

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Кафедра биологии

**Методические указания для обучающихся
к практическим занятиям**

Дисциплина ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Специальность *06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика*

Курс I

Семестр I

Уфа

2023

Общая биология: методические рекомендации для преподавателей / Т.В. Викторова, Казанцева С.Р, С.М. Измайлова, . – Уфа: Изд-во ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, - Уфа, 2023. – 90 с.

Рецензенты:

А.В. Чемерис д.б.н., профессор, главный научный сотрудник Института биохимии и генетики – обособленного структурного подразделения ФГБНУ Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

С.А. Башкатов д.б.н., профессор, декан биологического факультета ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии

Методические указания подготовлены на основании рабочей программы (2023) в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 30.05.02 Медицинская биофизика(уровень специалитета), утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 13 августа 2020 г. № 1002

Утверждено на заседании кафедры биологии
Протокол № 11 от «14» апреля 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

1. Тема и ее актуальность: Уровни организации живого и формы живого. (Уровни организации живого. Формы живого. Строение вирусов, клеток прокариот и эукариот. Техника приготовления временных микропрепаратов. Микроскопирование. Правила оформления рисунков)

Живая природа является неоднородной, целостной системой, в совокупности свойств, присущих всем живым существам. Живому свойственно иерархическая организация с рядом уровней. Уровни организации живой материи отражают общую структуру эволюционного процесса, закономерным результатом которого является человек. В основе жизнедеятельности и развития живых форм лежит клетка, как элементарная структурно-функциональная и генетическая единица, способная к самовоспроизведению, саморегуляции и самообновлению.

2. Учебные цели:

- формирование общебиологических понятий о единстве всего живого на Земле и специфических особенностях представителей различных царств, проявляющихся на клеточном уровне;
- ознакомиться с неклеточными и клеточными формами жизни, делением клеточных форм на прокариотов и эукариотов, рассмотреть уровни организации живого;
- отметить сходство и различие животной и растительной клетки;
- изучить устройство светового микроскопа и правила работы с ним;
- освоить технику приготовления временных микропрепаратов и микроскопирования.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ формы живого, деление клеточных форм на прокариотов и эукариотов; уровни организации живой материи;
- ✓ сходство и отличие растительных и животных клеток;
- ✓ отличие неклеточных форм жизни от неклеточных структур в организме животных и человека.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ работать со световым микроскопом, закрепить навыки по изготовлению временных микропрепаратов, отличать животные клетки от растительных.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки:

- 1) Предмет биология как наука о жизни. Значение биологии для медицины.
- 2) Определение сущности жизни. Формы существования живого.
- 3) Свойства живой материи.
- 4) Характеристика уровней организации живого.
- 5) Строение вирусов.
- 6) Клеточные формы жизни. Строение прокариот. Основные отличия прокариот от эукариот.
- 7) Строение растительной клетки. Отличие растительной клетки от животной.
- 8) Устройство светового микроскопа.

4. Вид занятия: практическое занятие

5. Продолжительность занятия – 3 часа (135 минут).

6. Оснащение:

6. 1. Дидактический материал: наборы контролирующих тестов; таблицы № 1 «Формы живого», № 2 «Уровни организации живой материи», № 3 «Схема строения бактериофага», № 4 «Кровь здорового человека»;
6. 2. ТСО: микроскопы, предметные и покровные стекла, лук, полоски фильтровальной бумаги, раствор йода, вата, марля, ножницы, пинцеты, медицинские иглы, постоянные микропрепараты (кровь лягушки, эпителий кожи лягушки, кровь человека).

7. Содержание занятия:

7. 1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Выполнение тестовых заданий.

1. БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ КЛЕТОЧНОГО УРОВНЯ ЖИВОГО ЯВЛЯЕТСЯ
 - 1) клетка
 - 2) популяция
 - 3) особь
 - 4) биогеоценоз
2. К ПРОКАРИОТАМ ОТНОСЯТСЯ
 - 1) сине-зеленые водоросли и бактерии
 - 2) вирусы и бактерии
 - 3) вирусы и сине-зеленые водоросли
 - 4) грибы и одноклеточные животные
3. ОПТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ МИКРОСКОПА ПРЕДСТАВЛЕНА
 - 1) тубусом
 - 2) зеркалом
 - 3) макровинтом
 - 4) объективом
4. ОБЪЕКТИВЫ ВСТАВЛЕНЫ В
 - 1) револьвер
 - 2) тубус
 - 3) диафрагму
 - 4) конденсор

7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

Устройство светового микроскопа МБР- 1 (рис. 1, 2)

Основные части микроскопа: механическая, оптическая, осветительная.

- I. К механической части относятся: штатив, предметный столик, тубус, револьвер, макро – и микрометрические винты.

Штатив (1) состоит из массивного подковообразного основания, придающего микроскопу необходимую устойчивость. От середины основания вверх отходит тубусодержатель (2), изогнутый почти под прямым углом, к нему прикреплен тубус (3), расположенный наклонно.

На штативе укреплен **предметный столик** (4) с круглым отверстием в середине (5). На столик помещают рассматриваемый объект (отсюда название «предметный»). На столике имеются два зажима, или клеммы, неподвижно фиксирующие препарат. По бокам столика расположены два винта, перемещающие столик (6). Это препаратоводители, при вращении которых столик передвигается вместе с объектом в горизонтальной плоскости. Через отверстие в середине столика проходит пучок света, позволяющий рассматривать объект в проходящем свете.

Тубус (3) имеет цилиндрическое строение, он соединяет окуляр (7) и объектив (9). Вращение объективов обеспечивается револьвером (8).

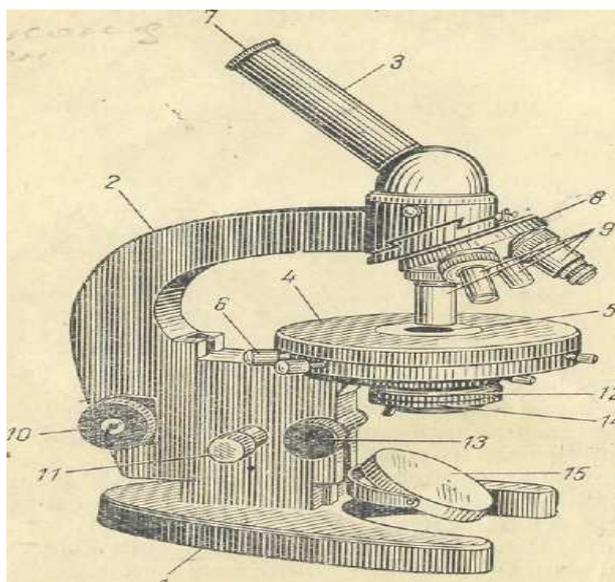
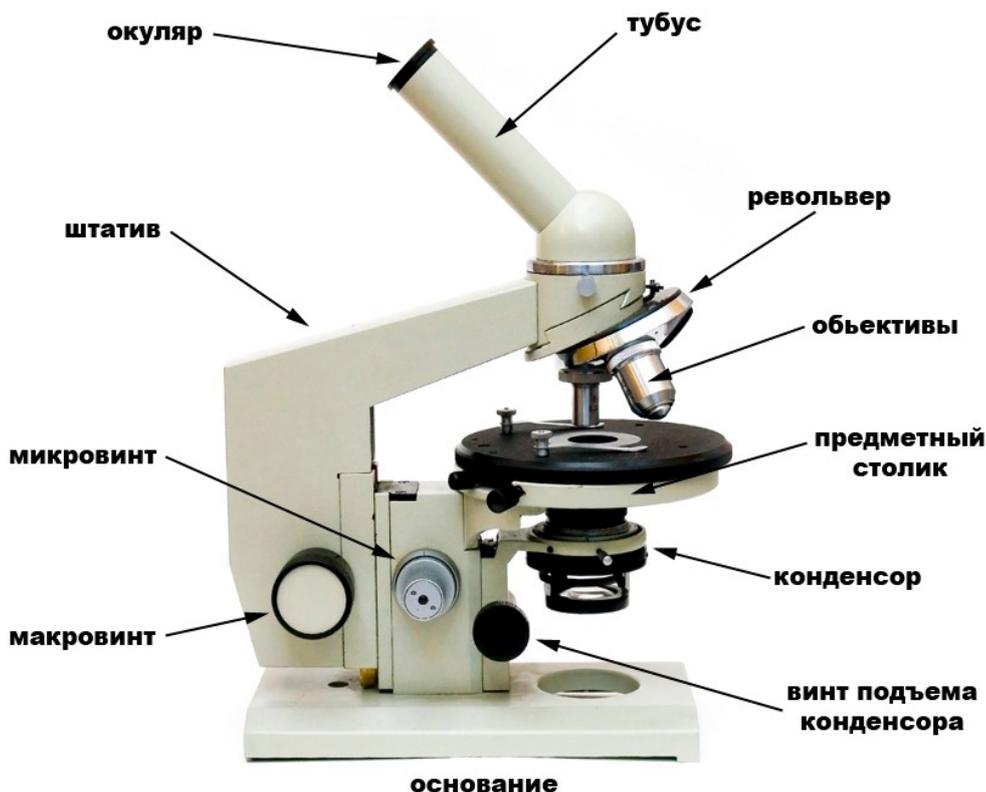


Рис. 1. Микроскоп МБР-1.

1 – основание (штатив); 2 – тубусодержатель; 3 – тубус; 4 – предметный столик; 5 – отверстие предметного столика; 6 – винты, перемещающие столик; 7 – окуляр; 8 – револьвер; 9 – объективы; 10 – макрометрический винт; 11 – микрометрический винт; 12 – конденсор; 13 – винт конденсора; 14 – диафрагма; 15 – зеркало.

На боковых сторонах тубусодержателя, ниже предметного столика, находятся два винта, служащие для передвижения тубуса. **Макрометрический винт** (10), имеет большой диск и при вращении поднимает или опускает тубус для ориентировочной наводки на фокус. **Микрометрический винт** (11), имеющий наружный диск меньшего диаметра, при вращении перемещает тубус очень незначительно и служит для точной наводки на фокус. Вращать микрометрический винт можно только на пол-оборота в обе стороны. Благодаря разным размерам найти нужный винт можно на ощупь.



Микроскоп Биолам (ЛОМО)

II. Оптическая часть микроскопа представлена окулярами и объективами.

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.

В револьвере (от лат. Revolvero – вращаю), имеется три гнезда для объективов. **Объектив**, как и окуляр, 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. Например, при указаниях на окуляре ($\times 10$) и на объекте ($\times 40$); общее увеличение микроскопа будет равно $10 \times 40 = 400$.

Запомните! Изображение в микроскопе обратное

III. Осветительная часть микроскопа состоит из зеркала, конденсора и диафрагмы.

Зеркало (15) 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 (искусственный свет).

Конденсор (12) находится между зеркалом и предметным столиком, он состоит из двух-трех линз, заключенных в общую оправу. Пучок света, отбрасываемый зеркалом, проходит через систему линз конденсора. Меняя положение конденсора (выше, ниже), можно изменять интенсивность освещенности объекта. Для перемещения конденсора служит винт, расположенный впереди от микро- и макрометрических винтов. При опускании конденсора освещенность уменьшается, при поднимании (к предметному столику) – увеличивается.

Диафрагма (14), вмонтированная в нижнюю часть конденсора, также служит для регуляции освещения. Эта диафрагма состоит из ряда пластинок, расположенных по кругу и частично перекрывающих друг 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.

Правила работы с микроскопом:

1. Установите микроскоп штативом к себе, предметным столиком от себя.
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 револьвер фиксируется, при этом слышится легкий щелчок.

Запомните! Изучение любого объекта начинается с малого увеличения

3. Поднимите с помощью макрометрического винта объектив над столиком на высоту примерно 0,5 см. Откройте диафрагму и немного приподнимите конденсор.
4. Глядя в окуляр (левым глазом), вращайте зеркало в разных направлениях до тех пор, пока поле зрения не будет освещено ярко и равномерно.
5. Положите на предметный столик приготовленный препарат покровным стеклом вверх, чтобы объект находился в центре отверстия предметного столика. Затем под контролем зрения, (глядя на тубус сбоку) медленно опустите тубус с помощью макрометрического винта, чтобы объектив находился на расстоянии около 2 мм от препарата. Смотрите в окуляр и одновременно медленно поднимайте тубус с помощью кремальеры до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение объекта.

Запомните! Фокусное расстояние для малого увеличения равно приблизительно 5 мм (0,5 см). При малом увеличении микроскопа нельзя работать микровинтом

6. 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 с помощью винтов-препаратоводителей или руками, пока объект не займет нужного положения. Если объект не будет центрирован, то при большом увеличении он останется вне поля зрения.
7. Вращая револьвер, переведите в рабочее положение объектив большого увеличения.
8. Опустите тубус под контролем глаза (смотрите, как опускается тубус, не в окуляр, а сбоку) почти до соприкосновения с препаратом.

Запомните! Фокусное расстояние для объектива большого увеличения равно примерно 1 мм.

9. Затем, глядя в окуляр, медленно поднимайте тубус, пока в поле зрения не появится изображение. Не торопитесь, поскольку фокусное расстояние всего 1 мм и его легко пройти. Если изображение объекта отсутствует, то повторите пункты 8 и 9.
10. Для тонкой фокусировки используйте микрометрический винт 11. При зарисовке препарата смотрите в окуляр левым глазом, а в альбом – правым.
11. При изучении в световом микроскопе наиболее мелких объектов используют иммерсионный (от лат. immersion – погружать или окуна́ть) объектив. При работе с этим объективом на покровное стекло необходимо поместить каплю вещества (иммерсионное масло), имеющего одинаковый показатель преломления со стеклом. Обычно используют кедровое масло. Между линзой и покровным стеклом не остается воздушной прослойки и луч света проходит через однородную в отношении показателя преломления среду без отклонения. Опустите тубус (глядя на него сбоку) так, чтобы нижняя линза объектива погрузилась в каплю иммерсионного масла.
12. Затем, глядя в окуляр, с помощью только микровинта следует осторожно (!) (фокусное расстояние объектива X90 еще меньше, чем для объектива X40) немного опустить, а затем поднять объектив, чтобы получить четкое изображение.

Запомните! Работа с иммерсионным объективом требует более интенсивного освещения поля зрения

Правила оформления лабораторной работы

Необходимым элементом микроскопического изучения объекта является его зарисовка в альбом. Цель зарисовки – лучше понять и закрепить в памяти строение объекта,

форму отдельных структур, их взаимное расположение. Для выполнения зарисовок необходимо иметь альбом (оптимальный формат 30 × 21 см) и карандаши (простой и цветные).

Поскольку рисование на занятиях по биологии не самоцель, а метод изучения объекта, при зарисовке следует придерживаться ряда правил.

- 1) Рисовать необходимо простым карандашом. Разукрашивать рисунок рекомендуется цветными карандашами, но не фломастерами или авторучками, на одной стороне листа (рисунки, сделанные на обеих сторонах, накладываются друг на друга и со временем портятся).
- 2) До начала зарисовки вверху страницы необходимо написать дату и название темы. Если изучается зоологический объект, надо указать название типа, подтипа и класса, к которому он относится в соответствии с международной номенклатурой. Каждое из этих названий (тип, подтип, класс) пишется на отдельной строке на русском и латинском языках.
- 3) Рисунок должен быть достаточно крупным, чтобы его детали были хорошо различимыми. На одной странице не должно быть более 3 – 4 рисунков.
- 4) Главное требование к рисунку – правильное отображение формы, цвета, соотношения объема и размеров (длина, ширина и др.). Правильное отражение соотношения размеров изучаемого объекта позволит выполнить и второе требование – показать индивидуальные особенности объекта, т. е. зарисовать не абстрактную, а конкретную клетку. Это очень важно, так как приучает будущего врача к наблюдательности, учит видеть, наряду с общим, индивидуальное.
- 5) Вокруг рисунка не нужно рисовать контуров поля зрения микроскопа.
- 6) К каждому рисунку обязательно должны быть сделаны обозначения его отдельных частей. Надписи к рисунку можно выполнять простым карандашом или авторучкой.
- 7) После завершения лабораторной работы необходимо тщательно убрать рабочее место.

7. 3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.
Преподаватель знакомит студентов с планом и методикой проведения практической работы.

7. 4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Приготовление временного препарата «Клетки пленки лука»

Для того, чтобы приготовить временный препарат с пленкой лука, снимите пинцетом толстую чешую лука, а с ее внутренней стороны – тонкую прозрачную пленку. Ножницами отрежьте небольшой кусочек пленки (0,5 см), поместите ее в каплю воды на предметное стекло, аккуратно расправьте края иголкой. Затем окрасьте слабым раствором йода и накройте покровным стеклом. Избыток жидкости удалите фильтровальной бумагой.

Рассмотрите препарат при малом увеличении микроскопа. На препарате видны тесно прилегающие друг к другу клетки вытянутой, почти прямоугольной формы, покрытые плотной оболочкой. Как правило, в клетке можно видеть округлое, довольно крупное ядро, окрашенное йодом в желто-коричневый цвет.

Рассмотрите препарат при большом увеличении. Найдите двухконтурную оболочку клетки и обратите внимание на ее толщину. Внимательно присмотревшись, заметите зернистую структуру цитоплазмы. Ядро обычно занимает срединное положение и имеет округло-овальную форму. Иногда оно смещено к оболочке и приобретает сплюсненную форму. В ядре видны одно-два ядрышка.

Зарисуйте несколько клеток. Обозначить:

- 1 - клеточную стенку
- 2 - плазмалемму
- 3 - цитоплазму

- 4 - ядро
- 5 - ядрышки
- 6 - вакуоли (если они видны)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Микроскопический анализ постоянного микропрепарата «Клетки эпителия кожи лягушки»

Захватите пленку эпителия кожи лягушки пинцетом из банки с водой, отрежьте от нее ножницами маленький кусочек (не больше 2-3 мм). Положите этот кусочек на предметное стекло в капельку раствора йода или эозина, тщательно расправьте иглой, накройте покровным стеклом.

Сравните величину и форму клеток эпителия кожи лягушки и клетки пленки лука. Обратите внимание на сходства и различия между растительными и животными клетками:

- 1) у клеток растений имеется упругая и прочная оболочка;
- 2) значительно развит вакуолярный аппарат, в большей степени определяющий осмотические свойства клетки;
- 3) существование пластид, способствующих прохождению первичного синтеза органических веществ из углекислого газа и воды под влиянием солнечной энергии;
- 4) преобладание в клетках синтеза над процессом освобождения энергии, ведущее к накоплению в них запасных веществ;
- 5) клеточный центр – постоянный органоид клеток животных, отсутствующий в клетках высших растений;
- 6) цитокинез у растительных клеток происходит путем образования клеточной перегородки, а у животных клеток – путем формирования борозды деления.

Сначала найдите на готовом препарате участок кожи лягушки, окрашенный в сине-фиолетовый цвет. Затем положите препарат так, чтобы объект находился в центре предметного столика, и рассмотрите при малом, а потом при большом увеличении. Форма клеток многоугольная, оболочки, тонкие, вакуолей нет, цитоплазма равномерно заполняет всю клетку. В центре расположено ядро округлой формы.

Зарисуйте несколько клеток. Обозначить:

- 1 - оболочку (плазмалемму)
- 2 - цитоплазму
- 3 - ядро.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Микроскопический анализ постоянного микропрепарата «Клетки крови лягушки»

Рассмотрите готовый окрашенный препарат крови лягушки при малом и большом увеличении. Все поле зрения покрыто клетками. Основную массу клеток составляют эритроциты, имеющие овальную форму, розовую окраску цитоплазмы и продолговатое ядро сине-фиолетового цвета. Среди эритроцитов иногда встречаются лейкоциты. Они отличаются от эритроцитов округлой формой и строением ядра, которое разделено на сегменты (нейтрофилы) или имеет круглую форму (лимфоциты). Обратите внимание, что в животных клетках в отличие от растительных клеток клеточные оболочки почти незаметны. Для зарисовки выберите участок препарата, где клеточные элементы расположены не слишком плотно.

Зарисуйте несколько эритроцитов. Обозначить:

- 1) Эритроцит:

- 1 – оболочка (плазмалемма)
- 2 – ядро
- 3 – цитоплазма

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4
Микроскопический анализ постоянного микропрепарата
«Клетки крови человека»

Рассмотрите постоянный микропрепарат «Мазок крови человека» при малом, а затем большом увеличении. На фоне бесцветной плазмы видны розовые, шаровидные эритроциты, имеющие вид круглых двояковогнутых дисков. Ядро в эритроцитах всех млекопитающих отсутствует. Лейкоциты обнаруживаются реже, они имеют фиолетовые ядра различной формы, крупнее эритроцитов.

Зарисуйте несколько клеток. Обозначить:

а) Эритроциты:

- 1 – плазмалемма;
- 2 – цитоплазма;

б) Лейкоцит:

- 1 – плазмалемма;
- 2 – цитоплазма;
- 3 – ядро;
- 4 – плазма –
неклеточная
структура

7. 5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Выполнение тестовых заданий.

Образцы тестовых заданий и ситуационных задач

1. **БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ОРГАНИЗМЕННОГО УРОВНЯ ЖИВОГО ЯВЛЯЕТСЯ**

- 1) клетка
- 2) популяция
- 3) особь
- 4) биогеоценоз

2. **К ПРОКАРИОТАМ ОТНОСЯТСЯ**

- 1) сине-зеленые водоросли и бактерии
- 2) вирусы и бактерии
- 3) вирусы и сине-зеленые водоросли
- 4) грибы и одноклеточные животные

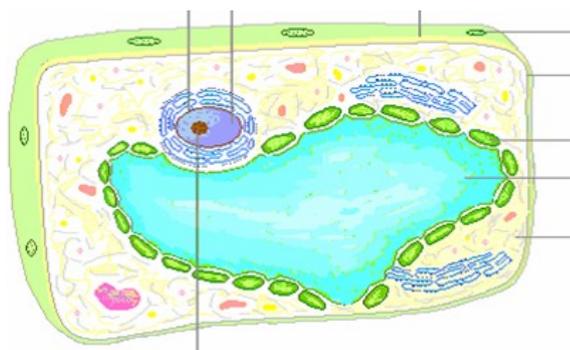
3. **ОСВЕТИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ МИКРОСКОПА ПРЕДСТАВЛЕНА**

- 1) тубусом
- 2) зеркалом
- 3) макровинтом
- 4) объективом

4. **ОКУЛЯРЫ ВСТАВЛЕНЫ В**

- 1) револьвер
- 2) тубус
- 3) диафрагму
- 4) конденсор

Ситуационная задача



Какому царству относится клетка, изображенная на рисунке? Приведите не менее трех фактов в пользу вашего решения.

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

1. Тема и ее актуальность: Структура и функции цитоплазматических мембран. (Структура и функции цитоплазматических мембран. Транспорт веществ через мембрану).

Клетка представляет собой структурно-функциональную единицу живого, внутренняя среда которой отличается от наружной. Это различие поддерживается на протяжении всей жизни, при помощи тонкой поверхностной мембраны. Появление цитоплазматической мембраны, мембраны органоидов и ограничение ими пространства – это один из важнейших этапов в возникновении и эволюции жизни на Земле.

2. Учебные цели:

- продолжить формирование общебиологических понятий о единстве всего живого на Земле и специфических особенностях представителей различных царств, проявляющихся на клеточном уровне;
- изучить строение универсальной биологической мембраны;
- изучить закономерности пассивного транспорта веществ через мембраны;
- изучить закономерности активного транспорта веществ через мембраны;
- знать особенности экзоцитоза и эндоцитоза.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен *знать*:

- ✓ химический состав и молекулярную организацию биологических мембран;
- ✓ пассивный и активный транспорт веществ через мембрану;
- ✓ влияние различных факторов и веществ на проницаемость.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен *владеть и уметь*:

- ✓ схематично изображать молекулярную организацию мембраны;
- ✓ отличать нормальные эритроциты человека от эритроцитов, находящихся в состоянии плазмолиза.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки:

- 1) Строение эукариотической клетки.
- 2) История развития представлений о строении клеточной мембраны.
- 3) Молекулярная организация биологической мембраны (модели Даниели и Даусона).
- 4) Современная жидкостно-мозаичная модель строения биологической мембраны Сингера-Николсона.
- 5) Химический состав плазматической мембраны.
- 6) Функции биологической мембраны.
- 7) Пассивный транспорт веществ через мембрану: осмос, простая диффузия, облегченная диффузия.
- 8) Активный транспорт. Принцип работы натриево-калиевого насоса.
- 9) Эндоцитоз. Этапы фагоцитоза. Пиноцитоз. Экзоцитоз.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия – 3 часа (135 мин).

6. Оснащение.

6.1. Дидактический материал: Таблицы: № 11 «Модели цитоплазматической мембраны»; № 12 «Жидкостно-мозаичная модель мембраны».

6.2. ТСО

Оборудование: микроскопы, предметные и покровные стекла, колбочки с 0,9% и 20% растворами $NaCl$, пипетки, полоски фильтровальной бумаги, дистиллированная вода, веточки элодеи.

7.Содержания занятия:

7.1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Выполнение тестовых заданий.

1. ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, КОТОРЫЕ ВХОДЯТ В СОСТАВ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ И, ОБЛАДАЯ ГИДРОФОБНОСТЬЮ, СЛУЖАТ ОСНОВНЫМ БАРЬЕРОМ ДЛЯ ПРОНИКНОВЕНИЯ В КЛЕТКУ ВОДЫ И ГИДРОФИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
 - 1) белки
 - 2) полисахариды
 - 3) липиды
 - 4) ДНК
2. ЕСЛИ ЭРИТРОЦИТЫ ЧЕЛОВЕКА ПОМЕСТИТЬ В 0,5% РАСТВОР $NaCl$, ТО МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ
 - 1) будут перемещаться преимущественно в клетку
 - 2) будут перемещаться преимущественно из клетки
 - 3) перемещаться не будут.
 - 4) будут в равном количестве перемещаться в обе стороны: в клетку и из клетки.
3. В МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ОЧИЩЕНИЯ РАН ОТ ГНОЯ ИСПОЛЬЗУЮТ МАРЛЕВЫЕ ПОВЯЗКИ, СМОЧЕННЫЕ РАСТВОРОМ $NaCl$ ОПРЕДЕЛЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ. ДЛЯ ЭТОЙ ЦЕЛИ ИСПОЛЬЗУЮТ РАСТВОР
 - 1) изотонический
 - 2) гипертонический
 - 3) гипотонический
 - 4) нейтральный
4. ВИД ТРАНСПОРТА ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ НАРУЖНУЮ ПЛАЗМАТИЧЕСКУЮ МЕМБРАНУ КЛЕТКИ, КОТОРЫЙ ТРЕБУЕТ ЭНЕРГИИ АТФ
 - 1) пиноцитоз
 - 2) диффузия через канал
 - 3) облегченная диффузия
 - 4) простая диффузия

7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

7.3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

Преподаватель знакомит студентов с планом и методикой проведения практической работы.

7.4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Строение клетки листа элодеи

Пользуясь пинцетом и ножницами, отрежьте от веточки элодеи один листок, положите его на предметное стекло в каплю воды, накройте покровным стеклом и рассмотрите препарат вначале при малом, а затем при большом увеличении микроскопа. Лист элодеи состоит из 2-х слоев клеток, поэтому, изучая его, нужно вращать микрометрический винт, чтобы четко увидеть верхний или нижний слой. Клетки элодеи почти прямоугольной формы, имеют плотные оболочки. Между оболочками отдельных клеток заметны узкие межклеточные ходы. Ядра в клетках не видны, поскольку в неокрашенной клетке показатели преломления ядра и цитоплазмы почти одинаковы. В

цитоплазме клеток находятся зеленые округлые пластиды – хлоропласты, которые маскируют ядро, и его трудно обнаружить в клетке. Более светлое пространство в цитоплазме – вакуоли, заполненные клеточным соком. При температуре выше 10°C в клетках элодеи можно заметить движение цитоплазмы, прилегающей к оболочке клеток, по движению зеленых пластид вдоль стенок клеток. В случае отсутствия движения пластид, его можно вызвать, разрезая листочек, на мелкие части или прибавляя к воде несколько капель спирта.

Зарисуйте при большом увеличении микроскопа 3 – 4 клетки листа элодеи. Сделайте обозначения:

- 1 - клеточная стенка
- 2 - плазмалемма
- 3 - цитоплазма
- 4 - хлоропласты
- 5 - вакуоли с клеточным соком.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Плазмолиз и деплазмолиз в клетках листа элодеи

При выполнении работы следует отрезать ножницами один листок с веточки элодеи, поместить его на предметное стекло в каплю воды и накрыть покровным стеклом. Рассмотреть полученный препарат при большом увеличении микроскопа. Зарисовать клетки, отметить оболочку, цитоплазму, хлоропласты и вакуоли. К одному краю покровного стекла приложить полоску фильтровальной бумаги, а с противоположного края осторожно ввести пипеткой под покровное стекло каплю 20% раствора поваренной соли (гипертонический раствор). Фильтровальная бумага впитает часть воды из-под покровного стекла, и лист элодеи окажется в гипертонической среде. Через 10 – 15 мин вновь рассмотреть препарат при большом увеличении микроскопа. К этому времени становится видно, что цитоплазма с хлоропластами отодвигается от клеточных оболочек и концентрируется в центре клетки, объем вакуолей уменьшается, вода уходит из клетки в среду. Это явление **плазмолиза**. К концу плазмолиза цитоплазма займет центральное положение в клетке.

Зарисуйте начало и конец плазмолиза в 2 – 3 клетках. Сделайте обозначения:

- 1 - Клеточная стенка
- 2 - Плазмолемма
- 3 - Цитоплазма
- 4 - Хлоропласты
- 5 - Вакуоли с клеточным соком.

После этого замените гипертонический раствор обычной водой. Через некоторое время клетки окажутся в гипотонической среде: цитоплазма займет прежний объем, т. е. произойдет **деплазмолиз** и клетка вернется в исходное состояние нормального тургора.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Эритроциты человека в изотоническом, гипотоническом и гипертоническом растворах

Необходимо взять три пронумерованных предметных стекла. На каждое стекло нанести каплю крови, затем к капле на первом стекле добавить каплю физиологического раствора, на втором дистиллированной воды на третьем – 20% раствора. Все капли накрыть покровными стеклами. Дать постоять препаратам 10 – 15 минут, затем рассмотреть при большом увеличении микроскопа. В физиологическом растворе эритроциты имеют обычную овальную форму. В гипотонической среде эритроциты набухают, а затем лопаются. Это явление носит название **гемолиза**. В гипертонической среде эритроциты начинают сжиматься, сморщиваться, теряя воду.

Зарисуйте эритроциты в изотоническом, гипертоническом и гипотоническом растворах.

7.5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Выполнение тестовых заданий.

Образцы тестовых заданий и ситуационных задач

1. ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, КОТОРЫЕ ВХОДЯТ В СОСТАВ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ, ЧЕРЕЗ КОТОРЫЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ
 - 1) белки
 - 2) полисахариды
 - 3) липиды
 - 4) ДНК
2. ЕСЛИ ЭРИТРОЦИТЫ ЧЕЛОВЕКА ПОМЕСТИТЬ В 20,0% РАСТВОР $NaCl$, ТО МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ
 - 1) будут перемещаться преимущественно в клетку
 - 2) будут перемещаться преимущественно из клетки
 - 3) перемещаться не будут.
 - 4) будут в равном количестве перемещаться в обе стороны: в клетку и из клетки.
3. В МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ОЧИЩЕНИЯ РАН ОТ ГНОЯ ИСПОЛЬЗУЮТ МАРЛЕВЫЕ ПОВЯЗКИ, СМОЧЕННЫЕ РАСТВОРОМ $NaCl$ ОПРЕДЕЛЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ. ДЛЯ ЭТОЙ ЦЕЛИ ИСПОЛЬЗУЮТ РАСТВОР
 - 1) изотонический
 - 2) гипертонический
 - 3) гипотонический
 - 4) нейтральный
4. ВИД ТРАНСПОРТА ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ НАРУЖНУЮ ПЛАЗМАТИЧЕСКУЮ МЕМБРАНУ КЛЕТКИ, КОТОРЫЙ НЕ ТРЕБУЕТ ЭНЕРГИИ АТФ
 - 1) пиноцитоз
 - 2) диффузия через канал
 - 3) облегченная диффузия
 - 4) простая диффузия

Ситуационная задача

В медицине для очищения ран от гноя используют марлевые повязки, смоченные раствором $NaCl$ определенной концентрации. Какой раствор $NaCl$ используют для этой цели и почему?

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

1. Тема и ее актуальность: Строение и функции цитоплазмы (Строение эукариотических клеток. Цитоплазма и ее компоненты).

Эукариотический тип клеточной организации с ее высокой упорядоченностью процессов жизнедеятельности как в клетках одноклеточных, так и многоклеточных организмов, обусловлен компартментализацией самой клетки, т.е. подразделением ее на структуры (компоненты – ядро, плазмолемму и цитоплазму, с присущими для нее органоидами и включениями), отличающиеся деталями строения, химического состава и разделением функций между ними. Однако одновременно происходит и взаимодействие различных структур друг с другом.

Таким образом, клетка характеризуется целостностью и дискретностью, как одним из свойств живой материи, кроме того обладает свойствами специализации и интеграции в многоклеточном организме.

Клетка – структурная и функциональная единица всего живого на нашей планете. Знания строения и функционирования клеток необходимы для изучения анатомии, гистологии, физиологии, микробиологии и других дисциплин.

2. Учебные цели:

- продолжить формирование общебиологических понятий о единстве всего живого на Земле и специфических особенностях представителей различных царств, проявляющихся на клеточном уровне;
- изучить особенности организации эукариотических клеток;
- изучить строение и функцию органоидов цитоплазмы;
- уметь находить основные компоненты клетки под световым микроскопом.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ особенности организации эукариотических клеток;
- ✓ строение и функцию органоидов цитоплазмы.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ различать эукариотические клетки и давать их морфофизиологическую характеристику;
- ✓ отличать прокариотические клетки от эукариотических; животные клетки от клеток растений;
- ✓ находить основные компоненты клетки (ядро, цитоплазму, оболочку) под световым микроскопом и на электронограмме;
- ✓ дифференцировать на электронограммах различные органоиды и включения клетки.

3. Материалы для самоподготовки по данной теме:

Вопросы для самоподготовки:

- 1) Основные компоненты эукариотической клетки.
- 2) Цитоплазма и ее компоненты: гиалоплазма, органоиды, включения. Классификации органоидов цитоплазмы.
- 3) Строение и функция одномембранных органоидов: ЭПС, комплекс Гольджи, лизосомы (виды), пероксисомы, вакуоли растительных клеток.
- 4) Строение и функция двумембранных органоидов: митохондрии, пластиды (хлоропласты, хромопласты, лейкопласты).

- 5) Строение и функция немембранных органоидов: рибосомы, клеточный центр, компоненты цитоскелета (микротрубочки, микрофиламенты, промежуточные филаменты).
- 6) Органоиды специального назначения: микроворсинки, реснички, жгутики, миофибриллы, нейрофибриллы.
- 7) Включения: трофические, секреторные, специальные, пигментные.
- 8) Организация потоков веществ, энергии и информации в клетке.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия – 3 часа (135 мин.).

6. Оснащение.

6. 1. Дидактический материал: электронные фотографии, таблицы: № 5 «Строение клетки», № 6 «Строение животной клетки», № 7 «Лизосомы», № 8 «Митохондрии», № 9 «Пластинчатый комплекс Гольджи», № 10 «Клеточный центр».
6. 2. ТСО
Оборудование: Микроскопы, иммерсионные объективы, постоянные микропрепараты, слайды.

7. Содержание занятия:

7. 1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Выполнение тестовых заданий.

1. КОМПЛЕКС ГОЛЬДЖИ В КЛЕТКЕ МОЖНО РАСПОЗНАТЬ ПО НАЛИЧИЮ В НЕМ
 - 1) полостей и цистерн с пузырьками на концах
 - 2) разветвленной системы канальцев
 - 3) двух мембран, крист на внутренней мембране
 - 4) двух мембран, окружающих множество гран
2. К ОДНОМЕМБРАННЫМ ОРГАНОИДАМ КЛЕТКИ ОТНОСЯТСЯ
 - 1) клеточный центр, комплекс Гольджи
 - 2) митохондрии, эндоплазматическая сеть
 - 3) комплекс Гольджи, эндоплазматическая сеть, лизосомы
 - 4) рибосомы, пластиды, комплекс Гольджи
3. РИБОСОМЫ ПРЕДСТАВЛЯЮТ СОБОЙ
 - 1) комплекс микротрубочек
 - 2) два мембранных цилиндра
 - 3) комплекс двух округлых мембранных телец
 - 4) две немембранные субъединицы грибовидной формы
4. КЛЕТКИ ЖИВОТНЫХ ОТЛИЧАЮТСЯ ОТ КЛЕТОК РАСТЕНИЙ
 - 1) многоядерностью
 - 2) наличием жгутиков
 - 3) отсутствием клеточной стенки
 - 4) наличием клеточной стенки

7. 2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

Органоиды общего назначения

Среди них можно выделить три группы:

- 1) Органоиды, участвующие в синтезе веществ.
- 2) Органоиды с защитной пищеварительной функцией.
- 3) Органоиды, обеспечивающие клетку энергией.
- 4) Органоиды, участвующие в делении и движении клеток.

1. Органоиды, участвующие в синтезе веществ

В любой клетке совершается синтез свойственных ей веществ, являющихся либо строительным материалом для новообразующихся структур взамен изношенных, либо ферментами, участвующими в биохимических реакциях, либо секретами, выделяемыми из клеток желез.

Исходными продуктами для синтеза служат вещества, образующиеся при распаде клеточных структур, но, главным образом, поглощаемые клеткой извне. При этом те из них, которые представляют собой цельные молекулы белков, жиров и углеводов, предварительно адсорбированные на поверхности клетки и поступившие в цитоплазму, расщепляются с помощью ферментов на составные части. Активная роль в синтезе клеточных веществ принадлежит эндоплазматической сети и рибосомам.

Эндоплазматическая сеть (ЭПС)

Эндоплазматическая сеть (эндоплазматический ретикулум) – одномембранный органоид общего значения в клетке. Впервые была обнаружена американским ученым Портером в 1945 г. при электронной микроскопии культур клеток соединительной ткани – фибробластов – и названа эндоплазматической сетью.

Эндоплазматическая сеть (эндоплазматический ретикулум) – совокупность сообщающихся между собой канальцев, вакуолей и «Цистерн», стенка которых образована элементарными биологическими мембранами.

Различают две разновидности ЭПС: гладкую (агранулярную) и шероховатую (гранулярную). Обе они образованы цистернами или каналами, которые ограничены мембраной, толщиной 6 – 7 нм. На наружной поверхности мембраны шероховатой ЭПС имеются рибонуклеопротеидные гранулы – рибосомы, отсутствующие на поверхности мембран гладкой сети. Оба типа ЭПС обычно находятся в непосредственной структурной взаимосвязи вследствие прямого перехода мембран ЭПС одного типа в мембраны ЭПС другого типа, а содержимое каналов и цистерн этих разновидностей ЭПС не разграничено специальными структурами. Тем не менее, обе разновидности ЭПС представляют собой дифференцированные специфические внутриклеточные органоиды, специализированные на реализацию разных функций.

Гладкая (агранулярная) ЭПС постоянно присутствует в клетках печени, клубочковой и пучковой зонах надпочечников, а также в сердечных миоцитах и мышечных волокнах скелетной мускулатуры. Агранулярная сеть, как правило, определяется в местах скопления гликогена или липидных включений.

Гладкая ЭПС отличается отсутствием на мембранах белков (рибофоринов), связывающих субъединицы рибосом. Предполагается, что гладкая ЭПС образуется в результате формирования выростов шероховатой ЭПС, мембрана которых утрачивает рибосомы.

Функция гладкой ЭПС:

- 1) Синтез липидов, включая мембранные липиды.
- 2) Синтез углеводов, расщепление гликогена, предохраняя при этом образующуюся глюкозу от действия гликолитических ферментов.
- 3) В клетках надпочечников специализирована на синтез предшественников стероидных гормонов.
- 4) Обезвреживание токсических веществ эндогенного и экзогенного происхождения.
- 5) Система внутриклеточного проведения импульсов, в частности, в мышечных волокнах, где она лежит вдоль миофибрилл (белковые нити, способные к сокращению при раздражении).
- 6) В поперечно-полосатой мышечной ткани играет роль резервуара ионов Ca , а ее мембрана содержит мощные кальциевые насосы.
- 7) Восстановление кариолеммы в телофазе митоза.
- 8) Транспорт веществ.
- 9) Накопление веществ.

ЭПС гранулярного типа обнаружена почти во всех клетках, но наиболее сильно развита в клетках с высоким уровнем белкового обмена, например, в клетках эндокринной системы, поджелудочной железы, печени, слюнных желез, нейронах центральной нервной системы и т. д. Так, в секреторных клетках, синтезирующих белки на экспорт, гранулярная ЭПС занимает основную часть цитоплазмы.

После гибели клеток гранулярная ЭПС разрушается значительно позже, чем агранулярная.

Функции гранулярной ЭПС связывают с обеспечением синтеза белка, внутриклеточного транспорта и начальной посттрансляционной модификацией белков, синтезируемых на прикрепленных рибосомах:

- 1) синтез на прикрепленных рибосомах белков (секретируемых белков, белков клеточных мембран и специфических белков содержимого мембранных органелл);
- 2) гидроксирование, сульфатирование, фосфорилирование и гликозилирование белков;
- 3) транспорт веществ в пределах цитоплазмы;
- 4) накопление как синтезируемых, так и транспортируемых веществ. Резервуар для хранения запасных питательных веществ;
- 5) регуляция биохимических реакций, связанная с упорядоченностью локализации в структурах ЭПС веществ, вступающих в реакции, а также их катализаторов – ферментов.

Кроме того, важнейшей функцией мембраны ЭПС является ее способность ограничивать однородные участки цитоплазмы и вещества, в них содержащиеся. Такое явление называется *компартиментализацией* цитоплазмы.

Биогенез ЭПС. Этот вопрос представляет большой интерес, поскольку ЭПС является динамической структурой, претерпевающей значительные изменения в связи с функциональными колебаниями, свойственными клеткам. Так, например, при голодании организма, когда снижается синтез белков и интенсивно расходуется гликоген печени, в ее клетках уменьшается масса гранулярной сети и резко возрастает объем агранулярной сети.

В настоящее время существует несколько точек зрения об источниках образования мембран ЭПС:

- 1) образование мембран при участии ядерной оболочки;
- 2) образование новых мембран в существующей гранулярной ЭПС, которые лишь вторично превращаются в систему гладкой ЭПС;
- 3) образование мембран заново из имеющихся в цитоплазме белков и липидов.

Рибосомы

Рибосомы представляют собой рибонуклеопротеидные гранулы – немембранные органоиды общего значения, в которых осуществляется синтез белков, свойственных данному организму.

В цитоплазме клеток они располагаются:

- на поверхности мембраны ЭПС – связанные рибосомы;
- свободно в цитоплазме – свободные;
- входит в состав митохондрий – миторибосомы.

Строение рибосом. Рибосома состоит из двух субъединиц: большой и малой. Каждая субъединица представляет собой комплекс рРНК с белками.

Большая субъединица (60S), содержит три различных молекулы рРНК, связанных с 40 молекулами белков; малая содержит одну молекулу рРНК и 33 молекулы белков. Синтез рРНК осуществляется на петлях хромосом – ядрышковых организаторах (в области ядрышка). Сборка рибосом осуществляется в области пор кариотеки (ядерной мембраны).

Функции рибосом: на рибосомах осуществляется второй этап процесса биосинтеза белка – *трансляция* – сборка белковых молекул из аминокислот, доставляемых к ним транспортной РНК. Сборка аминокислот производится в соответствии с чередованием нуклеотида в цепи мРНК. Таким способом осуществляется трансляция генетической

информации. Свободные рибосомы синтезируют белок, необходимый для жизнедеятельности самой клетки, прикрепленные – белок, подлежащий выведению из клетки.

Формирование рибосом происходит в цитоплазме клетки следующим образом: к молекуле иРНК вначале присоединяется малая субъединица, затем тРНК, и в последнюю очередь большая субъединица. Формируется сложный комплекс из плотно прилегающих друг к другу макромолекул. Имеются также данные о наличии в рибосомах липидов, ионов и ферментов. Соединение отдельных рибосом с мембранами ЭПС осуществляется большими субъединицами.

Во время интенсивного синтеза белков отдельные рибосомы объединяются с помощью информационной РНК, как бы нанизываясь на ее длинную молекулу, в небольшие группы, которые называются полисомами, или полирибосомами. Количество рибосом в полисоме может колебаться от 5 – 7 до 70 – 80 и более, что зависит от размера белковой молекулы.

Биогенез рибосом. Количество рибосом в цитоплазме подвержено значительным колебаниям, отражающим различные функциональные состояния клеток. Ключевая роль в образовании рибосом принадлежит ядрышку. Прямое доказательство того, что ядрышко ответственно за синтез рРНК, было получено в 1964 году, когда открыли, что в мутантных клетках, лишенных ядрышек, синтез рРНК не происходит. Синтез рРНК кодируется рибосомной ДНК, которая локализуется специфических участках хромосом – ядрышкообразующих районах. Рибосомальные белки (их насчитывается более 50 видов) синтезируются в цитоплазме, а затем транспортируются в ядрышки, где происходит их объединение с рРНК. Так в ядрышках образуются большие и малые субъединицы рибосом, которые в дальнейшем транспортируются из ядра в цитоплазму клетки.

Пластинчатый комплекс Гольджи

В 1898 г. итальянский ученый Гольджи, применив метод импрегнации азотнокислым серебром, обнаружил в нервных клетках спинномозгового узла структуры, состоящие из пластинок и пузырьков. Это и есть пластинчатый комплекс, носивший долгое время имя Гольджи.

Серьезный вклад в понимание значения пластинчатого комплекса внес советский ученый цитолог Д.Н. Насонов (1930), установивший существенную роль этой органеллы в процессах секреции.

Комплекс Гольджи (пластинчатый комплекс, аппарат Гольджи) – одномембранный органоид общего значения клетки, участвующий в окончательном формировании продуктов ее жизнедеятельности (секретов, коллагена, гликогена, липидов и др.), а также в синтезе гликопротеидов.

Строение пластинчатого комплекса.

Комплекс Гольджи образован тремя компонентами:

- стопкой уплощенных цистерн (мешочков);
- пузырьками;
- секреторными пузырьками (вакуолями).

Зона скопления этих элементов называется – *диктиосомы*. Таких зон в клетке может быть несколько (иногда несколько десятков и даже сотен). Комплекс Гольджи располагается около ядра клетки, часто вблизи центриолей, реже рассеян по всей цитоплазме.

Диктосиомы связаны между собой каналами. Отдельная диктоксима чаще всего имеет чашеобразную форму. Она имеет диаметр около 1 мкм и содержит 4 – 8 лежащих параллельно уплощенных цистерн, пронизанных порами. Концы цистерн расширены. От них отщепляются пузырьки и вакуоли, окруженные мембраной и содержащие различные вещества.

Функции Комплекса Гольджи:

- 1) синтез гликопротеинов и полисахаридов;

- 2) модификация первичного секрета, его конденсация и упаковка в мембранные пузырьки (формирование секреторных гранул);
- 3) процессинг молекул (фосфорилирование, сульфатирование, ацилирование и т. п.);
- 4) накопление секретируемых клеткой веществ;
- 5) образование лизосом, пероксисом;
- 6) сборка мембран, обеспечивает обновление плазматической мембраны;
- 7) сортировка синтезированных клеткой белков у транс-поверхности перед их окончательным транспортом (производится посредством рецепторных белков, распознающих сигнальные участки макромолекул и направляющих их в различные пузырьки);
- 8) транспорт веществ: из транспортных пузырьков вещества проникают в стопку цистерн комплекса Гольджи с цис-поверхности, а выходят из нее в виде вакуолей с транс-поверхности.

Из ЭПС транспортные пузырьки, несущие продукты первичных синтезов, присоединяются к цистернам. В цистернах продолжается синтез полисахаридов, образуются комплексы белков, углеводов и липидов, иначе говоря, приносимые макромолекулы модифицируются. Здесь происходит синтез полисахаридов, модификация олигосахаридов, образование белково-углеводных комплексов и ковалентная модификация переносимых макромолекул.

По мере модификации вещества переходят из одних цистерн в другие. На боковых поверхностях цистерн возникают выросты, куда перемещаются вещества. Выросты отщепляются в виде пузырьков, которые удаляются от КГ в различных направлениях по цитоплазме.

Судьба пузырьков, отщепляющихся от КГ, различна. Одни из них направляются к поверхности клетки и выводят синтезированные вещества в межклеточный матрикс (это или продукты метаболизма или гранулы секрета).

Таким образом, в КГ не только завершаются многообразные синтезы, но и происходит разделение синтезированных продуктов, сортировка в зависимости от их дальнейшего предназначения. Такая функция КГ называется *сегрегационной*.

Биогенез пластинчатого комплекса. Согласно существующим предположениям пластинчатый комплекс может возникать различными путями:

- 1) вследствие фрагментации (деления) его элементов;
- 2) из мембран гранулярной ЭПС;
- 3) из микропузырьков, образующихся на внешней поверхности ядерной оболочки;
- 4) может образоваться *de novo* (новообразование).

Компоненты цитоскелета

Цитоскелет образуется тремя компонентами: микротрубочками, микрофиламентами, и промежуточными филаментами.

Микротрубочки пронизывают всю цитоплазму клетки. Каждая из них представляет собой полый цилиндр диаметром 20 – 30 нм. Стенка микротрубочек образована 13-ю нитями (протофиламентами), скрученными по спирали одна над другой. Каждая нить, в свою очередь, слагается из димеров белка тубулина. Синтез тубулинов происходит на мембранах гранулярной ЭПС, а сборка в спираль – в клеточном центре.

Соответственно, многие микротрубочки имеют радиальное направление по отношению к центриолям. Отсюда они распространяются по всей цитоплазме.

Большинство микротрубочек имеет закрепленный («-») и свободный («+») концы. Свободный конец обеспечивает удлинение и укорочение трубочек. В образовании микротрубочек путем самосборки участвуют мелкие сферические тельца – сателлиты (центры организации микротрубочек), содержащиеся в клеточном центре и в базальных тельцах ресничек, а также центромеры хромосом. Если полностью разрушить микротрубочки цитоплазмы, то они отрастают от клеточного центра со скоростью 1 мкм/мин. *Разрушение микротрубочек приводит к изменению формы клетки (животная*

клетка обретает обычно сферическую форму). При этом нарушаются структура клетки и распределение органелл.

В клетке *микротрубочки могут располагаться:*

- в виде отдельных элементов;
- в пучках, в которых они связаны друг с другом поперечными мостиками (отростки нейронов);
- в составе пар или дублетов (осевая нить ресничек и жгутиков);
- в составе триплетов (центриоли и базальные тельца).

В двух последних вариантах микротрубочки частично сливаются друг с другом.

Функции микротрубочек:

- 1) поддержание формы и полярности клетки;
- 2) обеспечение упорядоченности расположения компонентов клетки;
- 3) участие в образовании других, более сложных органелл (центриоли, реснички и т.д.);
- 4) участие во внутриклеточном транспорте;
- 5) обеспечение движения хромосом при митотическом делении клетки;
- 6) обеспечение движения ресничек.

Микрофиламенты. *Микрофиламентами названы тонкие белковые нити диаметром 5 – 7 нм, встречающиеся практически во всех типах клеток. Они могут располагаться в цитоплазме пучками, сетевидными слоями или поодиночке.*

Основным белком микрофиламентов является актин, на долю которого приходится до 5% от общего количества белков. Кроме него в состав микрофиламентов могут входить миозин, тропомиозин, а также несколько десятков актинсвязывающих белков. Молекула актина имеет обычно вид двух спирально скрученных нитей. Непосредственно под плазмолеммой располагается кортикальная сеть, в которой микрофиламенты переплетены между собой и соединены друг с другом с помощью особых белков, например филамина. Кортикальная сеть обуславливает плавность изменения формы клеток, постепенно перестраиваясь с участием актин-расщепляющих ферментов. Тем самым она препятствует резкой и внезапной деформации клетки при механических воздействиях. Отдельные микрофиламенты кортикальной сети прикрепляются к интегральным и трансмембранным белкам плазмолеммы, а также к так называемым адгезионным соединениям (фокальным контактам), которые связывают клетку с компонентами межклеточного вещества или с другими клетками. Микрофиламенты более устойчивы к физическим и химическим воздействиям, чем микротрубочки.

Основные функции микрофиламентов:

- 1) обеспечение определенной жесткости и упругости клетки за счет кортикальной сети микрофиламентов;
- 2) изменение консистенции цитозоля, в том числе при переходе золя в гель;
- 3) участие в эндоцитозе и экзоцитозе;
- 4) обеспечение подвижности немышечных клеток (например, нейтрофилов и макрофагов), в основе которой лежит изменение формы клеточной поверхности вследствие регулируемой полимеризации актина;
- 5) участие в сокращении мышечных клеток и волокон;
- 6) стабилизация локальных выпячиваний плазматической мембраны, обеспечиваемой пучками поперечно сшитых актиновых филаментов (микроворсинки, стереоцилии);
- 7) участие в формировании межклеточных соединений (опоясывающие десмосомы и др.).

Промежуточные филаменты представляют собой сплетенные белковыми нитями канаты толщиной около 10 нм. Такой показатель обусловил отведение им промежуточного места между микротрубочками и микрофиламентами. *Промежуточные филаменты образуют трехмерные сети* в клетках различных тканей животного организма. Они окружают ядро и могут находиться в различных участках цитоплазмы, образуют

межклеточные соединения (десмосомы и полудесмосомы), располагаются внутри отростков нервных клеток.

Основные функции промежуточных филаментов:

- 1) структурная;
- 2) опорная;
- 3) функция распределения органелл в определенных участках клетки.

2. Органоиды с защитной и пищеварительной функцией

Лизосомы

Эти органоиды известны с 50-х годов XX столетия, когда бельгийский биохимик де Дюв обнаружил в клетках печени мелкие гранулы, содержащие гидролитические ферменты. Отсюда и их название (греч. *lisis* – растворяю, *soma* – тело). Лизосомная концентрация де Дюва является прямым продолжением учения о фагоцитозе русского ученого И. И. Мечникова.

Строение лизосом.

Лизосомы – одномембранные органоиды общего значения.

От зрелой поверхности цистерн комплекса Гольджи отпочковываются **первичные лизосомы**. Это мелкие ограниченные мембраной пузырьки (0,4 – 0,5 мкм), содержащие гидролитические ферменты. Содержимое представляет собой гомогенный мелкозернистый материал.

В них содержится около 60 видов различных гидролитических ферментов в неактивном состоянии (протеазы, липазы, фосфолипазы, нуклеазы, в том числе кислая фосфатаза – маркер лизосом).

Молекулы этих ферментов синтезируются на рибосомах гранулярной ЭПС, откуда переносятся транспортными пузырьками в КГ, где модифицируются.

Захваченные клеткой в результате эндоцитоза частицы обычно окружены мембраной. Такой комплекс называется **фагосомой**.

Вторичные лизосомы. К ним относятся:

- пищеварительная вакуоль или фаголизосома;
- аутофагирующая вакуоль (синоним цитолизосома);
- остаточное тельце.

Пищеварительная вакуоль образуется в результате слияния фагосомы с первичной лизосомой. Она характеризуется большими размерами, чем первичная лизосома (около 0,8 – 1,2 мкм). В ее матриксе содержатся включения в виде гранул различной величины. В пищеварительной вакуоли поглощенные вещества постепенно перевариваются под влиянием гидролаз. Переваривание может идти до образования низкомолекулярных веществ, которые проходят через мембрану лизосом и используются для синтеза внутриклеточных структур, например, других органелл.

Аутофагирующая вакуоль представляет крупное тельце овальной формы, содержащее в своем матриксе остатки фрагментов самой клетки: митохондрий, цитоплазматической сети, рибосом или других органелл, которые также подвергаются разрушению под действием лизосомных ферментов. В дальнейшем продукты их расщепления вновь вовлекаются в процессы ресинтеза белков, жиров и углеводов. Аутофагирующие вакуоли в больших количествах выявляются при голодании, различных интоксикациях, гипоксии, старении и т. д.

Остаточные тельца образуются в клетке при неполном переваривании в фаголизосомах и аутофагирующих лизосомах остаточное тельце оказывается неполным, образуется остаточное тельце, продукты которых подлежат выведению из клетки. Остаточные тельца имеют неправильную форму, их матрикс наполнен гранулами высокой электронной плотности.

Процесс внутриклеточного лизиса осуществляется в несколько этапов.

Сначала *I лизосома* сливается с *фагосомой*. Их комплекс называют *II лизосомой* (*фаголизосомой*). Во *II лизосоме* ферменты активируются и расщепляют поступившие в

клетку полимеры до мономеров. Непереваренные вещества остаются в лизосоме и могут сохраняться в клетке, окруженные мембраной в виде *остаточного тельца*. Они могут длительно находиться в цитоплазме или выделять свое содержимое путем экзоцитоза за пределы клетки. Распространенным видом остаточных телец в организме животных являются *липофусциновые гранулы*, представляющие собой мембранные пузырьки (0,3 – 3 мкм), содержащие труднорастворимый коричневый пигмент липофусцин.

В лизосомах также перевариваются остатки фрагментов самой клетки: митохондрий, ЭПС, рибосом и др.

Функции лизосом:

- 1) защитная (происходит переваривание и обезвреживание чужеродных веществ, например микробов, поглощенных клеткой путем фагоцитоза и пиноцитоза);
- 2) принимают участие в процессе инволюции, то есть обратном развитии тканей, например, тканей матки в послеродовом периоде;
- 3) освобождают клетку от продуктов распада и поставляют низкомолекулярные вещества для ресинтеза органелл клетки, то есть, принимают участие в физиологической и репаративной регенерации.

Пероксисомы (микротельца)

Пероксисомы (микротельца) – это одномембранные органоиды общего значения.

Строение микротелец. Пероксисомы – мембранные пузырьки диаметром от 0,2 до 0,5 мкм, матрикс которых содержит около 15 ферментов.

Функции микротелец:

- 1) принимают участие в защитных реакциях организма, освобождая клетки от перекисей, которые могут накапливаться в них вследствие неферментативного окисления жирных кислот, входящих в состав липидов биомембран, окисления аминокислот, углеводов и др. веществ;

Перекиси вызывают денатурацию белков и деструкцию витаминов А, Д, К, тормозят деятельность ряда ферментов.

Пероксисомы содержат ферменты: пероксидазу, каталазу и оксидазу Д-аминокислот).

Каталаза пероксисом защищает компоненты клетки от разрушительного действия перекисей. Каталаза может взаимодействовать с перекисью водорода по двум основным направлениям. Она может участвовать в разложении перекиси на молекулярный кислород и воду:

$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ (каталазная реакция); а также окисляет в присутствии перекиси водорода низкомолекулярные спирты и нитриты.

в окислении перекисью водорода какого-либо донора водорода:

$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{RH}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{R}$ (пероксидаза – фермент, катализирующий восстановление перекиси водорода до воды).

- 2) расщепление холестерина в печени;
- 3) вспомогательное место окисления углеводов;
- 4) нейтрализация многих токсических соединений – этанола.

Биогенез лизосом и пероксисом. Источником образования лизосом и пероксисом могут быть:

- ✓ гранулярная и агранулярная цитоплазматическая сеть;
- ✓ элементы пластинчатого комплекса;
- ✓ они могут образовываться путем саморепродукции;
- ✓ синтез *de novo*.

3. Органоиды, участвующие в энергообеспечении клетки

подавляющее большинство функций клетки сопряжено с затратой энергии. Живая клетка образует ее в результате постоянно протекающих окислительно-восстановительных процессов, составляющих так называемое *дыхание*.

Имеется два способа получения энергии: *аэробное окисление и анаэробное окисление (или гликолиз)*. В различных клетках, а также при различных их функциональных состояниях преобладает тот или иной тип дыхания, например, в мышцах в период сокращения – анаэробный, а во время расслабления – аэробный.

Аэробный тип дыхания совершается при участии молекулярного кислорода, в результате чего органические вещества распадаются до конечных продуктов – до углекислого газа и воды. Ключевым для этого типа дыхания является *цикл трикарбоновых кислот – цикл Кребса*. Анаэробный тип дыхания или гликолиз происходит *без участия молекулярного кислорода* и при этом органические вещества (глюкоза и гликоген) расщепляются не до конечных продуктов, а до молочной или пировиноградной кислоты. Поэтому при гликолизе количество высвобождающейся энергии бывает меньше, чем при аэробном дыхании.

Энергия, образовавшаяся при клеточном дыхании, частично превращается в тепло, которое обеспечивает постоянную температуру тела, а часть ее переходит в химические связи синтезируемого *аденозинтрифосфата (АТФ)*. АТФ является макроэргическим, т.е. богатым энергией соединением и выполняет в клетке роль аккумулятора.

Центральным органоидом, который обеспечивает окислительно-восстановительные процессы, являются митохондрии.

Митохондрии

Митохондрии описаны впервые Р. Келликером в 1850 г. в мышцах насекомых под названием саркосом. Позднее они изучались и описывались Р. Альтманом в 1894 г. как «биопласты», а в 1897 г. К. Бенда назвал их митохондриями.

Митохондрии представляют собой мембранные органеллы, обеспечивающие клетку (организм) энергией. Источником запасаемой в виде фосфатных связей АТФ энергии являются процессы окисления. Наряду с этим митохондрии участвуют в биосинтезе стероидов и нуклеиновых кислот, а также в окислении жирных кислот.

Митохондрии имеют эллиптическую, сферическую, палочковидную, нитевидную и др. формы, которые могут изменяться в течение определенного времени. Их размеры составляют 0,2 – 2 мкм в ширину и 2 – 10 мкм в длину. Количество митохондрий в различных клетках варьирует в широких пределах, достигая в наиболее активных 500 – 1000. В клетках печени (гепатоцитах) их число составляет около 800, а занимаемый ими объем равен примерно 20% объема цитоплазмы. В цитоплазме митохондрии могут располагаться диффузно, однако обычно они сосредоточены в участках максимального потребления энергии, например, вблизи ионных насосов, сократимых элементов (миофибрилл), органелл движения (аксонема спермия).

Митохондрии состоят из наружной и внутренней мембран, разделенных межмембранным пространством, и содержат *митохондриальный матрикс*, в который обращены складки внутренней мембраны – *кристы*.

Наружная мембрана митохондрий сходна с плазмолеммой. Она отличается высокой проницаемостью, обеспечивая проникновение молекул с массой менее 10 килодальтон из цитозоля в межмембранное пространство митохондрий. Наружная мембрана содержит порин и другие транспортные белки, а также рецепторы, распознающие переносимые белки в зонах слипания наружной и внутренней мембран.

Межмембранное пространство митохондрий шириной 10 – 20 нм содержит небольшое количество ферментов. Его ограничивает изнутри внутренняя мембрана митохондрий, содержащая транспортные белки, ферменты дыхательной цепи и сукцинатдегидрогеназу, а также комплекс АТФ-синтетазы. *Внутренняя мембрана* характеризуется низкой проницаемостью для мелких ионов. Она формирует складки толщиной 20 нм, которые располагаются чаще всего перпендикулярно продольной оси митохондрий, а в некоторых случаях (мышечные и др. клетки) – продольно. С повышением активности митохондрий количество складок (их общая площадь) возрастает. На кристах находятся оксисомы – грибовидные образования, состоящие из округлой головки диаметром

9 нм и ножки толщиной 3 нм. В области головки происходит синтез АТФ. Процессы окисления и синтеза АТФ в митохондриях разобщены, из-за чего не вся энергия накапливается в АТФ, рассеиваясь частично в виде тепла. Такое разобщение наиболее выражено, например, в бурой жировой ткани, используемой для весеннего «разогрева» находившихся в состоянии «зимней спячки» животных.

Внутренняя камера митохондрии (область между внутренней мембраной и кристами) заполнена *матриksom*, содержащим ферменты цикла Кребса, ферменты белкового синтеза, ферменты окисления жирных кислот, митохондриальную ДНК, рибосомы и митохондриальные гранулы.

Митохондриальная ДНК представляет собственный генетический аппарат митондрий. Она имеет вид кольцевой двухцепочечной молекулы, в которой содержится около 37 генов. Митохондриальная ДНК отличается от ядерной ДНК низким содержанием некодирующих последовательностей и отсутствием связей с гистонами. Митохондриальная ДНК кодирует иРНК, тРНК и рРНК, однако обеспечивает синтез только 5 – 6 % митохондриальных белков (ферментов системы транспорта ионов и некоторых ферментов синтеза АТФ). Синтез всех других белков, а также удвоение митондрий контролируются ядерной ДНК. Большая часть рибосомальных белков митондрий синтезируется в цитоплазме, а затем транспортируется в митондрии. Наследование митондриальной ДНК у многих видов эукариот, включая человека, происходит только по материнской линии: митондриальная ДНК отца исчезает при гаметогенезе и оплодотворении.

Митондрии имеют относительно короткий жизненный цикл (около 10 суток). Разрушение их происходит путем аутофагии, а новообразование – путем деления (перешнуровки) предшествующих митондрий. Последнему предшествует репликация митондриальной ДНК, которая происходит независимо от репликации ядерной ДНК в любые фазы клеточного цикла.

У прокариот митондрии отсутствуют, и их функции выполняет клеточная мембрана. Согласно одной из гипотез, митондрии произошли из аэробных бактерий в результате симбиогенеза. Существует предположение об участии митондрий в передаче наследственной информации.

Функции митондрий:

1. Образование энергии, необходимой для жизнедеятельности клеток. Источником энергии в клетке могут служить различные соединения: белки, жиры, углеводы. Однако единственным субстратом, который немедленно включается в энергетические процессы, является глюкоза.

Биологические процессы, в результате которых в митондриях образуется энергия, можно подразделить на 3 группы:

I группа – окислительные реакции, включающие две фазы: анаэробную (гликолиз) и аэробную.

II группа – дефосфорилирование, расщепление АТФ и высвобождение энергии. III группа – фосфорилирование, сопряженное с процессом окисления.

Процесс окисления глюкозы вначале происходит без участия кислорода (анаэробным или гликолитическим путем) до пировиноградной или молочной кислоты.

Однако при этом энергии выделяется лишь небольшое количество. В дальнейшем эти кислоты вовлекаются в процессы окисления, которые протекают с участием кислорода, т. е. являются аэробными. В результате процесса окисления пировиноградной и молочной кислоты, названной циклом Кребса, образуется углекислый газ, вода и большое количество энергии.

Образующаяся энергия не выделяется в виде тепла, что привело бы к перегреванию клеток и гибели всего организма, а аккумулируется в удобной для хранения и транспорта форме в виде аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Синтез АТФ происходит из АДФ и фосфорной кислоты и вследствие этого называется *фосфорилированием*.

В здоровых клетках фосфорилирование сопряжено с окислением. При заболеваниях сопряженность может разобщаться, поэтому субстрат окисляется, а фосфорилирование не происходит, и окисление переходит в тепло, а содержание АТФ в клетках снижается. В результате повышается температура и падает функциональная активность клеток.

Итак, основная функция митохондрий заключается в выработке практически всей энергии клетки и происходит синтез компонентов, необходимых для деятельности самого органоида, ферментов «дыхательного ансамбля», фосфолипидов и белков.

2. Участие в специфических синтезах, например, в синтезе стероидных гормонов и отдельных липидов. В ооцитах разных животных образуются скопления желтка в митохондриях, при этом они утрачивают свою основную систему. Отработавшие митохондрии могут накапливать также продукты экскреции.

3. В некоторых случаях (печень, почки) митохондрии способны аккумулировать вредные вещества и яды, попадающие в клетку, изолируя их от основной цитоплазмы и частично блокируя вредное действие этих веществ. Таким образом, митохондрии способны брать на себя функции других органоидов клетки, когда это требуется для полноценного обеспечения того или иного процесса в норме или в экстремальных условиях.

Биогенез митохондрий. Митохондрии представляют собой обновляющиеся структуры с довольно коротким жизненным циклом (в клетках печени крысы, например, период полужизни митохондрий охватывает около 10 дней). Митохондрии образуются в результате роста и деления предшествующих митохондрий. Деление их может происходить тремя способами: перетяжкой, отпочковыванием небольших участков и возникновением дочерних митохондрий внутри материнской. Делению (репродукции) митохондрий предшествует репродукция собственной генетической системы – митохондриальной ДНК.

Итак, согласно взглядам большинства исследователей, образование митохондрий происходит преимущественно путем саморепродукции их *de novo*.

Пластиды

Пластиды – это двумембранные органоиды общего значения, встречаются только в растительных клетках, животные организмы их не имеют. Пластиды представляют собой небольшие вязкие белковые тельца, которые включены в цитоплазму клетки. Они могут быть рассеяны по всей клетке или скапливаться вокруг ядра. Пластиды хорошо заметны под микроскопом, даже когда они бесцветные. Пластиды могут передвигаться вместе с током цитоплазмы, а также двигаться самостоятельно. Эти живые тельца бывают различной формы и окраски. Различают три типа пластид: хлоропласты (зеленого цвета), хромопласты (желтого, оранжевого и красного цвета), лейкопласты (бесцветные).

Хлоропласты встречаются в клетках высших растений, которым придают зеленую окраску. Зеленая окраска окружающей нас растительности зависит от пластид хлоропластов. Количество хлоропластов в клетке бывает от 1 до 36. Хлоропласт содержит до 75% воды, белки, липиды, нуклеиновые кислоты, ферменты и красящие вещества – пигменты. Хлоропласты имеют четыре пигмента, из них два зеленые: хлорофиллы *a* и *b*.

Зеленые пигменты в хлоропластах являются преобладающими. Кроме двух зеленых пигментов, в хлоропластах имеются еще два пигмента – *каротин* (оранжевого цвета) и *ксантофилл* (желтого цвета). Эти пигменты составляют группу каротиноидов. Они являются высокомолекулярными углеводородами. Наиболее активный пигмент хлорофилл.

Для образования пигмента хлорофилла необходимы соответствующие условия. Этот пигмент образуется только на свету. Растения, выросшие в темноте, не имеют зеленой окраски. Это можно наблюдать на листьях петрушки, моркови и других растениях, проросших в темном погребе или в другом затемненном месте. Для образования хлорофилла необходимы в почве соли железа и магния.

Форма хлоропластов бывает округлой или дисковидной.

Хлоропласт имеет двойную мембранную оболочку, которая отделяет его от цитоплазмы. Тело хлоропласта состоит из бесцветной мелкозернистой стромы – матрикса, внутри которого имеется сложная мембранная система. Строма пронизана параллельно

расположенными пластинками – ламеллами, дисками (тилакоидами). Диски (тилакоиды) собраны в стопки – граны. Отдельные граны соединены ламеллами в единую систему. Основная масса пигментов (хлорофилл и каротиноиды) расположена в мембранах гран.

Роль хлоропластов в природе очень велика. В листьях зеленых растений происходит фотосинтез, в процессе которого хлорофилл способен поглощать красную часть спектра. Каротиноиды поглощают сине-зеленую и зеленую части спектра. Поглощенную энергию каротиноиды передают хлорофиллу. Таким образом, вся поглощенная энергия используется для процесса фотосинтеза. В хлоропластах на свету из воды, которая поступает по корням и стеблям в лист, и из углекислого газа, который поступает из атмосферы, образуется первичный, или ассимиляционный, крахмал. Ассимиляционный крахмал в листьях не накапливается. В ночные часы он превращается в сахар, который используется для питания растений.

Хромoplastы. Встречаются в корнях моркови, плодах (шиповник, рябина, перец) и цветках (календула, настурция) многих растений. Окраска хромoplastов зависит от наличия в них двух пигментов – каротина (оранжево-красного цвета) и ксантофилла (желтого цвета).

По форме хромoplastы бывают в виде треугольников, шариков, палочек. Разнообразие формы хромoplastов связано с каротиноидами, которые по мере их накопления легко кристаллизуются. Образовавшиеся кристаллы разрывают строму пластиды и принимают определенную форму. Таким образом, от формы кристаллов зависит форма пластид хромoplastов. Хромoplastы играют большую биологическую роль в природе. Ярко окрашенные плоды привлекают птиц и животных. Птицы, поедая плоды, уносят семена на большие расстояния, что способствует распространению семян и плодов. Яркая окраска лепестков в цветках привлекает насекомых, которые опыляют эти цветки. Желтая и красная осенняя окраска листьев также зависит от пигментов каротина и ксантофилла, которые сопутствуют хлорофиллу. Осенью под влиянием низких температур хлорофилл в листьях разрушается, становятся заметными пигменты каротин и ксантофилл, которые придают листьям характерную яркую осеннюю окраску.

Каротин в организме человека расщепляется и образует витамин А, поэтому его называют провитамином (предшественником) А. Каротин содержится в корнях моркови, плодах рябины, красного перца и др.

Лейкопласты. Представляют собой бесцветные пластиды и пигментов не содержат. Они состоят из белкового вещества, составляющего их основу. Белковая строма придает лейкопластам форму шаровидных, веретенообразных зернышек, концентрирующихся вокруг ядра. Лейкопласты, как и другие пластиды, находятся в цитоплазме, а также имеются в эпидерме, молодых волосках, подземных органах растений и в тканях зародыша семени. Лейкопласты способны удлиняться, растягиваться и в силу своего положения в запасающих тканях становятся запасающими пластидами – амилопластами. В них откладывается вторичный крахмал, который накапливается в клубнях, корнях, корневищах.

Пластиды одного вида могут переходить в другой вид, что говорит об их большом сходстве. Этим объясняется изменение окраски плодов помидора, рябины при созревании. Созревая, они из зеленых становятся красными, при этом хлоропласты незрелых плодов переходят в хромoplastы. Хромoplastы могут в свою очередь переходить в хлоропласты. Этот взаимопереход можно наблюдать на верхних частях корнеплодов моркови, которые оказались на поверхности земли и были освещены солнцем. Когда клубни картофеля попадают в такие же условия, т. е. бывают не покрыты землей и освещены солнцем, они становятся зелеными. В клубнях картофеля лейкопласты превращаются в хлоропласты. Если позеленевшие клубни картофеля засыпать землей, то через некоторое время хлоропласты снова превратятся в лейкопласты.

4. Органоиды, участвующие в делении и движении клеток

К ним относятся клеточный центр и его производные – реснички и жгутики.

Клеточный центр

Клеточный центр имеется в животных клетках и у некоторых низших растений.

Строение клеточного центра в интерфазе.

Клеточный центр образован двумя *центриолями (диплосома)*. Центриоли окружены светлой зоной – *центросферой*, от которой отходит лучистость, образующая *астросферу*. Между центриолями находится удлинённое тельце – мостик (*центродесмоза*), который во время митотического деления участвует в построении ахроматинового веретена. Каждая центриоль представляет собой цилиндр, стенка которого состоит из девяти комплексов микротрубочек длиной около 0,5 и 0,25 мкм. Каждый комплекс состоит из трех микротрубочек и поэтому называется триплетом.

Центриоли расположены взаимно перпендикулярно: одна материнская, другая – дочерняя. Материнская центриоль окружена электронно-плотным ободком, образованным шаровидными сателлитами, соединёнными плотным материалом с наружной стороной каждого триплета. Из них образуется новая центриоль.

Средняя часть материнской центриоли может быть окружена комплексом фибриллярных структур, называемым *гало*.

К концу сателлитов и к области гало по цитоплазме транспортируются тубулины, и именно здесь происходит сборка микротрубочек.

Функции клеточного центра:

- 1) сборка микротрубочек;
- 2) клеточный центр играет важную роль при митотическом делении клеток; во время митоза центриоли удваиваются и вместе с окружающими их астросферами расходятся к полюсам клетки, участвуя в образовании митотического аппарата; с помощью этого аппарата осуществляется равномерное распределение хромосом между дочерними клетками;
- 3) центриоли участвуют в образовании базальных телец, лежащих в основании мерцательных ресничек и жгутиков.

Вакуоли

Вакуоли – одномонобреннанные органоиды общего значения, имеются в растительных клетках. Молодые растительные клетки целиком заполнены цитоплазмой. Ядро в них довольно крупное и занимает центральное положение. По мере роста клетки в ней образуется клеточный сок. Он накапливается в каналах эндоплазматической сети в виде мельчайших капелек, которые затем сливаются и образуют пузырьвидные вздутия – вакуоли. Таким образом, вакуоль представляет собой пространство, заполненное клеточным соком. Молодая клетка содержит много мелких вакуолей; сливаясь, они образуют крупные вакуоли. Старая клетка имеет обычно одну крупную вакуоль, которая может занимать всю полость клетки, отодвигая цитоплазму и ядро к какой-либо стенке.

Клеточный сок образуется в результате обмена веществ в процессе жизнедеятельности всего растительного организма. Он является водным раствором различных органических и неорганических веществ. Основной частью клеточного сока является вода. Ее содержание доходит до 70 и даже 95%. Химический состав клеточного сока у растений различный, от него зависят их вкусовые качества. Клеточный сок обычно имеет кислую реакцию, реже нейтральную и еще реже – щелочную. В клеточном соке находятся в растворенном состоянии различные органические кислоты, сахара, соли, белки, дубильные вещества, гликозиды, алкалоиды, пигменты и другие вещества.

Функции вакуолей.

- 1) процесс вакуолизации – необходимое условие роста клеток растяжением;
- 2) участвуют в поддержании тургорного давления в клетках.

7.3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

Преподаватель знакомит студентов с планом и методикой проведения практической работы.

7.4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Комплекс Гольджи в клетках спинального ганглия

На препарате нервные клетки имеют округлую форму, ядра в клетках большие светлые пузыревидные с хорошо различимыми желтоватыми ядрышками. В цитоплазме клеток рассмотреть пластинчатый комплекс в виде темно-коричневых и черных зернышек или нитей. Комплекс Гольджи, располагается ближе к ядру или разбросан по всей цитоплазме.

Зарисуйте 2 – 3 клетки. Сделайте обозначения:

- 1 - цитоплазма;
- 2 - комплекс Гольджи;
- 3 - ядро с ядерной оболочкой, глыбками хроматина и ядрышком.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Клеточный центр в делящихся клетках лошадиной аскариды

Рассмотреть микропрепарат под иммерсионным объективом. На препарате срез матки аскариды, заполненный большим количеством оплодотворенных яйцеклеток, приступивших к первому дроблению. Они находятся на разных стадиях развития, поэтому на одном препарате можно видеть все стадии митоза.

Яйцеклетки окружены оболочкой, ядерная оболочка растворена. В цитоплазме в стадию метафазы митоза по экватору обнаруживаются хромосомы в виде темноокрашенных изогнутых нитей. К центромерам хромосом прикрепляются тянущиеся нити ахроматинового веретена, которые сходятся у полюсов, веретено имеет ромбовидную форму. На полюсах клетки располагаются центриоли, окруженные лучистой зоной – астросферой.

Зарисуйте 1 – 2 клетки. Сделайте обозначения:

- 1 - цитоплазма;
- 2 - центриоли;
- 3 - астросфера;
- 4 - ахроматиновые нити веретена деления;
- 5 - хромосомы.
- 6 -

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Митохондрии в клетках печени

Препарат рассматривается с иммерсионным объективом. На препарате клетки печени имеют неправильную овальную форму, ядра окрашены в темно-красный цвет. Митохондрии имеют вид палочек, зерен и нитей, окрашенных фуксином в красный цвет. Помимо митохондрий в цитоплазме видны черные зерна различной величины. Это жировые включения.

Зарисуйте несколько клеток. Сделайте обозначения:

- 1 - ядро клетки;
- 2 - митохондрии;
- 3 - жировые включения.

С использованием электронных микрофотографий ознакомиться с субмикроскопической структурой митохондрий. Каждая митохондрия имеет овальную форму и окружена двуслойной оболочкой, состоящей из наружной и внутренней мембран. Внутренняя мембрана образует многочисленные выступы – кристы, которые вдаются во внутреннюю полость митохондрий.

Зарисуйте митохондрию. Сделайте обозначения:

- 1 - наружная мембрана;
- 2 - внутренняя мембрана;

- 3 - кристы;
- 4 - матрикс.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Лизосомы

Рассмотреть и изучить препарат – кислая фосфатаза в клетках мазка крови. При малом увеличении в препарате рассмотреть и расположить в центре поля лейкоциты с сегментированным ядром. При большом увеличении в цитоплазме, этих клеток обнаруживаются продукты взаимодействия кислой фосфатазы, содержащейся в гранулах лейкоцитов, с извне введенным специфическим субстратом (глицерофосфат) в виде гранул розового цвета. Кислая фосфатаза содержится в лизосомах и является их маркером. Она обнаруживается во всех фагоцитирующих клетках. Рассмотреть схему лизосом на таблице.

Зарисуйте схему образования лизосом с таблицы и сделайте обозначения:

- 1 - образование фагосомы;
- 2 - образование первичных лизосом в комплексе Гольджи;
- 3 - вторичные лизосомы – пищеварительные вакуоли и аутофагирующие вакуоли;
- 4 - остаточные тельца.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Работа с электронными микрофотографиями:

Рибосомы

Выявляются при помощи электронной микроскопии в клетках всех организмов про- и эукариотов, их размер 8 – 35 нм, они прилегают к внешней мембране эндоплазматической сети. На рибосомах осуществляется синтез белка, т. е. на них происходит конденсации аминокислот и укладка их в определенном порядке. Причем синтез происходит не на изолированных рибосомах, а на их комплексах – полирибосомах.

На электронных микрофотографиях показаны полирибосомы вируса полиомиелита, самые крупные из всех виденных под электронным микроскопом. Они состоят, по меньшей мере, из 50 отдельных рибосом (увеличение в 115 тыс. раз).

Гранулярная эндоплазматическая сеть

Рассмотреть субмикроскопическое строение шероховатой эндоплазматической сети на электронной микрофотографии. Выявляются три участка ацинарных клеток поджелудочной железы голодающей летучей мыши. До кормления животного (фото 31 (А)) мембраны располагаются параллельно границам клеток. Плотные гранулы на их поверхности – рибосомы. На фото 31 (Б) видно, что мембраны тех же клеток после кормления животного перестроены в концентрические слои.

Таким образом, шероховатая эндоплазматическая сеть обладает большой лабильностью, и в зависимости от ее функционального состояния происходит перестройка мембран.

На электронной микрофотографии эндоплазматическая сеть представлена системой канальцев, стенки которых образованы элементарной мембраной. Отдельные участки сети состоят из крупных цистерн.

Цитоплазматические микротрубочки

Цитоплазматические трубочки обнаружены в клетках всех животных и растительных организмов. Это цилиндрические, нитевидные образования длиной 20 – 30 мкм, диаметром 15 – 20 нм. Мембрана микротрубочек трехслойная, толщиной 5 нм. Цитоплазматические микротрубочки выполняют опорную функцию, они связаны с нитями митотического веретена, по микротрубочкам осуществляется внутриклеточный транспорт веществ.

На электронной микрофотографии представлены микротрубочки (указаны стрелками) фибробластов склеры молодой крысы (увеличение в 44 тыс. раз) и

микротрубочки цитоплазмы палочек сетчатки молодой крысы (продольный срез, увеличение в 65 тыс. раз).

7. 5. **Контроль конечного уровня усвоения темы**

Выполнение тестовых заданий.

Образцы тестовых заданий и ситуационных задач

1. МИТОХОНДРИИ В КЛЕТКЕ МОЖНО РАСПОЗНАТЬ ПО НАЛИЧИЮ В НЕМ

- 1) полостей и цистерн с пузырьками на концах
- 2) разветвленной системы канальцев
- 3) двух мембран, крист на внутренней мембране
- 4) двух мембран, окружающих множество гран

2. К НЕМЕМБРАННЫМ ОРГАНОИДАМ КЛЕТКИ ОТНОСЯТСЯ

- 1) клеточный центр, комплекс Гольджи
- 2) митохондрии, эндоплазматическая сеть
- 3) комплекс Гольджи, эндоплазматическая сеть, лизосомы
- 4) рибосомы, клеточный центр

3. РИБОСОМЫ ПРЕДСТАВЛЯЮТ СОБОЙ

- 1) комплекс микротрубочек
- 2) два мембранных цилиндра
- 3) комплекс двух округлых мембранных телец
- 4) две немембранные субъединицы грибовидной формы

4. КЛЕТКИ ЖИВОТНЫХ ОТЛИЧАЮТСЯ ОТ КЛЕТОК ГРИБОВ

- 1) многоядерностью
- 2) наличием жгутиков
- 3) отсутствием клеточной стенки
- 4) наличием клеточной стенки

Ситуационная задача

Обычно, если клеточная патология связана с отсутствием в клетках печени и почек пероксисом, то организм с таким заболеванием нежизнеспособен. Дайте объяснение этому факту, исходя из функциональной роли этой органеллы клетки.

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

1. Тема и ее актуальность: Клеточное ядро. Клеточный цикл.

(Строение и функции клеточного ядра. Уровни укладки хромосом. Кариотип человека. Жизненный и митотический циклы клетки. Способы репродукции клеток (митоз, амитоз, эндомитоз, эндоредупликация)).

Данная тема имеет важное значение для медицины. Так как репродукция клеток лежит в основе роста и развития тканей, органов и организма в целом, в основе физиологической и репаративной регенерации. Нарушение регуляции пролиферации лежит в основе образования опухолей, в том числе злокачественных.

2. Учебные цели:

- сформировать понятие о генетической функции митоза;
- раскрыть закономерные изменения клетки в пространстве и во времени, что составляет содержание её жизненного цикла, рассмотреть процессы репродукции клеток в организме человека и способы регуляции клеточной пролиферации;
- ознакомиться со строением и функциями клеточного ядра, ДНК, клеточным и митотическим циклом клетки;
- изучить виды репродукции клеток: митоз, амитоз, эндорепродукцию.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ отличия клеточного и митотического циклов, процессы, происходящие в разные периоды жизненного цикла клеток;
- ✓ цитологическую и цитогенетическую характеристику нормального кариотипа человека;
- ✓ строения метафазных хромосом.
- ✓ идентифицировать структурные компоненты хромосом (центромера, теломера) и различные формы хромосом (метацентрические, субметацентрические и акроцентрические) в кариотипе человека, мухи дрозофилы и растений;
- ✓ идентифицировать компактизированные и декомпактизированные участки (эухроматин и гетерохроматин) политенных хромосом насекомых;
- ✓ различать аутосомы и половые хромосомы в кариотипе человека и мухи дрозофилы.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ характеризовать периоды жизненного и митотического цикла клеток;
- ✓ уметь идентифицировать в препаратах растительных клеток разные стадии митоза;
- ✓ определять нормальный кариотип человека.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки:

- 1) Структура интерфазного ядра: поверхностный аппарат ядра (оболочка ядра, поровый комплекс), кариоплазма, хроматин, ядрышки.
- 2) Структура хроматина: химический состав и функция.
- 3) Уровни укладки хромосом (нуклеосомный, нуклеомерный (элементарная хромосомная фибрилла), петлевой (хромомерный), хромосомный – метафазная хромосома).
- 4) Строение метафазных хромосом: плечи, центромера (I перетяжка), кинетохор, II перетяжка (ядрышкообразующие районы), спутники. Морфология хромосом по размеру и по положению центромеры (метацентрические, субметацентрические, акроцентрические, телоцентрические).

- 5) Кариотип человека (аутосомы, половые хромосомы).
- 6) Эухроматиновые и гетерохроматиновые районы хромосом. Конститутивный (структурный) и факультативный гетерохроматин.
- 7) Жизненный цикл клетки (ЖЦК) и его периодизация.
- 8) Период G_0 . Жизненный цикл клетки (рост, жизнедеятельность, дифференциация, специализация). Особенности строения и функции хромосом в период G_0 .
- 9) Митотический цикл клетки (МЦК) и его периодизация. Особенности строения и функции хромосом. Формула кариотипа в периоды G_1 , S и G_2 .
- 10) Репликация ДНК в S-период.
- 11) Митоз и его периодизация. Особенности строения и функции хромосом, формула кариотипа в профазу, метафазу, анафазу и телофазу митоза.
- 12) Биологическое значение митоза. Частота митозов в разных тканях человека.
- 13) Регуляция митотической активности в тканях. Генетический контроль митоза.
- 14) Способы репродукции клеток (амитоз, эндомитоз, эндоредупликация).

4. **Вид занятия:** практическое занятие.

5. **Продолжительность занятия** – 3 часа (135 мин).

6. **Оснащение.**

6. 1. Дидактический материал: Таблицы: № 15 «Строение ядра», № 16 «Строение хромосом», № 17 «Схема жизненного цикла», № 18 «Деление клетки. Митоз», № 19 «Схема митоза», № 20 «Амитоз. Эндомитоз», № 21 «Строение нуклеосомы (модель структуры хроматина)», № 22 «Кариотип человека».

6. 2. ТСО

Оборудование: микроскопы, иммерсионные объективы, постоянные микропрепараты, фотографии, слайды.

7. Содержания занятия:

7.1. Контроль исходного уровня знаний и умений

Выполнить тестовые задания.

1. КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ КЛЕТКИ ЭТО

- 1) жизнь клетки в период ее деления
- 2) жизнь клетки от деления до следующего деления или до смерти
- 3) жизнь клетки в период интерфазы
- 4) из диплоидной клетки образуются гаплоидные

2. УТОЛЩЕНИЕ (СПИРАЛИЗАЦИЯ) ХРОМОСОМ, ИСЧЕЗНОВЕНИЕ ЯДРЫШЕК, РАСПАДЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ОБОЛОЧКИ, РАСХОЖДЕНИЕ К ПОЛЮСАМ ЦЕНТРИОЛЕЙ И ОБРАЗОВАНИЕ ВЕРЕТЕНА ДЕЛЕНИЯ ПРОИСХОДИТ В СЛЕДУЮЩЕЙ ФАЗЕ МИТОЗА

- 1) анафазе
- 2) телофазе
- 3) профазе
- 4) метафазе

3. НА ПРОЦЕСС ДЕЛЕНИЯ КЛЕТКИ РАСХОДУЕТСЯ ЭНЕРГИЯ, ЗАКЛЮЧЕННАЯ В МОЛЕКУЛАХ АТФ, КОТОРЫЕ СИНТЕЗИРУЮТСЯ В:
- 1) синтетическом периоде
 - 2) постсинтетическом периоде
 - 3) пресинтетическом периоде
 - 4) метафазе
4. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА:
- 1) строго одинаковое распределение между дочерними клетками генетического материала
 - 2) обеспечивает увеличение мутаций
 - 3) служит основой полового размножения
 - 4) ведет к уменьшению числа хромосом в клетке

7.2.Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

Клеточный цикл клеток.

Как известно, клетки не возникают сами по себе, а образуются только при делении других. После деления во вновь образованной клетке не всегда сразу существуют все системы, обеспечивающие ее специфическую функцию. Должно пройти некоторое время, чтобы сформировались все органеллы и были бы синтезированы все необходимые ферменты. Этот отрезок времени называется *созреванием*. Созревание клетки осуществляется на основе уже сложившейся ее полной детерминации.

Зрелая клетка может функционировать различное время. Некоторые клетки сохраняются в течение всей жизни особи (например, нейроны). Таких видов клеток немного. Большинство клеток гибнет и по мере убыли замещается новыми. Скорость замещения у разных клеток не одинакова.

Конечно, клетка может погибнуть в результате многих внешних случайных причин, например от травмы, химического или радиационного поражения. В таком случае разрушение клетки происходит хаотично, а продукты распада ее сами оказывают раздражающее действие на окружение. Развивается воспалительная реакция. Подобная *случайная гибель клеток называется некрозом* и служит предметом изучения патологической анатомии.

Большинство клеток, однако, погибает тогда, когда проявляются особые генетические механизмы. *Генетически запрограммированную клеточную гибель называют апоптозом*. Механизм возникновения апоптоза весьма сложен. Каждая клетка несет в хромосомах гены, которые могут запускать синтез ферментов, стимулирующих ее к делению. Есть также гены, которые обеспечивают синтез ферментов, препятствующих делению. Пока клетка функционирует, эти синтезы уравновешены.

Для поддержания жизненного равновесия клетка должна также получать сигналы от других клеток, нередко другого вида. Обычно в качестве сигнальных выступают специфические молекулы олигопептидов. Поскольку они поддерживают жизнь клеток, их называют *цитокинами*. Известно несколько десятков цитокинов. Действие их разнообразно: на одни виды клеток более сильное, на другие – слабое или даже может и не проявляться. Сейчас при описании межклеточных взаимодействий все чаще применяют термин «цитокиновая сеть».

В жизненном пути многих видов клеток наступает момент, когда функциональные их возможности исчерпываются. У таких клеток нарушается чувствительность к цитокинам и изменяется соотношение активности генов, обеспечивающих внутреннее равновесие. Гены, обеспечивающие размножение клетки, блокируются. Напротив, гены, обеспечивающие синтез литических ферментов, стимулируются. Эти литические ферменты поступают в ядро лизируют хроматин.

Хромосомы распадаются, синтезы в клетке прекращаются. Внешние проявления такой гибели клеток разнообразны и известны давно. Их называли *пикнозом* (сморщивание ядра), *хроматолизисом* (снижение окрашиваемости ядра), *кариорексисом* (распад ядра на части). Лишь недавно было показано, что лишь частные проявления апоптоза.

Вслед за гибелью ядра разрушается и цитоплазма. Остатки фагоцитируются макрофагами. Материал погибших клеток перерабатывается макрофагами и может выводиться ими на поверхность. В таком случае этот материал может опять использоваться другими клетками. Вокруг клеток, подвергшихся к апоптозу, воспалительный процесс не возникает, и жизнедеятельность ткани, часть которой составляли погибшие клетки, продолжается без нарушений.

Высокий уровень митотической активности наблюдается в таких тканях, как слизистая тонкого кишечника, роговица, костный мозг. Клеточное обновление в них происходит очень быстро.

Надпочечник, щитовидная железа, печень, поджелудочная железа обладают низким уровнем митотической активности. Существуют и так называемые «вечные» ткани (нервная система), в которых клеточного деления не происходит.

На режим митотического деления оказывают влияние различные факторы: возраст организма, режим питания, содержание витаминов, состояние нервной и эндокринной системы, фотопериодизм, двигательные процессы, изменения биохимических процессов и др.

Изменение митотической активности в большинстве органов и тканей носит чётко выраженный ритмический характер. Например, суточная периодичность деления клеток широко распространена среди различных представителей растительного и животного мира.

В настоящее время отчетливый суточный ритм митозов описан у многих растений, простейших, низших и высших позвоночных животных. Почти во всех органах, в которых происходит размножение клеток, обнаружены изменения числа клеточных делений в течение суток.

При сопоставлении результатов различных исследований обращает внимание различие суточных ритмов митозов у дневных и ночных животных. У мышей и крыс, ведущих ночной образ жизни, максимум митотической активности отмечается в утренние часы, а минимум - в ночные. У дневных животных и у человека, наоборот, высокие показатели митотической активности обнаружены в ночное время, а низкие - утром.

Время обнаружения максимальной и минимальной митотической активности в разных тканях различно. В одних тканях суточный ритм выражается одновершинной кривой, в других - двувершинной.

Характер суточного ритма митозов различен также в субпопуляциях клеток одной и той же ткани.

Кроме того, показано, что интенсивность размножения клеток закономерно изменяется не только в течение суток, но и по сезонам года, а также в разные периоды онтогенеза.

При изучении закономерностей размножения клеток особое внимание исследователей привлекают вопросы нейрогуморального влияния.

Важная роль в регуляции митотического цикла принадлежит системе гормонов. Известна роль адреналина в снижении митотической активности. Кортизон стимулирует процессы клеточного дифференцирования, подавляя одновременно их способность к делению. Небольшое количество гормона щитовидной железы (тиреоидина) увеличивает число делящихся клеток, а в больших дозах угнетает митоз.

7.3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

Преподаватель знакомит студентов с планом и методикой проведения практической работы.

7. 4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Митоз (непрямое деление) в клетках корешка лука

При малом увеличении микроскопа найти зону размножения кончика лука, поставить в центр поля зрения участок с хорошо заметными активно делящимися клетками. Затем настроить препарат на большое увеличение. Осторожно передвигая препарат, рассмотреть различные стадии митоза и сравнить с неделящимися – интерфазными клетками.

Зарисуйте интерфазную клетку и клетки на разных стадиях митоза. Сделайте обозначения:

- 1 - плазмалемма;
- 2 - ядро;
- 3 - хроматин;
- 4 - ядрышки;
- 5 - цитоплазма.

В делящихся клетках отметьте стадии: *профаза (П)*, *метафаза (М)*, *анафаза (А)*, *телофаза (Т)*

Профаза (2n4c) – в кариоплазме наблюдается клубок, составленный из тонких нитей (хромосом);

Метафаза (2n4c) – хромосомы лежат в экваториальной плоскости, образуя материнскую звезду;

Анафаза (4n4c) – в клетке видны две звезды, так как сестринские хромосомы перемещаются к полюсам. Хромосомы имеют вид шпильки: центромеры направлены к полюсам, а плечи расходятся под углом друг к другу.

Телофаза – у противоположных полюсов клетки видны рыхлые клубки из частично деспирализованных хромосом. В центре клеток начинает формироваться перегородка, которая постепенно делит материнскую клетку на две дочерние (по 2n2c).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Амитоз (прямое деление) в клетках печени мыши

Рассмотреть клетки печени мыши при большом увеличении микроскопа. На препарате клетки имеют многогранную форму. В неделящихся клетках ядро округлое с ядрышком. В делящихся клетках, приступивших к делению, ядро вытягивается, становится овальным, в центре его появляется перетяжка. К концу деления ядро полностью разделяется на два. Но деление клетки несколько задерживается, и на препарате видны клетки, содержащие по 2 рядом лежащих ядра. Затем ядра отходят друг от друга, и клетки делятся пополам.

Зарисуйте делящуюся клетку. Сделайте обозначения:

- 1 - плазмалемма;
- 2 - ядро;
- 3 - цитоплазма.

7. 5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Выполнение тестовых заданий.

Образцы тестовых заданий и ситуационных задач

1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КЛЕТКИ ЭТО

- 1) жизнь клетки в период ее деления
- 2) жизнь клетки от деления до следующего деления или до смерти
- 3) жизнь клетки в период интерфазы
- 4) из диплоидной клетки образуются гаплоидные

2. РАСХОЖДЕНИЕ К ПОЛЮСАМ ХРОМАТИД ПРОИСХОДИТ В СЛЕДУЮЩЕЙ ФАЗЕ МИТОЗА

- 1) анафазе
- 2) телофазе
- 3) профазе
- 4) метафазе

3. НА ПРОЦЕСС РЕПЛИКАЦИИ ДНК РАСХОДУЕТСЯ ЭНЕРГИЯ, ЗАКЛЮЧЕННАЯ В МОЛЕКУЛАХ АТФ, КОТОРЫЕ СИНТЕЗИРУЮТСЯ В:

- 1) синтетическом периоде
- 2) постсинтетическом периоде
- 3) пресинтетическом периоде
- 4) метафазе

4. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА:

- 1) строго одинаковое распределение между дочерними клетками генетического материала
- 2) обеспечивает увеличение мутаций
- 3) служит основой полового размножения
- 4) ведет к уменьшению числа хромосом в клетке

Ситуационная задача

На какие периоды делится интерфаза? Что характерно для каждого периода?

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

1. Тема и ее актуальность: Способы размножения организмов. Гаметогенез.

(Мейоз как процесс образования гаплоидных гамет. Биологическое значение мейоза. Размножение организмов как механизм, обеспечивающий смену поколений. Гаметогенез)

Одним из основных свойств живого является размножение организмов, благодаря которому сохраняется преемственность между особями в ряду поколений и сохранение вида во времени и пространстве. Размножение у человека связано с формированием гамет и оплодотворением. Мейоз – это деление, в результате которого образуются гаплоидные половые клетки. Нарушения этих процессов могут завершиться образованием атипичных зигот, которые приводят к ранним выкидышам или могут быть причиной патологий у новорожденных.

2. Учебные цели:

- сформировать понятие о генетической функции мейоза;
- углубить представление об эволюции процесса размножения;
- уметь охарактеризовать бесполое, вегетативное и половое размножения и их биологическую сущность;
- изучить основные закономерности и биологическое значение мейоза, способ образования гаплоидных клеток – мейоз;
- изучить особенности сперматогенеза и овогенеза;
- изучить строение половых клеток млекопитающих.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ формы бесполого и полового размножения организмов;
- ✓ гаметогенез;
- ✓ мейоз и его биологическую сущность;
- ✓ цитогенетические особенности 1 и 2 деления мейоза.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ различать особенности строения мужских и женских половых клеток некоторых млекопитающих;
- ✓ интерпретировать изменение количества ДНК и хромосом во время анафазы I и анафазы II.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки:

- 1) Мейоз. Особенности интерфазы, предшествующей мейозу.
- 2) Редукционное деление мейоза. Стадии: профазы I (лептотена, зиготена, пахитена, диплотена, диакинез), метафаза I, анафаза I, телофаза I.
- 3) Интеркинез. Эквационное деление. Отличие мейоза I от мейоза II.
- 4) Биологическое значение мейоза. Отличие мейоза от митоза.
- 5) Способы размножения организмов.
- 6) Основные формы бесполого размножения у одноклеточных и многоклеточных организмов. Биологическое значение бесполого размножения.
- 7) Основные формы полового размножения у одноклеточных и многоклеточных организмов. Биологическое значение полового размножения.
- 8) Сперматогенез.
- 9) Овогенез. Понятие о менструальном цикле.
- 10) Морфология половых клеток (сперматозоиды, яйцеклетки).
- 11) Этапы оплодотворения.

4. **Вид занятия:** практическое занятие.
5. **Продолжительность занятия** – 3 часа (135 мин).
6. **Оснащение.**
6. 1. Дидактический материал: Таблицы: № 23 «Схема мейоза»; № 24 «Гаметогенез», № 25 «Мейоз. Сперматогенез. Овогенез» № 26 «Сперматогенез у морской свинки», № 27 «Половые клетки (муж.)», № 28 «Строение яйцеклетки», № 29 «Типы яйцевых клеток», № 30 «Различие геномов у прокариот и эукариот», № 31 «Цитологический мейоз».
6. 2. ТСО
Оборудование: микроскопы, постоянные микропрепараты, фотографии.

7. Содержания занятия:

7. 1. *Контроль исходного уровня знаний и умений.*

Выполнение тестовых заданий.

1. ПРЕИМУЩЕСТВА ПОЛОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ СОСТОЯТ В ТОМ, ЧТО ПРИ ЭТОМ
 - 1) повышается генетическое разнообразие популяции
 - 2) повышается частота мутаций
 - 3) больше число потомков, чем при бесполом размножении
 - 4) потомки более жизнеспособны, чем при бесполом размножении
2. МЕЙОЗ – ЭТО СПОСОБ ДЕЛЕНИЯ КЛЕТОК, ПРИ КОТОРОМ
 - 1) происходит уменьшение (редукция) числа хромосом вдвое и переход клеток из диплоидного состояния ($2n$) в гаплоидные (n)
 - 2) сохраняется диплоидный набор хромосом
 - 3) образуются многоядерные клетки
 - 4) число хромосом увеличивается в два раза
3. ПРИ СПЕРМАТОГЕНЕЗЕ МЕЙОЗ ПРОИСХОДИТ В ПЕРИОД
 - 1) созревания
 - 2) роста
 - 3) оплодотворения
 - 4) размножения
4. НАБОР ХРОМОСОМ И ДНК В ОВОТИДЕ
 - 1) $2n$ $4c$
 - 2) n $2c$
 - 3) $4n$ $4c$
 - 4) n c

7. 2. *Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.*

7. 3. *Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.*

Преподаватель знакомит студентов с планом и методикой проведения практической работы.

7. 4. *Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.*

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 Сперматозоиды млекопитающего

Рассмотрите при малом, а затем большом увеличении микроскопа сперматозоид млекопитающего (быка).

Зарисуйте несколько клеток. Сделайте обозначения:

- 1 - головка;
- 2 - акросома;
- 3 - ядро;
- 4 - шейка;
- 5 - жгутик.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Яйцеклетка крольчихи

Изучите при малом и большом увеличении микроскопа яйцеклетку млекопитающего (срез яичника крольчихи). В демонстрационном препарате обратите внимание на зоны развития половых клеток в срезе яичника.

Зарисуйте несколько клеток. Сделайте обозначения:

- 1 - стенка фолликула;
- 2 - яйценосный бугорок, образованный фолликулярными клетками;
- 3 - ядро;
- 4 - цитоплазма;
- 5 - блестящая оболочка яйцеклетки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Синкарион у аскариды

При малом увеличении микроскопа найдите срез матки аскариды, заполненной фолликулами с яйцеклетками. Рассмотрите препарат при большом увеличении. Цитоплазма в яйцеклетках сжимается и отслаивается от толстой оболочки, на внутренней стороне которой можно увидеть первое редукционное тельце, расплывшееся в виде черточки. Иногда можно встретить и второе редукционное тельце, расположенное в виде точки на поверхности цитоплазмы.

Вращая микровинт, рассмотрите внутри цитоплазмы два сблизившихся ядра пронуклеуса, одно из которых - ядро яйцеклетки с гаплоидным набором хромосом, другое - ядро сперматозоида, тоже с гаплоидным набором. Вслед за сближением пронуклеусов происходит их слияние, образуется новое ядро уже с диплоидным набором отцовских и материнских хромосом (синкарион), и образовавшаяся зигота начинает делиться.

Зарисуйте несколько клеток. Сделайте обозначения:

- 1 - пронуклеусы;
- 2 - цитоплазма;
- 3 - оболочка яйцеклетки;
- 4 - редукционное тельце.

7. 5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Решение задач

Сборник задач по медицинской генетике и биологии: учебное пособие для студентов / под ред. Викторовой Т.В. -Уфа, 2023.

Раздел 2. Цитогенетика (стр. 10 – 15). Задачи №№ 1, 5, 8, 9, 11, 13.

Ситуационная задача

Какие гаметы и в каком соотношении образуются из сперматоцита I порядка с набором $2A + Y$ при нерасхождении половых хромосом в двух делениях мейоза.

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

1. Тема и ее актуальность: Строение и функции нуклеиновых кислот.

Биосинтез белка

(Структура и функции ДНК и РНК. Строение генов и регуляция экспрессии генов прокариот и эукариот. Биосинтез белка). Актуальность темы.

Знание этапов биосинтеза белка позволяет понять механизм реализации наследственной информации на молекулярном уровне в норме и возможные молекулярные механизмы генных мутаций, а также взаимосвязь генотипа и фенотипа.

2. Учебные цели:

- сформировать понятие о материальных основах наследственности и изменчивости;
- изучить принципы кодирования генетической информации;
- изучить строение нуклеиновых кислот и белков;
- ознакомиться с особенностями организации генетического аппарата у прокариот и эукариот;
- изучить принципы генетического контроля экспрессии генов.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ структурную организацию ДНК и РНК;
- ✓ структуру генов прокариот и эукариот;
- ✓ свойства генетического кода;
- ✓ регуляцию экспрессии генов прокариот и эукариот.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ расшифровать этапы биосинтеза белка;
- ✓ решать ситуационные задачи по молекулярной биологии;

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки:

- 1) Химический состав и строение ДНК (I, II и III структура). Пространственная модель ДНК Уотсона-Крика.
- 2) Отличия ДНК от РНК. Структура и функции разных видов РНК (рибосомная – рРНК, транспортная – тРНК, информационная – иРНК).
- 3) Генетический код – способ хранения наследственной информации. Свойства генетического кода.
- 4) Строение генов прокариот и эукариот. Экзон-интронная организация генов эукариот.
- 5) Классификация генов: структурные и функциональные (регуляторы и модификаторы: индукторы, супрессоры).
- 6) Центральная догма молекулярной биологии. Основные этапы биосинтеза белка.
- 7) Экспрессия генов прокариот. Транскрипция (инициация, элонгация, терминация).
- 8) Особенности и основные отличия экспрессии генов прокариот и эукариот. Этапы созревания (процессинг) иРНК: сплайсинг, модификация.
- 9) Трансляция (инициация, элонгация, терминация).
- 10) Посттрансляционная модификация белка.
- 11) Понятие о дифференциальной экспрессии генов. Активные и репрессированные гены.
- 12) Особенности биосинтеза белка в прокариотических и эукариотических клетках.

4. **Вид занятия:** практическое занятие.

5. **Продолжительность занятия** – 3 часа (135 мин.).

6. **Оснащение.**

6. 1. Дидактический материал: Таблицы: № 49 «Генетический код», № 50 «Биохимический код наследственности» № 51 «Биосинтез белка», № 52 «Белки», № 53 «Регуляция синтеза

белка (оперон)», № 54 «Передача генетической информации», № 55 «Строение ДНК», № 56 «Передача генетической информации с ДНК НА РНК», № 57 «Редупликация молекулы ДНК, синтез и-РНК», № 58 «Перенос генетической информации в биологических системах», № 59 «Репарация ДНК», № 60 «Схема строения оперона у эукариот», № 61 «Схема регуляции транскрипции структурных генов прокариотической клетки по типу индукции (оперон), по типу репрессии». «Схема регуляции транскрипции у эукариот».

6. 2. Оборудование: микроскопы; постоянный микропрепарат: ДНК и РНК в клетке.

7. Содержания занятия:

7. 1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Выполнение тестовых заданий.

1. ИЗ ПРИНЦИПА КОМПЛЕМЕНТАРНОСТИ СЛЕДУЕТ (ПРАВИЛО ЧАРГАФФА)

1) $G + C / T + A = 1$

2) $G / T = 1$

3) $A = G$

4) $A + G = T + C$

2. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД – ЭТО

1) триплет нуклеотидов

2) последовательность нескольких аминокислот

3) нуклеотиды

4) способ символической записи наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот с помощью триплетов

3. В МОЛЕКУЛЕ ДНК

1) азотистые основания ковалентно связаны фосфатными группами

2) сахара присоединены ионными связями к азотистым основаниям

3) сахара присоединены к азотистым основаниям водородными связями

4) азотистые основания связаны друг с другом водородными связями

4. В СОСТАВ НУКЛЕОТИДА ДНК ВХОДИТ САХАР – ПЕНТОЗА

1) остаток фосфорной кислоты

2) дезоксирибоза

3) рибоза

4) липид

7. 2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

7. 3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

Преподаватель знакомит студентов с методикой решения задач.

7. 4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Локализация ДНК и РНК в эукариотической клетке

Просмотр при малом и большом увеличении микроскопа постоянного микропрепарата № 1.

7. 5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Решение ситуационных задач

Сборник задач по медицинской генетике и биологии: учебное пособие для обучающихся / под ред. Викторовой Т.В. -Уфа, 2023.

Раздел 1. Молекулярная генетика. (Стр. 5 – 9, №№ 2, 5, 10, 14, 15, 16,20).

Ситуационная задача

Полипептид состоит из следующих аминокислот: валин-аланин-глицин-лизин-триптофан-валин-серин-глутаминовая кислота. Определить структуру участка ДНК, кодирующего указанный полипептид.

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

1. Тема и ее актуальность: Итоговое занятие 1 Биология клетки

2. Учебные цели:

- проверить усвоение понятий о структурной и функциональной особенности клетки – элементарной единицы всего живого на нашей планете, о половом и бесполом размножении;
- закрепить ведущие понятия, необходимые для изучения анатомии, гистологии, физиологии, микробиологии и других дисциплин.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен *знать*:

- ✓ клеточно-организменный уровень организации жизни;
- ✓ многообразие организмов на Земле;
- ✓ положения клеточной теории;
- ✓ надорганизменные системы и эволюцию органического мира;
- ✓ особенности строения и функционирования организмов разных царств и организма человека.
- ✓ процессы жизнедеятельности клетки;
- ✓ мембранный принцип организации клеток.
- ✓ связь строения и функций частей и органоидов клетки.
- ✓ формы размножения организмов;
- ✓ биологическую роль митоза.
- ✓ сравнительную характеристику овогенеза и сперматогенеза;
- ✓ биологическую роль мейоза.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен *владеть и уметь*:

- ✓ находить основные компоненты клетки под световым микроскопом;
- ✓ схематично изображать молекулярную организацию мембраны;
- ✓ отличать нормальные эритроциты человека от эритроцитов, находящихся в состоянии плазмолиза.
- ✓ различать эукариотические клетки и давать их морфофизиологическую характеристику;
- ✓ отличать прокариотические клетки от эукариотических; животные клетки от клеток растений;
- ✓ находить основные компоненты клетки (ядро, цитоплазму, оболочку) под световым микроскопом и на электронограмме;
- ✓ дифференцировать на электронограммах различные органоиды и включения клетки.
- ✓ характеризовать периоды жизненного и митотического цикла клеток;
- ✓ уметь идентифицировать в препаратах растительных клеток разные стадии митоза;
- ✓ определять нормальный кариотип человека.
- ✓ различать особенности строения мужских и женских половых клеток некоторых млекопитающих;

3. Материалы для самоподготовки к итоговому контролю «Биология клетки».

- 1) Введение в биологию. Биология - наука о жизни.
- 2) Значение биологии для медицины.
- 3) Определение сущности жизни. Отличия живого от неживого.
- 4) Свойства живой материи.
- 5) Характеристика уровней организации живого.
- 6) Формы существования живого.
- 7) Строение вирусов.
- 8) Клеточные формы жизни.
- 9) Строение прокариот. Основные отличия прокариот от эукариот.

- 10) Строение растительной клетки. Отличие растительной клетки от животной.
- 11) Устройство светового микроскопа.
- 12) Строение эукариотической клетки.
- 13) История развития представлений о строении клеточной мембраны.
- 14) Молекулярная организация биологической мембраны (модели Даниели и Даусона, Ленарда (мозаичная)).
- 15) Современная жидкостно-мозаичная модель строения биологической мембраны Сингера-Николсона.
- 16) Химический состав плазматической мембраны.
- 17) Функции мембраны.
- 18) Пассивный транспорт веществ через мембрану: осмос, простая диффузия, облегченная диффузия.
- 19) Активный транспорт. Принцип работы натрий-калиевого насоса.
- 20) Эндоцитоз. Этапы фагоцитоза. Пиноцитоз.
- 21) Экзоцитоз.
- 22) Строение эукариотической клетки.
- 23) Цитоплазма и ее компоненты: гиалоплазма, органоиды, включения. Классификации органоидов цитоплазмы.
- 24) Строение и функция одномембранных органоидов: ЭПС, комплекс Гольджи, лизосомы (виды), пероксисомы, вакуоли растительных клеток.
- 25) Строение и функция двумембранных органоидов: митохондрии, пластиды (хлоропласты, хромопласты, лейкопласты).
- 26) Строение и функция немембранных органоидов: рибосомы, клеточный центр, компоненты цитоскелета (микротрубочки, микрофиламенты, промежуточные филаменты).
- 27) Органоиды специального назначения: микроворсинки, реснички, жгутики, миофибриллы, нейрофибриллы.
- 28) Включения: трофические, секреторные, специальные, пигментные.
- 29) Организация потоков веществ, энергии и информации в клетке.
- 30) Структура интерфазного ядра: поверхностный аппарат ядра (оболочка ядра, поровый комплекс), кариоплазма, хроматин, ядрышки.
- 31) Структура хроматина: химический состав и функция.
- 32) Уровни укладки хромосом (нуклеосомный, нуклеомерный (элементарная хромосомная фибрилла), петлевой (хромомерный), 4 – хромосомный – метафазная хромосома).
- 33) Строение метафазных хромосом: плечи, центромера (I перетяжка), кинетохор, II перетяжка (ядрышкообразующие районы), спутники.
- 34) Морфология хромосом по размеру и по положению центромеры (метацентрические, субметацентрические, акроцентрические, телоцентрические).
- 35) Эухроматиновые и гетерохроматиновые районы хромосом. Конститутивный и факультативный гетерохроматин.
- 36) Кариотип человека (аутосомы, половые хромосомы).
- 37) Жизненный цикл клетки (ЖЦК) и его периодизация.
- 38) Период G_0 . Жизненный цикл клетки (рост, жизнедеятельность, дифференциация, специализация). Особенности строения и функции хромосом в период G_0 .
- 39) Митотический цикл клетки (МЦК) и его периодизация. Особенности строения и функции хромосом. Формула кариотипа в периоды G_1 , S и G_2 .
- 40) Репликация ДНК в S-период.
- 41) Митоз и его периодизация. Особенности строения и функции хромосом, формула кариотипа в профазу, метафазу, анафазу и телофазу митоза.
- 42) Биологическое значение митоза. Частота митозов в разных тканях человека.
- 43) Регуляция митотической активности в тканях. Генетический контроль митоза.
- 44) Способы репродукции клеток (митоз, амитоз, эндомиоз, эндоредупликация).

- 45) Химический состав и строение ДНК (I, II и III структура). Пространственная модель ДНК Уотсона-Крика.
- 46) Отличия ДНК от РНК.
- 47) Генетический код – способ хранения наследственной информации. Свойства генетического кода.
- 48) Структура и функции разных видов РНК (рибосомная - рРНК, транспортная - тРНК, информационная - иРНК).
- 49) Строение генов прокариот и эукариот. Экзон-интронная организация генов эукариот.
- 50) Классификация генов: структурные и функциональные (регуляторы и модификаторы: индукторы, супрессоры).
- 51) Центральная догма молекулярной биологии. Основные этапы биосинтеза белка.
- 52) Экспрессия генов прокариот. Транскрипция (инициация, элонгация, терминация).
- 53) Особенности и основные отличия экспрессии генов прокариот и эукариот. Этапы созревания (процессинг) иРНК: 1- сплайсинг, 2 - модификация).
- 54) Трансляция (инициация, элонгация, терминация).
- 55) Посттрансляционная модификация белка.
- 56) Понятие о дифференциальной экспрессии генов. Активные и репрессированные гены.
- 57) Особенности биосинтеза белка в прокариотических и эукариотических клетках.
- 58) Мейоз. Особенности интерфазы, предшествующей мейозу.
- 59) Редукционное деление мейоза. Стадии: профазы I (лептотена, зиготена, пахитена, диплотена, диакинез), метафаза I, анафаза I, телофаза I.
- 60) Интеркинез. Эквационное деление. Отличие мейоза I от мейоза II.
- 61) Отличие мейоза от митоза. Биологическое значение мейоза.
- 62) Способы размножения организмов.
- 63) Основные формы бесполого размножения: деление на два (митоз), множественное деление (шизогония), почкование, фрагментация, спорообразование, вегетативное размножение, полиэмбриония).
- 64) Основные формы полового размножения у одноклеточных организмов (конъюгация, копуляция) и у многоклеточных организмов (без оплодотворения (партеногенез) и с оплодотворением).
- 65) Биологическое значение полового размножения.
- 66) Сперматогенез.
- 67) Оогенез. Понятие о менструальном цикле.
- 68) Морфология половых клеток (сперматозоиды, яйцеклетки).
- 69) Этапы оплодотворения.

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия – 3 часа (135 мин.).

6. Оснащение.

6.1. Дидактический материал: Таблицы: № 49 «Генетический код», № 50 «Биохимический код наследственности» № 51 «Биосинтез белка», № 52 «Белки», № 53 «Регуляция синтеза белка (оперон)», № 54 «Передача генетической информации», № 55 «Строение ДНК», № 56 «Передача генетической информации с ДНК НА РНК», № 57 «Редупликация молекулы ДНК, синтез и-РНК», № 58 «Перенос генетической информации в биологических системах», № 59 «Репарация ДНК», № 60 «Схема строения оперона у эукариот», № 61 «Схема регуляции транскрипции структурных генов прокариотической клетки по типу индукции (оперон), по типу репрессии». «Схема регуляции транскрипции у эукариот».

6.2. Оборудование: микроскопы; постоянный микропрепарат: ДНК и РНК в клетке.

7. Содержания занятия:

Ответить на вопросы билета к итоговому контролю (билеты прилагаются)

Выполнить тестовые задания (тесты прилагаются).

Решить ситуационные (задачи содержатся в билетах)

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

«_____» _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

1. Тема и ее актуальность: **Виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов.**

(Закономерности наследования признаков при моногибридном скрещивании. Виды взаимодействия аллельных генов).

Одной из основных задач медицины является прогнозирование степени риска проявления наследственной патологии у детей. Для этого необходимо умение составлять генетические схемы наследования менделирующих признаков у человека и рассчитывать вероятность проявления их в потомстве.

2. Учебные цели:

- на основании знаний основных законов Г. Менделя и форм взаимодействия аллельных генов уметь прогнозировать проявление нормальных и патологических признаков в потомстве;
- знать основные термины генетики.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ особенности гибридологического метода;
- ✓ I закон единообразия Г. Менделя;
- ✓ II закон расщепления Г. Менделя;
- ✓ анализирующее и возвратное скрещивание;
- ✓ гипотеза чистоты гамет;
- ✓ виды взаимодействия аллелей генов;
- ✓ множественные аллели и закономерности их наследования.
- ✓ закон независимого комбинирования признаков;
- ✓ виды взаимодействия аллелей разных генов:
 - 1) комплементарность
 - 2) эпистаз
- ✓ полимерное, или полигенное, взаимодействие генов.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ определять генотипы родителей по фенотипу детей, определять генотипы детей по генотипу и фенотипу родителей при решении задач;
- ✓ использовать полученные теоретические знания при решении ситуационных задач с целью прогнозирования вероятности возникновения наследственной патологии у человека.
- ✓ выводить формулу расщепления по фенотипу при ди- и полигибридном скрещивании;
- ✓ выводить формулу числа гамет, если гены расположены в разных парах хромосом;
- ✓ выводить формулы расщепления при различных видах взаимодействия неаллельных генов: комплементарном, эпистазе и полигенном;
- ✓ решать задачи на ди- и полигибридное скрещивание, неаллельные взаимодействия генов.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоконтроля:

- 1) Введение в науку генетику. Значимость генетики для медицины.

- 2) Основные понятия и определения: наследственность, изменчивость, ген, локус, аллель, аллельные гены, альтернативные аллели, доминантный аллель, рецессивный аллель, геном, генотип (гомозиготный, гетерозиготный, гемизиготный), фенотип, признак, гибридологический метод, гибрид, «чистые» линии, моногибридное (дигибридное, полигибридное) скрещивание.
- 3) I закон Менделя – закон единообразия или правило доминирования.
- 4) II закон Менделя – закон расщепления гибридов второго поколения.
- 5) Правило «чистоты» гамет.
- 6) Анализирующее скрещивание.
- 7) Менделирующие признаки у человека.
- 8) Причины отклонения от законов Менделя. Летальные гены.
- 9) Виды взаимодействия аллелей генов: полное доминирование (фенилкетонурия), неполное доминирование (серповидно-клеточная анемия), сверхдоминирование (гетерозис), кодоминирование (IV группа крови по системе АВО у человека как пример кодоминирования).
- 10) Множественные аллели. Особенности наследования групп крови по системе АВО у человека.
- 11) Аллельное исключение.
- 12) Дигибридное и полигибридное скрещивание. III закон Менделя и его цитологическое обоснование. Наследование генов и признаков, расположенных в разных хромосомах.
- 13) Статистические закономерности при полигибридном скрещивании. Формула подсчета числа гамет и расщепления.
- 14) Виды взаимодействия неаллельных генов:
- 15) Комплементарность (формулы расщеплений).
- 16) Эпистаз (формулы расщеплений).
- 17) Полимерия (формулы расщеплений).
- 18) Плейотропное действие генов.

4. **Вид занятия:** практическое занятие.

5. **Продолжительность занятия** – 3 часа (135 мин).

6. **Оснащение.**

1. Дидактический материал: таблиц: Моногибридное скрещивание, Множественные аллели, Анализирующее скрещивание, Доминирование; Окраска цветов львиного зева. Дигибридное скрещивание, Комплементарное действие генов, Полимерное действие генов, Взаимодействие генов (эпистаз), Взаимодействие генов (наследование гребня у кур), Плейотропное действие генов. Сборник задач по медицинской генетике и биологии; обучающая компьютерная программа ROSH.

7. Содержания занятия

7. 1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Выполнение тестовых заданий.

1. ГАМЕТА ДЛЯ КАЖДОГО ПРИЗНАКА СОДЕРЖИТ

- 1) один аллельный ген
- 2) два аллельных гена
- 3) три аллельных гена
- 4) четыре аллельных гена

2. АЛЛЕЛЬНЫМИ НАЗЫВАЮТСЯ ГЕНЫ

- 1) располагающиеся в разных парах хромосом
- 2) располагающиеся в гомологичных хромосомах
- 3) располагающиеся в одинаковых локусах гомологичных хромосом и контролирующее проявление одного признака

- 4) контролирующие проявления одного и того же признака у организмов разных видов
3. ГЕТЕРОЗИС ЭТО
- 1) близкородственное скрещивание
 - 2) сила гибридов, полученных при скрещивании чистых линий, одна из которых гомозиготна по доминантным, а другая – по рецессивным генам
 - 3) отдаленная гибридизация
 - 4) межвидовая гибридизация
4. У МАЛЬЧИКА IV ГРУППА КРОВИ, А У ЕГО СЕСТРЫ – I ГРУППА. О ГРУППАХ КРОВИ ИХ РОДИТЕЛЕЙ МОЖНО СКАЗАТЬ
- 1) оба родителя имеют IV группу крови
 - 2) один из родителей имеет I группу крови, а второй – IV
 - 3) один из родителей имеет II группу крови, а второй – III группу
 - 4) у этих детей разные отцы
5. ГЛУХОНЕМОТА МОЖЕТ КОНТРОЛИРОВАТЬСЯ ДВУМЯ ПАРАМИ РЕЦЕССИВНЫХ ГЕНОВ, ЛОКАЛИЗОВАННЫХ В АУТОСОМЕ. ОТ БРАКА ДВУХ ГЛУХОНЕМЫХ РОДИТЕЛЕЙ РОДИЛСЯ НОРМАЛЬНЫЙ РЕБЕНОК. ОПРЕДЕЛИТЕ ГЕНОТИП ЕГО РОДИТЕЛЕЙ.
- 1) $aa \times aa$
 - 2) $Aabb \times aabb$
 - 3) $Aabb \times Aabb$
 - 4) $Aabb \times aaBb$
6. ВИД ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕАЛЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ
- 1) кодоминирование
 - 2) сверхдоминирование
 - 3) полимерия
 - 4) плейотропия
7. НОВООБРАЗОВАНИЕ ЯВЛЯЕТСЯ ДЕМОНСТРАЦИЕЙ ПРОЯВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕНОВ ТИПА
- 1) комплементарное взаимодействие генов
 - 2) множественное действие гена
 - 3) ген, сцепленный с полом
 - 4) доминантность-рецессивность
8. ПРИ ДИГИБРИДНОМ СКРЕЩИВАНИИ (НЕСЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ) ДОМИНАНТНОЙ И РЕЦЕССИВНОЙ ФОРМ В F_2 ПРОИСХОДИТ РАСЩЕПЛЕНИЕ ПО ФЕНОТИПУ В СООТНОШЕНИИ
- 1) $9 : 3 : 3 : 1$
 - 2) $1 : 2 : 1$
 - 3) $3 : 1$
 - 4) $1 : 1 : 1 : 1$

7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

7.3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

Преподаватель знакомит студентов с методикой решения типовых задач.

7.4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя

Решение задач

Сборник задач по медицинской генетике и биологии: учебное пособие для обучающихся / под ред. Викторовой Т.В. -Уфа, 2023.

Раздел 3. Закономерности наследования признаков.

Полное доминирование. Стр. 16 – 22, №№ 4, 5, 10, 16.

Неполное доминирование. Стр. 22 – 24, №№ 1,2.

Множественные аллели. Кодоминирование. Стр. 25 – 26, №№ 1, 2, 3.

Ди- и полигибридное скрещивание. Стр. 26 – 31 (разобрать образец решения задач), №№ 1, 2, 6.

Комплементарность. Стр. 34, №№ 3, 4, 5.

Эпистаз. Стр. 35-36 (доминантный эпистаз – №1; рецессивный эпистаз – № 1).

Полимерия. Стр. 36 – 37, № 1.

7.5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Ситуационная задача

У человека ген кареглазости доминирует над геном голубоглазости. От брака кареглазого мужчины и кареглазой женщины родился ребенок с голубыми глазами. Определить генотипы родителей.

Полидактилия (шестипалость), близорукость и отсутствие малых коренных зубов обусловлены доминантными аутосомными не сцепленными между собой генами. Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, где оба родителя страдают тремя недостатками, но гетерозиготны по всем трем парам генов.

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

1.Тема и ее актуальность: Закономерности сцепленного наследования.
(Сцепленное наследование генов и признаков. Хромосомная теория наследственности. Генетика пола. Наследование признаков, сцепленных с полом).

Данная тема необходима для изучения явления сцепленного наследования для построения генетических карт хромосом, гентипического определения пола; знакомства с типами хромосомного определения пола и значения кроссинговера в возникновении комбинативной изменчивости.

2.Учебные цели:

- на основании знаний закона Т. Моргана прогнозировать наследование признаков у человека и других организмов при полном и неполном сцеплении генов.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ группы сцепления генов.
- ✓ полное сцепление;
- ✓ неполное сцепление;
- частота кроссинговера – мера генетической длины хромосом;
- ✓ распределение последовательности в расположении генов;
- генетические и цитологические карты хромосом;
- ✓ типы хромосомного определения пола: сингамное, прогамное, эпигамное; наследование признаков, сцепленных с полом.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ решать ситуационные задачи на полное и неполное сцепление генов в аутосомных и половых хромосомах применительно к норме и патологии человека.

3.Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки

- 1) Причины отклонения от законов Менделя.
- 2) Особенности наследования генов, расположенных в одной хромосоме. Сцепленное наследование у дрозофилы (опыты Моргана).
- 3) Полное и неполное сцепление генов. Кроссинговер и рекомбинация генов.
- 4) Формула расчета частоты рекомбинации.
- 5) Основные положения хромосомной теории наследственности.
- 6) Линейное расположение генов в хромосоме. Генетические карты хромосом. Построение генетической карты методом «трех точек».
- 7) Цитологические карты хромосом.
- 8) Генетика пола. Морфология половых хромосом. Гены, сцепленные с X-хромосомой и с Y-хромосомой.
- 9) Способы определения пола у животных и человека (прогамное, эпигамное, сингамное).
- 10) Механизм дифференцировки пола у человека. Первичные и вторичные половые признаки.
- 11) Синдром тестикулярной феминизации (синдром Морриса) как пример нарушения половой дифференцировки.
- 12) Закономерности сцепленного с полом наследования. Примеры заболеваний человека, наследуемых сцепленно с половыми хромосомами.

4. **Вид занятия:** практическое занятие.

5. **Продолжительность занятия** – 3 часа (135 мин).
6. **Оснащение.** Таблицы: №№69, 70, 71, 72, 90, 91, 92, 93, 94, 95. Генная карта хромосом человека, Генетические и цитогенетические карты хромосом, картирование хромосом человека, Кроссинговер, Сцепленное наследование, Генетическая рекомбинация при сцеплении, Сцепленное с полом наследование, Хромосомный механизм определения пола, Половые хромосомы; Сборник задач по биологии и медицинской генетике; обучающая компьютерная программа ROSH.

7. Содержания занятия:

7. 1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Выполнение тестовых заданий.

1. КРОССИНГОВЕР ПРОИСХОДИТ В ...
 - 1) митозе на стадии четырех хроматид
 - 2) профазе I мейоза
 - 3) анафазе I мейоза
 - 4) профазе II мейоза
2. МУЖСКОЙ ПОЛ У ЧЕЛОВЕКА И ДРОЗОФИЛЫ ЯВЛЯЕТСЯ
 - 1) гомогаметным по X-хромосоме
 - 2) гомогаметным по Y-хромосоме
 - 3) гетерогаметным по половым хромосомам
 - 4) гомогаметным по половым хромосомам и гетерогаметным по аутосомам
3. ПРИЗНАКИ, СЦЕПЛЕННЫЕ С НЕГОМОЛОГИЧНЫМ УЧАСТКОМ Y-ХРОМОСОМЫ
 - 1) не передаются ни сыновьям, ни дочерям
 - 2) передаются только дочерям
 - 3) передаются всем сыновьям, поскольку они получают от отца Y-хромосому
 - 4) нет правильного ответа
4. КРОССИНГОВЕР МЕЖДУ ГОМОЛОГИЧНЫМИ ХРОМОСОМАМИ НЕ ПРОИСХОДИТ У
 - 1) мужчин
 - 2) самца тутового шелкопряда
 - 3) самца дрозофилы
 - 4) женщин

7. 2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

7. 3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

Преподаватель знакомит студентов с методикой решения типовых задач.

7. 4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Решение задач

Сборник задач по медицинской генетике и биологии: учебное пособие для обучающихся / под ред. Викторовой Т.В. -Уфа, 2023.

Раздел 3. Закономерности наследования признаков.

1. Явление сцепления признаков. Кроссинговер. Стр. 42 – 49. №№ 1, 5, 13.
2. Наследование признаков, сцепленных с полом. Стр. 37 – 42. №№ 3, 11.

7. 5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Сборник задач по медицинской генетике и биологии: учебное пособие для обучающихся / под ред. Викторовой Т.В. -Уфа, 2023.

Раздел 3. Закономерности наследования признаков.

1. Явление сцепления признаков. Кроссинговер. Стр. 42 – 49. №№ 3, 6.
2. Наследование признаков, сцепленных с полом. Стр. 37 – 42. №№ 2, 7

Ситуационная задача

У человека катаракта (заболевание глаз) и полидактилия (шестипалость) определяются аутосомными доминантными тесно сцепленными генами. Женщина, нормальная по обоим признакам, вышла замуж за мужчину с двумя аномалиями. Известно, что катаракту он унаследовал от матери, а полидактилию – от отца. Каков прогноз потомства в этой семье?

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 10

1. Тема и ее актуальность: Изменчивость.

(Изменчивость как свойство живого, ее формы. Фенотипическая (модификационная или ненаследственная). Статистический метод изучения изменчивости. Генотипическая (наследственная) изменчивость на геномном, хромосомном и геномном уровнях организации наследственного материала).

Данная тема имеет важное значение в плане перехода от изучения закономерности наследственности к познанию свойств изменчивости, установить их единство и противоположность, рассмотреть изменчивость с генетических позиций. Изменчивость является одним из движущих факторов эволюции. Современное многообразие органического мира обусловлено мутационной и комбинативной изменчивостью. Модификационная изменчивость носит адаптивный характер, она имеет значение и в медицине, обуславливая индивидуальность реакции больных, страдающих одним и тем же заболеванием (что должен знать врач), то есть отражает различную экспрессивность проявления патологического гена в фенотипе.

Изучение мутационной изменчивости позволяет выяснить причины нарушения наследственного материала на всех уровнях его организации, знакомит студентов с конкретным материалом о генетической опасности загрязнения окружающей среды, способствует формированию экологического и генетического мышления.

2. Учебные цели:

- уметь оценивать форму изменчивости, факторы ее вызывающие, и в зависимости от этого прогнозировать возможность и степень проявления наследственной патологии;
- изучить основные формы изменчивости;
- овладеть биометрическими методами оценки степени и характера модификационной изменчивости;
- знать о факторах и механизмах мутагенеза;
- иметь представление о генных и хромосомных болезнях.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ построение вариационного ряда и вариационной кривой; вычисление средней арифметической, ошибки средней арифметической;
- ✓ определение степени вариабельности признака;
- ✓ классификацию мутаций по характеру изменения генотипа:
 - 1) геномные;
 - 2) хромосомные aberrации (перестройки);
 - 3) точковые (генные) мутации.
- ✓ генеративные и соматические мутации;
- ✓ спонтанные и индуцированные мутации;
- ✓ мутации на организменном и популяционно-видовом уровнях жизни;
- ✓ иметь понятие о наследственных болезнях (хромосомные болезни и болезни обмена веществ);
- ✓ репарацию генетического материала.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ статистически обрабатывать материал;
- ✓ определять изменения в кариотипе при хромосомных болезнях: Дауна, Патау, Эдвардса, Шерешевского-Тернера, трисомии по X-половой хромосоме;

- ✓ расшифровать механизм полиплоидии, гетероплоидии, хромосомных aberrаций и генных мутаций.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки

- 1) Изменчивость и виды изменчивости.
- 2) Генотипическая (наследственная) изменчивость (определение, классификация).
- 3) Комбинативная изменчивость, механизмы возникновения.
- 4) Мутационная изменчивость.
- 5) Понятие о мутациях. Основные свойства мутаций.
- 6) Мутагенные факторы (физические, химические, биологические), механизмы их действия. Репарация ДНК (световая, эксцизионная).
- 7) Классификация мутаций.
- 8) Геномные мутации (определение, механизмы возникновения). Хромосомные болезни человека, обусловленные геномными мутациями.
- 9) Хромосомные мутации (определение, механизмы возникновения). Хромосомные болезни человека, обусловленные хромосомными мутациями.
- 10) Генные мутации (определение, механизмы возникновения). Наследственные моногенные болезни человека, обусловленные генными мутациями.
- 11) Ненаследственная изменчивость (определение, классификация).
- 12) Модификационная изменчивость. Основные свойства модификаций. Норма реакции. Экспрессивность. Пенетрантность. Фенокопии и генокопии.

4. Вид занятия: практическое

5. Продолжительность занятия – 3 часа (135 мин)

6. **Оснащение.** Таблицы: №76 «Модификация изменчивости у растений»; №82 «Мутационная изменчивость животных», №105 «Болезнь Дауна», № 110 «Трисомия по группе E, D», № 115 «Внешний вид больных при некоторых наследственных заболеваниях», №121 «Фенилкетонурия».

7. Содержание занятия:

7.1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Выполнение тестовых заданий.

1. МОДИФИКАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ В ОТЛИЧИЕ ОТ МУТАЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
 - 1) носит индивидуальный характер
 - 2) связана с изменениями в хромосомах
 - 3) не передается по наследству
 - 4) передается по наследству
2. УКАЖИТЕ ВИД ИЗМЕНЧИВОСТИ, КОТОРЫЙ НЕ НАСЛЕДУЕТСЯ
 - 1) мутационная
 - 2) комбинативная
 - 3) фенотипическая
 - 4) цитоплазматическая
3. РАЗЛИЧИЯ ПО ФЕНОТИПУ У ОСОБЕЙ С ОДИНАКОВЫМ ГЕНОТИПОМ СВИДЕТЕЛЬСТВУЕТ О ВОЗНИКНОВЕНИИ У НИХ ИЗМЕНЧИВОСТИ
 - 1) модификационной
 - 2) мутационной
 - 3) комбинативной
 - 4) соотносительной

4. ЧАСТОТА ПРОЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКА НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) фенкопией
- 2) пенетрантностью
- 3) генокопией
- 4) экспрессивностью

5. ПОЛИПЛОИДИЯ – ОДНА ИЗ ФОРМ ИЗМЕНЧИВОСТИ

- 1) соотносительной
- 2) комбинативной
- 3) мутационной
- 4) модификационной

7. 2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

Преподаватель знакомит студентов с методикой решения типовых задач

7. 3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

7. 4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Определение степени variability признака и коэффициента вариации в зависимости от условий окружающей среды.

Задание: Составить и обработать вариационный ряд, определить степень variability признака и коэффициент вариации.

Таблица. Вес и рост 50 мальчиков и 50 девочек (по архивным данным роддома № 4 г. Уфы).

Мальчики						Девочки					
Вес			Рост			Вес			Рост		
3100	3300	3700	52	54	53	3100	3300	3800	50	50	55
3800	3600	3400	56	54	53	3500	3700	3200	52	52	53
4300	3500	2500	58	52	53	5500	3200	3500	54	51	53
3500	3200	3400	53	56	58	8000	3100	3800	48	52	55
3700	3300	3200	56	55	53	3000	3200	3400	50	52	54
3000	3300	3700	50	54	54	3000	3600	3200	51	56	54
3500	3200	3300	54	58	53	3700	3800	3500	57	52	54
3600	4000	3000	51	58	57	2600	4400	3000	50	57	52
3600	3500	3500	52	54	56	3100	3400	2200	51	54	44
4300	3400	2400	55	53	57	3100	3600	3000	51	53	51
3700	3400	2700	47	51	56	3600	3000	3800	57	50	58
3500	4100	3500	50	59	53	3500	3500	2500	54	52	50
3800	3700	3200	47	46	57	3500	2200	3700	52	46	55
3000	3800	4400	56	54	52	3400	3100	3000	55	52	52
4500	3900	3200	58	55	51	1900	3800	4000	44	55	54
2400	3900	3100	49	53	53	3400	2800	3200	54	52	53
3500	3300		51	53		3100	3800		52	52	

Исследуемые 50 единиц наблюдения составят выборочную совокупность.

1. Постройте вариационный ряд

- выпишите цифровые показатели в порядке убывания или нарастания величин, (данная совокупность составит вариационный ряд)
- определите крайние варианты (лимиты изменчивости), которые показывают, в каких пределах изменяется признак
- все варианты разбейте на группы
- определите величину интервала между группами
- для этого разделите разницу между наибольшей и наименьшей величиной на число групп
- распределите все варианты по группам
- вычислите среднее значение каждой группы:

$$V = \text{сумма крайних вариантов} / 2$$

2. Вычислите среднюю арифметическую. $\Sigma VP/n$,
 ΣVP

$$M = \frac{\Sigma VP}{n}, \text{ где } M - \text{среднее арифметическое}$$

n – число вариантов в совокупности
 V – среднее значение группы
 P – частота данной группы
 Σ – знак суммирования

3. Определите степень variability признака.

1. Найдите отклонения среднего значения группы от среднего арифметического ряда.
 $V - M$
2. Возведите в квадрат полученное значение $(V - M)$
3. Суммируйте эти величины $\Sigma (V - M)^2$
4. Вычислите степень variability σ

$$\sigma = \frac{\sqrt{\Sigma (V - M)^2 P}}{n}$$

4. Вычислите коэффициент вариации. (К)

$$K = \frac{\sigma}{M} \times 100\%$$

Если величина К составляет от 0 – 10% - варьирование признака небольшое

К 11 – 20% - варьирование среднее

К больше 20% - варьирование большое

Сделайте вывод:

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Решение задач

Сборник задач по медицинской генетике и биологии: учебное пособие для обучающихся/ под ред. Викторовой Т.В. -Уфа, 2023.

Раздел 4. Изменчивость.

1. Фенотипическая изменчивость. Пенетрантность. Стр. 51 – 54, № 1 – 3.
2. Геномные мутации. Стр. 55 – 57, № 1 – 3.
3. Хромосомные болезни (см. фото). Механизм образования транслокационной формы болезни Дауна (кариотип 46; trs 15⁺²¹).

4. Генные мутации. Стр. 54 – 55, № 1 – 4.

7. **5. Контроль конечного уровня усвоения темы**

Выполнение тестовых заданий.

Сборник задач по медицинской генетике и биологии: учебное пособие для обучающихся/
под ред. Викторовой Т.В. -Уфа, 2023.

Раздел 4. Изменчивость.

1. Фенотипическая изменчивость. Пенетрантность. Стр. 51 – 54, № 5.
2. Геномные мутации. Стр. 55 – 57, № 4.
3. Хромосомные болезни (см. фото). Механизм образования транслокационной формы болезни Патау.

Ситуационная задача

Как изменится структура белка, если из кодирующего его участка ДНК
3' ТТА-ТГТ-ААА-ТТТ-ЦАГ-5' удалить пятый и 13-й слева нуклеотиды?

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11

1. Тема и ее актуальность: Методы антропогенетики.

(Методы медицинской генетики: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, дерматоглифический, популяционно-статистический и молекулярно-генетический).

Знание существующих методов изучения наследственности человека позволит на конкретном материале разобрать диагностический подход при анализе наследственных признаков (в норме и при нарушениях), что имеет большое значение в медицинской подготовке студентов.

2. Учебные цели:

- знать типы наследования признаков;
- уметь составлять родословные для анализа характера наследования и прогнозирования степени риска проявления наследственной патологии;
- иметь представление о близнецовом методе изучения наследственности человека. изучить возможности биохимического, дерматоглифического и цитогенетического методов для медико-генетического консультирования и пренатальной диагностики;
- получить представление об этапах цитогенетического анализа, способах окрашивания хромосом;
- знать классификацию хромосом человека согласно Денверской и Парижской номенклатуре. изучить возможности и задачи популяционно-статистического метода;
- различать идеальные и реальные популяции;
- получить представление о применении закона Харди-Вайнберга для характеристики генетической структуры популяции;
- знать элементарные факторы эволюции;
- понимать сущность молекулярно-генетического метода;
- знать задачи, принципы и методы медико-генетического консультирования и пренатальной диагностики.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ особенности человека как объекта генетического исследования;
- ✓ методы изучения наследственности человека, в частности, в клинико-генеалогическом методе – типы наследования;
- ✓ определять пенетрантность фенотипического проявления гена;
- ✓ понятие кариотипа, денверскую номенклатуру хромосом, хромосомные болезни человека;
- ✓ значение биохимического метода в выявлении гетерозиготных носителей ферментопатий и предрасположенности к ряду заболеваний
- ✓ понятие генетической популяции;
- ✓ закон равновесия генов и генотипов в популяциях (Харди-Вайнберга) и условия его выполнения;
- ✓ генетико-автоматические процессы в популяциях (дрейф генов).;
- ✓ принцип постановки полимеразной цепной реакции (ПЦР) и ее значение в диагностике наследственных болезней;

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ правильно пользоваться условными обозначениями генеалогического метода и составлять несложные родословные для анализа характера наследования, определения несомненной гетерозиготности и прогнозирования степени риска проявления наследственной патологии человека;
- ✓ выяснять степень зависимости в проявлении признака от средовых и наследственных факторов, определять % конкордантности по данному признаку у моно- и дизиготных близнецов
- ✓ различать формы метафазных хромосом, группировать хромосомы согласно Денверской классификации, по изменению в кариотипе устанавливать диагноз хромосомных болезней, определять X-половой хроматин;
- ✓ вычислять частоту доминантных и рецессивных аллелей в норме и патологии, определять структуру популяции по отдельным менделирующим признакам человека и на их основе прогнозировать частоту наследственных болезней;
- ✓ решать задачи, связанные с моделированием различных мутационных изменений в структуре кодирующей нити ДНК;

3.Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки:

- 1) Основные методы изучения генетики человека.
- 2) Генеалогический метод. Возможности метода.
- 3) Условные обозначения и правила составления родословной.
- 4) Типы наследования признаков: аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, сцепленный с X-хромосомой доминантный и рецессивный, сцепленный с Y-хромосомой. Особенности родословных при разных типах наследования.
- 5) Сущность близнецового метода. Оценка доли наследственности с применением формулы Хольцингера.
- 6) Биохимический метод. Примеры выявления гетерозиготных носителей ферментопатий (фенилкетонурия) и лиц предрасположенных к ряду заболеваний (сахарный диабет, атеросклероз, гипертония) с нагрузочными тестами).
- 7) Дерматоглифический метод. Ладонные линии, их значимость при наследственных синдромах. Гребневые линии пальцев (дуги, петли, завитки). Гребневый счет и его значимость при наследственных синдромах.
- 8) Изучение полового хроматина в интерфазных ядрах (тельца Барра, барабанные палочки).
- 9) Цитогенетический метод. Прямые и непрямые методы цитогенетического анализа. Основные этапы культивирования периферической венозной крови. Методы окраски хромосом (рутинная, дифференциальная, FISH – флуоресцентная).
- 10) Изучение кариотипа человека с применением Денверской классификации рутинно окрашенных хромосом.
- 11) Использование рутинной окраски для выявления нарушения числа хромосом.
- 12) Использование дифференциальной окраски для точной идентификации хромосом и выявления хромосомных перестроек.
- 13) Классификация дифференциально окрашенных хромосом согласно Парижской номенклатуре.
- 14) FISH – метод – современный метод молекулярной цитогенетики.
- 15) Основные понятия популяционной генетики: популяция, генофонд, генетический груз.
- 16) Характеристика популяций человека: большие и малые (демы, изоляты).
- 17) Идеальные популяции. Закон Харди-Вайнберга. Реальные популяции.
- 18) Движущие силы эволюции: мутации (генетический груз), популяционные волны (причины: малые численности, уменьшение ресурсов в результате стихийных

бедствий, миграции населения), дрейф генов (генетико-автоматические процессы), изоляция (географическая, генетическая, морфофизиологическая, экологическая, этнологическая, социальная), естественный отбор (движущий, стабилизирующий, дизруптивный).

19) Популяционно-статистический метод. Возможности метода.

20) Молекулярно-генетический метод. Возможности метода. Сущность метода полимеразной цепной реакции синтеза ДНК (ПЦР). Этапы ПЦР. Практическая значимость ПЦР-анализа в современной медицине (генетике человека, гинекологии, стоматологии и др.). Секвенирование ДНК.

4. Вид занятия: практическое занятие

5. Продолжительность занятия – 3 часа (135 мин).

6. Оснащение: таблицы: № 83 «Доминантный тип наследования»; № 84 «Аутосомно-доминантный тип наследования»; № 85 «Аутосомно-рецессивный тип наследования»; № 84 «Х-сцепленный доминантный тип наследования. Х-доминантный и Х-рецессивный тип наследования»; № 96 «Рецессивный тип наследования, сцепленный с полом»; № 102 «Дерматоглифика»; № 104 «Наследственность, сцепленная с полом по гемофилии»; № 108 «Наследственность и среда. Близнецы»; № 109 «Близнецовый метод»; № 158 «Биохимические методы в клинической генетике»

7. Содержания занятия:

7. 1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Выполнение тестовых заданий.

1. ОСОБИ МУЖСКОГО ПОЛА НА СХЕМЕ РОДОСЛОВНОЙ ОБОЗНАЧАЮТСЯ СИМВОЛОМ
 - 1) круг с точкой внутри
 - 2) квадрат
 - 3) круг
 - 4) треугольник
2. ДЛЯ АЛЬБИНИЗМА ХАРАКТЕРЕН ТИП НАСЛЕДОВАНИЯ
 - 1) аутосомно-доминантный;
 - 2) доминантный сцепленный с Х-хромосомой
 - 3) аутосомно-рецессивный
 - 4) голандрический
3. ВЫДЕЛИЛ СРЕДИ БЛИЗНЕЦОВ ДВЕ ГРУППЫ: МОНОЗИГОТНЫЕ И ДИЗИГОТНЫЕ И ПРЕДЛОЖИЛ ИСПОЛЬЗОВАТЬ МЕТОД АНАЛИЗА БЛИЗНЕЦОВ ДЛЯ РАЗГРАНИЧЕНИЯ РОЛИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И СРЕДЫ В РАЗВИТИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЗНАКОВ У ЧЕЛОВЕКА:
 - 1) Т. Морган
 - 2) В. Иоганнсен
 - 3) А. Вейсман
 - 4) Ф. Гальтон
4. БЛИЗНЕЦОВЫЙ МЕТОД ПОЗВОЛЯЕТ
 - 1) изучать кожный рисунок концевых фаланг пальцев
 - 2) выявить степень зависимости признака от генетических и средовых факторов
 - 3) выявить степень родства между популяциями
 - 4) диагностировать болезни обмена веществ
5. НАЗОВИТЕ ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ФАКТОР, КОТОРЫЙ ЯВЛЯЕТСЯ ВЕДУЩИМ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ
 - 1) мутационный процесс
 - 2) дрейф генов
 - 3) естественный отбор

4) генетическая комбинаторика

6. ГЕНОФОНДОМ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) совокупность генов всех особей популяции, существующих в данное время
- 2) совокупность генов гаплоидного набора хромосом
- 3) совокупность генов, локализованных в аутосомных хромосомах
- 4) совокупность генов диплоидного набора хромосом

7. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ГРУЗ ПОПУЛЯЦИИ ЭТО

- 1) накопление мутантных аллелей в определенные периоды года (весна, осень);
- 2) насыщенность популяций рецессивными генами, снижающими адаптацию особей к условиям существования;
- 3) особенности генотипа особей данной популяции;
- 4) совокупность особей, занимающих определенный ареал и имеющих различные генотипы.

8. В ОСНОВЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЛЕЖИТ ИЗУЧЕНИЕ

- 1) структуры хромосом
- 2) структуры ДНК
- 3) числа хромосом в кариотипе

влияния среды на развитие признака

7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

7.3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

1. Анализ родословных

Не все методы генетики применимы к анализу наследования тех или иных признаков у человека. Однако по исследованию фенотипов нескольких поколений родственников можно установить характер наследования признака и генотипы отдельных членов семей, определить вероятность проявления и степень риска для потомства по тому или иному заболеванию. Метод анализа родословных получил название генеалогического. Он служит основой для проведения медико-генетического консультирования.

Составление родословных имеет свои правила. Лицо, по отношению к которому составляется схема, называется *пробанд*. Схема составляется при помощи условных обозначений, приведенных в таблице (приложение). Каждое поколение исследуемых лиц располагается в одну строчку и нумеруется римскими цифрами. Члены одного поколения нумеруются арабскими цифрами.

После составления схемы проводится анализ, состоящий из нескольких этапов:

- определение, наследуемый ли данный признак;
- определение типа наследования;
- определение генотипов членов родословной;
- определение вероятности проявления признаков у потомков.

Рассмотрим основные признаки родословных схем для определения типа наследования:

Аутосомно-доминантный тип наследования характеризуется следующими признаками:

- больные в каждом поколении;
- больной ребенок у больных родителей;
- болеют в равной степени мужчины и женщины;
- наследование идет по вертикали и по горизонтали;
- вероятность наследования 100%, 75% и 50%.

Аутосомно-рецессивный тип наследования характеризуется следующими признаками:

- больные не в каждом поколении;
- у здоровых родителей больной ребенок;
- болеют в равной степени мужчины и женщины;

- наследование идет преимущественно по горизонтали;
- вероятность наследования 25%, 50% и 100%.

Сцепленный с полом рецессивный тип наследования характеризуется следующими признаками:

- больные не в каждом поколении;
- у здоровых родителей больной ребенок;
- болеют преимущественно мужчины;
- наследование идет в основном по горизонтали;
- вероятность наследования 25% от всех детей и 50% у мальчиков.

Сцепленный с полом доминантный тип наследования сходен с аутосомно-доминантным, за исключением того, что мужчина передает этот признак всем дочерям (сыновья получают от отца У-хромосому, они здоровы). Примером такого заболевания является особая форма рахита, устойчивая к лечению витамином В.

Голандрический тип наследования характеризуется следующими признаками:

- 1) больные во всех поколениях;
- 2) болеют только мужчины;
- 3) у больного отца больны все его сыновья;
- 4) вероятность наследования 100% у мальчиков.

Так наследуются у человека ихтиоз кожи, обволошенность наружных слуховых проходов и средних фаланг пальцев, перепонки между пальцами на ногах и др.

Голандрические признаки не имеют существенного значения в наследственной патологии человека.

2. Близнецовый метод исследования генетики человека

Близнецовый метод позволяет оценить относительную роль генетических и средовых факторов в развитии конкретного признака или заболевания. Близнецы бывают монозиготные (однойяцевые) и дизиготные (разнойяцевые).

Монозиготные близнецы развиваются из одной оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) в результате ее деления надвое с образованием двух эмбрионов. Монозиготные близнецы имеют одинаковые генотипы и различие их признаков обусловлено только факторами внешней среды. Дизиготные близнецы рождаются, когда образуется одновременно две яйцеклетки, оплодотворяемые двумя сперматозоидами. Дизиготные близнецы имеют различные генотипы. Но благодаря одновременному рождению и совместному воспитанию у них будут общие средовые факторы.

Для доказательства роли наследственности в развитии признака необходимо сравнить долю (%) конкордантных пар (одинаковых по конкретному признаку) в группах моно- и дизиготных близнецов. Конкордантность однойяцевых близнецов обозначается КОБ, двужяцевых – КДБ.

Для вычисления используется формула Хольцингера.

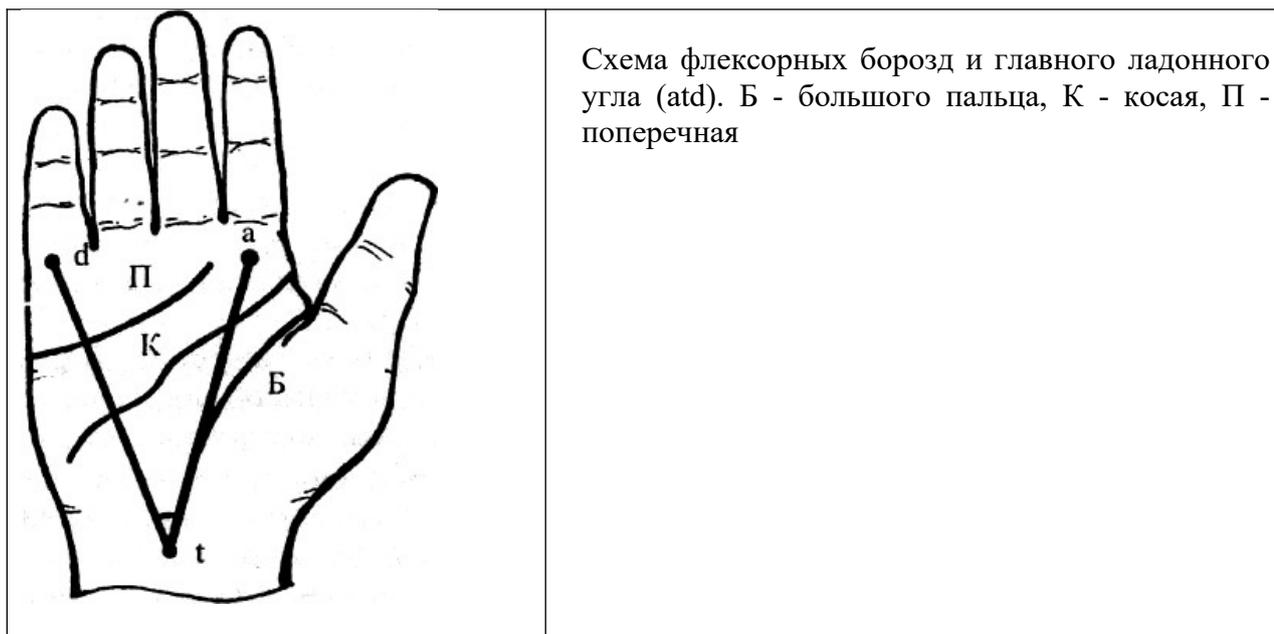
Дерматоглифический метод исследования генетики человека

Дерматоглифический анализ – это изучение папиллярных узоров пальцев, ладоней и стоп. На этих участках кожи имеются крупные дермальные сосочки, а покрывающий их эпидермис образует гребни и борозды. Дерматоглифические узоры обладают высокой степенью индивидуальности и остаются неизменными в течение всей жизни. Поэтому их используют для определения зиготности близнецов, для идентификации личности в криминалистике и установления отцовства в судебной медицине. Трудности использования дерматоглифического анализа в медицине заключаются в отсутствии специфических изменений дерматоглифики при определенных заболеваниях. В медико-генетических консультациях дерматоглифический анализ чаще используется в качестве экспресс-метода диагностики некоторых геномных мутаций (болезни Дауна), реже - хромосомных мутаций.

Папиллярные гребни на различных участках гребешковой кожи образуют узоры разного типа и ориентации. Узоры изучают на отпечатках, сделанных на бумаге, после

нанесения на кожу типографской краски. На пальцевых подушечках имеются узоры трех типов: **дуги** (A - arch), **петли** (L - loop) и **завитки** (W - whorl).

Для большинства узоров характерна **дельта** (трирадиус) - место схождения трех разнонаправленных папиллярных линий. Дуга представляет собой открытый, бездельтовый узор; петля - замкнутый с одной стороны, однодельтовый узор; завиток - полностью замкнутый, двухдельтовый узор. Иногда встречаются комбинированные сложные узоры. Количественным показателем узора является **гребневый счет** - число папиллярных линий между дельтой и центром узора. Гребневый счет дугового узора равен нулю. Узоры, аналогичные пальцевым, имеются и на ладонях - в области тенора и гипотенора и на II, III, IV и V межпальцевых промежутках.



В межпальцевых промежутках имеются трирадиусы (a, b, c, d), а вблизи браслетной складки расположен главный ладонный трирадиус t. Если соединить трирадиусы a, d и t, то получим главный ладонный угол atd, который в норме не превышает 57° . На ладони различают три главные флексорные (сгибательные) борозды: **борозды большого пальца, косая и поперечная**. Иногда косая борозда сливается с поперечной в одну **четырепальцевую борозду (ЧПБ)**. Частота ее встречаемости в норме не превышает 5%. Совокупность радиальных петель на IV и V пальцах, четырехпальцевой борозды и главного ладонного угла свыше 60° - 80° свидетельствует о врожденной компоненте наследственного заболевания.

Цитогенетический метод в исследовании генетики человека

Среди многих методов изучения наследственной патологии человека цитогенетический метод занимает существенное место. С помощью цитогенетического метода возможен анализ материальных основ наследственности и кариотипа человека в норме и патологии, изучение некоторых закономерностей мутационного и эволюционного процессов.

Методы цитогенетического анализа:

- 1) изучение хромосомного набора (кариотипа) в делящихся клетках;
- 2) экспресс-метод определения полового хроматина в ядрах интерфазных клеток.

1. Изучение хромосомного набора

Может проводиться двумя способами:

1) прямым методом – исследование метафазных хромосом в *делящихся клетках*, например, костного мозга (используется редко, в основном при новообразованиях крови), фибробластов кожи, ворсинчатой оболочки хориона (используется для анализа кариотипа плода на самых ранних сроках беременности).

б) непрямым методом – исследование метафазных хромосом в *неделящихся в норме, но стимулированных к делению клетках*. Это наиболее широко распространенный метод цитогенетического анализа, позволяющий анализировать кариотип в легко доступных клетках (периферическая кровь, клетки различных тканей и др.).

Проведение цитогенетического анализа хромосом непрямым методом осуществляется в несколько этапов:

- 1) Культивирование клеток периферической крови на искусственных питательных средах с добавлением фитогемагглютина (ФГА) – стимулятора митотического деления клеток. В норме лимфоциты (ядерные клетки) периферической крови, как правило, не делятся, находясь в стадии покоя (интерфазы). Под действием ФГА происходит их иммунологическая трансформация и они начинают активно делиться.
- 2) Добавление в среду культивирования колхицина для разрушения нитей веретена деления и остановки митоза на стадии метафазы, когда наблюдается максимальная степень конденсации (спирализации) хромосом.
- 3) Обработка клеток гипотоническим раствором хлорида натрия, вследствие чего мембрана клеток лопается и хромосомные наборы каждой клетки (пластинки) свободно лежат в плазме крови.
- 4) Окрашивание хромосом рутинным методом или методом дифференциальной окраски (см. ниже), в результате чего хромосомы становятся хорошо различимыми при микроскопировании.
- 5) Анализ кариотипа после зарисовки хромосом. В настоящее время используются современные микроскопы, способные выводить с помощью ряда компьютерных программ изображение на монитор компьютера для последующего анализа.

В случае рутинной (равномерной) окраски для окрашивания препаратов хромосом используются основные красители (азур-эозин, краситель Романовского-Гимзы, основной фуксин, орсеин и др.). После рутинной окраски хромосомы можно **распределить по группам** (от А до G) в соответствии с международной **Денверской классификацией**. Денверская классификация хромосом позволяет проанализировать общее число хромосом, определить их принадлежность к той или иной группе, а также выявить грубые хромосомные нарушения (поломки, перемещения участков хромосом, нетипичные конфигурации и др.).

В 1960 г. была предложена *Денверская классификация хромосом*, которая помимо размеров хромосом учитывает их форму, положение центромеры и наличие вторичных перетяжек и спутников. 23 пары хромосом человека разбили на 7 групп от А до G. Важным параметром является *центромерный индекс* (ЦИ), который отражает отношение (в %) длины короткого плеча к длине всей хромосомы.

Группа А. Хромосомы 1, 2, 3 пары. Это большие, метацентрические и субметацентрические хромосомы. ЦИ – 38 – 49%.

Группа В (4, 5). Большие субметцентрические хромосомы. ЦИ 24 – 30%.

Группа С (6 – 12 пары и X-половая хромосома). Хромосомы среднего размера, субметцентрические. ЦИ 27 – 35%.

Группа D (13 – 15 пары). Акроцентрические. ЦИ около 15%.

Группа E (16 – 18 пары). Относительно короткие, метацентрические или субметацентрические. ЦИ 26 – 40%.

Группа F (19 – 20 пары): две короткие субметацентрические хромосомы. ЦИ 36 – 46%.

Группа G (21 и 22 пары и Y хромосома): маленькие акроцентрические хромосомы. ЦИ 13 – 33%.

Для более точного анализа хромосом используются методы дифференциального окрашивания, которые позволяют идентифицировать хромосомы внутри определенной

группы. При дифференциальном окрашивании **каждая пара хромосом имеет свой строго специфический рисунок!** заключающийся в чередовании окрашенных и неокрашенных полос разной толщины. Рисунок дифференциально окрашенных хромосом является специфической характеристикой кариотипа данного вида организмов. Для точной идентификации дифференциально окрашенных хромосом используется **Парижская номенклатура**.

С целью получения дифференциальной окраски цитогенетических препаратов применяют специальные красители – флюорохромы в сочетании с основными красителями, используемыми для рутинной окраски.

Существуют следующие методы дифференциального окрашивания хромосом:

Самым популярным способом является **G-окрашивание** – это стандартный метод цитогенетического анализа. Применяется при выявлении небольших aberrаций и маркерных хромосом (сегментированных иначе, чем нормальные гомологичные хромосомы).

Q-окрашивание – окрашивание акрихин-ипритом с исследованием под флуоресцентным микроскопом. Чаще всего применяется для исследования Y-хромосом (быстрое определения генетического пола, выявление транслокаций между X- и Y-хромосомами или между Y-хромосомой и аутосомами, скрининг мозаицизма с участием Y-хромосом). При **Q-окраске** число, величина и расположение сегментов в хромосоме аналогично рисунку при **G-окраске**.

R-окрашивание – используется акридиновый оранжевый и подобные красители, при этом окрашиваются участки хромосом, нечувствительные к G-окрашиванию. R-сегменты окрашиваются после контролируемой тепловой денатурации. Используется для выявления деталей гомологичных G- или Q-негативных участков сестринских хроматид или гомологичных хромосом.

C-окрашивание - применяется для анализа околоцентромерных районов хромосом, содержащих конститутивный гетерохроматин, а также дистальной части Y-хромосомы.

Запомните! Рисунок каждой пары хромосом при дифференциальной окраске специфичен по числу, положению и размерам окрашенных сегментов.

FISH-метод окраски хромосом

Метод FISH-окраски (fluorescent in situ hybridization) разработан в Ливерморской национальной лаборатории (США) в 1986 г. Это принципиально новый метод изучения хромосом – метод флуоресцентного выявления ДНК путем гибридизации in situ со специфическими молекулярными зондами. Метод основан на способности хромосомной ДНК связываться при определенных условиях с фрагментами ДНК (ДНК-зондами), которые включают нуклеотидные последовательности комплементарные хромосомной ДНК. ДНК-зонды предварительно метят специальными веществами (например, биотином или дигоксигенином). Меченные ДНК-зонды наносят на цитогенетические препараты подготовленных для гибридизации метафазных хромосом. После того как произошла гибридизация, препараты обрабатывают специальными флуоресцентными красителями, конъюгированными с веществами, способными избирательно присоединяться к биотину или дигоксигенину. Каждая хромосома имеет специфическую окраску. Гибридизация может проводиться также с зондами мечеными радиоактивной меткой. Цитогенетический анализ проводится под люминесцентным микроскопом в ультрафиолетовом свете.

FISH-метод используется для выявления мелких делеций и транслокаций. Хромосомные обмены (транслокации и дицентрики) между разноокрашенными хромосомами легко определяются как разноцветные структуры.

2. Экспресс-метод определения полового хроматина

Метод заключается в анализе X-полового хроматина в интерфазных ядрах клеток слизистой оболочки полости рта. Для выявления полового хроматина клетки окрашиваются с применением основных красителей (орсеин, краситель Романовского-Гимзы и др.).

Популяционно-статистический метод

Популяция – это совокупность особей одного вида, длительно населяющих одну территорию, относительно изолированных от других групп особей данного вида, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство.

Возможности популяционно-статистического метода:

1. Метод позволяет охарактеризовать генофонд популяции. Генофонд – это совокупность всех аллелей и генотипов в конкретной популяции.
2. Метод позволяет охарактеризовать генетический груз популяции. Генетический груз – это совокупность мутантных аллелей, генотипов, а также распространенность наследственных заболеваний в конкретной популяции.
3. Дает возможность охарактеризовать мутационный процесс, оценить роль наследственности и среды в формировании генетической структуры популяции, в возникновении болезней.
4. Позволяет охарактеризовать демографические процессы в популяциях человека, выявить источники происхождения мутаций (по градиенту частот), определить основные направления миграций населения по спектру мутаций.

Основой для выяснения генетической структуры популяций является закон Харди-Вайнберга, 1908 (Дж.Г.Харди – английский математик, В.Вайнберг - немецкий врач). Это закон поддержания генетического равновесия в популяции: *в идеальной популяции частоты генов и генотипов находятся в равновесии и сохраняются неизменными в ряду поколений.*

Основные положения закона Харди-Вайнберга:

1. *Частота аллелей* в популяции – величина постоянная, $p + q = 1$, где p – частота аллеля A ; q – частота аллеля a .
2. *Частота генотипов* также величина постоянная и может быть выражена формулой: $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$, где p^2 – частота генотипа AA ; $2pq$ – частота генотипа Aa ; q^2 – частота генотипа aa .

Особенности идеальной популяции:

- 1) бесконечно большая численность;
- 2) абсолютная панмиксия, т.е. отсутствие ограничений в выборе партнера и наличие условий для случайной встречи гамет;
- 3) отсутствие мутационного процесса;
- 4) отсутствие притока (иммиграция) и оттока (эмиграция) аллелей;
- 5) отсутствие отбора.

В природе идеальных популяций не существует.

Реальные популяции по численности особей могут быть большими и малыми.

Большие популяции включают более 4 тыс. человек.

Малые подразделяются на демы и изоляты.

Демы – имеют численность от 1,5 до 4 тыс. человек.

Изоляты – наименьшие популяции людей численностью до 1,5 тыс. человек.

В реальных популяциях происходят различные генетические процессы, изменяющие частоты доминантных и рецессивных аллелей. Основные факторы, приводящие к смещению равновесия Харди-Вайнберга:

- 1) мутации;
- 2) популяционные волны;
- 3) изоляция;
- 4) дрейф генов;

5) отбор.

Эти 5 факторов – элементарные эволюционные факторы. Поскольку в больших популяциях эти факторы незначительно меняют частоты аллелей и генотипов, в них сохраняется закон Харди-Вайнберга.

1. **Мутации** – изменяют частоту генов в популяции. Доминантные мутации проявляются уже в первом поколении и сразу же подвергаются действию естественного отбора. Рецессивные мутации сначала накапливаются в популяции (т.к. не проявляются в гетерозиготном состоянии) и только с появлением рецессивных гомозигот подвергаются действию естественного отбора.

2. **Популяционные волны** – случайные колебания частот генов

Причины:

- 1) небольшие по численности популяции, например теоретически рождение мальчика или девочки равновероятно, но в малых популяциях (семья) в силу случайных причин это равновесие может нарушаться;
- 2) резкое снижение численности популяции в результате стихийных бедствий (эпидемии, наводнения, землетрясения, пожары, войны);
- 3) миграции населения в малых популяциях; *иммиграции* и *эмиграции* поставляют или устраняют какие-то аллели, изменяя соотношение частот генотипов.

3. **Изоляция** – это ограничение свободы скрещивания.

Различают несколько типов изоляции: географическая (горы, реки, проливы, большие расстояния), генетическая (неполноценность гибридов), экологическая (обитание в различных экологических нишах, например, при разных температурах), морфофизиологические (различия в строении половых органов), социальная (принадлежность к определенному слою общества, национальные традиции), этнологическая (религиозные мотивы ограничения браков) и т.д. В малых популяциях часто наблюдается инбридинг – кровно-родственные браки между родственниками. Эти браки нежелательны, т.к. они приводят к **инбредной депрессии**, поскольку у родственников высокая вероятность гетерозиготности по одному и тому же рецессивному патологическому аллелю.

4. **Дрейф генов** (генетико-автоматические процессы) – случайное резкое увеличение частот каких-либо аллелей. Этот эффект наблюдается при резком увеличении численности какой-либо небольшой группы особей, частоты генов в которой существенно отличаются от исходной популяции. Этот феномен получил название «эффект горлышка бутылки» или «эффект основателя».

5. **Отбор**. Различают *искусственный* и *естественный* отбор. В результате естественного отбора из популяции устраняются менее удачные комбинации генов и генотипов и избирательно сохраняет наиболее выгодные для существования комбинации, тем самым изменяя частоту генов. Интенсивность естественного отбора даже в современных человеческих популяциях довольно высокая. Только 25% людей вносят вклад в генофонд будущих поколений! Это связано с тем, что спонтанные аборты составляют около 50% всех зачатий, мертворождения – 3%, ранняя детская смертность – 2%, не вступает в брак около 20% людей, бесплодны – 10% браков.

Биохимический метод

Биохимические методы основаны на изучении активности ферментных систем (либо по активности самого фермента, либо по количеству конечных продуктов реакции, катализируемой этим ферментом). Биохимические методы позволяют выявить генные мутации, которые являются причиной заболевания обмена веществ (например, фенилкетонурия). Фенилкетонурия наследуется по аутосомно-рецессивному типу, больные являются рецессивными гомозиготами (*aa*). Ген (картирован 12q22-q24), мутации которого приводят к заболеванию, кодирует фермент фенилаланин-гидроксилазу, катализирующей превращение фенилаланина в тирозин. В результате у больного происходит накопление

фенилаланина, который превращается фенилпировиноградную кислоту, которая в больших концентрациях является нейротропным ядом.

С помощью нагрузочных тестов можно выявлять гетерозиготных носителей патологических генов, например фенилкетонурии. Исследуемому вводят внутривенно определенное количество аминокислоты фенилаланина и через равные промежутки времени определяют его концентрацию в крови. Если человек гомозиготен по доминантному аллелю (генотип *AA*), то концентрация фенилаланина быстро возвращается в контрольное значение, а если гетерозиготен (генотип *Aa*), то снижение концентрации фенилаланина идет вдвое медленнее. Аналогично проводят тесты, выявляющие предрасположенность к гипертонии, сахарному диабету и т.д.

Молекулярно-генетический метод

В основе всех молекулярно-генетических методов лежит изучение структуры ДНК.

Этапы анализа ДНК:

1. Выделение ДНК из клеток, содержащих ядра (крови, тканей, спермы, костей, волос и др. биологических материалов), включая трупный материал и ископаемые останки;
2. Обнаружение и размножение (копирование) небольшого интересующего фрагмента из тотальной ДНК методом полимеразной цепной реакции синтеза ДНК (ПЦР);
3. Анализ последовательности нуклеотидов интересующего фрагмента ДНК: регистрация результатов ПЦР обычно с помощью электрофореза.

Полимеразная цепная реакция синтеза ДНК

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) – метод амплификации (размножения) ДНК *in vitro*, с помощью которого в течение нескольких часов можно выявить и размножить интересующий фрагмент ДНК размером от 80 до 3000 пар нуклеотидов (пн).

Исходные компоненты ПЦР:

- 1) *ДНК-матрица* (тотальная ДНК);
- 2) *праймеры* (однонитевые синтетические фрагменты ДНК размером 20 – 30 нуклеотидов), строго комплементарные правой и левой границам интересующего фрагмента ДНК).
- 3) *нуклеотиды*, являющиеся материалом для синтеза новых комплементарных цепей ДНК);
- 4) *фермент – ДНК-полимераза*, катализирующий удлинение цепей праймеров путем последовательного присоединения нуклеотидов к растущей цепи синтезируемой ДНК.

ПЦР-анализ включает 30 циклов амплификации. Каждый цикл состоит из трех стадий:

1. *Денатурация ДНК* (расплетение двойной спирали, разрыв водородных связей между комплементарными нуклеотидами). Проходит при температуре 93 – 95°C в течение 1 мин.
2. *Отжиг* (присоединение) *праймеров* (50-60°C, 1 мин).
3. *Синтез ДНК* – достраивание одноцепочечных участков ДНК по принципу комплементарности (72°C, 1 мин).

К концу ПЦР происходит накопление нужного участка ДНК до 2ⁿ фрагментов, где n – число циклов амплификации. Этого количества достаточно для точной детекции этого фрагмента методом электрофореза.

7. 4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Разбор родословных и определение типа наследования:

- 1- аут-дом, 2 – аут-дом, 3 – комплементарность (Д-глухота, ЕЕ-глухота, Д_Е_ - норма (Д+Е-норма); 5 – Y-сцепл, 6 – Y-сцепл, 7 – X-сц, рец, 8 – аут-дом.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Просмотр демонстрационного препарата «Кариотип человека» в цитогенетической лаборатории

При увеличении $\times 90$ в поле зрения видны лейкоциты, которые имеют округлую форму, компактное округлой формы темноокрашенное ядро, окруженное широким ободком светлоголубой цитоплазмы. Среди них найдите хромосомы, лежащие вне клеток в виде скопления – метафазная пластинка. Найдите метацентрические, субметацентрические и акроцентрические хромосомы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Решение задач

Сборник задач по медицинской генетике и биологии: учебное пособие для обучающихся/ под ред. Викторовой Т.В. -Уфа, 2023.

Раздел 5. Методы исследования генетики человека:

Генеалогический метод. Стр. 58 – 63, №№ 1, 6, 8.

Близнецовый метод. Стр. 63 – 66 , № 1 – 5.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Анализ кариотипа у больных с хромосомными болезнями (по фотографиям)

№ 1. Трисомия по 13 хромосоме (синдром Патау). Кариотип 47, +13.

№ 2. Трисомия по 18 хромосоме (синдром Эдвардса). Кариотип 47, +18.

№ 3. Трисомия по 21 хромосоме (болезнь Дауна). Кариотип 47, +21.

№ 4. Делеция короткого плеча одной из хромосом 5 пары (синдром «кошачьего крика»). Кариотип 46, 5p-

№ 5. Полисомия X-хромосомы у женщин. Кариотип: 47, XXX или 48, XXXX

№ 6. Полисомия X-хромосомы у мужчин (синдром Клайнфельтера). Кариотип: 47, XXУ, 48, XXXУ –

№ 7. Моносомия по X-хромосоме (синдром Шершевского –Тернера). Кариотип: 45, XO.

Разобрать с преподавателем механизм возникновения транслокационной формы болезни Дауна (кариотип 46, 15⁺²¹).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Проведение дактилоскопического анализа

Для изготовления собственных отпечатков пальцев необходимо следующее оборудование: фотографический каток, стекло площадью $20 \times 20 \text{ см}^2$, кусок поролона, типографская краска (или аналогичный материал), листы бумаги, ручная лупа (не менее 10 см в диаметре).

Приготовление отпечатков пальцев

На стекло наносят небольшое количество краски и тщательно раскатывают катком до тонкого равномерного слоя. Пальцы испытуемого поочередно прижимаются к стеклу, а затем прикладываются к бумаге, под которой лежит поролон. Палец ставится на ребро радиальной стороны и поворачивается так, чтобы отпечатались вся поверхность пальцевой подушечки, вплоть до его ульнарной стороны. Поднимать палец надо осторожно, чтобы не сместить бумагу и не смазать рисунок. На листках подписывают фамилию, пол и возраст. Далее производится определение рисунка узора на каждом пальце левой и правой руки, записывается формула каждой из рук. Рассчитывается показатель **TRG** по двум индексам из предложенных выше, и определяется дельтовый показатель.

Таблица

Пальцы	I	II	III	IV	V	Всего
Правая рука						
Левая рука						

Аналогичную таблицу составить для определения дельтового показателя.

Пальцы	I	II	III	IV	V	Всего
Правая рука						
Левая рука						

Выводы: _____

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Цитогенетический анализ кариотипа (по микрофотографиям метафазных пластинок).

- 1) Зарисовать метафазную пластинку.
- 2) Подсчитать общее количество хромосом.
- 3) Идентифицировать хромосомы групп А (3 пары крупных метацентрических хромосом), В (две пары крупных субметацентрических хромосом), Д (3 пары средних акроцентрических хромосом), G (две пары мелких акроцентрических хромосом).
- 4) Определить половую принадлежность обследуемого индивида. При наличии 4-х мелких акроцентрических хромосом (2 пары G-хромосом) устанавливается женский кариотип. При наличии 5 мелких акроцентрических хромосом (2 пары G-хромосом и Y-хромосома) устанавливается мужской кариотип.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Экспресс-метод исследования X-полового хроматина в ядрах эпителия слизистой оболочки полости рта

Перед взятием соскоба пациента просят обкусать зубами слизистую оболочку щеки и внутреннюю поверхность щеки протереть марлевой салфеткой. Эта процедура необходима для удаления разрушенных клеток, где половой хроматин не выявляется. При помощи щпателя или предметного стекла, предварительно обработанного спиртом, проводят легкий соскоб слизистой оболочки щеки. Беловатый налет наносят тонким слоем на обезжиренное предметное стекло. Препарат окрашивают краской ацет-орсеин (уксусная кислота фиксирует клетки, орсеин хорошо окрашивает ядерные структуры), покрывают покровным стеклом., представляя краске равномерно распределятся по мазку. Большим пальцем придавливают покровное стекло к предметному, предварительно положив на покровное стекло фильтровальную бумагу. Препарат рассматривают под микроскопом ($\times 90$). В поле зрения видны эпителиальные клетки слизистой оболочки полости рта с хорошо окрашенными ядрами. В ядрах половой хроматин располагается около внутренней ядерной оболочки в виде полулуния, зубчика, треугольника. Половой хроматин следует учитывать в клетках с неповрежденным ядром. Подсчет половой хроматина ведут на 100 клеток. В 100 соматических клетках здоровых женщин X-половой хроматин выявляется в 40 – 60% ядер.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Применение закона Харди-Вайнберга для расчета частот генотипов, аллелей и характеристики генетической структуры популяции (группы), используя тест на праворукость и леворукость

Изучение распределения профилей моторной асимметрии у студентов в группе

Цель работы: определение частоты аллелей праворукости и леворукости.

Выполнение работы: Студенты проводят тестирование по моторным пробам, результаты записывают в виде таблицы. Анализ результатов позволяет оценить профиль моторной асимметрии студента, а также определить количество студентов, преимущественно владеющих правой рукой (правши), левой (левши) и число амбидекстеров (одинаково успешно владеющих обеими руками).

Серию тестов проводить без пауз. Между сериями желательно делать проводить не менее 5 минут. Внутри серии порядок тестов должен быть разным. Например, в первой серии предлагается: похлопать в ладоши, скрестить пальцы рук и принять позу «Наполеона». После этого студенты должны отметить, какая рука была ведущей в выполненных тестах. Делается пятиминутный перерыв и в другом порядке предлагается следующая серия, например, поза «Наполеона», хлопанье в ладоши, скрещивание пальцев и т.д. (всего пять серий проб). Итог оценивается большинством случаев.

Примечание:

- ✓ в позе «Наполеона» ведущей считается рука, кисть которой оказывается сверху;
- ✓ бывают случаи, когда кисти оказываются или обе сверху или обе снизу – это амбидекстры;
- ✓ при скрещивании пальцев рук ведущая считается та рука, большой палец которой оказался сверху;
- ✓ хлопанье в ладоши; ведущей считается рука, оказывающаяся сверху при хлопанье.

Если нельзя выделить ведущую руку, то это амбидекстры.

Вычислите частоту встречаемости рецессивного и доминантного аллелей.

Правши – гомозиготы доминантные (AA); левши – гомозиготы рецессивные (aa); амбидекстры – гетерозиготы (Aa).

- ✓ Используя тесты на праворукость и леворукость, составляем таблицу и определяем свой генотип (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Порядковый номер теста	Наименование теста			Результаты 3-х кратного повторения каждого теста	
	«Аплодисменты»	«Поза Наполеона»	«Скрещенные пальцы»	Пр. рука	Лев. рука
1	правая	левая	лев	1	2
2	правая	левая	лев	1	2
3	правая	левая	лев	1	2
Сумма				3	6

- ✓ Проводим анализ результатов тестирования. Помня, что праворукость является доминантным признаком, определяем генотип каждого индивида.

Гомозиготный генотип устанавливается в случае преобладания одной из рук более, чем в 2 раза: при соотношениях (пр.рука) : (лев.рука) равных 7 : 2; 8 : 1; 9 : 0, устанавливается генотип « AA », при обратных соотношениях, т.е. 2 : 7; 1 : 8; 0 : 9 устанавливается генотип « aa ». В остальных случаях устанавливается **гетерозиготный генотип « Aa »**.

Полученное в нашем примере соотношение равно 3 : 6, следовательно, у данного индивида гетерозиготный генотип « Aa ».

- ✓ Составляем суммарную таблицу генотипов всех студентов группы (табл. 1.2):

Таблица 1.2

Наблюдаемые частоты генотипов и аллелей

№ п/п	ФИО	Генотип

1	Иванов	AA
2	Петров	Aa
3	Кузнецов	aa
4...	Николаев	Aa

✓ Определяем наблюдаемые частоты генотипов и аллелей (табл. 1.3):

Запомните! Частоты аллелей и генотипов в уравнении Харди-Вайнберга выражаем только в долях от единицы!

Таблица 1.3

Наблюдаемые частоты генотипов и аллелей

Генотипы, аллели	Число случаев	Частота (в долях)
AA	1	1 / 5 = 0,2
Aa	3	3 / 5 = 0,6
aa	1	1 / 5 = 0,2
Аллель A	2 (AA)+3 (Aa)=5	5 : 10 = 0,5
Аллель a	2(aa)+3(Aa)=5	5 : 10 = 0,5

✓ Используя формулу Харди-Вайнберга вычисляем ожидаемые частоты генотипов и аллелей:

В нашем примере частота генотипа aa, т.е. $q^2 = 0,2$ (см. табл. 3).

1. Зная q^2 , можно вычислить $q = \sqrt{q^2}$ т.е. $\sqrt{0,2} = 0,45$
2. Зная q, можно вычислить $p = 1 - q$, т.е. $p = 1 - 0,45 = 0,55$
3. Зная p, можно вычислить $p^2 = 0,55 \times 0,55 = 0,30$
4. Зная p и q можно вычислить $2pq = 2 \times 0,55 \times 0,45 = 0,50$
5. Генетическая структура популяции, т.е. частота всех генотипов, выражается формулой $0,30 + 0,50 + 0,2 = 1$

✓ Произведя вычисления, указываем в таблице ожидаемые частоты генотипов и аллелей (табл.1.4).

Таблица 1.4

Наблюдаемые и ожидаемые частоты генотипов и аллелей

	Наблюдаемое число случаев	Наблюдаемая частота	Ожидаемая частота
AA (p^2)	1	0,2	0,30
Aa ($2pq$)	3	0,6	0,50
aa (q^2)	1	0,2	0,20
Аллель A (p)	2 (AA) + 3 (Aa) = 5	0,50	0,55
Аллель a (q)	2(aa) + 3(Aa) = 5	0,50	0,45

✓ Делаем заключение: Наблюдается небольшое смещение от равновесия Харди-Вайнберга, что объясняется малочисленностью изученной выборки – эффект колебания частот аллелей (популяционные волны) в малых популяциях.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Применение закона Харди-Вайнберга для расчета частот генотипов, аллелей и характеристики генетической структуры популяции (группы) по умению сворачивать язык в трубочку (аутосомно-доминантный признак)

Поскольку умение сворачивать язык в трубочку – аутосомно-доминантный признак, следовательно, лица с доминантным признаком могут быть гомозиготными (генотип AA), или гетерозиготными (генотип Aa). Составляем суммарную таблицу студентов группы (табл. 2.1):

Таблица 2.1

Наблюдаемые частоты генотипов и аллелей		
№ п/п	Умение сворачивать язык в трубочку	Генотипы
1	Умею (да)	A
2	Не умею (нет)	aa
3	Нет	aa
4	Да	A
5...	Да	A

- ✓ Подсчитываем число индивидов с гомозиготным рецессивным генотипом « aa » (в нашем примере 2 случая из 5 проанализированных):
- ✓ Вычисляем частоту генотипа « aa », т.е. $q^2 = 2 : 5 = 0,4$
- ✓ Используя формулу Харди-Вайнберга, вычисляем ожидаемые частоты генотипов и аллелей в следующей последовательности:
 - 1) зная q^2 , можно вычислить $q = \sqrt{q^2}$ т.е. $\sqrt{0,4} = 0,63$;
 - 2) зная q , можно вычислить $p = 1 - q$, т.е. $p = 1 - 0,63 = 0,37$;
 - 3) зная p , можно вычислить $p^2 = 0,37 \times 0,37 = 0,14$;
 - 4) зная p и q можно вычислить $2pq = 2 \times 0,37 \times 0,63 = 0,46$;
 - 5) генетическая структура популяции, т.е. частота всех генотипов, выражается формулой $0,14 + 0,46 + 0,4 = 1$.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Молекулярно-генетический метод: моделирование ПЦР-анализа делеции F508 гена CFTR при диагностике муковисцидоза

1. Конструирование праймеров размером 10 нуклеотидов для правого и левого участков интересующего фрагмента ДНК размером 30 пн:

смысловая цепь ДНК - 5' act gcg agc tta **cgg** ttt cat ggg cga gat 3'
 антисмысловая цепь ДНК - 3' tga cgc tcg aat gcc aaa gta ccc gct cta 5'

Праймеры:

Прямой

5' act gcg agc t 3'

антисмысл. ДНК - 3' tga cgc tcg aat gcc aaa gta ccc gct cta 5'

Обратный

смысловая ДНК - 5' act gcg agc tta **cgg** ttt cat ggg cga gat 3'

3'a ccc gct cta 5'

2. Проведение ПЦР и интерпретация результатов.

- 1) В норме у здорового человека размер искомого фрагмента ДНК равен 30 пн. Это нормальный аллель, обозначаемый как *A*.
- 2) При делеции 3-х пар нуклеотидов в 13-м, 14-м и 15-м положениях смысловых цепи ДНК триплет **cgg**) будет амплифицироваться фрагмент размером 27 пн. Это мутантный аллель, обозначаемый как *a*.
- 3) Идентификация результатов амплификации путем разделения фрагментов ДНК на электрофореze (см. рис. 1):



Рис 1. Электрофореграмма и интерпретация результатов амплификации образцов ДНК индивидов с генотипами *AA*, *Aa*, *aa*.

Интерпретация полученных результатов:

Генотип «AA» – норма – поскольку оба аллеля имеют одинаковый размер, на электрофореграмме будет выявляться одна полоса размером 30 пн – аллели *A* (см. рис. 1).

Генотип «Aa» – гетерозиготный носитель – на электрофореграмме будет выявляться две полосы, соответствующие размерам фрагментов 27 и 30 пн (аллели *A* и *a*).

Генотип «aa» – гомозигота по мутантным аллелям – поскольку оба фрагмента ДНК имеют одинаковый размер, на электрофореграмме будет выявляться одна полоса размером 27 пн.

7. 5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Ситуационная задача № 1

Пробанд страдает ночной слепотой. Его два брата также больны. По линии отца пробанда, страдающих ночной слепотой не было. Мать пробанда больна. Две сестры и два брата матери пробанда здоровы. Они имеют только здоровых детей. По материнской линии дальше известно, что бабушка больна, дедушка здоров, сестра бабушки больна, а брат здоров, прадедущка – отец бабушки – страдал ночной слепотой. Сестра и брат прадедущки были больны. Прапрадедущка болен, его брат, имеющий больную дочь и двух больных сыновей, также болен. Жена пробанда, ее родители и родственники здоровы. Определить вероятность рождения больных детей в семье пробанда.

Ситуационная задача № 2

Конкордантность монозиготных близнецов по сахарному диабету составляет 65%, а дизиготных – 18%. Каково соотношение наследственных и средовых факторов в формировании признака?

Ситуационная задача № 3

В клетках фибробластов эмбриона человека установлен кариотип 3A + XX. Объясните механизм возникновения такого кариотипа.

Ситуационная задача № 4

Как изменится структура белка, если из кодирующего его участка ДНК 3' ТТА-ТГТ-ААА-ТТТ-ЦАГ-5' удалить пятый и 13-й слева нуклеотиды?

Ситуационная задача № 5

Альбинизм наследуется как рецессивный аутосомный признак. Заболевание встречается с частотой 1:20000. Вычислите число людей в популяции, имеющих гетерозиготный генотип.

Ситуационная задача № 6

По данным анамнеза мать здорова и происходит из благополучной по одной из форм ихтиоза (X- сцепленный рецессивный тип наследования) семьи, а отец – болен этой формой ихтиоза. Дочь этих родителей выходит замуж за здорового юношу. Определите степень генетического риска рождения больного данной формой ихтиоза ребенка в этой молодой семье. Какие методы пренатальной диагностики могут быть использованы для обнаружения данного заболевания у плода? Какие рекомендации должен дать врач-генетик?

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 12

1. Тема и ее актуальность: Итоговое занятие 2. Основы медицинской генетики

2. Учебные цели:

Для формирования профессиональных компетенций студент должен *знать*:

- ✓ понятие о материальных основах наследственности и изменчивости;
- ✓ законы Г. Менделя;
- ✓ закон Т. Моргана;
- ✓ методы антропогенетики;
- ✓ задачи и этапы медико-генетического консультирования;
- ✓ Методы пренатальной диагностики наследственных болезней человека и врожденных пороков развития.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен *владеть и уметь*:

- ✓ решать задачи, связанные с моделированием различных мутационных изменений в структуре кодирующей нити ДНК;
- ✓ решать ситуационные задачи, моделирующие практические вопросы медико-генетического консультирования;
- ✓ решать ситуационные задачи с целью прогнозирования вероятности возникновения наследственной патологии у человека.

3. Вопросы к итоговому занятию «Основы медицинской генетики».

- 1) Введение в науку генетику. Значимость генетики для медицины.
- 2) Основные понятия и определения: наследственность, изменчивость, ген, локус, аллель, аллельные гены, альтернативные аллели, доминантный аллель, рецессивный аллель, геном, генотип (гомозиготный, гетерозиготный, гемизиготный), фенотип, признак, гибридологический метод, гибрид, «чистые» линии, моногибридное (дигибридное, полигибридное) скрещивание.
- 3) I закон Менделя – закон единообразия или правило доминирования.
- 4) II закон Менделя – закон расщепления гибридов второго поколения.
- 5) Правило «чистоты» гамет.
- 6) Анализирующее скрещивание.
- 7) Менделирующие признаки у человека.
- 8) Причины отклонения от законов Менделя. Летальные гены.
- 9) Виды взаимодействия аллелей генов.
- 10) Полное доминирование (фенилкетонурия).
- 11) Неполное доминирование (серповидно-клеточная анемия).
- 12) Сверхдоминирование (гетерозис).
- 13) Кодоминирование (IV группа крови по системе АВО у человека как пример кодоминирования).
- 14) Множественные аллели. Особенности наследования групп крови по системе АВО у человека.
- 15) Аллельное исключение.
- 16) Дигибридное и полигибридное скрещивание.
- 17) Наследование генов и признаков, расположенных в разных хромосомах.
- 18) III закон Менделя и его цитологическое обоснование.
- 19) Статистические закономерности при полигибридном скрещивании. Формула подсчета числа гамет и расщепления.
- 20) Виды взаимодействия аллелей разных генов.
- 21) Комплементарность (формулы расщеплений).
- 22) Эпистаз (формулы расщеплений).
- 23) Полимерия (формулы расщеплений).

- 24) Плейотропное действие генов.
- 25) Причины отклонения от законов Менделя.
- 26) Особенности наследования генов, расположенных в одной хромосоме. Сцепленное наследование у дрозофилы (опыты Моргана).
- 27) Полное и неполное сцепление генов.
- 28) Кроссинговер и рекомбинация генов.
- 29) Формула расчета частоты рекомбинации.
- 30) Основные положения хромосомной теории наследственности.
- 31) Линейное расположение генов в хромосоме.
- 32) Генетические карты хромосом. Построение генетической карты методом «трех точек».
- 33) Цитологические карты хромосом.
- 34) Генетика пола. Морфология половых хромосом. Гены, сцепленные с X-хромосомой и с Y-хромосомой.
- 35) Способы определения пола у животных и человека (прогамное, эпигамное, сингамное).
- 36) Механизм дифференцировки пола у человека. Первичные и вторичные половые признаки.
- 37) Синдром тестикулярной феминизации (синдром Морриса) как пример нарушения половой дифференцировки.
- 38) Закономерности сцепленного с полом наследования. Примеры заболеваний человека, наследуемых сцепленно с половыми хромосомами.
- 39) Изменчивость и виды изменчивости.
- 40) Генотипическая (наследственная) изменчивость (определение, классификация).
- 41) Комбинативная изменчивость, механизмы возникновения.
- 42) Мутационная изменчивость.
- 43) Понятие о мутациях. Основные свойства мутаций.
- 44) Мутагенные факторы (физические, химические, биологические), механизмы их действия. Репарация ДНК (световая, эксцизионная).
- 45) Классификация мутаций.
- 46) Геномные мутации (определение, механизмы возникновения). Хромосомные болезни человека, обусловленные геномными мутациями.
- 47) Хромосомные мутации (определение, механизмы возникновения). Хромосомные болезни человека, обусловленные хромосомными мутациями.
- 48) Генные мутации (определение, механизмы возникновения). Наследственные моногенные болезни человека, обусловленные генными мутациями.
- 49) Ненаследственная изменчивость (определение, классификация).
- 50) Модификационная изменчивость. Основные свойства модификаций. Норма реакции.
- 51) Экспрессивность. Пенетрантность.
- 52) Фенокопии и генокопии.
- 53) Основные методы изучения генетики человека.
- 54) Генеалогический метод. Возможности метода.
- 55) Условные обозначения и правила составления родословной.
- 56) Типы наследования признаков: аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, сцепленный с X-хромосомой доминантный и рецессивный, сцепленный с Y-хромосомой. Особенности родословных при разных типах наследования.
- 57) Сущность близнецового метода. Оценка доли наследственности с применением формулы Хольцингера.
- 58) Биохимический метод. Примеры выявления гетерозиготных носителей ферментопатий (фенилкетонурия) и лиц предрасположенных к ряду заболеваний (сахарный диабет, атеросклероз, гипертония) с нагрузочными тестами).
- 59) Дерматоглифический метод. Ладонные линии, их значимость при наследственных синдромах. Гребневые линии пальцев (дуги, петли, завитки). Гребневый счет и его значимость при наследственных синдромах.

- 60) Изучение полового хроматина в интерфазных ядрах (тельца Барра, барабанные палочки).
- 61) Цитогенетический метод. Прямые и непрямые методы цитогенетического анализа. Основные этапы культивирования периферической венозной крови. Методы окраски хромосом (рутинная, дифференциальная, FISH – флуоресцентная).
- 62) Изучение кариотипа человека с применением Денверской классификации рутинно окрашенных хромосом.
- 63) Использование рутинной окраски для выявления нарушения числа хромосом.
- 64) Использование дифференциальной окраски для точной идентификации хромосом и выявления хромосомных перестроек.
- 65) Классификация дифференциально окрашенных хромосом согласно Парижской номенклатуре.
- 66) FISH – метод – современный метод молекулярной цитогенетики.
- 67) Основные понятия популяционной генетики: популяция, генофонд, генетический груз.
- 68) Характеристика популяций человека: большие и малые (демы, изоляты).
- 69) Идеальные популяции. Закон Харди-Вайнберга. Реальные популяции.
- 70) Движущие силы эволюции: 1 - мутации (генетический груз), 2 - популяционные волны (причины: малые численности, уменьшение ресурсов в результате стихийных бедствий, миграции населения), 3 - дрейф генов (генетико-автоматические процессы), 4 - изоляция (географическая, генетическая, морфофизиологическая, экологическая, этнологическая, социальная), 5 - естественный отбор (движущий, стабилизирующий, дизруптивный).
- 71) Популяционно-статистический метод. Возможности метода.
- 72) Молекулярно-генетический метод. Возможности метода. Сущность метода полимеразной цепной реакции синтеза ДНК (ПЦР). Этапы ПЦР. Практическая значимость ПЦР-анализа в современной медицине (генетике человека, гинекологии, стоматологии и др.). Секвенирование ДНК.
- 73) Медико-генетическое консультирование: показания, цель, задачи, методы.
- 74) Пренатальная диагностика (прямая и непрямая). Неинвазивные методы пренатальной диагностики (УЗИ плода). Инвазивные методы пренатальной диагностики (доимплантационная (до 7 дней при искусственном оплодотворении), биопсия ворсин хориона (7 – 12 нед), амниоцентез (16 – 22 нед), кордоцентез (22 – 25 нед)).

4. Вид занятия: практическое занятие.

5. Продолжительность занятия – 3 часа (135 мин).

6. Оснащение. ТСО (ноутбук, мультимедийный проектор, мультимедийная презентация).

7. Содержания занятия:

Ответить на вопросы билета к итоговому контролю (**билеты прилагаются**)

Выполнить тестовые задания (тесты прилагаются).

Решить ситуационные (задачи содержатся в билетах)

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

« ____ » _____ 2023 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15

1. Тема и ее актуальность: **Сущность и периодизация онтогенеза. Организм. Основные системы органов.**

(Введение в биологию развития. Онтогенез, его сущность и периодизация).

Эмбриология человека является наиболее важной для медицинской практики областью биологии. Изучение закономерностей индивидуального развития на примере развития зародышей позвоночных позволяет понять сложные механизмы эмбриогенеза у человека. Эти знания являются базой для изучения ряда дисциплин – микробиологии, нормальной и патологической анатомии, патологической физиологии, акушерства, гинекологии и др.

В основе онтогенеза лежит дифференциальная, последовательная реализация наследственной информации на всех этапах существования организма в определенных условиях внешней среды. Механизмы, с помощью которых из одной единственной клетки возникает множество разных видов клеток и тканей, до конца не изучены. Проблема развития многоклеточного организма и образования большого числа специализированных клеток, ведущих свое начало от одной клетки – зиготы, является одной из самых важных проблем современной биологии. Некоторые закономерности развития уже известны, но многие вопросы остаются нерешенными.

2. Учебные цели

Изучить:

- общие закономерности развития зародыша на примере хордовых;
- фазу дробления эмбриогенеза и уметь идентифицировать типы дробления;
- строение бластулы и гастрюлы, их особенности у многоклеточных животных;
- строение нейрулы;
- процессы закладки осевых органов;
- гисто- и органогенез;
- постэмбриональный период, его характеристику и стадии;
- молекулярные и клеточные механизмы эмбриогенеза и постэмбрионального развития, в основе которых лежит дифференциальная экспрессия генов;
- роль наследственности и среды в онтогенезе, критические периоды развития, тератогенные факторы среды;
- биологические аспекты и механизмы старения.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать:**

- ✓ общие закономерности развития зародыша на примере зародышей хордовых;
- ✓ особенности внутриутробного и послеутробного развития плода;
- ✓ влияние различных факторов на развитие плода;
- ✓ условия правильного развития ребенка как биосоциального существа;
- ✓ теории старения.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь:**

- ✓ идентифицировать типы дробления;
- ✓ идентифицировать способы гастрюляции;
- ✓ выявлять факторы, влияющие на здоровье потомства.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы.

Вопросы для самоподготовки:

- 1) Понятие «Онтогенез», его этапы, периоды и стадии.

- 2) Оплодотворение и партеногенез. Акросомная и кортикальная реакция при оплодотворении.
- 3) Фазы эмбриогенеза: дробление, его характеристика у разных животных. Типы бластул.
- 4) Фазы эмбриогенеза: гастрюла, ее строение и способы образования.
- 5) Способы образования мезодермы.
- 6) Закладка осевых органов. Нейрула, ее строение у животных.
- 7) Фазы эмбриогенеза: гисто- и органогенез. Понятие эмбриональной индукции.
- 8) Зародышевые листки (экто-, эндо- и мезодерма) и формирование систем органов в процессе органогенеза.
- 9) Провизорные органы зародыша.
- 10) Постэмбриональный период, его характеристика и стадии.
- 11) Геронтология и гериатрия. Теории старения.
- 12) Дифференциация в развитии. Этапы дифференциации.
- 13) Факторы клеточной дифференциации.
- 14) Механизмы избирательной активности генов.
- 15) Роль наследственности и среды в онтогенезе.
- 16) Критические периоды онтогенеза. Аномалии и уродства. Понятие о тератогенных факторах.
- 17) Биологические аспекты и механизмы старения.
- 18) Биологическая и клиническая смерть.

4. **Вид занятия:** практическое.

5. **Продолжительность занятия** – 3 часа (135 мин).

6. **Оснащение. ТСО:** ноутбук, мультимедийный проектор, мультимедийная презентация, слайды стадий бластулы, гастрюлы, нейрулы в разрезе, таблицы: строение бластулы зародышей различных животных, строение гастрюлы зародыша амфибий, стадии нейрулы зародыша позвоночных.

7. **Содержания занятия:**

7.1. Контроль исходного уровня знаний и умений.

Выполнение тестовых заданий.

1. В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЛНОГО ДРОБЛЕНИЯ ЗИГОТЫ ОБРАЗУЕТСЯ

- 1) нейрула
- 2) бластула
- 3) гастрюла
- 4) морула

2. ЗАРОДЫШ С ОСЕВЫМ КОМПЛЕКСОМ ОРГАНОВ

- 1) гастрюла
- 2) нейрула
- 3) морула
- 4) бластула

3. НЕЛЬЗЯ ОТНЕСТИ К ПРОИЗВОДНЫМ ЭНТОДЕРМЫ

- 1) пищеварительную систему
- 2) поджелудочную железу
- 3) легкие
- 4) половую систему

4. ПОЛОСТЬ ВНУТРИ БЛАСТУЛЫ

- 1) бластоцель
- 2) гастроцель
- 3) вторичная полость тела

смешанная полость тела

7.2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия.

7.3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

Преподаватель знакомит студентов с планом и методикой проведения практической работы.

Выполнить письменное задание

- 1) Дайте определение онтогенеза.
- 2) Назовите два периода онтогенеза и укажите событие, их разграничивающие.
- 3) Охарактеризуйте особенности дробления яйцеклетки птиц по сравнению с яйцеклетками ланцетника и лягушки.
- 4) Перечислите наиболее характерные черты, являющиеся общими для процесса дробления яйцеклеток всех видов животных.
- 5) Укажите, какое важное доказательство единства животного мира было получено при изучении стадии гастрюляции.
- 6) Укажите два варианта постэмбрионального развития с метаморфозом. Перечислите характерные признаки развития с метаморфозом. Раскройте биологическое значение метаморфоза.
- 7) Опишите зависимость, которая существует между продолжительностью жизни и длительностью полового созревания и беременности у млекопитающих и человека.
- 8) Ответьте, последствия каких мутаций носят более масштабный характер – возникающих на ранних или поздних стадиях эмбрионального развития.
- 9) Ответьте, в чем заключается сущность процесса клеточной дифференцировки с биохимической точки зрения, и вкратце охарактеризуйте его ведущий механизм.
- 10) Раскройте сущность явления эмбриональной дивергенции.
- 11) Кратко опишите важнейшие преобразования, происходящие с зародышем на стадии гастрюлы, и укажите, какое значение они имеют для дальнейшего развития.
- 12) Раскройте содержание биогенетического закона и укажите его значение в науке.
- 13) Укажите факторы, влияющие на здоровье потомства.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Стадия бластулы

По таблицам и слайдам изучить строение бластулы ланцетника.

Зародыш ланцетника на стадии бластулы представляет собой полый шар или пузырек, клеточный материал которого расположен в один слой и составляет стенку пузырька, или *бластодерму*. Последняя ограничивает первичную полость зародыша, или *бластоцель*, наполненную жидкостью, которая является продуктом жизнедеятельности бластодермы. Отчетливо наблюдается различия между полюсами: на анимальном полюсе клетки более мелкие, чем на вегетативном.

Зарисовать бластулу ланцетника и обозначить:

- 1 - *бластодерму*;
- 2 - *бластоцель*;
- 3 - *бластомеры*;
- 4 - *анимальный полюс бластулы*;
- 5 - *вегетативный полюс бластулы*.

Стадия гастрюлы

Гастрюляция ланцетника совершается путем инвагинации участка стенки бластулы на вегетативном полюсе. Поэтому зародыш приобретает форму двухслойного полушара или чаши с широко зияющим *бластопором*, ведущим в *гастроцель*. Бластоцель рано исчезает, и энтодерма вплотную прилегает к эктодерме. Круто изогнутый край чаши соответствует переднему концу зародыша, изогнутый полого – заднему. Бластопор обращен кверху и ограничен так называемыми *губами*. В стадии поздней гастрюлы можно различить дорсальную, вентральную и две боковых губы. На стадии поздней гастрюлы происходит уменьшение бластопора в результате усиленного размножения клеток в области губ

(особенно в области дорсальной губы), и бластопор становится едва заметным отверстием. Тело зародыша при этом значительно удлиняется, принимая цилиндрическую форму. Передняя ось зародыша четко обозначается. Бластопор теперь определяет задний конец тела. На противоположном – переднем конце впоследствии прорывается вторичный рот. Спинная сторона зародыша уплощенная, брюшная – выпуклая. С завершением гастрюляции начинается бурный период тканевой дифференцировки и органообразования.

Зарисовать гастрюлу ланцетника и обозначить:

- 1 - *эктодерму*;
- 2 - *энтодерму*;
- 3 - *бластопор*;
- 4 - *гастроцель*.

Стадия нейрулы

Дальнейшее развитие ланцетника характеризуется появлением признаков, типичных для хордовых животных. Это выражается, прежде всего, в образовании спинных осевых органов – *хорды* и *нервной трубки*. Зачатком нервной системы является *медуллярная пластинка*, или *нервная пластинка*, т.е. участок уплощенной эктодермы, расположенный по средней линии на спинной стороне зародыша кпереди от бластопора. В результате нарастания эктодермы с боков и в области бластопора на нервную пластинку последняя оказывается погруженной под эктодерму. Образовавшаяся между нервной пластинкой и эктодермой щель соединяется сзади через бластопор с полостью первичной кишки и носит название *нервно-кишечного канала*. Спереди он открывается *нейропором*.

Сложные изменения происходят в стенке первичной кишки. Средняя часть крыши, расположенный под нервной пластинкой, обособляется в плотный клеточный тяж – *хорду*. По бокам от хорды путем образования симметричных желобообразных выпячиваний закладывается *мезодерма*, или третий зародышевый листок. На дорсальной стороне зародыша мезодерма принимает вид метамерно расположенных клеточных пузырьков – *первичных сегментов*, или *сомитов* (*дерматом, миотом, склеротом*).

Остальная часть первичной кишки замыкает верхний свод и становится *вторичной кишкой*.

Часть первичной закладки мезодермы, разрастающаяся вентрально от сомитов, образует *боковую пластинку*, или *спланхнотом*. Она не сегментирована и располагается между кожной эктодермой и энтодермой вторичной кишки. Щелевидная полость в ней – *вторичная полость тела*, или *целом*, – отделяет два клеточных листка боковой пластинки друг от друга: *париетальный листок*, или *соматоплеву*, прилегающую к эктодерме, и *висцеральный листок*, или *спланхноплеву*, прилегающую к энтодерме.

Переходная зона между сегментированной и несегментированной мезодермой названа *нефротомом*.

Образованием ротового отверстия на переднем конце тела и анального отверстия в области бывшего бластопора завершается эмбриональное развитие зародыша.

Зарисовать поперечный разрез зародыша на стадии нейруляции и обозначить:

- 1 - *нервную пластинку*;
- 2 - *хорду*;
- 3 - *сомит*;
- 4 - *зачаток целома*;
- 5 - *спинную эктодерму*;
- 6 - *нервную трубку*;
- 7 - *боковую мезодерму (спланхнотом)*;
- 8 - *полость первичной кишки*;
- 9 - *полость вторичной кишки*.

Заполните таблицу.

Основные зародышевые листки и их производные

№ пп	Зародышевые листки	Производные

Развитие зародыша человека

Срок развития зародыша	Признаки зародыша

7.5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Ситуационная задача

Во время эмбриогенеза образуются три зародышевых листка – эктодерма, энтодерма и мезодерма. В дальнейшем из них формируются органы и системы органов. Каковы производные зародышевых листков?

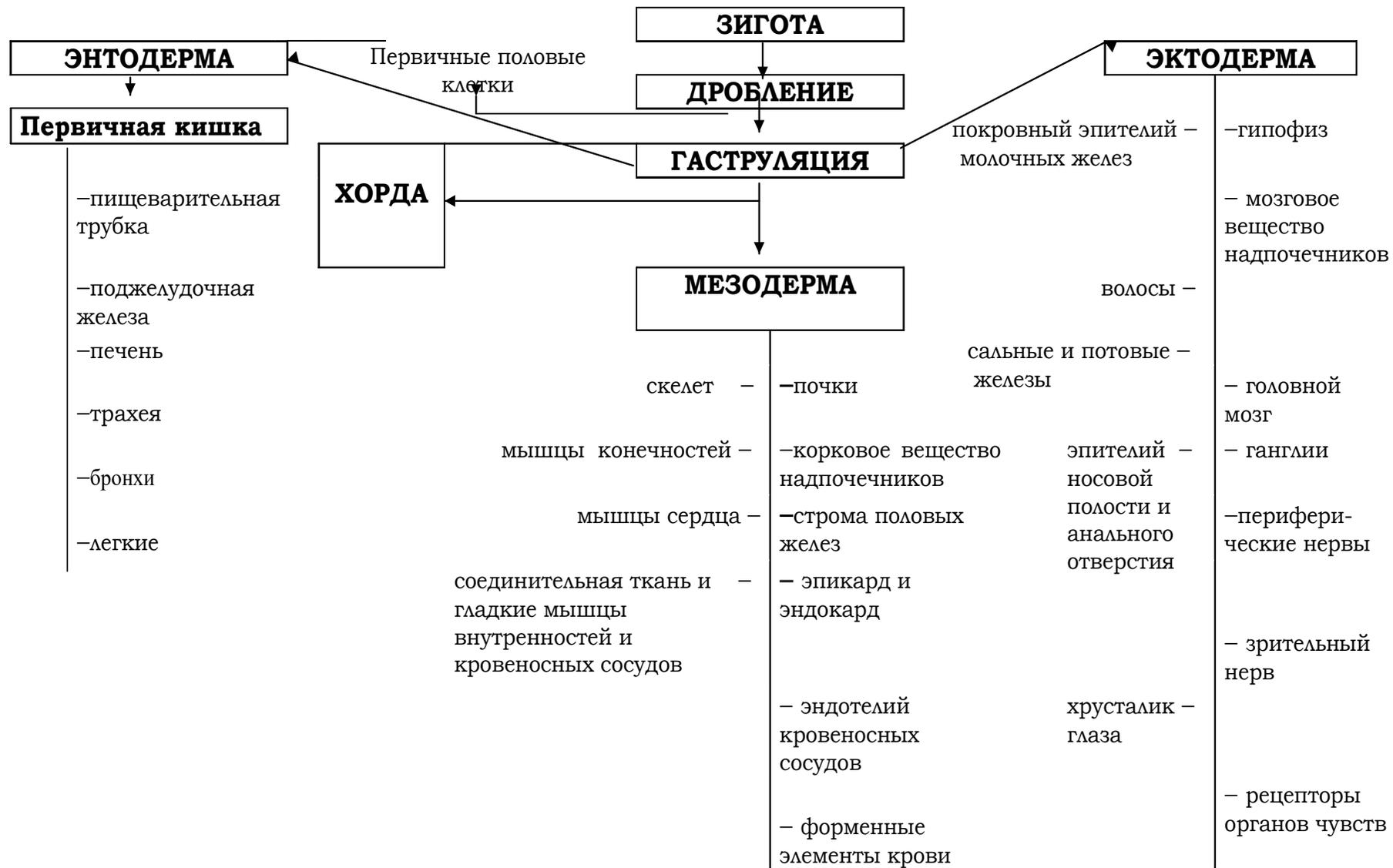
Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

«___» _____ 2023 г.



Происхождение специализированных частей тела из трех первичных зародышевых листков (С. Гильберт, 1993)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 14

1. Тема и ее актуальность: **Филогенез систем хордовых.**

(Узловые моменты прогрессивной эволюции хордовых. Филогенез покровов тела, опорно-двигательной, пищеварительной и дыхательной систем хордовых. Филогенез кровеносной, нервной и мочеполовой систем хордовых)

Знание основных закономерностей филогенетических преобразований покровов тела, опорно-двигательной, дыхательной, кровеносной, мочеполовой систем и систем интеграции позвоночных необходимо для объяснения процессов формирования кожных покровов, опорно-двигательного аппарата, органов пищеварительной, дыхательной, кровеносной, мочеполовой систем и систем интеграции в онтогенезе человека и возможных механизмов основных аномалий развития.

2. Учебные цели.

Для объяснения процессов формирования систем органов в онтогенезе человека и возможных механизмов основных аномалий развития изучить основные закономерности филогенетических преобразований покровов тела, опорно-двигательной, дыхательной, кровеносной, мочеполовой систем и систем интеграции позвоночных.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **уметь**:

- ✓ объяснять процессы формирования кожных покровов, опорно-двигательного аппарата, органов пищеварительной, дыхательной, кровеносной, мочеполовой систем и систем интеграции в онтогенезе человека и возможных механизмов основных аномалий развития.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен **знать**:

- ✓ основные закономерности филогенетических преобразований покровов тела, опорно-двигательной, дыхательной, кровеносной, мочеполовой систем и систем интеграции позвоночных.

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы.

- 1) Характеристика и систематика типа Хордовые.
- 2) Филогенез наружных покровов позвоночных.
- 3) Филогенез опорно-двигательного аппарата: скелет: осевой скелет, скелет головы, скелет конечностей; мышечная система: висцеральная, соматическая мускулатура.
- 4) Филогенез пищеварительной и дыхательной систем: ротовая полость, глотка, средняя и задняя кишка, органы дыхания.
- 5) Основные этапы и главные направления эволюции кровеносной системы хордовых.
- 6) Характеристика основных этапов формирования сердца человека и пороки его развития.
- 7) Количество артериальных жаберных дуг у эмбрионов представителей классов позвоночных и их преобразование в процессе онтогенеза.
- 8) Механизмы образования пороков развития сосудов у человека.
- 9) Филогенез мочеполовой системы позвоночных: почки, половых желез, мочеполовых протоков.
- 10) Основные этапы и главные направления развития нервной системы беспозвоночных, позвоночных и, в частности человека.
- 11) Этапы развития нервной системы в эмбриогенезе позвоночных. Отделы мозга, развивающиеся из мозговых пузырей.
- 12) Характеристика особенностей строения и функции головного мозга надкласса Рыбы, классов Амфибии, Рептилии, Птицы и Млекопитающие.
- 13) Особенности строения и функции ихтиопсидного, зауропсидного и млекопитающего типов мозга.

- 14) Этапы формирования в процессе эволюции субстрата (коры конечного мозга), ответственного за мышление.
- 15) Явление функциональной асимметрии головного мозга у человека.
- 16) Основные аномалии головного мозга.
- 17) Филогенез эндокринной системы: гормоны, железы внутренней секреции.
- 18) Антропогенез и дальнейшая эволюция человека: место человека в системе животного мира; методы изучения эволюции человека; характеристика основных этапов антропогенеза; внутривидовая дифференциация человечества: расы и расогенез, адаптивные экологические типы человека, происхождение адаптивных экологических типов.

4. **Вид занятия:** практическое.

5. **Продолжительность занятия:** 3 часа (135 мин).

6. **Оснащение.**

6. 1. Таблицы, мультимедийная презентация.

6. 2. Мультимедийный проектор, ноутбук.

7. **Содержание занятия:**

7. 1. **Контроль исходного уровня знаний и умений: тесты.**

7. 2. **Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия (по таблицам и слайдам):**

7. 2. 1. Характеристика и систематика типа Хордовые.

7. 2. 2. Филогенез покровов тела, опорно-двигательной, дыхательной, кровеносной, мочеполовой систем и систем интеграции позвоночных.

7. 3. **Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.**

7. 4. **Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя.**

Изучить гомологию в строении и основные филогенетические направления процесса эволюции данных систем по таблицам, рисункам и макропрепаратам.

7. 4. 1. Заполнить таблицы.

Таблица 25

Эволюция скелета позвоночных

Тип Класс	Скелет головы	Осевой скелет	Скелет конечностей	
			Описание	Рисунок

Таблица 25

Филогенез кровеносной системы хордовых

Класс	Число кругов кровообращения	Наличие сердца	Число камер сердца, их названия	Кровь, находящаяся в определенно й камере сердца	Сколько сосудов отходит от сердца	Какую кровь несут сосуды, отходящие от сердца	Сколько сосудов приносят кровь в сердце	Схема строения сердца

Таблица 26

Сравнительная характеристика нервной системы хордовых

Класс	Кол-во отделов головного мозга	Тип мозга	Ведущий отдел головного мозга	Расположение серого вещества в переднем отделе	Наличие коры	Строение коры	Функции коры	Число черепно-мозговых нервов

7. Контроль конечного уровня усвоения темы

Выполнение тестовых заданий.

Образцы тестовых заданий и ситуационных задач

1. У МЛЕКОПИТАЮЩИХ ВПЕРВЫЕ ПОЯВЛЯЮТСЯ ЖЕЛЕЗЫ

- 1) слюнные
- 2) млечные
- 3) половые
- 4) эндокринные

1. ТОЛЬКО ВЕНОЗНАЯ КРОВЬ НАХОДИТСЯ В СЕРДЦЕ У

- 1) млекопитающих
- 2) земноводных
- 3) рептилий
- 4) рыб

2. ПОРОК РАЗВИТИЯ, ПРИ КОТОРОМ СЕМЕННИКИ ОСТАЮТСЯ В БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) аплазия яичка
- 2) крипторхизм
- 3) эпидидимис
- 4) гипоспадия

3. КОРА ГОЛОВНОГО МОЗГА ВПЕРВЫЕ ПОЯВЛЯЕТСЯ У

- 1) круглоротых
- 2) рыб
- 3) птиц
- 4) млекопитающих

Ситуационная задача

Птицы и млекопитающие достигли в эволюции большого успеха в освоении наземно-воздушной среды по сравнению с другими позвоночными. Объясните, какие черты их организации этому способствовали.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15

1. Тема и ее актуальность: Эволюционное учение.

(Эволюционное учение Ч.Дарвина и современная теория эволюции. Антропогенез. Расы и расообразование. Адаптивные экологические типы человека).

Знание основных закономерностей эволюции хордовых позволяет проследить единство происхождения и эволюции всех животных, в том числе человека. Полученные знания необходимы для формирования материалистического мировоззрения, основанного на объективных критериях эволюции всего живого и единства человечества, закрепления знаний по основам эволюционной теории и сущности теории антропогенеза, особенностей эволюционных преобразований человека на современном этапе.

2. Учебные цели:

Изучить закономерности происхождения жизни на Земле. Получить представления о современной теории эволюции. Понимать особенности действия эволюционных факторов в современных популяциях людей. Знать закономерности формирования различных типов людей по их адаптации к экологическим факторам в современных условиях

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен знать:

- 1) Основные теории происхождения жизни на Земле.
- 2) Вехи в истории развития жизни на Земле.
- 3) Основные направления эволюционного развития растений.
- 4) Основные направления эволюционного развития животных.
- 5) Этапы становления эволюционных идей.
- 6) Эволюционное учение Ч.Дарвина.
- 7) Элементарные факторы эволюции.
- 8) Способы и пути видообразования.
- 9) Общие закономерности, направления и пути эволюции.
- 10) Синтетическая теория эволюции.
- 11) Сущность антропогенеза.
- 12) Задачи антропогенетики.
- 13) Систематическое положение человека.
- 14) Доказательства биологического происхождения человека
- 15) Основные этапы антропогенеза.
- 16) Методы изучения эволюции человека.
- 17) Расы и расогенез.
- 18) Большие и малые расы человека, их характеристика
- 19) Особенности действия эволюционных факторов в современных популяциях людей.
- 20) Закономерности формирования различных типов людей по их адаптации к экологическим факторам в современных условиях Адаптивные экологические типы человека.

Для формирования профессиональных компетенций обучающийся должен уметь и владеть:

1. Работать с основной и дополнительной литературой.
2. Давать ответы на тестовые задания.
3. Решать ситуационные задачи по теме.

И овладеть следующими компетенциями:

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки:

- 1) Основные теории происхождения жизни на Земле.
- 2) Вехи в истории развития жизни на Земле.
- 3) Основные направления эволюционного развития растений.
- 4) Основные направления эволюционного развития животных.
- 5) Этапы становления эволюционных идей.
- 6) Эволюционное учение Ч. Дарвина.
- 7) Элементарные факторы эволюции.
- 8) Понятие о виде. Популяция - элементарная единица эволюции.
- 9) Способы и пути видообразования.
- 10) Микро- и макроэволюция. Механизмы и основные результаты.
- 11) Общие закономерности, направления и пути эволюции.
- 12) Синтетическая теория эволюции.
- 13) Происхождение человека. Антропогенез.
- 14) Задачи антропогенетики.
- 15) Систематическое положение человека. Доказательства биологического происхождения человека
- 16) Основные этапы антропогенеза.
- 17) Методы изучения эволюции человека.
- 18) Расы и расогенез. Большие и малые расы человека, их характеристика. Адаптивные экологические типы человека.

4. Вид занятия: практическое

5. Продолжительность занятия: 2 часа (90 мин)

6. Оснащение:

6. 1. Дидактический материал: таблицы: методические указания; мультимедийные атласы, учебные таблицы, схемы, рисунки, учебные пособия, наборы контролирующих тестов и ситуационных задач по теме.

6. 2. Технические средства обучения: компьютер, мультимедийный проектор. тестовые задания.

7. Содержание занятия:

7.1 Контроль исходного уровня знаний и умений: тесты.

Примеры тестовых заданий:

1. ЭВОЛЮЦИЯ - ЭТО

1. учение об изменении живых организмов

2. учение, объясняющее историческую смену форм живых организмов глобальными катастрофами

3. необратимое и в известной мере направленное историческое развитие живой природы

4. раздел биологии, дающий описание всех существующих и вымерших организмов

2. ДВИЖУЩЕЙ И НАПРАВЛЯЮЩЕЙ СИЛОЙ ЭВОЛЮЦИИ ЯВЛЯЕТСЯ

... .

1. дивергенция признаков
2. разнообразие условий среды
3. приспособленность к условиям среды
4. естественный отбор

3. К БИОЛОГИЧЕСКИМ ДВИЖУЩИМ СИЛАМ АНТРОПОГЕНЕЗА ОТНОСЯТСЯ

- 1.духовно-нравственное развитие личности
2. стремление к самосовершенствованию
- 3.наследственность и изменчивость
- 4.обучение и воспитание

4. ВЕДУЩУЮ РОЛЬ В ЭВОЛЮЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА ИГРАЮТ

1. только социальные факторы
2. только биологические законы
3. социальные факторы и биологические законы
4. движущие формы естественного отбора

7.2 Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия (по таблицам и слайдам):

1. Изучить по таблицам:
 1. Теория Опарина о происхождении жизни на Земле.
 2. Факторы и движущие силы эволюции.
 3. Виды отбора.
 4. Способы эволюционных преобразований.
 5. Большие и малые расы человека.
 6. Адаптивные экологические типы человека

7.3. Демонстрация преподавателем методики практических приемов по данной теме.

7.4. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя.

7.5. Контроль конечного уровня усвоения темы

Выполнение тестовых заданий.

Образцы тестовых заданий и ситуационных задач

Примеры тестовых заданий:

1.ВЫБЕРИТЕ СПОСОБ ВИДООБРАЗОВАНИЯ

- 1) конвергенция
- 2) параллелизм
- 3) аллопатрическое
- 4) ароморфоз

2. РЕЗУЛЬТАТ ЭВОЛЮЦИИ ...

- 1) приспособленность
- 2) мутация
- 3) дрейф генов
- 4) изоляция

3. АНТРОПОГЕНЕЗ - ПРОЦЕСС

- 1) исторического развития живой природы
- 2) индивидуального развития человека
- 3) эмбрионального развития человека
- 4) эволюционно-исторического формирования человека

4. КОНВЕРГЕНЦИЯ – ЭТО...

- 1) схождение признаков
- 2) расхождение признаков
- 3) преобразование строения и функций организма
- 4) верного ответа нет

5. БИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГРЕСС ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ СЛЕДУЮЩИМИ ЧЕРТАМИ

- 1) расширением ареала
- 2) уменьшением численности вида
- 3) увеличением численности вида
- 4) образованием новых видов

1. Тема и ее актуальность: Экология и биосфера.

(Экология и биосфера. Паразитизм и его экологические основы. Типы взаимоотношений между живыми организмами в природе).

Организмы могут использовать другие виды не только как место обитания, но и как постоянный источник питания. Такая форма сожительства получила название паразитизма. Известно несколько десятков тысяч видов паразитических форм, из них около 500 – паразиты человека, поэтому изучение паразитов необходимо для предупреждения и лечения заболеваний.

Паразитарные болезни (паразитозы) часто называют инвазионными (от лат. *invasio* – вторжение), или инвазиями. Медицинская паразитология изучает паразитов человека, относящихся к животному миру, во всем многообразии их морфологического строения, физиологии, особенностей развития, требований к условиям среды. Паразитология познает также характер отношений, которые возникают между паразитом и его хозяином в процессе паразитирования.

В нашей стране большой вклад в изучении паразитов и вызываемого им явления паразитизма внесен академиком Е.Н. Павловским и его школой. Согласно взглядам, сформулированным Е.Н. Павловским в 1937 г., паразиты образуют паразитоценозы, а населенные ими органы тела хозяина служат для них гостальными, т.е. телесными, биотопами.

В 1940 г. Е. Н. Павловский разработал учение о природной очаговости трансмиссивных болезней. Оно возникло на стыке экологии, паразитологии, эпидемиологии и ландшафтной географии. В основе концепции природной очаговости болезней лежат экологические принципы. Основным объектом учения о природной очаговости является природный очаг болезни.

2. Учебные цели

- ✓ сформулировать понятия паразитизма как экологического явления; организма как среды обитания и о принципах функционирования системы «паразит-хозяин»;
- ✓ акцентировать внимание на взаимосвязи проблем охраны экосистем с проблемами социальной экологии, значение охраны природы для здоровья человека;
- ✓ изучить формы взаимоотношений между организмами;
- ✓ ознакомиться с основными понятиями паразитологии;
- ✓ ознакомиться с трансмиссивными болезнями как объектами медицинской паразитологии и компонентами природного очага; эпидемиологией и профилактикой природноочаговых трансмиссивных болезней.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **знать**:

- ✓ понятия паразитарная система, паразитоценоз, паразитарные болезни, трансмиссивные болезни, природноочаговые болезни, компоненты природного очага;
- ✓ формы взаимоотношений между организмами;
- ✓ основные понятия паразитологии;
- ✓ понятие патогенности паразитов как причину клинических проявлений заболеваний.

Для формирования профессиональных компетенций студент должен **владеть и уметь**:

- ✓ сформулировать понятия паразитизма как экологического явления; организма как среды обитания и о принципах функционирования системы «паразит-хозяин».

3. Материалы для самоподготовки к освоению данной темы:

Вопросы для самоподготовки:

- 1) История становления паразитологии как науки. Паразитизм как экологический феномен. Происхождение паразитизма.
- 2) Организм как среда обитания. Морфофункциональные особенности паразитов.
- 3) Влияние паразита на своего хозяина. Ответные реакции организма хозяина на воздействие паразитов.
- 4) Формы взаимоотношений паразита и хозяина. Паразитарная система и паразитоценоз.
- 5) Трансмиссивные болезни как объект медицинской паразитологии.
- 6) Ареалы трансмиссивных болезней и особенности их эпидемиологии.

4. Вид занятия: практическое занятие

5. Продолжительность занятия: 3 часа (135 минут)

6. Оснащение:

6. 1. Дидактический материал: видеофильм «Экосистема», мультимедийные атласы, таблицы, схемы, рисунки, учебные пособия, наборы контролирующих тестов по теме.

6. 2. ТСО: ноутбук, мультимедийный проектор.

7. Содержание занятия

7. 1. Контроль исходного уровня знаний и умений:

1. К ВНУТРИВИДОВЫМ БИОТИЧЕСКИМ ВЗАИМООТНОШЕНИЯМ ОТНОСИТСЯ

- 1) мутуализм
- 2) конкуренция
- 3) комменсализм
- 4) паразитизм

2. ПРИМЕРОМ КОНКУРЕНЦИИ ЯВЛЯЮТСЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПОПУЛЯЦИЯМИ:

- 1) муравьев и божьей коровки
- 2) канадской и европейской норки
- 3) жгутиковых простейших и термитов
- 4) копытных млекопитающих в саваннах

3. ПРИМЕРОМ ХИЩНИЧЕСТВА ЯВЛЯЮТСЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПОПУЛЯЦИЯМИ:

- 1) божьей коровки и тлей
- 2) лисицы и волка
- 3) актинии и рака-отшельника
- 4) серой вороны и большой синицы

4. ПРИМЕРОМ ПАРАЗИТИЗМА ЯВЛЯЮТСЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПОПУЛЯЦИЯМИ

- 1) клевера и клубеньковых бактерий
- 2) человека и кишечной палочки
- 3) человека и аскариды
- 4) березы и лишайников

7. 2. Разбор с преподавателем узловых вопросов, необходимых для освоения темы занятия (по таблицам и слайдам).

7. 2. 1. История становления паразитологии как науки.

7. 2. 2. Типы взаимоотношений между организмами.

7. 2. 3. Паразитизм и его экологические основы. Классификация паразитов.

Классификация хозяев паразитов.

7. 2. 4. Характеристика системы «паразит-хозяин». Морфофизиологические и

биологические адаптации паразитов. Ответные реакции организма хозяина.

7. 2. 5. Характеристика «паразитарной системы».

7. 2. 6. Трансмиссивные болезни как объект медицинской паразитологии.

7. 2. 7. Ареалы трансмиссивных болезней и особенности их эпидемиологии. Профилактика и меры борьбы.

7. 4. Самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя.

Выполнить задания.

Задание 1. Дайте определения понятий: конкуренция, антибиоз, нейтрализм, хищничество, симбиоз, синойкия, комменсализм, протокооперация, мутуализм, паразитизм.

Задание 2. Приведите примеры различных форм паразитизма. Чем этот вид биотических взаимоотношений принципиально отличается от хищничества?

Задание 3. Выскажите свое мнение. В 1932 г. отечественный ученый Г.Ф. Гаузе предложил принцип исключения: два вида не могут существовать в одной и той же местности, если их экологические потребности идентичны. К какому типу биотических взаимодействий относится этот принцип?

Задание 4. В экологии межвидовые взаимодействия обозначаются следующим образом: «0» – безразличные; «+» – полезные; «-» – вредные. Используя эти обозначения, можно дифференцировать множество различных типов взаимодействий.

Ознакомьтесь с материалом таблицы и дополните ее примерами из списка, приведенного ниже.

Межвидовые взаимодействия

Типы взаимодействий	Виды		Характер взаимодействия	Примеры
Нейтрализм	0	0	Популяции видов напрямую не влияют друг на друга	
Конкуренция	-	-	Успех одного вида означает неуспех другого	
Аменсализм	-	0	Один вид угнетает другой, при этом не получая ни вреда, ни пользы	
Паразитизм	+	-	Один вид паразитирует на другом, ослабляя его	
Хищничество	+	-	Представители одного вида умерщвляют и поедают представителей другого	
Комменсализм	+	0	Один вид использует другой вид без нанесения ему вреда	
Протокооперация	+	+	Совместное существование выгодно для обоих видов, но не обязательно	
Мутуализм	+	+	Взаимовыгодное устойчивое сожительство организмов двух видов	
Собственно симбиоз	+	+	Неразделимые взаимопользные связи двух видов, предполагающие обязательное тесное сожительство организмов	

Распространение муравьями семян некоторых лесных растений; песцы в тундре, поедающие остатки пищи белого медведя; аскариды, живущие в организме человека; синицы и мыши, живущие в одном лесу; термиты и жгутиковые простейшие, живущие в их кишечнике и перерабатывающие целлюлозу; шмель, опыляющий клевер; волки и лисы, живущие в одном лесу; светлюбивые травы, растущие под елью; насекомоядные птицы.

Обратите внимание, что в приведенной таблице симбиотические отношения (+, +) подразделяются более детально на три типа взаимодействий (протокооперация, мутуализм и собственно симбиоз) в зависимости от степени обязательности этих отношений.

Задание 5. Используя слова из библиотеки, составьте определение:

Трансмиссивные заболевания – это

Библиотека:

1.	а) особи	б) возбудители	в) вирусы
2.	а) заболевания	б) инфекции	в) состояния
3.	а) передаются	б) вызываются	в) возникают
4.	а) на	б) с	в) по
5.	а) факультативным	б) облигатным	в) помощью
6.	а) переносчика	б) организмом	в) видом

Задание 6. Используя слова из библиотеки, составьте определение:

Паразитоценоз – это

Библиотека:

1.	а) биологический вид	б) популяция	в) совокупность
2.	а) несколько видов	б) одного вида	в) только двух видов
3.	а) организмов	б) паразитов	в) особей
4.	а) населяющих	б) размножающихся	в) стареющих
5.	а) вид	б) организм	в) группа
6.	а) переносчика	б) резервуара	в) хозяина
7.	а) или	б) на	в) по
8.	а) своего	б) его	в) чужого
9.	а) одинаковые	б) определенные	в) отдельные
10.	а) части	б) ткани	в) организмы

Задание 7. Используя слова из библиотеки, составьте определение:

Резервуар природного очага – это

Библиотека:

1.	а) совокупность	б) часть	в) популяция
2.	а) организмов	б) доноров	в) видов
3.	а) особей	б) репеллентов	в) реципиентов
4.	а) возбудителей	б) инфекций	в) микроорганизмов
5.	а) резервуаров	б) переносчиков	в) хозяинов
6.	а) на	б) по	в) и
7.	а) соответствующих	б) изменяющихся	в) однородных
8.	а) условий организма	б) условий среды	в) условий локализации

Задание 8. Используя слова из библиотеки, составьте определение.

Промежуточный хозяин – это

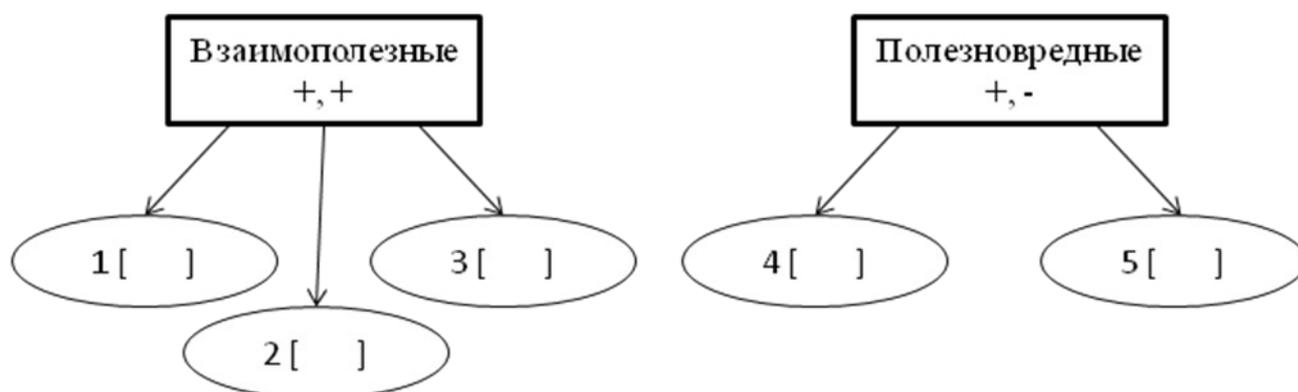
Библиотека:

1.	а) группа	б) популяции	в) организм
----	-----------	--------------	-------------

2.	а) в которой	б) в котором	в) в которых
3.	а) паразит	б) возбудитель	в) резервуар
4.	а) оплодотворяется	б) находится	в) объединяется
5.	а) в	б) за	в) по
6.	а) личиночной стадии	б) половозрелой стадии	в) имагинальной стадии

Задание 9. Заполните схему (вставьте в квадраты номера нужных фраз в логической последовательности).

Основные типы экологических взаимодействий



- 1) симбиоз;
- 2) паразитизм;
- 3) протокооперация;
- 4) хищничество;
- 5) мутуализм;
- 6) комменсализм;
- 7) конкуренция.

7. 5. *Контроль освоения темы занятия:*

Ситуационная задача

В основе концепции природной очаговости болезней лежат экологические принципы. Природный очаг – это наименьшая территория одного или нескольких ландшафтов, где осуществляется циркуляция возбудителя без заноса его извне неопределенно долгий срок. Назовите компоненты нетрансмиссивных и трансмиссивных природно-очаговых паразитарных заболеваний.

Место проведения самоподготовки: учебная комната для самостоятельной работы обучающихся (аудитория №5, кафедра биологии)

Учебно-исследовательская работа обучающихся по данной теме: работа с препаратами

Литература: основная и дополнительная (см. в приложении)

Подпись автора методической разработки.

«___» _____ 2023 г.

О Т В Е Т Ы на тестовые контроли

Номер занятия	Ответы на вопросы теста			
	1	2	3	4
Занятие № 1	3	1	2	2
Занятие № 2	3	2	2	1
Занятие № 3	1	3	4	3
Занятие № 4	2	3	2	1
Занятие № 5	1	1	1	4
Занятие № 7	4	4	4	2
Занятие № 8	1	3	2	3
Занятие № 9	4	3	1	1
Занятие № 10	2	3	3	3
Занятие № 11	3	3	3	4
Занятие № 12	2	3	4	2
Занятие № 13	2	1	4	4
Занятие № 14	4	1	2	2
Занятие № 16	2	2	4	1
Занятие № 17	2	2	1	3

Ответы на ситуационные задачи.

Занятие № 1

На рисунке растительная клетка.

Для растительной клетки характерна хорошо развитая клеточная стенка из целлюлозы, крупная центральная вакуоль, хлоропласты, отвечающие за фотосинтез. В клетках высших растений отсутствуют центриоли клеточного центра.

Занятие № 2

Для этой цели используют гипертонический раствор (10% раствор *NaCl*), потому что в гипертонической среде происходит осмос воды из клетки.

Занятие № 3

Пероксисомы играют важную роль в метаболизме перекиси водорода, которая является сильнейшим внутриклеточным ядом и разрушает клеточную мембрану. В пероксисомах клеток печени фермент каталаза составляет до 40 % всех белков и выполняет защитную функцию. Вероятно, отсутствие данных ферментов приводит к необратимым изменениям на уровне функционирования клетки, тканей, органов.

Занятие № 4

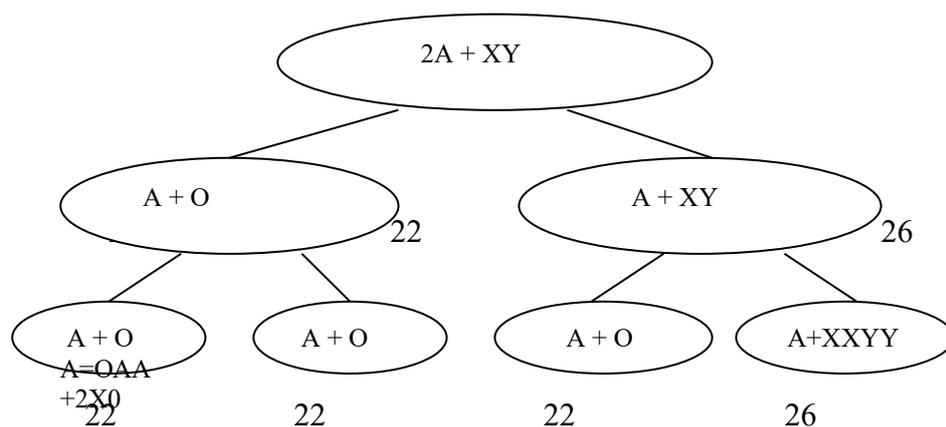
Интерфаза состоит из трех периодов: пресинтетический (G_1), синтетический (S) и постсинтетический (G_2).

Пресинтетический период – период роста, во время этого периода многие клетки вступают в период G_0 – период дифференциации.

Во время синтетического периода происходит репликация ДНК, удваивается набор ДНК в клетке.

В постсинтетический период клетка готовится к делению, образуются вещества, необходимые для деления, увеличивается число органоидов.

Занятие № 5



При нерасхождении половых хромосом в первом мейотическом делении из сперматоцита I порядка с набором хромосом $2A + XY$ образовались два сперматоцита II порядка с набором $A + XY$ – 24 хромосомы и $A + O$ – 22 хромосомы. По условию задачи произошло нерасхождение хроматид половых хромосом во втором делении мейоза, поэтому из сперматоцита II порядка с набором $A + XY$ образуется две сперматиды с набором $A + XXYY$ – 26 хромосом и $A + O$ – 22 хромосомы. Из сперматоцита II порядка с набором $A + O$ формируется две одинаковые сперматиды с набором $A + O$ – 22 хромосомы. В итоге образуется два типа гамет: $A + XXYY$ с вероятностью 25% и с набором $A + O$ с вероятностью 75%.

Ответ: из сперматоцита I порядка с набором хромосом $2A + XY$ при нерасхождении половых хромосом в анафазах двух делений мейоза образуется 2 вида гамет $A + XXYY$ (26 хромосом) с вероятностью 25% и $A + O$ (22 хромосомы) с вероятностью 75%.

Занятие № 7

В условии задачи дана последовательность аминокислот, по которым устанавливается строение иРНК (по таблице кода):

а/к: вал – ала – гли – лиз – три – вал – сер – глю
иРНК: 5' ГУУ - ГЦУ - ГГУ - ААА - УГГ - ГУУ - УЦУ – ГАА 3'

По цепочке иРНК можно восстановить участок нити ДНК, по матрице которой она собиралась

ДНК: 3' ЦАА – ЦГА – ЦЦА – ТТТ – АЦЦ – ЦАА – АГА – ЦТТ 5'

Но ДНК состоит из 2-х цепей, следовательно, последовательность кодогенной и матричной цепей ДНК будет следующей:

5' ЦАА – ЦГА – ЦЦА – ТТТ – АЦЦ – ЦАА – АГА – ЦТТ 3' – кодогенная цепь
3' ГТТ – ГЦТ – ГГТ – ААА – ТГГ – ГТТ – ТЦТ – ГАА 5' – матричная цепь

Занятие № 8

Обозначим аллели, определяющие окраску глаз:

A – кареглазость
 a – голубоглазость

Так как по условию задачи оба родителя кареглазые, в их генотипах должна быть хотя бы по одному гену A . Вместо второго гена аллельной пары пока ставим знак вопроса:

P ♀ $A?$ – ♂ $A?$

F₁: aa

У данной супружеской пары родился голубоглазый ребенок, следовательно, его генотип aa . Один рецессивный аллель этого гена ребенок получил от матери, второй – от отца.

aB. Запишем схему скрещивания, выпишем гаметы родителей и все возможные генотипы в F_1 :

$P \quad \text{♀} \quad aabb - \text{♂} \quad AaBb$

$G: \quad ab \quad \quad \quad Ab; aB$

$F_1 \quad \quad Aabb, \quad aaBb$

Оказалось, что F_1 возможны два генотипа: *Aabb*. Что соответствует по фенотипу катаракте и нормальному количеству пальцев и *aaBb*, что соответствует нормальному зрению и полидактилии. Вероятность каждого из этих генотипов $\frac{1}{2}$ или 50%.

Ответ: В данной семье возможно рождение детей только с одной аномалией: 50% вероятность рождения детей с катарактой и нормальным количеством пальцев и 50% – с нормальным зрением и полидактилией

Занятие № 10

Построим молекулу иРНК по принципу комплиментарности, а затем определим последовательность аминокислот в полипептидной цепи до изменений

ДНК:

5' ТТА-ТГТ-ААА-ТТТ-ЦАГ 3' – смысловая цепь

3' ААТ-АЦА-ТТТ- ААА-ГТЦ 5' – матричная цепь

иРНК: УУА-УГУ-ААА-УУУ-ЦАГ

А/к: лей – цис – лиз – фен – глу

Произведем указанные изменения в структуре ДНК и вновь определим последовательность аминокислот

ДНК: 5' ТТА-ТТА-ААТ-ТТА 3'

3' ААТ-ААТ-ТТА-ААТ 5'

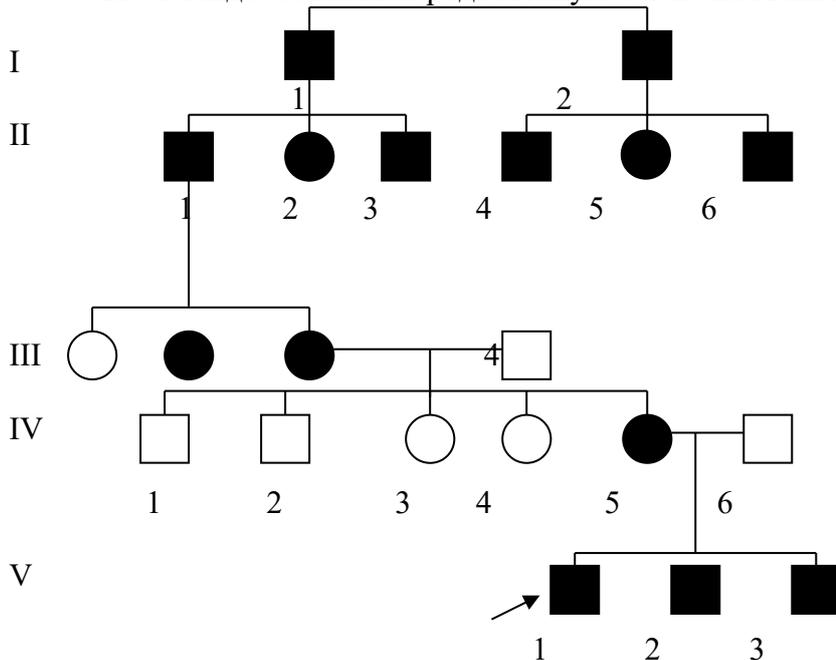
и-РНК: УУА-УУА-ААУ-УУА

А/к: лей – лей – асп – лей

Занятие № 11

Ситуационная задача № 1

По легенде составляем родословную с использованием специальных символов.



Анализ родословной показывает, что данная форма ночной слепоты наследуется как доминантный аутосомный признак. Об этом говорит тот факт, что признак проявляется у

большинства членов родословной независимо от пола. Следовательно, пробанд имеет генотип Aa – так как его отец здоров и имеет генотип aa . Жена пробанда здорова, следовательно, ее генотип aa . Зная генотип супругов нетрудно решить, что вероятность рождения здоровых и больных детей в семье пробанда составляет 50%.

P. ♀ Aa – ♂ aa

G A, a a, a

F₁ Aa, aa

Ответ: вероятность рождения больных детей составляет 50%.

Ситуационная задача № 2

Для решения задачи используем формулу Хольцингера

$$H = \frac{65\% - 18\%}{100\% - 18\%} \times 100\%$$

$$H = 57\%$$

$$E = 100 - 57 = 43\%$$

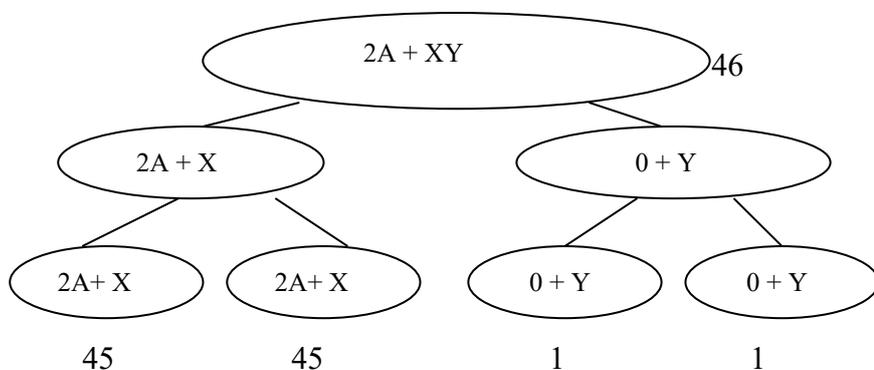
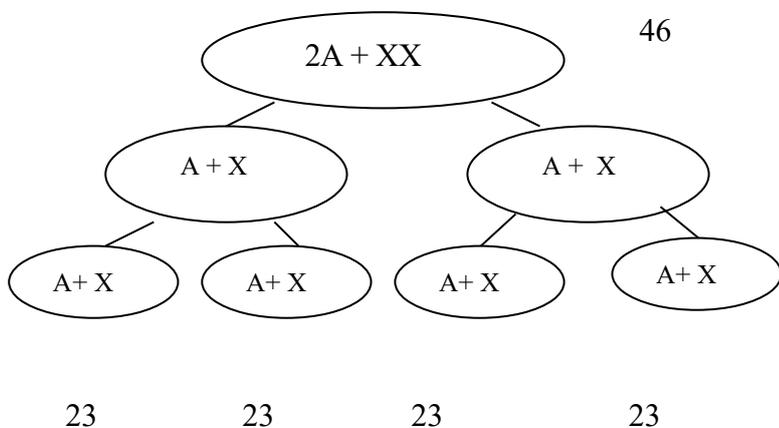
Результаты подтверждают, что заболевание сахарным диабетом обусловлено наследственностью и средой в равной мере.

Занятие № 13

Ситуационная задача № 3

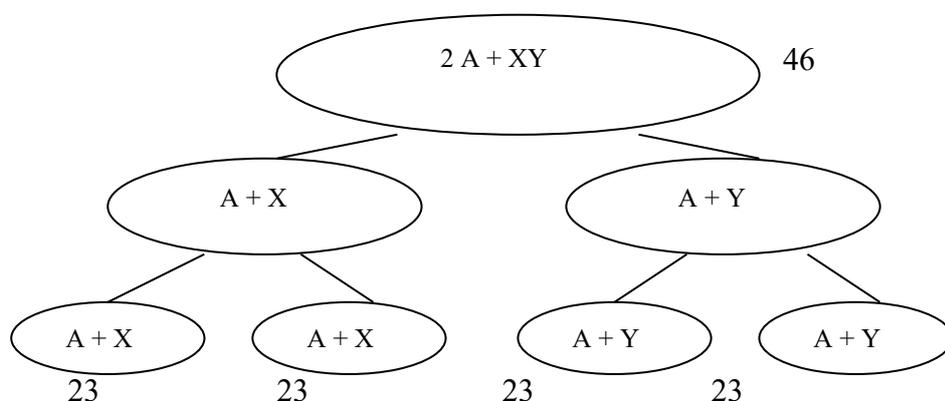
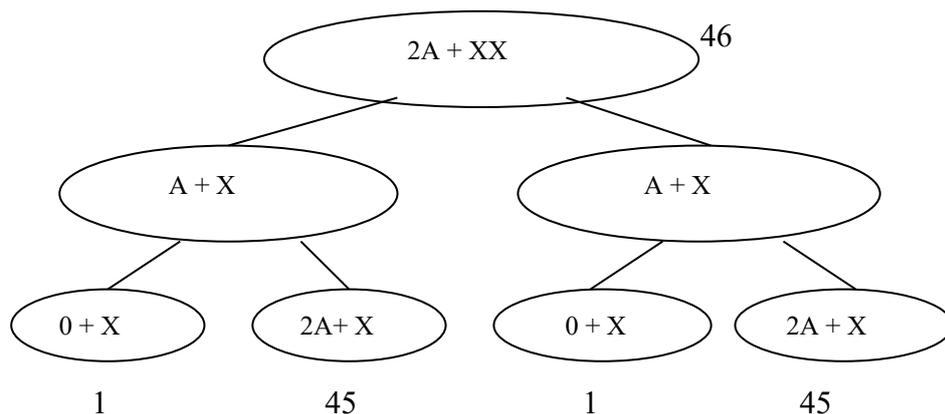
Общее количество хромосом в кариотипе $3A + XX$ равно $22 \times 3 + 2 = 68$ хромосом. Зигота с кариотипом $3A + XX$ могла возникнуть при слиянии:

1. Нормальной яйцеклетки ($A+X$) с аномальным сперматозоидом ($2A+X$)



Ответ: $(A+X) + (2A+X) = 3A+XX$

2. Аномальной яйцеклетки $2A + X$ с нормальным сперматозоидом $A + X$



Ответ: $2A + X$ + $A + X$ $3A + XX$

Ситуационная задача № 4

Построим молекулу иРНК по принципу комплементарности, а затем определим последовательность аминокислот в полипептидной цепи до изменений

ДНК:

5' ТТА-ТГТ-ААА-ТТТ-ЦАГ 3' – смысловая цепь

3' ААТ-АЦА-ТТТ-ААА-ГТЦ 5' – матричная цепь

иРНК: УУА-УГУ-ААА-УУУ-ЦАГ

А/к: лей – цис – лиз – фен – глу

Произведем указанные изменения в структуре ДНК и вновь определим последовательность аминокислот

ДНК: 5' ТТА-ТТА-ААТ-ТТА 3'

3' ААТ-ААТ-ТТА-ААТ 5'

и-РНК: УУА-УУА-ААУ-УУА

А/к: лей – лей – асп – лей

Ответ: Если удалить пятый и тринадцатый слева нуклеотиды из цепи молекулы ДНК, то во втором положении цистеин замениться на лейцин, в третьем положении лизин замениться на аспарагин, в четвертом положении фенилаланин замениться на лейцин, а пятый глутамин отсутствует.

Ситуационная задача № 5

A – ген, отвечающий за нормальное содержание меланина в тканях.

a – ген альбинизма.

Частота аллеля $a = q$; частота аллеля $A = p$. Вычислим частоту аллеля a (q). По условию q^2 (aa) = $1/20000$ (согласно закону Харди-Вайнберга).

Отсюда q (a) = $\sqrt{1/20000} = 1/141$

Частота аллеля A : $p = 1 - q = 141/141 - 1/141 = 140/141$

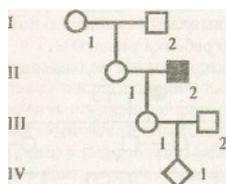
Количество гетерозигот (Aa) в популяции равно $2pq$.

$2 \times 140/141 \times 1/141 = 1/70$

Ответ: Частота генотипа Aa (гетерозигот) равна 1,4%.

Ситуационная задача № 6

На основании данных анамнеза строим родословную.



P ♀ $X^A X^A$ – ♂ $X^A Y$
 G X^A $X^a Y$
 F₁ $X^A X^a$, $X^A Y$

P ♀ $X^A X^a$ – ♂ $X^A Y$
 G $X^A X^a$ $X^A Y$
 F₂ $X^A X^A$, $X^a Y$, $X^A X^a$, $X^A Y$

Женщина, которая собирается иметь ребенка, гетерозиготна по гену ихтиоза. Вероятность рождения больного ребенка в браке со здоровым мужчиной составляет 25% от всех детей, 50% – если родится мальчик, 0% – если девочка.

Для уточнения возможности рождения больного ребенка показаны хорионбиопсия (8 – 12 неделя беременности) и амниоцентез (15 – 17 неделя беременности). Методы позволяют определить наличие X-полового хроматина в клетках плода для установления пола.

Если будет установлено, что пол будущего ребенка мужской (генетический риск 50%), то врач-генетик должен объяснить тяжесть медицинских последствий заболевания и рекомендовать провести искусственное прерывание беременности. При выявлении женского пола у плода риск рождения больного ребенка равен 0% .

Занятие № 13

Из материала эктодермы развиваются: головной и спинной мозг, эпидермис и его производные, компоненты органов зрения, слуха, обоняния, эпителий ротовой полости, эмаль зубов.

Из материала энтодермы развиваются: эпителий кишечника и желудка, клетки печени, секретирующие клетки поджелудочной. Кишечных и желудочных желез. Передний отдел эмбриональной кишки образует эпителий легких и воздухоносных путей, секретирующие отделы передней и средней доли гипофиза, щитовидной и паращитовидной желез.

Из мезодермы развиваются: все виды соединительной ткани, дерма, скелет, мускулатура, кровеносная и лимфатическая системы, мочеполовая система.

Занятие № 16

Природноочаговые заболевания распространены на определенной территории с определенным географическим ландшафтом. Резервуаром возбудителя заболевания служат дикие животные, составляющие с возбудителями и переносчиками биоценотический комплекс, циркулируют в природе независимо от человека.

Нетрансмиссивные природноочаговые заболевания – это заболевания, возбудители которых являются сочленами паразитарных систем, включающих окончательных и промежуточных хозяев, связанных пищевыми цепями (например, описторхоз).

Трансмиссивные природноочаговые заболевания – это заболевания, возбудители которых передаются от хозяев-доноров к хозяевам-реципиентам кровососущими членистоногими (например, малярия).

Место проведения самоподготовки:

- 1) читальный зал библиотеки БГМУ
- 2) учебная комната № 5 кафедры биологии БГМУ для самостоятельной работы обучающихся

Учебно-исследовательская работа студентов проводится в учебное время (пункт 7.3. Самостоятельная работа обучающихся под контролем преподавателя)

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ и ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Биология (ФГОС ВО) 1-2 с.	Основная литература			
	Биология [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений : рек. ГБОУ ВПО Первый Московский гос. мед. ун-т им. И. М. Сеченова / Н. В. Чебышев [и др.] ; под ред. Н. В. Чебышева. - М. : МИА, 2016. - 635,[5] с.	490	1267	1
	Биология [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Чебышев, Г. Г. Гринева. - Электрон. текстовые дан. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - on-line. - Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970405536.html . - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации . - Б. ц.	1200 доступов		
	Биология : учебное пособие / Н. В. Чебышев [и др.] ; ред. Н. В. Чебышев. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2005. - 592 с.	113		
	Викторова, Т. В. Биология: учеб. пособие / Т. В. Викторова, А. Ю. Асанов. - М. : Академия, 2011. - 320 с.	785	1267	0,64
	Биология [Электронный ресурс] : учебник : в 2 т. / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - Электрон. текстовые дан. - М. : Гэотар Медиа, 2015 . - Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970435649.html . - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации . Т. 1. - 2015. - on-line. - Б. ц.	1200 доступов	1267	1
	Биология : учебник для студентов мед. спец. высш. учеб. заведений : в 2 кн. / [В. Н. Ярыгин, В. И. Васильева, И. Н. Волков, В. В. Синельщикова] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - 10-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2010. - Кн. 1 : [Жизнь. Гены. Клетка. Онтогенез. Человек]. - 431 с.	197		
	Биология : учебник : в 2 т. / [В. Н. Ярыгин, В. И. Васильева, И. Н. Волков, В. В. Синельщикова] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - 3-е изд., стереотип. - М. : Высш. шк., 2000. - Кн. 1: Жизнь. Гены. Клетка. Онтогенез. Человек : учебник. - 448 с.	539		
	Биология [Электронный ресурс] : учебник : в 2 т. / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - Электрон. текстовые дан. - М. : Гэотар Медиа, 2015 . - Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970435656.html	1200 доступов	1267	1

	. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации . Т. 2. - 2015. - on-line. - Б. ц.			
	Биология: учебник для студентов мед. спец. высш. учеб. заведений : в 2 кн. / [В. Н. Ярыгин, В. И. Васильева, И. Н. Волков, В. В. Синельщикова] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - 10-е изд., стер. - М. :Высш. шк., 2010. - Кн. 2 : Эволюция. Экосистема. Биосфера. Человечество. - 10-е изд., стереотип. - 333 с.	198		
	Биология: учебник : в 2 т. / [В. Н. Ярыгин, В. И. Васильева, И. Н. Волков, В. В. Синельщикова] ; под ред. В. Н. Ярыгина. - 3-е изд., стереотип. - М. :Высш. шк., 2000. - Кн. 2 : Эволюция. Экосистема. Биосфера. Человечество : учебник. - 351,[1] с.	559		
	Пехов, А. П. Биология [Электронный ресурс]: учебник / А. П. Пехов. - Электрон. текстовые дан. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - on-line. - Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970414132.html	1200 доступов	54	1
	Дополнительная литература			
	Биология: руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]:учеб. пособие / под ред. В. В. Маркиной. - Электрон. текстовые дан. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - on-line. - Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970413074.html .	1200 доступов	54	1
	Биология: руководство к лабораторным занятиям [Электронный ресурс] :учеб. пособие / О. Б. Гигани [и др.] ; под ред. О. Б. Гигани. - Электрон. текстовые дан. - М. : ГЭОТАР-МЕДИА, 2012. - on-line. - Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970421383.html	1200 доступов	54	1
	Биология. Руководство к лабораторным занятиям [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / под ред. Н. В. Чебышева. - Электрон. текстовые дан. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - on-line. - Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970434116.html .	1200 доступов	54	1
	Викторова, Т. В. Курс лекций по общей и медицинской паразитологии : курс лекций / Т. В. Викторова, Ф. Ф. Мусыргалина ;Башк. гос. мед. ун-т. - Уфа : [Б. и.], 2005. - 200 с.	345	1153	0,27
	Лекции по биологии [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 кн. : [рек. УМО по мед. и фармац. образованию вузов России] / Башкирский гос. мед. ун-т ; под ред. Т. В. Викторовой. - Электрон. текстовые дан. - Уфа : Изд-во БГМУ, 2012 - . - Режим доступа: http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib469.pdf . - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации .	Неограниченный доступ	1274	1

	Ч. 1 : Цитология и генетика : курс лекций / Т. В. Викторова [и др.]. - 2012. - on-line. - Б. ц.			
	Лекции по биологии : в 3-х кн. / Башк. гос. мед. ун-т ; под ред. Т. В. Викторовой. - Уфа : БГМУ, 2005. - Ч. 1 : Цитология и генетика : курс лекций / [Т. В. Викторова, Г. И. Кулгунина, Г. И. Лукманова [и др.]]. - 186 с.	245		
	Лекции по биологии [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 кн. : [рек. УМО по мед. и фармац. образованию вузов России] / Башкирский гос. мед. ун-т ; под ред. Т. В. Викторовой. - Электрон. текстовые дан. - Уфа : Изд-во ГБОУ ВПО БГМУ Минздравсоцразвития России, 2012 - . - Режим доступа: http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib470.pdf . - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации . Ч. 2 : Медицинская паразитология : курс лекций, Ч. 3 : Общие закономерности онтогенеза, филогенеза и эволюции живого / Т. В. Викторова [и др.]. - 2012. - on-line. - Б. ц.	Неограниченный доступ	1274	1
	Мусыргалина, Ф. Ф. Медицинская паразитология [Текст] : учебное пособие / Ф. Ф. Мусыргалина. - Уфа : ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2023. - 278 с. : ил.	1200	1153	1
	Мусыргалина, Ф. Ф. Медицинская паразитология [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. Ф. Мусыргалина. - Электрон. текстовые дан. - Уфа : ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2023. - on-line. - Режим доступа: http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib703.pdf . - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.	Неограниченный доступ		
	Сборник задач по медицинской генетике и биологии [Текст] : уч. пособие для студентов для самост. аудиторн. работы по спец. "Лечебное дело" и "Педиатрия" по дисц. "Биология" / ГБОУ ВПО «Башкирский гос. мед. ун-т» МЗ РФ (Уфа) ; сост. Т. В. Викторова [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Уфа : ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России, 2015. - 102 с.	996	1153	1
	Сборник задач по медицинской генетике и биологии [Электронный ресурс] : уч. пособие для студентов для самост. аудиторн. работы по спец. "Лечебное дело" и "Педиатрия" по дисц. "Биология" / ГБОУ ВПО «Башкирский гос. мед. ун-т» МЗ РФ (Уфа) ; сост.: Т. В. Викторова, С. М. Измайлова, Д. Н. Куватова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Уфа : ГБОУ ВПО БГМУ Минздрав России, 2015. - on-line. - Режим доступа: http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib594.pdf . - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации . - Б. ц.	Неограниченный доступ		

	Сборник задач по биологии и медицинской генетике [Текст] : метод. пособие для студ. мед. вузов / [Г. И. Кулгунина, Ф. Ф. Мусыргалина, Г. И. Лукманова [и др.] ; Башкирский гос. мед. ун-т (Уфа). - Уфа : Изд-во БГМУ, 2004. - 88 с.	299		
	Целоусова, О. С. Механизмы и методы оценки цитотоксичности : учеб. пособие / О. С. Целоусова, Ю. В. Вахитова, В. А. Вахитов ; ГБОУ ВПО "Башкирский государственный медицинский университет МЗ и социального развития РФ", ФГБУ науки институт биохимии и генетики УНЦ РАН. - Уфа :Изд-во ГБОУ ВПО БГМУ Минздравсоцразвития России, 2012. - 112 с.	30	1153	1
	Целоусова, О. С. Механизмы и методы оценки цитотоксичности [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. С. Целоусова, Ю. В. Вахитова, В. А. Вахитов ; ГБОУ ВПО "Башкирский государственный медицинский университет МЗ и социального развития РФ", ФГБУ науки институт биохимии и генетики УНЦ РАН. - Электрон. текстовые дан. - Уфа : Изд-во ГБОУ ВПО БГМУ Минздравсоцразвития России, 2012. - on-line. - Режим доступа: http://library.bashgmu.ru/elibdoc/elib422.pdf . - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации . - Б. ц.	Неограниченный доступ		
	КО по дисциплине:0,93			

СОДЕРЖАНИЕ

Темы занятий	Стр.
Уровни организации живого и формы живого.	2 – 12
Структура и функции цитоплазматических мембран.	13 – 17
Строение и функции цитоплазмы	18 – 35
Клеточное ядро. Клеточный цикл клетки.	36 – 42
Способы размножения организмов. Гаметогенез	43 – 47
Строение и функции нуклеиновых кислот. Биосинтез белка	48 – 50
Итоговое занятие 1. Биология клетки.	51 - 55
Виды взаимодействия аллельных генов.....	56 – 59
Виды взаимодействия неаллельных генов	60 – 63
Закономерности сцепленного наследования	64 – 67
Изменчивость.	68 – 73
Методы антропогенетики	74 – 84
Медико-генетическое консультирование. Пренатальная диагностика.	85 - 95
Итоговое занятие 2. Основы медицинской генетики.	96 - 99
Сущность и периодизация онтогенеза.	100 - 106
Экология и биосфера	107 - 112
Приложение	113-120
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	121 – 123
Содержание	124