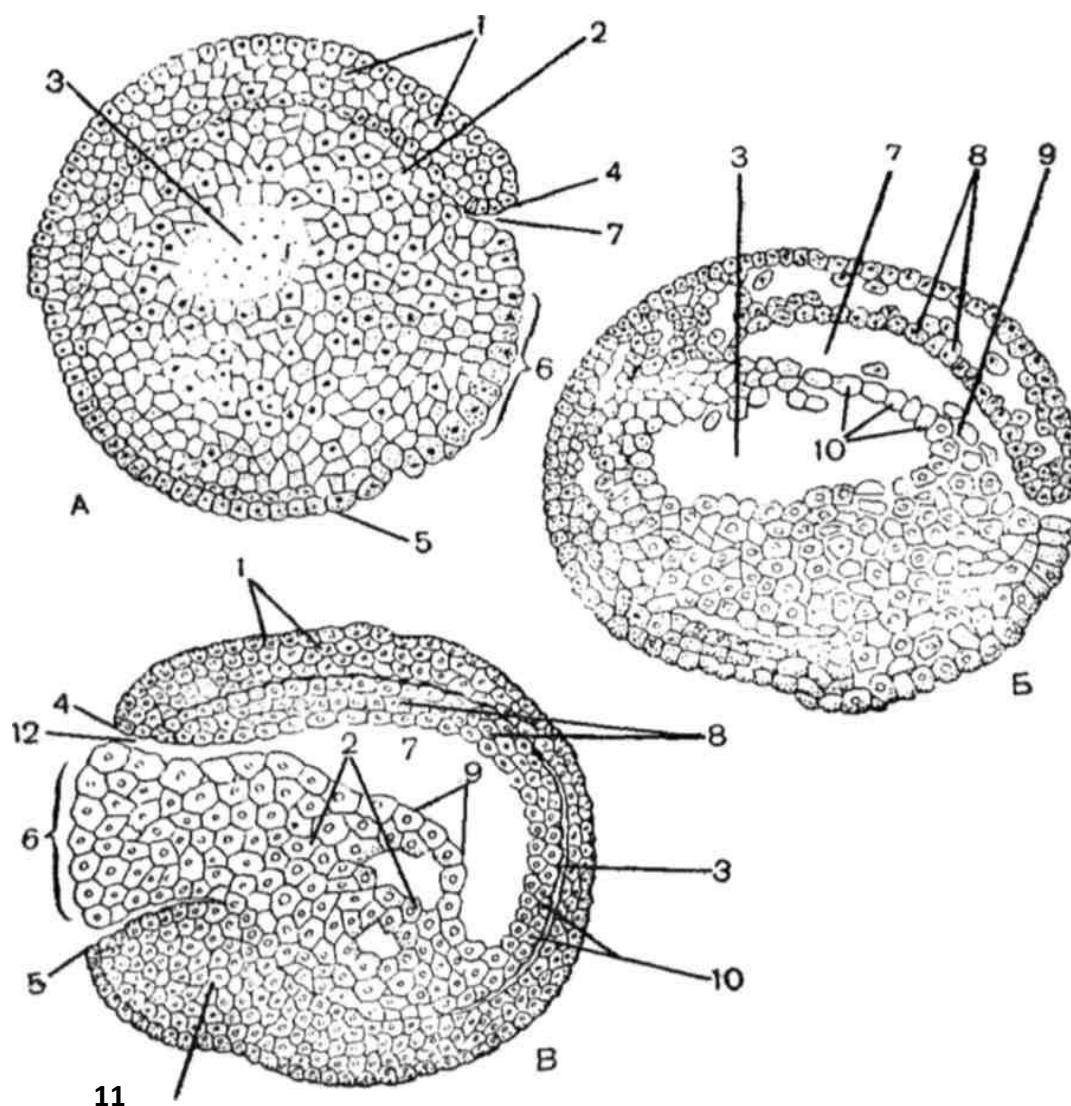


Рис. 62. Гастроула амфибий. Сагиттальный разрез (описание в тексте).

На тотальном препарате это углубление представлено серповидной бороздкой, возникшей вследствие инвагинации и иммиграции части клеток будущей хорды и энтодермы. На срезе средней гастроулы (рис. 60 Б) видна возникшая вследствие удлинения и углубления серповидной бороздки полость первичной кишки – гастрोцель. Крыша гастроцеля (8) образована подвернувшимся через вентральную губу бластопора материалом серого цвета, представляющим зачаток спинной струны или хорды. Дно (9) первичной кишки образовано клетками вегетативного полюса бывшей бластулы. Эти клетки образуют также тонкую перегородку (10) отделяющую бластоцель от гастроцели. Таким образом, на той стадии внутрь зародыша переместился материал серого серпа и непигментированных клеток вегетативной части

бластулы. На срезе поздней гаструлы (рис. 62В) бластоцель увеличена в размере, бластоцель в виде узкой щели смещена к периферии, зачаток хорды свернут в плотный тяж вакуолизированных клеток, вентральная и дорсальная губы бластопора четко обозначены; боковые губы, складка обрастания, замкнутая по кругу, видны в общем виде только на тотальном препарате. Материал «краевой» зоны бывшей бластулы, подвернувшийся через боковые губы бластопора, распространяется внутрь зародыша и дает начало среднему зародышевому листку - мезодерме (11). В отличие от ланцетника мезодерма амфибий перемещается вперед и вентрально между эктодермой и энтодермой и не входит в состав стенки первичной кишки. Материал будущей хорды погружается вглубь зародыша, поэтому первичная кишка некоторое время оказывается незамкнутой на своей дорсальной стороне. Бластопор (12) прикрыт желточной пробкой и имеет вид узкой щели, расположенной между желточной пробкой и дорсальной губой.

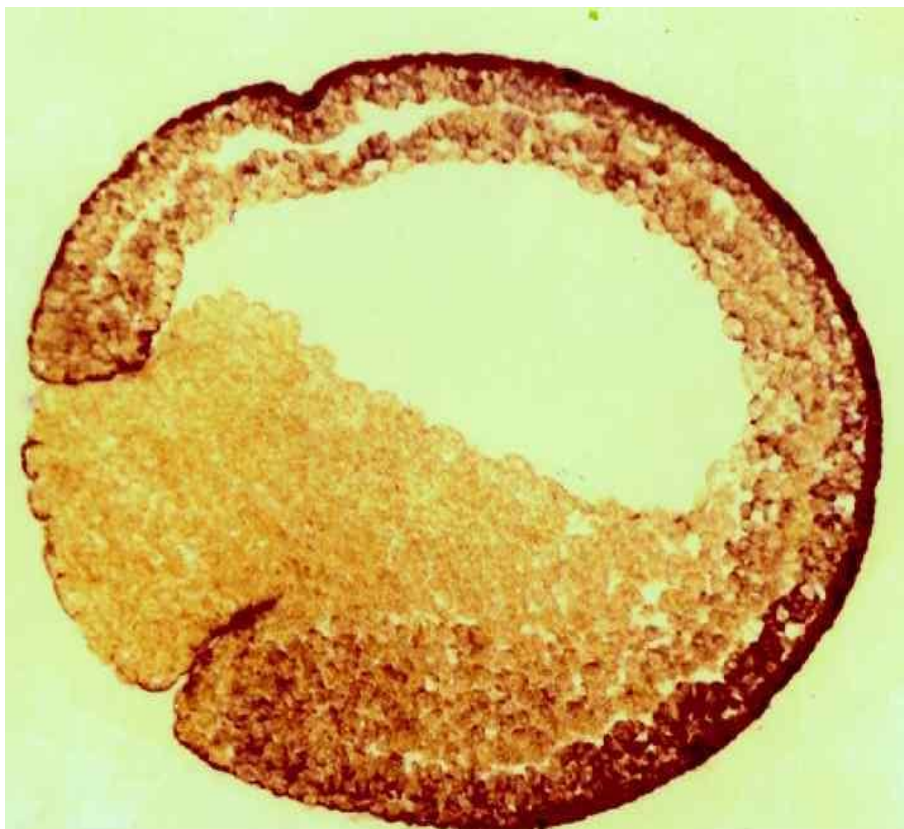


Рис. 63. Гаструла амфибий: 1 – эктодерма, 2 – энтодерма, 3 – гастрोцель, 4 – бластопор, 5 – желточная пробка.

2.Первичная полоска зародыша курицы. Поперечный разрез.

При малом увеличении срез представляет собой тонкую полосу с утолщением в ее средней части - это область первичной полоски (рис. 64). При малом увеличении (рис., 65А) надо ориентировать объект так, чтобы его средняя часть была в центре поля зрения, а плотный и широкий клеточный слой с небольшим углублением - сверху. Скопление клеток в центре объекта представляет собой первичную полоску (1). Сверху имеется углубление - первичная бороздка (2), образовавшаяся вследствие миграции клеток под эктодерму. По обе стороны от первичной полоски зародышевый материал разделен на зародышевые листки: поверхностно расположенную, более мощную, плотную, многослойную эктодерму (3), находящуюся на желтке тонкую, однослойную кишечную энтодерму (4) и лежащую между ними рыхлую мезодерму (5). Надо изучить и зарисовать зародышевые листки при большом увеличении (рис. 65Б, В).

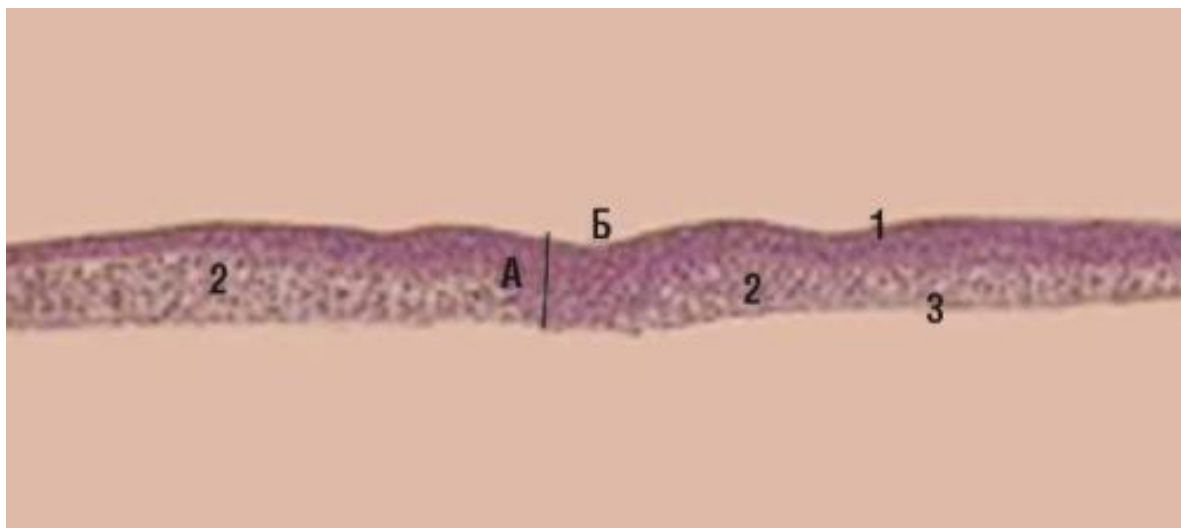


Рис. 64. Первичная полоска. Поперечный срез (окраска гематоксилином),×56: А - первичная полоска; Б - первичная бороздка; 1 - первичная эктодерма; 2 - мезодерма; 3 - первичная энтодерма.

Эктодерма первичной полоски образована высокими, прилежащими друг к другу клетками, митотически активные ядра (6) которых расположены на разных уровнях. По мере удаления от первичной полоски эктодерма истончается, приобретая вид двурядного (7), а затем и однослойного пласта (8) кубических клеток. В периферических частях бластодиска внезародышевая эктодерма представлена тонкой пластинкой из плоских клеток. В мезодерме,

ближайшей к первичной полоске, клетки расположены компактно, их ядра (9) образуют густое скопление. В периферических участках мезодермы клетки звездчатой или веретенообразной формы расположены рыхло, образуя синцитий (10). Внезародышевая кишечная энтодерма представлена тонким, однослойным листком уплощенных клеток. Желточная энтодерма (11) утолщена особенно в области темного поля, образована клетками неправильной отростчатой формы, ядра (12) которых видны среди многочисленных желточных шаров (13), глыбок и вакуолей (14). Эти клетки вырабатывают ферменты, расщепляющие желток, и всасывают питательные вещества. Край обрастания представляет собой малодифференцированную бластодерму, которая в процессе обрастания желтка расслаивается на внезародышевую эктодерму и желточную энтодерму.

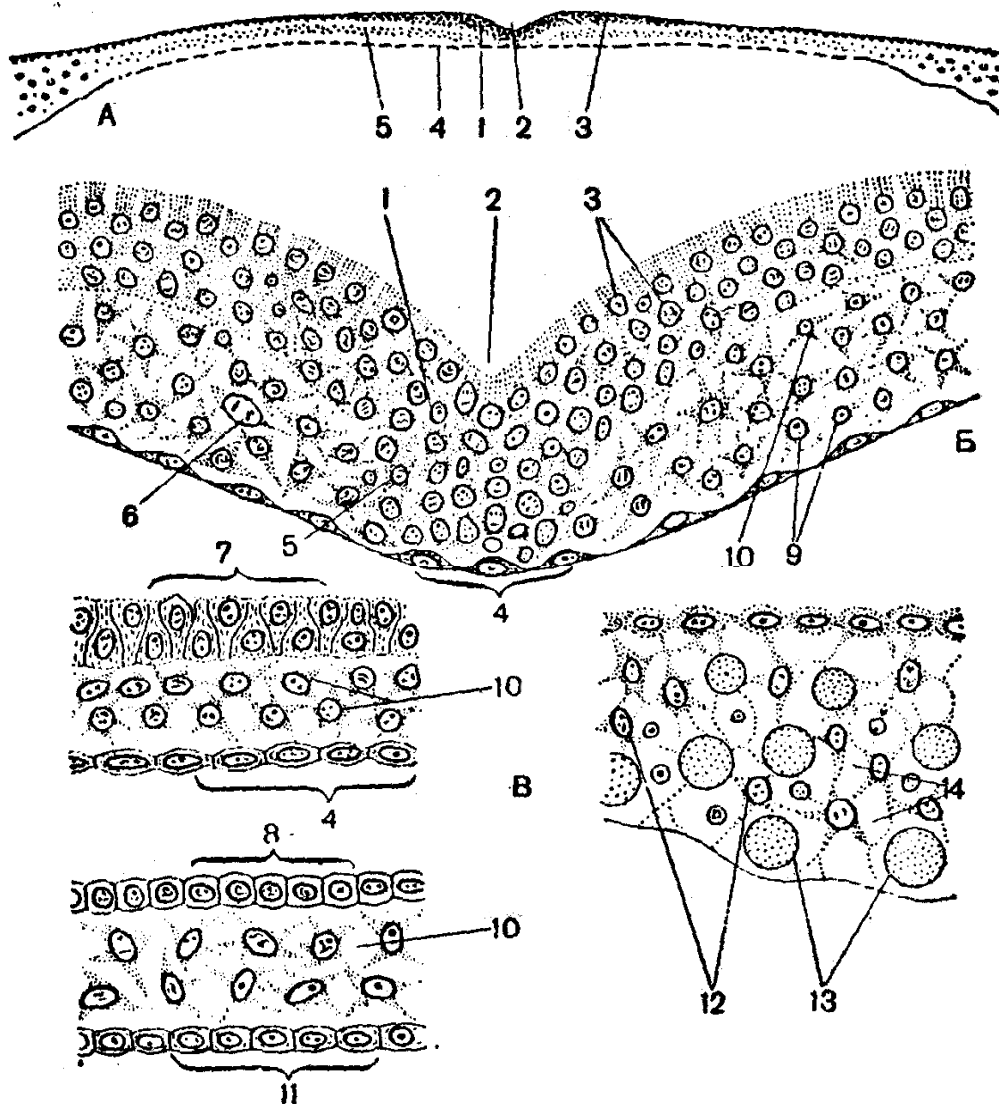


Рис. 65. Первичная бороздка. Поперечный разрез зародыша цыпленка (схема, описание в тексте).

3. Нейрула лягушки, ×56

Надо ориентировать срез спинной поверхностью зародыша кверху и изучить при малом увеличении (объектив 8) (рис. 66-68). На спинной стороне, эктодерма несколько утолщена. Нейруляция индуцируется взаимодействием материала будущей хорды и расположенного над ним участка дорсальной эктодермы. В силу их непосредственного контакта и пространственной взаимосвязи материал хорды сворачивается в плотный тяж клеток, а эктодерма дифференцируется и образует нервную пластинку. Последняя утолщается, становится плоской, затем изгибается в желобок.

На срезе (рис. 69А) видны нервные валики (1) и ограниченная ими нервная пластинка (2). Толщина этих образований обусловлена как увеличением высоты образующих их клеток, так и нагромождением клеток друг на друга. Цитоплазма этих клеток содержит пигментные зерна и небольшое число желточных включений; ядра лежат на разных уровнях, бедны хроматином, бледноокрашенные, что свидетельствует об их функциональной активности. Клеточный материал нервных валиков и нервного желобка почти однороден. Однако клетки нервных валиков отличаются меньшей величиной, неправильным расположением и большим содержанием пигмента. Остальная часть эктодермы кожная (3). Она в основном однослойная, образована мелкими, темноокрашенными клетками кубической формы, цитоплазма которых содержит пигментные зерна; ядра бедны хроматином.

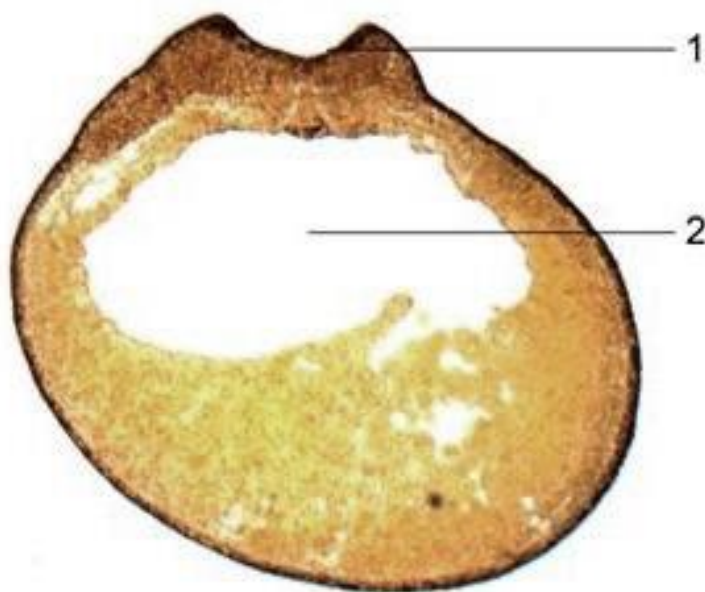


Рис. 66. Ранняя нейрула (1 – нервная пластинка, 2 - гастроцель).

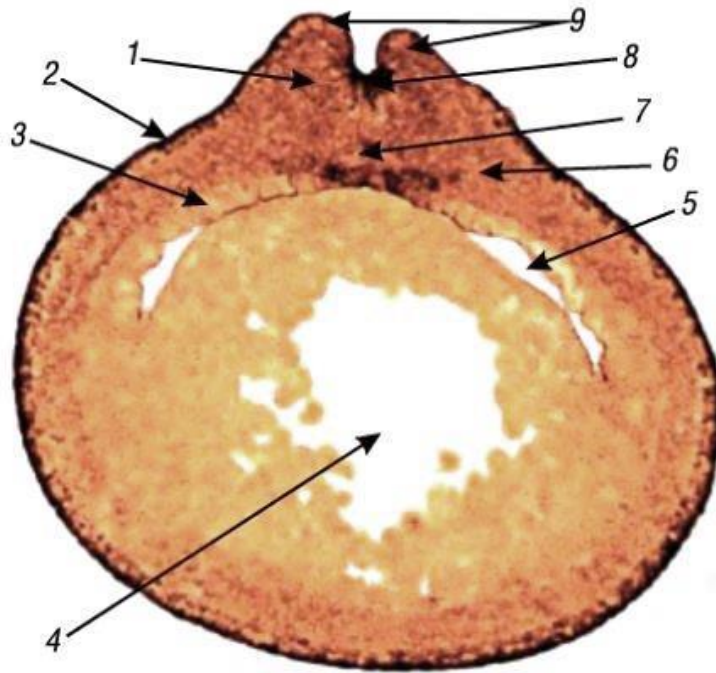


Рис. 67. Средняя нейрула (1 – нервная пластинка, 2 – эктодерма, 3 – энтодерма, 4 – остаток бластоцеля, 5 – гастрोцель, 6 – мезодема, 7 – хорда, 8 – нервный желобок, 9 – нервные валики).

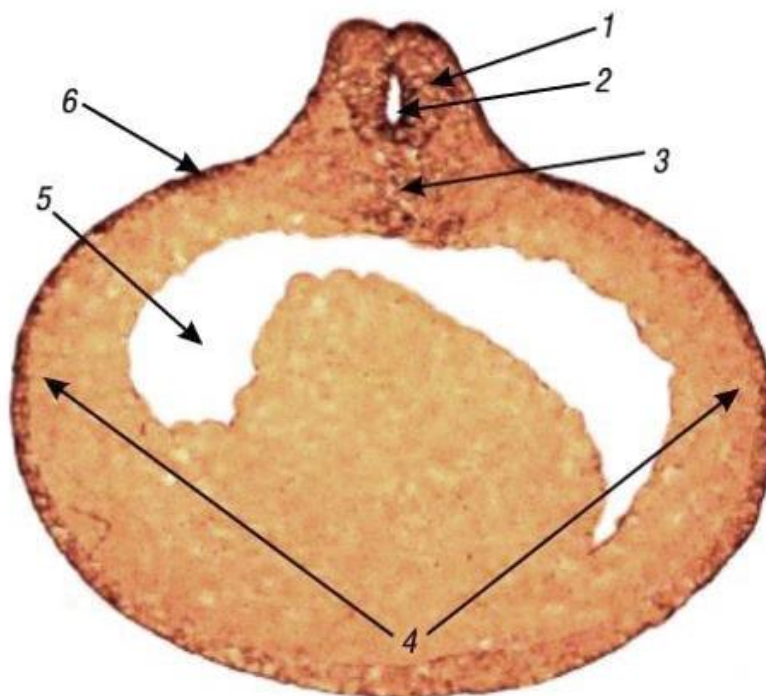


Рис. 68. Поздняя нейрула (1 – нервная пластинка, 2 – невроцель, 3 – хорда, 4 – латеральная мезодерма, 5 – гастрोцель, 6 – эктодерма).

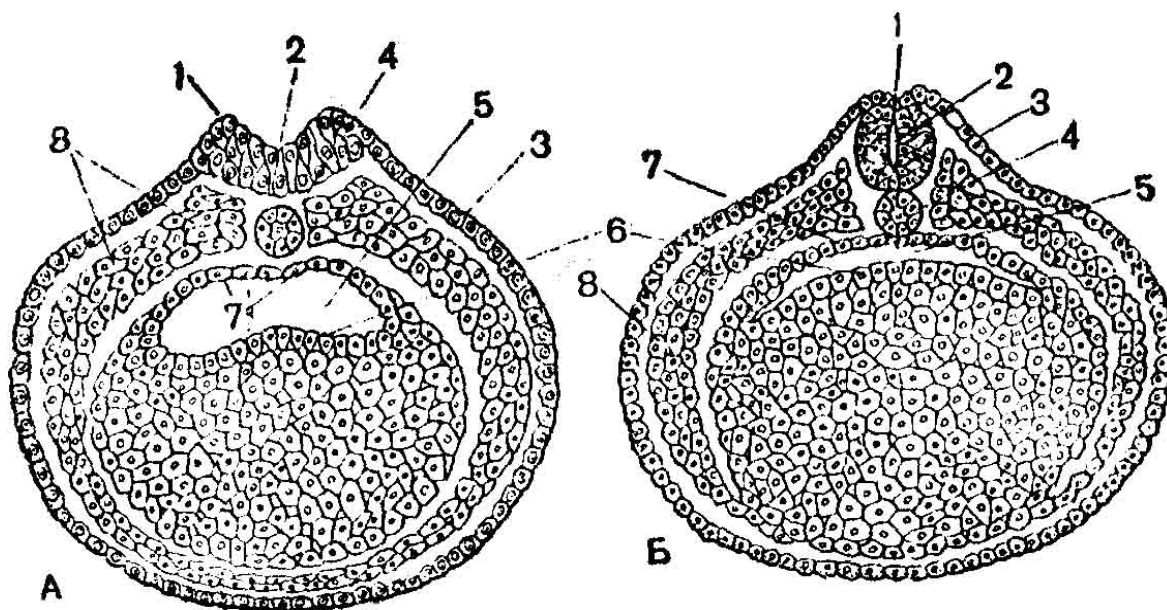


Рис. 69. Нейрула лягушки. Поперечный срез зародыша (описание в тексте).

Под нервным желобком находится хорда (4), состоящая из плотнорасположенных клеток с четко выраженными границами, цитоплазмой, содержащей небольшое количество пигментных зерен и желточных включений, с бедными хроматином ядрами. Первичная кишка замкнута. Ее полость (5) в виде узкой щели расположена эксцентрично, нижняя, более толстая стенка (6) кишки состоит из крупных клеток, цитоплазма которых, богата желточными включениями. Светлые участки в клетках соответствуют расположению ядер. Часть клеток, ближайших к просвету кишки, разрушена, что свидетельствует о процессе их ассимиляции. Клетки, подлежащие усвоению зародышем, в своей совокупности составляют желточную энтодерму. Верхняя стенка (7) первичной кишки тонкая, состоит из клеток, относящихся к кишечной энтодерме. Мезодерма (8), образованная из материала «краевой» зоны бывшей бластулы, представлена плотным пластом однородных клеток и имеет вид двух клиньев, соединяющихся на брюшной стороне зародыша. Широкие основания этих клиньев располагаются по бокам от хорды, а их узкие вершины распространяются вентрально между эктодермой и энтодермой. На срезе поздней нейрулы лягушки (рис. 69Б) видно, что нервные валики (1) срослись, а нервный желобок свернут в нервную трубку (2).

4. Сомиты, хорда и нервная трубка. Поперечный разрез зародыша цыпленка, ×56 (рис.71).

При малом увеличении надо ориентировать объект нервной трубкой кверху (рис. 70). Ниже, под нервной трубкой (1) с невроцелью (2) находится хорда (3). Верхняя поверхность зародыша образована эктодермой (4); нижняя - кишечной энтодермой (5), над которой лежат тонкостенные полости - закладки будущих дуг аорты (6). По бокам от нервной трубки находится мезодерма, представленная сомитами (7), сегментными ножками - нефротомами (8) и спланхнотомами. Париетальный (пристенный) листок (9) спланхнотомы обращен к эктодерме, а висцеральный (внутренний) листок (10) - к энтодерме. Между листками спланхнотомы находится вторичная полость тела -целом (11). В периферических частях препарата видны внезародышевая эктодерма (12), внезародышевые листки мезодермы - париетальный (13) и висцеральный (14) - и желточная энтодерма (15). Эти структуры в дальнейшем принимают участие в образовании туловищной и амниотической складок и стенок желточного мешка. Между желточной энтодермой и внезародышевым висцеральным листком мезодермы находятся кровяные островки (16), из которых будут развиваться кровеносные сосуды.

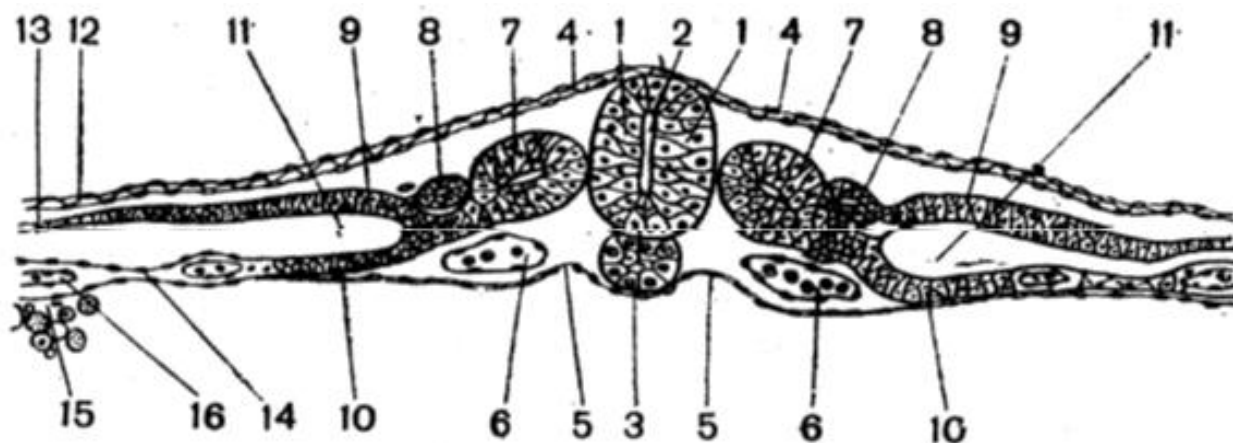


Рис. 70. Сомиты, хорда и нервная трубка (схема, описание в тексте).

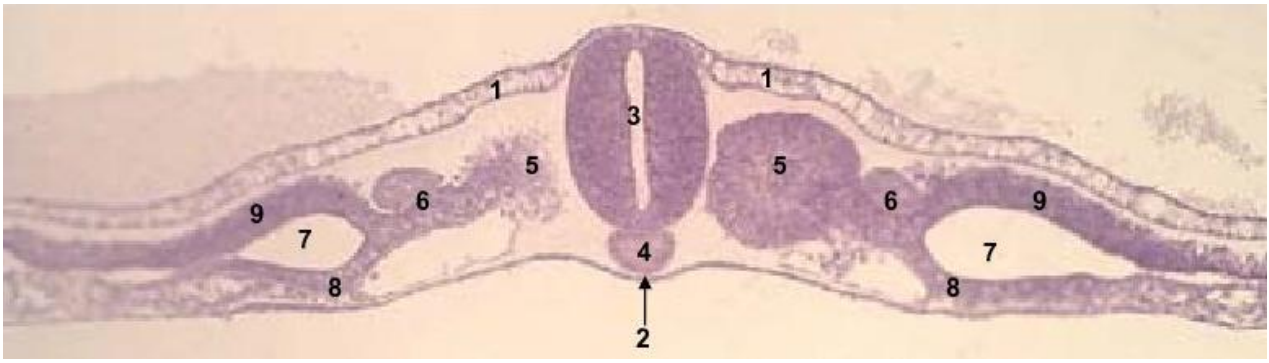


Рис.71. Сомиты, хорда и нервная трубка: 1 – эктодерма, 2 – энтодерма, 3 – нервная трубка с неврочелью, 4 – хорда, 5 – сомит, 6 – нефрогонотом, 7 – целом, 8 – висцеральный листок спланхнотомы, 9 – париетальный листок спланхнотомы.

5. Туловищная и амниотическая складки. Поперечный разрез зародыша цыпленка, ×56(рис.73).

При малом увеличении надо ориентировать объект (рис. 72) нервной трубкой (1) кверху, найти кожную эктодерму (2), кишечную энтодерму (3), хорду (4), сомиты (5), нефротомы (6), париетальный (7) и висцеральный (8) листки спланхнотомы, целом (9) и кровеносные сосуды (10). Во многих закладках происходит дифференцировка клеток, связанная с процессами гистогенеза и органогенеза. Зародыш несколько приподнят над поверхностью бластодиска и отделен от него кольцевидным перехватом - туловищной складкой (11), разрез которой виден справа и слева от нижнего края зародыша. В этом месте область перехода зародышевых частей во внезародышевые несколько прогнута вниз, в результате чего зародыш оказывается отграниченным от внезародышевых частей и обособленным от желтка, а кишечная пластинка приобретает вид желобка (12). Дорсально от туловищной складки образуется кольцевидной формы амниотическая складка (13), разрез которой виден по обе стороны от тела зародыша. Наружный (14) и внутренний (15) листки амниотической складки образованы внезародышевой эктодермой (16) и подстилающим ее листком мезодермы (17). Между ними, в особенности у основания складки, находится внезародышевое целомическое пространство (18). В месте, где амниотическая складка поднялась над бластодиском и отошла от остальных внезародышевых частей, стенка желточного мешка образована только внезародышевой висцеральной мезодермой (19) и желточной энтодермой (20).

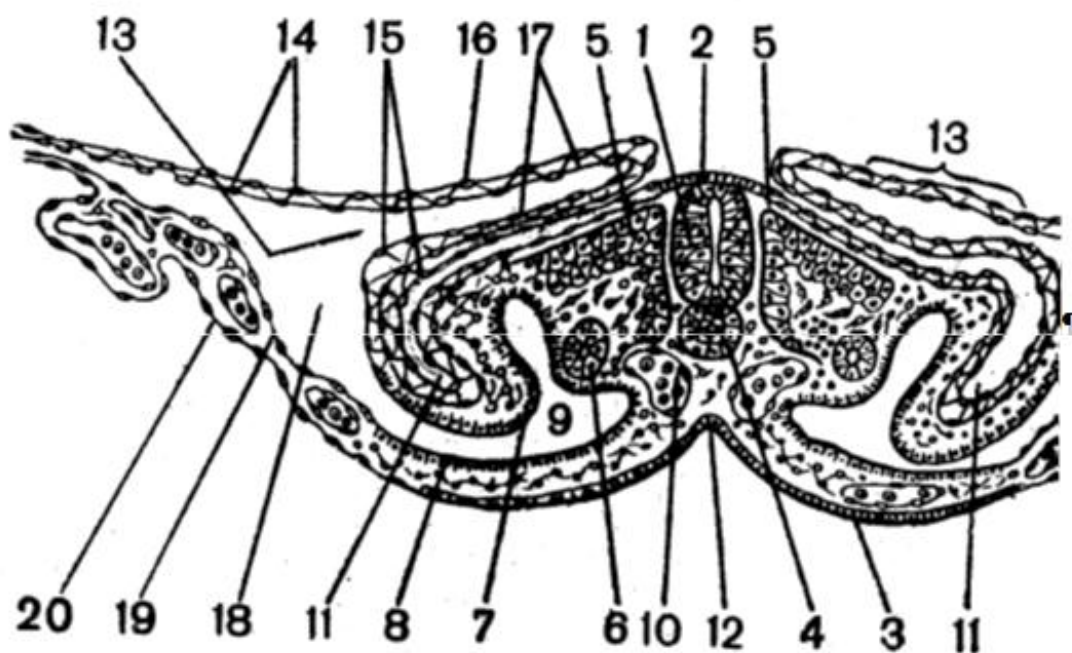


Рис. 72. Туловищная и амниотическая складки.
 Поперечный разрез зародыша цыпленка (описание в тексте).

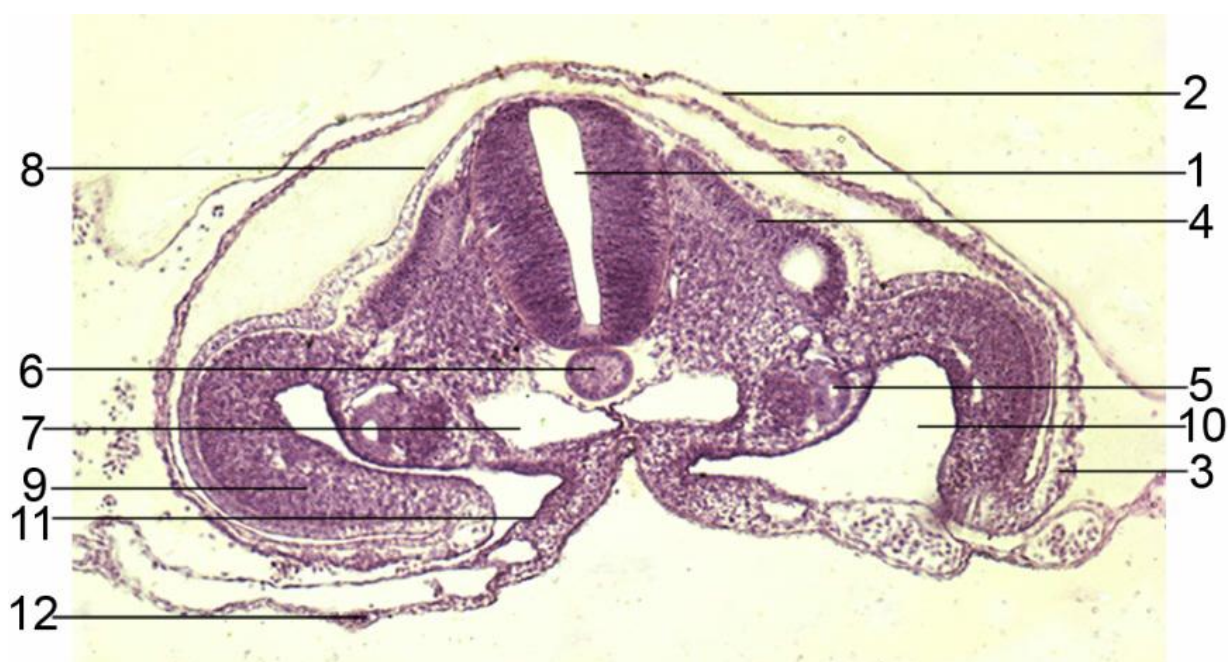


Рис. 73. Слияние амниотических складок:
 1 – нервная трубка; 2 – амниотическая складка; 3 – туловищная складка; 4 – сомит; 5 – вольфов канал; 6 – хорда; 7 – дорсальная аорта; 8 – эктодерма; 9 – париентальный листок спланхнотома; 10 – целом; 11 – висцеральный листок спланхнотома; 12 – энтодерма.

Контрольные вопросы:

1. Приведите определение гастрюляции. Назовите основные этапы гастрюляции.
2. Назовите способы ранней гастрюляции у ланцетника, амфибий, птиц.
3. Опишите основные способы образования мезодермы: телобластический, энтероцельный, путем миграции. Для каких животных они характерны?
4. Какие органы зародыша называют первичными?
5. Как осуществляется нейруляция у амфибий? Опишите ее основные этапы.
6. Каким образом осуществляется дифференцировка нервной трубки?
7. Опишите основные пути миграции клеток нервного гребня. Назовите основные производные клеток нервного гребня.
8. Как дифференцируется мезодерма?
9. Перечислите основные производные экто-, мезо-, и энтодермы

Тема 16. Закономерности и механизмы онтогенеза.

Вопросы к теме:

1. Этапы дифференциации и детерминации в онтогенезе.
2. Факторы дифференциации.
3. Механизмы избирательной активности генов в онтогенезе.
4. Интеграция в онтогенезе.
5. Эмбриональная индукция. Понятие об индукторе и реагирующей системе. Первичный организатор.
6. Понятие о корреляциях в онтогенезе. Типы корреляций.
7. Роль наследственности и среды в онтогенезе. Критические периоды развития.
8. Понятие о пороках развития.

Практическая часть:

1. Рассмотрите схему опыта Д. Гёрдона (John Gurdon) по получению фертильной лягушки после трансплантации ядра из клетки кишечника головастика в энуклеированную яйцеклетку (рис. 74). Какой вывод сделал Д. Гёрдон на основе этого эксперимента?

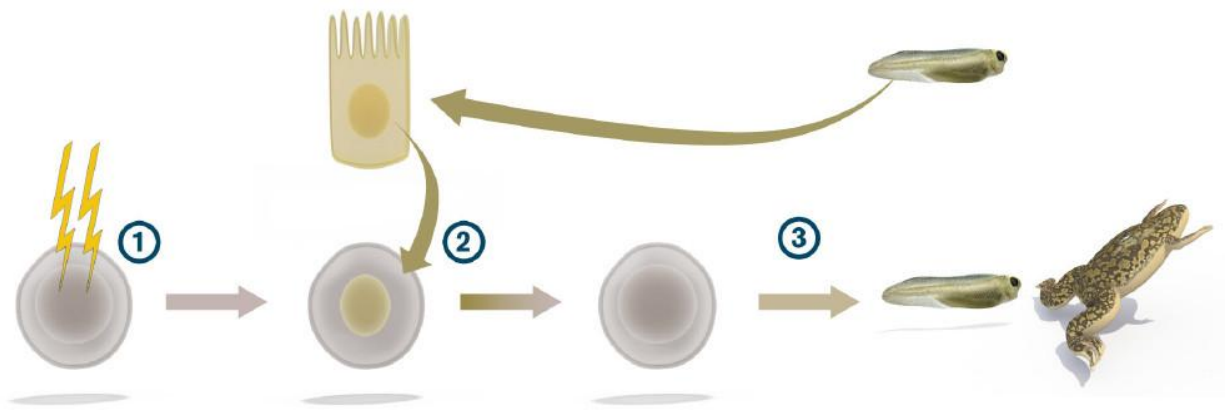


Рис. 74. Эксперимент Д. Гёрдона по трансплантации ядра и клонированию лягушки.

2. Рассмотрите изображение развивающейся конечности у мышей (апоптотические клетки окрашены акридиновым оранжевым, рис. 75). Ответьте на вопросы:

- 1) В чем отличие апоптоза от некроза? Приведите не менее трех отличий.
- 2) Какова роль апоптоза в индивидуальном развитии организмов?
- 3) К каким последствиям может привести нарушение апоптоза в ходе онтогенеза?

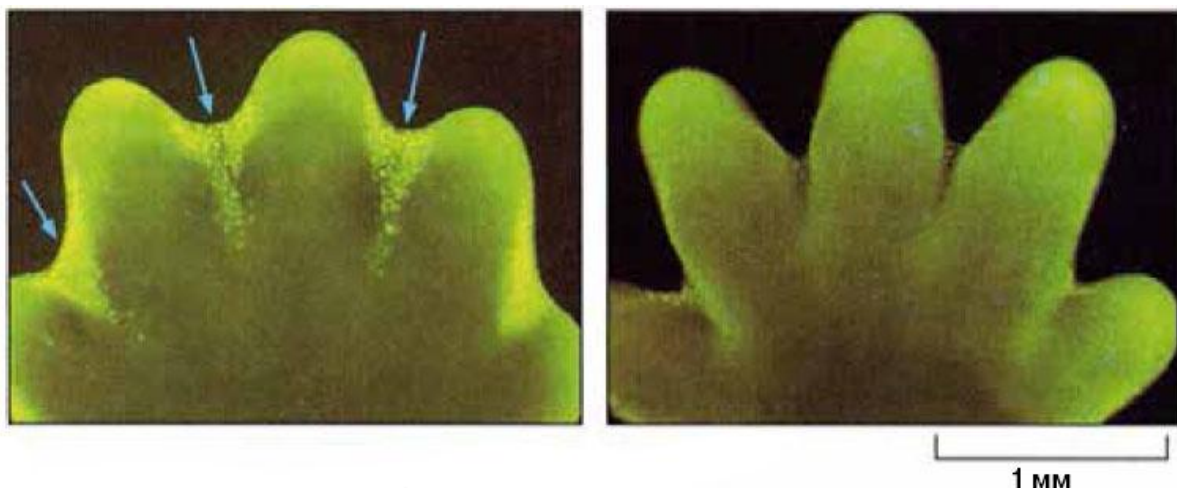


Рис. 75. Апоптоз во время нормального развития конечности мыши. Клетки, подвергшиеся апоптозу, ярко окрашены (А).
Справа (Б) - та же конечность день спустя (W.Wood et al., 2000).

3. На рисунке 76 приведена схема эксперимента П.Л. Таунса и Д. Голтфретера (1955), демонстрирующего избирательную сортировку и адгезивность клеток. Рассмотрите схему и ответьте на вопросы:

- 1) Какой вывод можно сделать из представленного эксперимента?
- 2) Дайте определение адгезивности клеток. Предположите, какие механизмы определяют адгезивность клеток одного типа.
- 3) Клетки какого зародышевого листка обладают наименьшей адгезивностью?

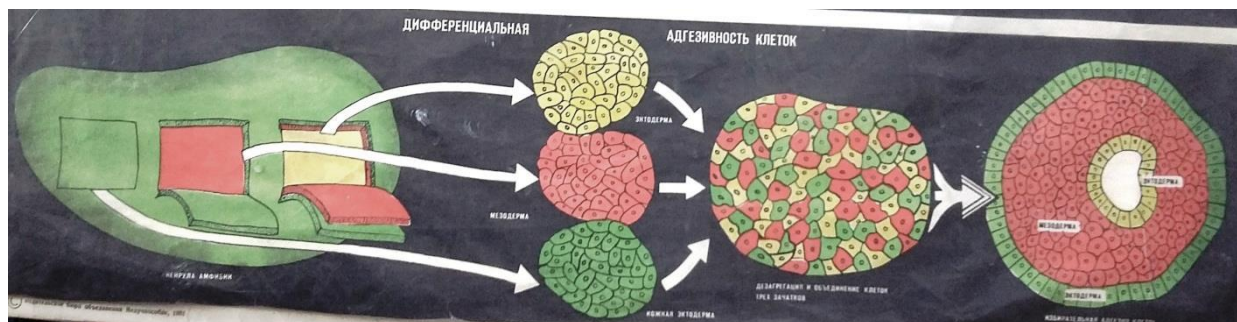


Рис. 76. Избирательная сортировка клеток (по Таунсу и Голтфретеру).

4. Рассмотрите схему эксперимента Х. Шпемана и Х. Мангольд (рис. 77). Ответьте на вопросы:

- 1) Какое явление демонстрирует данный эксперимент?
- 2) На какой стадии развития зародыша производилась пересадка клеточного материала?
- 3) Что является первичным организатором у развивающихся зародышей амфибий?
- 4) Дайте определение индуктора и реагирующей системы, компетенции реагирующей системы.
- 5) Какова природа индукционных влияний в развивающемся зародыше?
- 6) К каким последствиям приведет полное удаление зачатка хорды в ранней гастреле амфибий?
- 7) Из каких клеток (донора или реципиента) сформировался дополнительный зародыш в эксперименте Х. Шпемана?

5. Рассмотрите схему индукционных влияний при развитии глаза (рис. 78). Ответьте на вопросы:

- 1) Какая эмбриональная индукция называется первичной, вторичной, третичной? Приведите примеры.

2) Какой вид эмбриональной индукции называется гомономным и гетерономным? Приведите примеры.

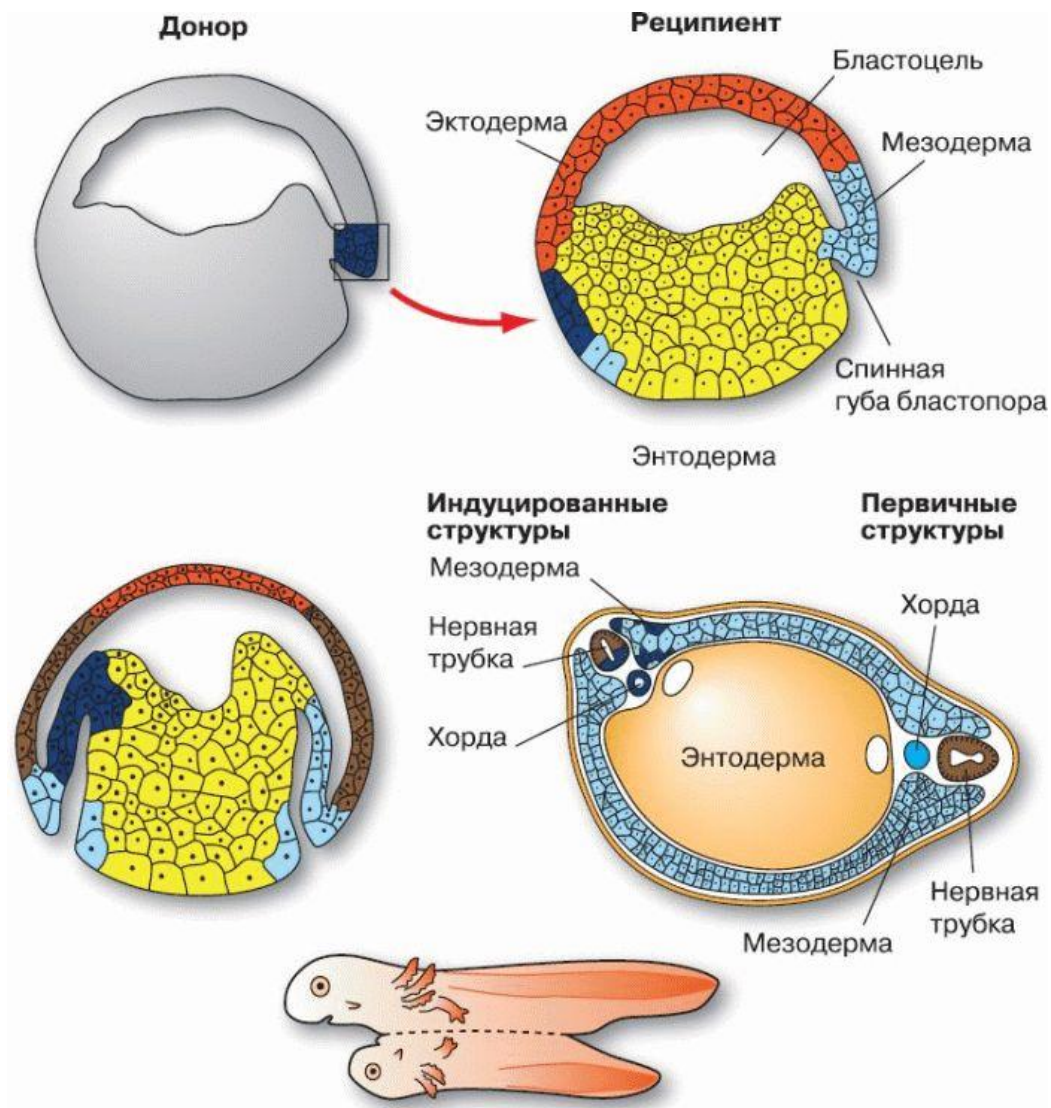


Рис. 77. Схема опыта Х. Шпемана и Х. Мангольд по пересадке зачатка хорды.

6. После пересадки части клеток от одного зародыша (донора) амфибий на вентральную поверхность тела второму зародышу (реципиенту) у последнего сформировалась каудальная часть туловища дополнительного (второго) зародыша. Из какой части зародыша-донора были взяты клетки для пересадки донору-реципиенту? На какой стадии развития донора и реципиента можно осуществить такой эксперимент? Из какой части зародыша-донора надо взять клетки, чтобы сформировалась краниальная часть дополнительного зародыша-реципиента? Для ответа на вопросы используйте схему, приведенную на рис. 79.

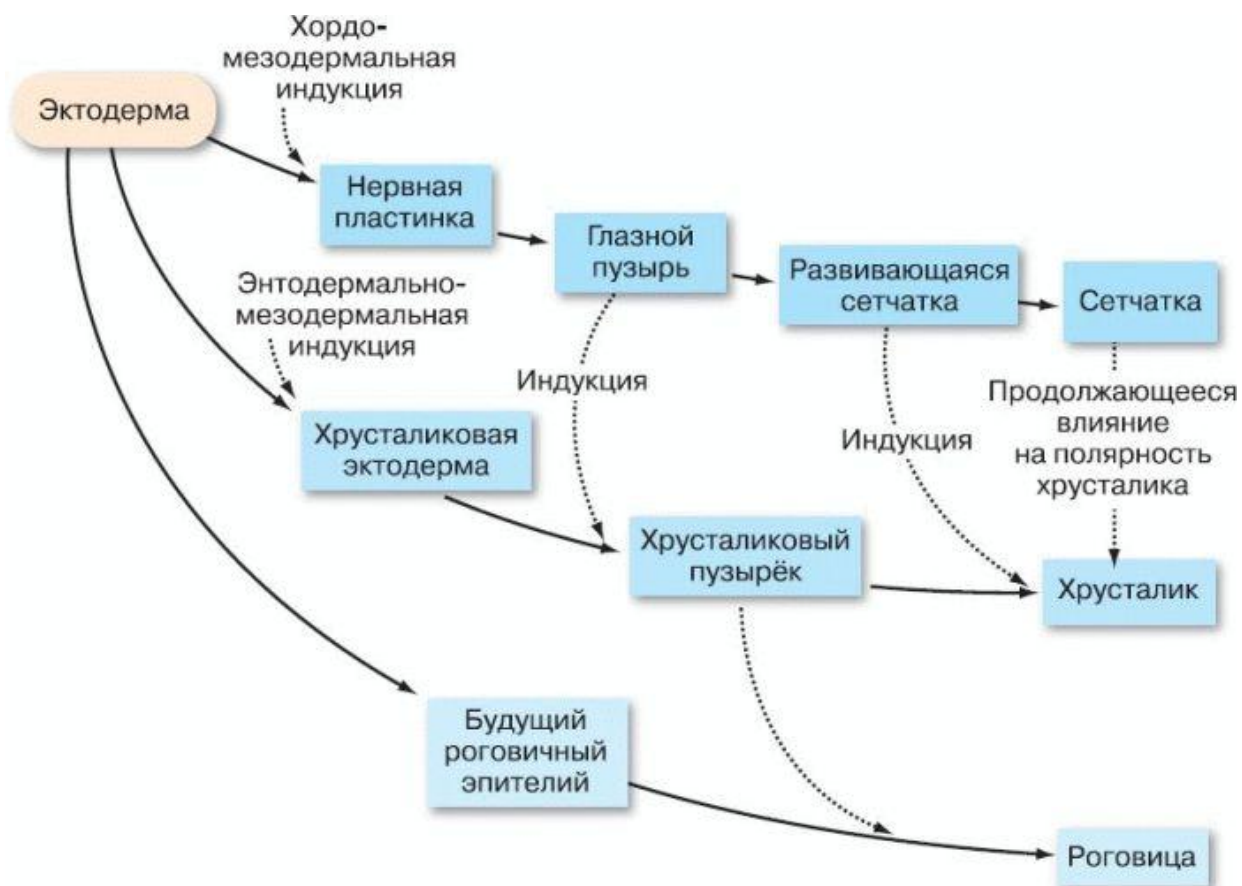


Рис. 78. Эмбриональная индукция при развитии глаза.



Рис. 79. Эмбриональная индукция.
Разделение организатора на головной и туловищный.

Контрольные вопросы:

1. Что подразумевают под дифференциацией в развитии?
2. Назовите этапы дифференцировки клеточного материала в ходе эмбриогенеза.
3. До какого этапа развития может сохраняться тотипотентность у разных организмов?
4. Приведите примеры морфогенетического движения клеток. Какие механизмы определяют такие перемещения клеток?
5. В чем значение пролиферации клеток в развитии?
6. Приведите примеры эмбриональной регуляции.
7. Какие типы корреляций можно выделить в развивающемся организме?

Тема 17. Постнатальный онтогенез и проблема гомеостаза.

Вопросы к теме:

1. Общая характеристика постнатального онтогенеза.
2. Биологические аспекты и механизмы старения.
3. Клиническая и биологическая смерть.
4. Понятие о гомеостазе. Общие закономерности гомеостаза живых систем. Виды гомеостаза. Генетический гомеостаз.
5. Саморегуляция в онтогенезе. Принцип прямой и обратной связи как основа саморегуляции.
6. Регенерация в организме животного как процесс развития. Физиологическая, репаративная и патологическая регенерация.
7. Способы репаративной регенерации: гипертрофия, эпиморфоз, морфаллаксис.
8. Биологические ритмы. Классификация биологических ритмов. Экзо- и эндогенные ритмы.
9. Понятие о десинхронозе. Значение хронобиологии в медицине.

Контрольные задания:

Выберите правильный ответ.

1. Физиологическая регенерация является проявлением такого свойства живого как
а) наследственность

- б) изменчивость
- в) раздражимость
- г) саморегуляция
- д) самообновление

2. Примером физиологической регенерации является

- а) заживление кожной раны после пореза
- б) увеличение размеров одного легкого при утрате другого
- в) отрастание утраченного хвоста у ящерицы
- г) смена шерстного покрова в различные сезоны года

3. Физиологическая регенерация осуществляется у человека за счет

- а) клеток желтого костного мозга и пролиферативных зон в эпидермисе
- б) клеток красного костного мозга и пролиферативных зон в эпидермисе
- в) пролиферативных зон в эпидермисе и мышечных клеток
- г) половых и нервных клеток
- д) стволовых клеток

4. Физиологическая регенерация обеспечивает

- а) усиление функции одного органа при утрате другого, принадлежащего к этой же системе
- б) восстановление функции после перенесенного заболевания
- в) структурный гомеостаз организма в норме
- г) перестройку регенерирующего участка

5. Восстановление клеток и тканей взамен погибших из-за различных патологических процессов называют

- а) физиологической регенерацией
- б) репаративной регенерацией
- в) субституцией
- г) трансформацией

6. Гипертрофией является

- а) уменьшение размеров органа или ткани за счет уменьшения размеров каждой клетки
- б) избыточное образование регенерирующей ткани за счет деления клеток
- в) увеличение размеров органа или ткани за счет увеличения размеров каждой клетки
- г) отрастание нового органа от ампутированного участка

7. Восстановление утраченной конечности тритона, в основе которой лежит активность недифференцированных клеток является примером

- а) морфаллаксиса
 - б) эпиморфоза
 - в) эпителизации
 - г) компенсаторной гипертрофии
8. Появление конечности на месте глаза у членистоногих представляет собой
- а) разновидность физиологической регенерации
 - б) гипоморфоз
 - в) соматический эмбриогенез
 - г) морфаллаксис
 - д) атипичную регенерацию
9. Морфаллаксис представляет собой
- а) разновидность физиологической регенерации
 - б) перестройку регенерирующего участка
 - в) разновидность репаративной регенерации
 - г) соматический эмбриогенез
 - д) отрастание нового органа от ампутированной (раневой) поверхности
10. Эпиморфоз представляет собой
- а) разновидность физиологической регенерации
 - б) перестройку регенерирующего участка
 - в) разновидность репаративной регенерации
 - г) соматический эмбриогенез
 - д) отрастание нового органа от ампутированной (раневой) поверхности.

Рекомендуемая литература

основная:

1. Ярыгин В.Н., Биология. Т. 1 [Электронный ресурс] / под ред. В.Н. Ярыгина - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 728 с. - ISBN 978-5-9704-4568-6 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970445686.html>
2. Ярыгин В.Н., Биология. Т. 2 [Электронный ресурс] / под ред. В.Н. Ярыгина - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 560 с. - ISBN 978-5-9704-4569-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970445693.html>
3. Жимулёв, И. Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / И. Ф. Жимулёв ; под ред. Е. С. Беляев, А. П.

Акифьев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 480 с. — 978-5-379-02003-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65279.html>

дополнительная:

1. Гигани О.Б., Биология: руководство к лабораторным занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие / Под ред. Гигани О.Б. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 272 с. - ISBN 978-5-9704-3726-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437261.html>
2. Маркина В.В., Биология. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие / Маркина В.В., Оборотистов Ю.Д., Лисатова Н.Г. и др.; Под ред. В.В. Маркиной - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 448 с. - ISBN 978-5-9704-3415-4 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434154.html>
3. Сыч В.Ф. Биологический словарь: В 3 ч. /В.Ф. Сыч. — Ульяновск: УлГУ, 2002-2003.
4. Чебышев Н.В., Биология. Руководство к лабораторным занятиям [Электронный ресурс]: учеб.пособие / под ред. Н.В. Чебышева. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 384 с. - ISBN 978-5-9704-3411-6 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434116.html>

учебно-методическая:

1. Курносова Н. А. Генетика и эволюция [Электронный ресурс] : электрон.учеб. курс : учеб. пособие для мед. вузов / Н. А. Курносова, Е. П. Дрожжина, М. А. Февралева. - Электрон.текстовые дан. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - (Электронный учебный курс). - CD-ROM. - Загл. с этикетки диска. - Систем.требования: ОС MS Windows XP, браузер MS Internet Explorer 6.0 и выше, ОЗУ не менее 256 Мб, видеорежим 1024x768, 32 бит. - 50.00.
2. Размножение и развитие организмов : учеб.-метод. пособие / Н. А. Курносова [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК. - Ульяновск : УлГУ, 2013. - 52 с.
3. Филогенез органов и систем: учеб.пособие / Н. А. Курносова [и др.]; УлГУ, ИМЭиФК. - Ульяновск: УлГУ, 2018. - 52 с.