

## Лекция №1 Биология как наука. Уровни и свойства живого. Клеточная теория.

Термин «биология» был предложен в 1802 году Ж.Б.Ламарком. По другим источникам – Траверанусом.  
Биология – совокупность наук о живой природе.

Предмет биологии – все проявления жизни: строение и функции живых существ и их природных сообществ, распространение, происхождение и развитие, связи друг с другом и с неживой природой.

### Методы биологии:

1. Наблюдение
2. Описательный
3. Сравнительный метод – позволяет путем сопоставления изучать сходство и различие организмов и их частей.
4. Исторический метод – выясняет закономерности появления и развития организмов, становление их структуры и функции в процессе эволюции. Разработан Ч.Дарвином (XIX век).
5. Экспериментальный метод исследования явлений природы, связан с активным воздействием на них путем постановки опытов в точно учитываемых условиях и путем изменения течения процессов в нужном исследователю направлении. Этот метод обеспечивает более глубокое проникновение в сущность явлений. Блестящий экспериментатор академик И.П.Павлов так отзывался об эксперименте: «Наблюдение собирает то, что предлагает природа, опыт же берёт у природы то, что хочет.» Широко стал использоваться экспериментальный метод в XX веке.

### Задачи биологии:

1. Изучение биологических закономерностей.
2. Раскрытие сущности жизни.
3. Систематизация живых существ.

### Особенности биологии на современном этапе развития естествознания:

1. Дифференцировка науки – появление новых дисциплин в связи с большим объёмом нового фактического материала (молекулярная биология, генная инженерия).
2. Интеграция отдельных дисциплин (бионика и др.).

Определение понятия жизни по Ф. Энгельсу (1898 год) "Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей средой. С прекращением обмена веществ, прекращается жизнь".

Определение понятия жизнь по М.В. Волькенштейну (1965 год): "Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые саморегулирующие и самовоспроизводящие системы, построенные из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот".

### Свойства живого:

1. Самообновление.
2. Самовоспроизведение.
3. Саморегуляция.

### Атрибуты живого:

1. Дискретность и целостность.
2. Обмен веществ и энергии.
3. Раздражимость и движение.
4. Репродукция.
5. Наследственность и изменчивость
6. Рост и дифференцировка (индивидуальное развитие)
7. Историческое (филогенетическое) развитие

### Уровни организации живого.

#### I. Микробиологическая система

- подуровни:
1. Молекулярно-генетический
  2. Субклеточный (органеллы)
  3. Клеточный

#### II. Мезобиологическая система

- подуровни:
1. Тканевой
  2. Органный
  3. Организменный

#### III. Макробиологическая система

- подуровни:
1. Популяционно-видовой
  2. Биогеоценотический

### 3. Биосферный

Термин клетка – «cellula» предложил в 1665 году Р.Гук, увидевший на срезе дерева пробки ячейки, как пчелиные соты.

Клетка – элементарная структурно-функциональная и генетическая единица всех живых организмов.

Первая клеточная теория была сформулирована немецким зоологом Т. Шванном (1839 год). Одновременно с ним работал немецкий ботаник М. Шлейден, пришедший к аналогичным выводам, поэтому некоторые цитологии первую клеточную теорию называют теорией Шванна – Шлейдена.

Основные положения первой клеточной теории:

1. Клетка является структурной единицей растений и животных.
2. Процесс образования клеток обуславливает их рост и развитие.

В 1858 году немецкий патологоанатом Р.Вирхов дополнил эту теорию выводом о том, что новые клетки образуются путем деления материнских клеток, патологические процессы в организме связаны с изменениями в клетках, вне клеток нет жизни. Его афоризм «клетка – от клетки».

Основные положения современной клеточной теории:

1. Клетка – основная структурно – функциональная единица всего живого.
2. Клетки одноклеточных и многоклеточных организмов сходны по строению, химическому составу и важнейшим проявлениям жизнедеятельности.
3. Размножение клеток происходит путем деления исходной материнской клетки.
4. Клетки многоклеточных организмов специализированы по функциям и образуют ткани. Ткани формируют органы, органы образуют системы органов, которые в совокупности составляют организм.

Значение клеточной теории

1. Явилась крупнейшим обобщением естествознания 19 века.
2. Убедительно доказала, что развитие и рост всех высших организмов совершаются по одному общему закону.
3. Имела большое значение для развития эволюционного учения.
4. Утвердила материалистические представления во всех областях биологии и медицины.

Значение биологии для медицины:

Отечественный врач Давыдовский И.В. писал: «Медицина, взятая в плане теории – это прежде всего общая биология.»

Важнейшие биологические открытия совершают революцию в медицине. Например, исследования Л.Пастера (1862 г.), доказавшие невозможность самопроизвольного зарождения жизни в современных условиях; открытие микробного происхождения процесса гниения и брожения произвели переворот в медицине и обеспечили развитие хирургии. В практику хирургов вошли антисептика (предохранение химическими веществами ран от заражения), а затем асептика (стерилизация предметов, соприкасающихся с раной).

И.И.Мечников, изучая пищеварение у низших многоклеточных животных, открыл явление фагоцитоза, что затем способствовало объяснению явлений иммунитета. Исследования И.И.Мечникова межвидовой борьбы у микроорганизмов явились предпосылкой открытия антибиотиков, роль которых в медицине переоценить невозможно.

Советский исследователь Б.П.Токин открыл у растений летучие вещества – фитонциды, нашедшие широкое применение в медицине.

Открытия общей генетики способствуют дальнейшему развитию медицинской генетики; значение экологии паразитов вооружают врача в борьбе с инфекционными и инвазионными заболеваниями человека

## Лекция №2 Клетка.

Формы жизни на Земле:

1. Доклеточные (вирусы).
2. Клеточные (бактерии, грибы, растения, животные).

Классификация клеточных форм.

- I. Прокариоты (Procariota) - доядерные
- II. Эукариоты (Eucariota) - ядерные

Прокариоты – это бактерии. Возникли на Земле 3 – 3,5 млрд лет назад.

1. Не имеют типичного ядра, заключенного в ядерную мембрану. Генетический материал представлен единственной нитью ДНК, образующей кольцо.
2. Деление клетки амитотическое.
3. Отсутствуют митохондрии, пластиды, центриоли, развитая система мембран.
4. Имеют фотосинтетические мембраны, мезосомы, рибосомы. У некоторых видов имеются жгутики, капсула.

Эукариоты возникли 1 млрд лет назад.

1. Имеют оформленное ядро.
2. Деление клетки митотическое.
3. Обладают мембранными органеллами (иногда с собственной ДНК – хлоропласты, митохондрии и др.).

Гипотезы происхождения эукариотических клеток.

Ископаемые останки эукариотических клеток обнаружены в ископаемых породах, возраст которых 1 – 1,4 млрд. лет. В настоящее время существует 3 гипотезы их происхождения.

1. Симбиотическая (Т. Маргулис)
2. Инвагинационная (Uzzell, 1974)
3. Гипотеза клонирования. (Bogorad, 1975)

I. Симбиотическая гипотеза – наиболее распространённая. Её суть: родоначальником был анаэробный прокариот (бактерия), способный лишь к амёбoidному движению. В него проникли аэробные бактерии, имеющие митохондрии. Такой симбиоз (сожительство) привел к изменению прокариот. У них появилось аэробное дыхание, жгутики (способствовали активному движению); из базальных телец жгутиков появились центриоли; проникновение в клетку – хозяина цианобактерий привело к появлению хлоропластов и способности к фотосинтезу. Серьёзным доказательством правильности этой гипотезы служит то, что митохондрии, центриоли и хлоропласты имеют собственную ДНК.

ЭПС, аппарат Гольджи, вакуоли стали производными наружной ядерной оболочки. Спорным остаётся вопрос о происхождении ядра. Предполагают, что оно образовалось путём слияния геномов симбионтов, т.е. ДНК клетки-хозяина и ДНК аэробного прокариота, проникшего в неё. Но есть и другое мнение – ядро возникло путём увеличения генома клетки хозяина.

II. Инвагинационная гипотеза.

Предком эукариотической клетки был аэробный прокариот. В нем внутри находилось несколько геномов, прикрепленных к клеточной оболочке. Эти геномы впячивались вместе с оболочкой, отшнуровывались и в дальнейшем специализировались в ядро, митохондрии, хлоропласты. Позже появились цитоплазматические мембраны.

III. Гипотеза клонирования – менее приемлема, менее вероятна. Предшественник эукариотической клетки аэробный прокариот. В нем ядро и органеллы появляются в результате клонирования отдельных геномов клеток – хозяев.

Общий план строения эукариотической клетки:

1. Плазмолемма – клеточная мембрана
2. Цитоплазма
3. Ядро.

Плазмолемма – элементарная биологическая мембрана. Существуют три модели её строения.

1. Бутербродная
2. Плетёного коврика
3. Жидкостно-мозаичная (1972 г, Николсон, Сингер).

Наибольшей популярностью в настоящее время пользуется третья модель, согласно которой плазмолемма (как и другие клеточные мембраны) состоит из бимолекулярного слоя липидов, в который включены молекулы белков. Молекулы липидов имеют два полюса. Один обладает гидрофильными свойствами, его называют полярным, другой – гидрофобный (неполярный). В клеточных мембранах молекулы липидов обращены друг к другу неполярными полюсами. Белки мембран делят на 3 группы: периферические, интегральные и трансмембранные.

1. Периферические белки располагаются на наружной поверхности билипидного слоя, выполняют роль мембранных рецепторов.
2. Интегральные белки (погруженные) – частично погружены в липидный слой, образуя на мембране биохимический «конвейер», на котором протекают реакции превращения веществ.
3. Трансмембранные белки (пронизывающие) – пронизывают всю толщу мембраны и обеспечивают передачу информации в двух направлениях: через мембрану в сторону цитоплазмы и обратно. На наружной поверхности плазмолеммы располагаются углеводы в виде гликолипидов и гликопротеидов,

образуя особый слой – гликокаликс. В клетках растений плазмолемма снаружи покрыта клеточной оболочкой.

#### Функции плазмолеммы:

1. Разграничительная.
2. Рецепторная.
3. Транспортная (участие в обмене веществ).
4. Защитная.

Цитоплазма – обязательная часть клетки, заключенная между плазматической мембраной и ядром, высокоупорядоченная коллоидная система. В ней различают гиалоплазму, органеллы и включения.

Гиалоплазма – это водный гетерогенный коллоидный раствор белков, глюкозы, электролитов, фосфолипидов, холестерина. Она может находиться в двух состояниях: разжиженном (золь) и плотном (гель). Эти состояния могут переходить друг в друга при меняющихся условиях среды.

#### Функции гиалоплазмы:

- 1) транспортная
- 2) гомеостатическая
- 3) участие в обмене веществ
- 4) обеспечение оптимальных условий для функционирования органелл.

Органеллы – постоянные специализированные компоненты клетки, имеющие определенное строение и выполняющие определенные функции.

Классификация органелл по строению (мембранные, немембранные), по локализации (ядерные и цитоплазматические), по назначению (общего и специального назначения), по величине (видимые и невидимые в световой микроскоп).

Мембранные органеллы: ЭПС, аппарат Гольджи, лизосомы, пероксисомы, сферосомы, митохондрии, пластиды, вакуоли.

Эндоплазматическая сеть (ЭПС) – система мелких вакуолей и канальцев, соединенных друг с другом и ограниченных одинарной мембраной.

Различают:

1. Гладкую (агранулярную) ЭПС.
2. Шероховатую (гранулярную) ЭПС.

1. Гладкая ЭПС – лишена рибосом. Состоит из сильно ветвящихся канальцев.

#### Функции гладкой ЭПС:

- а) синтез углеводов и липидов;
- б) накопление капелек липидов;
- в) обмен гликогена;
- г) накопление и выведение из клетки ядовитых веществ;
- д) синтез стероидных гормонов.

2. Гранулярная ЭПС – имеет рибосомы на мембранах. Состоит из канальцев и уплощенных цистерн.

#### Функции гранулярной ЭПС: участие в синтезе белков.

Комплекс Гольджи (аппарат Гольджи, пластинчатый комплекс) открыт К. Гольджи (1898 г.) Структурная функциональная единица его – диктиосома. Диктиосома – стопка из 3-12 уплощенных дискообразных цистерн. В клетке содержится до 20 диктиосом.

#### Функции комплекса Гольджи:

- а) концентрация, обезвоживание и уплотнение внутриклеточного секрета;
- б) синтез глико – и липопротеидов;
- в) накопление и выведение веществ;
- г) образование борозды деления при митозе;
- д) образование первичных лизосом.

Лизосома – пузырек, окруженный одинарной мембраной, содержащий как в матриксе, так и в мембране набор гидролитических ферментов – всего более 20. Выделяют первичные лизосомы – неактивные, которые превращаются во вторичные лизосомы. Последние делят на фаголизосомы – лизируют под действием ферментов вещества, поступившие извне, и аутолизосомы – разрушают собственные структуры клетки, отслужившие свой срок. Вторичные лизосомы, в которых процесс переваривания завершен, называют телолизосомами (остаточными тельцами).

#### Функции лизосом:

- а) переваривание поглощенного материала
- б) автолиз – переваривание частей самой клетки
- в) удаление целых клеток и межклеточного вещества
- г) разрушение бактерий и вирусов.

Пероксисома – пузырек, окруженный одинарной мембраной, содержащий пероксидазу.

Функции пероксиомы: окисление различных органических веществ с помощью перекиси водорода.

Сферосома – овальная органелла, окруженная одинарной мембраной.

Функции сферосомы: - накопление и синтез жира.

Митохондрия – органелла, состоящая из матрикса, окруженного внутренней мембраной межмембранного пространства и наружной мембраны. В матриксе содержится кольцевая ДНК, рибосомы. Наружная мембрана гладкая, а внутренняя образует выпячивание (гребни).

Функции митохондрий – образование энергии (АТФ).

Вакуоли – полости в цитоплазме клеток, ограниченные мембраной и заполненные жидкостью. Имеются в норме в клетках растений и у одноклеточных животных. Обнаруживаются в стареющих или патологически измененных клетках многоклеточных животных и человека. Образуются вакуоли из пузырьков аппарата Гольджи, расширений ЭПС, плазмолеммы. В клетках растений вакуоли наполнены клеточным соком, содержащим до 90% воды, в которой растворены простые белки, моно- и дисахариды, витамины, пигменты, органические кислоты, дубильные вещества.

У одноклеточных животных имеются пищеварительные и выделительные вакуоли. Пищеварительные вакуоли содержат воду, ферменты, минеральные соли. Их функция – расщепление сложных органических соединений до простых веществ.

Выделительные (сократительные) вакуоли выводят жидкие продукты обмена из клетки, поддерживают осмотическое давление, т.е. участвуют в осморегуляции.

Пластиды – органеллы специального назначения. Встречаются только в клетках растений. Их размножение (воспроизводство) происходит под контролем собственной ДНК.

Различают три вида пластид в зависимости от их окраски: хлоропласты, хромопласты и лейкопласты.

Хлоропласты – их зелёный цвет обусловлен пигментом хлорофиллом, который улавливает солнечную энергию, переводя её в энергию химических связей. Тело пластид состоит из гран-тилакоидов, разделённых мембранами. Тело окружено двухслойной оболочкой. На мембранах гран протекает световая фаза фотосинтеза, а на мембране тела – темновая. В состав хлоропластов входят белки, жиры, ДНК и РНК.

Хромопласты – окрашены в оранжево-красный цвет, обусловленный пигментом каротином, желтый – пигментом ксантофиллом, красный – ликопином. Форма хромопластов разнообразная – палочковидная, округлая, серповидная. Они участвуют в фотосинтезе и окрашивают плоды, ягоды, корнеплоды, листья.

Лейкопласты – бесцветные пластиды. По форме сходны с хромопластами. Содержатся в мякоти плодов, корнеплодов. Они накапливают или синтезируют крахмал, жиры, белки.

Немембранные органеллы – рибосомы, центросома, микротрубочки, микрофиламенты.

Рибосомы – небольшие сферические тельца, расположенные в гиалоплазме или на канальцах ЭПС. Количество их в клетках различно. Особо богаты рибосомами клетки, секретирующие белок. В состав рибосом входят специальные белки, магний, р-РНК. Каждая рибосома состоит из двух субъединиц (большой и малой), в каждой из них содержится по одной молекуле р-РНК в виде свёрнутого тьяа, а между ними – белок.

Функция рибосом – синтез белков. Обычно рибосомы объединены в группы по 5 – 70 штук – полисомы (полирибосомы). Образуются рибосомы в ядрышках.

Центросома (клеточный центр) хорошо видна под световым микроскопом. Состоит из двух центриолей и лучистой сферы. Каждая центриоль представляет из себя цилиндр, стенки которого образованы 9 триплетами параллельно расположенных микротрубочек. В клетках высших растений центриоли отсутствуют.

Функции центриоли - определяют полюса дочерних клеток при делении; лучистая сфера формирует короткие и длинные нити ахроматинового веретена.

Микротрубочки – тончайшие трубочки разной длины. Их стенка состоит из белка тубулина. Располагаются свободно в цитоплазме клетки или являются структурными элементами жгутиков, ресничек, митотического веретена, центриолей. В свободном состоянии микротрубочки выполняют опорную функцию, определяя форму клеток (являясь «цитоскелетом»). Кроме того, они определяют направление перемещения внутриклеточных структур (например, расхождение хромосом при делении ядра) – сократительная функция.

Микрофиламенты – тонкие нити, состоящие из белка актина и миозина. Располагаются под плазмолеммой многих эукариот клеток. Например, в эритроцитах сеть микрофиламентов прикрепляется к белкам мембраны и

определяет не только форму, но и гибкость эритроцитов, позволяя проходить им по самым узким капиллярам. Другой пример. Клетки кишечного эпителия имеют около 1000 микроворсинок, увеличивающих площадь всасывания. В каждой микроворсинке содержится транспортная система, состоящая из пучка микрофиламентов, связанных с белками плазмолеммы и с горизонтальной сетью микрофиламентов. Т.е. пучок микрофиламентов выполняет роль арматурного стержня, придающего ворсинке устойчивость.

Включения – непостоянные компоненты клеток, имеющие определённое строение и выполняющие определённые функции.

Группы включений:

1. Трофические
2. Минеральные
3. Пигментные
4. Витаминные
5. Секреторные
6. Экскреторные

Ядро – nucleus (лат.), carion (греч.)

Открыто ядро в клетке в 1833 году английским цитологом Р. Броуном. В клетке может быть одно или несколько ядер. Оно располагается в центре клетки или на периферии. Форма ядра может быть овальной, круглой, сегментированной (в лейкоцитах крови). Ядро присутствует во всех эукариотических клетках (за исключением эритроцитов и тромбоцитов крови человека; они утратили его в процессе гемопоэза).

Ядро имеет ядерную оболочку (кариолемму), ядерный сок (кариоплазму), ядрышко, хроматин, ядерный белковый остов (матрикс).

Ядерная оболочка состоит из двух мембран – внешней и внутренней, между которыми находится перинуклеарное пространство.

Внешняя и внутренняя мембраны ядерной оболочки имеют все характерные признаки клеточных мембран: билипидный слой, широкий спектр встроенных белков и др.

Внешняя мембрана ядерной оболочки имеет ряд особенностей, указывающих на её структурное и функциональное единство с мембранами шероховатой ЭПС

- части внешней мембраны ядерной оболочки могут переходить в мембраны систем каналов ЭПС;
- на определённой части внешней мембране ядерной оболочки всегда имеются прикреплённые полные рибосомы;
- от этих участков внешней мембраны ядерной оболочки периодически отпочковываются вакуоли (везикулы), транспортирующие вновь образованные белки непосредственно в цис – часть аппарата Гольджи, минуя шероховатую ЭПС.

Внутренняя мембрана ядерной оболочки связана с ядерной ламиной (фиброзный элемент цитоскелета), которая, «заякоривая» хроматин, обеспечивает его связь с внутренней мембраной ядерной оболочки.

Ядерные ламины образуют фибриллы диаметром 10 нм, которые под внутренней мембраной ядерной оболочки со стороны кариоплазмы формируют ортогональные структуры и рыхло расположенную фибриллярную сеть.

Эти структуры обеспечивают связь внутренней мембраны ядерной оболочки с хроматином, а так же выполняют поддерживающую функцию, как элементы цитоскелета, связаны с ядерной порой.

Двухмембранная ядерная оболочка имеет ядерные поры. Эти тоннельные образования диаметром около 100 нм и высотой примерно 75 нм пронизывают ядерную оболочку насквозь.

Ядерные поры – сложные образования, состоящие из нескольких компонентов белковой природы. Совокупность структур, образующих ядерные поры, обозначают как ядерный поровый комплекс (ЯПК).

Функции плазмолеммы – 1) защитная, 2) транспортная

Ядерный сок – по физическому состоянию аналогичен гиалоплазме, несколько более вязкий раствор белков, ионов, нуклеотидов, а по химическому – отличается содержанием белков, нуклеиновых кислот и ферментов.

Ядрышко – плотное тельце внутри ядра большинства клеток эукариот. В ядре может быть одно или несколько ядрышек. Ядрышко формируется на определенных локусах хромосом (ядрышковых организаторах), где находятся серии генов, кодирующих р – РНК и т – РНК. Ядрышко образуется на внехромосомных копиях ядрышкового организатора.

Функции ядрышка – синтез р – РНК, т – РНК и рибосом.

Хроматин (греч. chroma – цвет, краска) – нуклеопротеидные нити (деспирализованные молекулы ДНК), из которых состоят хромосомы клеток эукариот. Хроматин – дисперсное состояние хромосом в интерфазе

клеточного цикла. Основные структурные компоненты хроматина – ДНК(30-45%) , гистоны и негистоновые белки. (4-33%), остатки м-РНК, ферменты, липиды, полисахариды, ионы металлов.

Различают две формы хроматина:

Эухроматин (диффузный) – генетически активный и гетерохроматин (конденсированный) – генетически неактивный (например одна х-хромосома у женщин, дающая тельце Барра). Наиболее конденсированные участки эухроматина называют хромомерами.

Во время деления клетки хроматин окрашивается интенсивнее, происходит его конденсация – образование более спирализованных нитей, называемых хромосомами (окрашенные тела).

Хромосомы – органеллы ядра, являющиеся носителями генов и определяющие наследственные свойства клеток и организмов.

Основу хромосомы составляет одна непрерывная двухцепочная молекула ДНК (99%), связанная с белками (гистонами и др.) в нуклеопротеид. Каждая хромосома состоит из двух продольных субъединиц – хроматид; каждая хроматида состоит из двух полухроматид, каждая полухроматида состоит из хромонем, которые представляют из себя полинуклеотидные нити ДНК. Хроматиды соединяются между собой в области первичной перетяжки – центромеры. Это наименее спирализованный, практически неокрашиваемый участок хромосомы, к которому прикрепляются нити веретена деления. Центромера делит хромосому на два плеча. Концы плеч хромосом называют теломерами, которые препятствуют соединению хромосом друг с другом. Некоторые хромосомы имеют вторичную перетяжку, которая отделяет часть хромосомы, названную спутником.

В зависимости от расположения центромеры в хромосоме различают хромосомы:

1. Метацентрические – (равноплечие) центромера расположена посередине, плечи равны;
2. Субметацентрические – (неравноплечие) – центромера незначительно смещена от центра хромосомы - плечи неравной величины;
3. Акроцентрические (палочковидные) – центромера находится у края.
4. Телоцентрические – одно плечо отрывается, остаётся одно плечо и центромера располагается на конце.

Хромосомы, одинаковые по форме, размерам, строению у особей женского и мужского пола, назвали аутосомами, а одну пару хромосом, отличающуюся у особей разного пола – половыми хромосомами (гетерохромосомами).

Хромосомы обладают рядом свойств:

1. Постоянство числа – у организмов одного вида число хромосом в норме постоянно. (у человека – 46, аскариды – 2, дрозофилы – 8, речного рака – 16, голубя – 80, кролика – 44, шимпанзе – 48)
2. Парность – в соматических клетках имеются две одинаковые хромосомы – гомологичные.
3. Индивидуальность – каждая пара хромосом имеет свои особенности: размер, форму, место расположения центромеры, набор генов и т.д.
4. Непрерывность – "каждая хромосома от хромосомы".

Функции хромосом:

1. Передача наследственной информации.
2. Хранение наследственной информации.
3. Реализация наследственной информации в ходе биосинтеза белка.

В 1924 году отечественный цитолог Г.А. Левитский ввел в науку термин кариотип – это диплоидный набор хромосом, характеризующийся их числом, величиной и формой. Для изучения кариотипа человека обычно используют клетки костного мозга, культуры фибробластов или лейкоцитов крови (их легче получить).

Методика не очень сложная. К культуре клеток добавляют химическое вещество колхицин (он останавливает деление клеток на стадии метафазы). Затем клетки обрабатывают гипотоническим раствором (отделяют хромосомы друг от друга), фиксируют и окрашивают. Благодаря такой обработке каждая хромосома чётко видна в световом микроскопе.

Чтобы легче было разобраться в сложном комплексе хромосом, составляющих кариотип, их располагают в виде идиограммы (греч. *idios* – своеобразный, *gramme* – запись). Термин и метод был предложен нашим соотечественником – цитологом С.Г. Навашином.

В идиограмме по денверской классификации 1960 года хромосомы располагаются попарно в порядке убывающей величины. Исключение делают для половых хромосом, которые выделяются особо. Самой крупной паре присвоен номер 1, а самой маленькой – 22. Так как не всегда точно можно определить нарушение какой хромосомы произошло, то их объединяют в группы А, В, С и т.д.(на практическом занятии будем составлять идиограммы разных кариотипов).

## Лекция №3 Временная организация клеток.

Способы деления клеток:

1. Митоз
2. Амитоз

### 3. Мейоз

Жизненный цикл клеток – период с момента образования клетки до её гибели.

Митотический цикл – совокупность процессов происходящих от начала одного деления клетки до начала следующего её деления.

Митотический цикл клетки состоит из интерфазы и митоза..

Интерфаза – период подготовки клетки к делению (9/10 митотического цикла).

Периоды интерфазы:

1. Пресинтетический ( $G_1$ ) Рост вновь образованной клетки. Происходит синтез РНК и белков. Длительность его 12-24 часа. В клетке набор хромосом и количество ДНК соответственно  $2n2C$ .
2. Синтетический (S) ДНК редулицируется, поэтому хромосомы уже состоят из двух хроматид. Продолжается синтез белков РНК. По завершению S- периода в клетке  $2n$  - хромосом и  $4C$  – ДНК. Продолжительность периода 6-10 часов.
3. Постсинтетический период. Синтез АТФ, РНК, белка. Ядро увеличивается в объеме. Длительность периода 3-4 часа.

Митоз – непрямоe, сложное полноценное деление клетки. Открыт в растительной клетке в 1874 г. И.Д. Чистяковым, в животной- П.И. Перемежко в 1878 году. Описали подробно Э. Страсбургер в растительной клетке, В. Флеминг – в животной клетке.

Митоз занимает 1/10 митотического цикла и состоит из процессов:

- 1) кариокинеза – деление ядра;
- 2) цитокинеза – деление цитоплазмы

#### Фазы митоза

Профаза. Хромосомы спирализуются и приобретают вид нитей. Ядрышко разрушается. Распадается ядерная оболочка. В цитоплазме уменьшается количество структур шероховатой сети. Резко сокращается число полисом. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки, между ними микротрубочки образуют веретено деления. Увеличивается вязкость, тургор цитоплазмы, поверхностное натяжение клеточной мембраны.

Прометафаза. Ядерная оболочка отсутствует, ядрышка нет, хромосомы в виде утолщенных нитей беспорядочно располагаются в области экватора.

Метафаза. Заканчивается образование веретена деления. Хромосомы выстраиваются в экваториальной плоскости клетки ( метафазная пластинка – фигура материнской звезды). Микротрубочки веретена деления связаны с кинетохорами хромосом. Каждая хромосома продольно расщепляется на две хроматиды (дочерние хромосомы), соединенные в области кинетохора (центральной части центромеры).

Анафаза. Связь между хроматидами нарушается, и они в качестве дочерних хромосом перемещаются к полюсам клетки со скоростью 0.2 – 5 мкм/мин. По завершении движения, на полюсах собирается два равноценных полных набора хромосом.

Телофаза. Реконструируются интерфазные ядра дочерних клеток. Хромосомы деспирализуются. Образуются ядрышки, ядерная оболочка. Разрушается веретено деления. Материнская клетка делится на две дочерние клетки. Происходит цитокинез.

В растительной клетке клеточная стенка образуется изнутри из пузырьков комплекса Гольджи и микротрубочек, а в животной клетке перетяжка образуется снаружи за счет впячивания плазмолеммы.

Биологическое значение митоза. В результате митоза из одной материнской клетки образуются две дочерние, имеющие одинаковую наследственную информацию как между собой, так и с материнской клеткой.

Факторы, влияющие на митотическую активность клетки.

- I. Внутренние: состояние нервной системы, биологически активные вещества, циркулирующие во внутренней среде организма (гормоны, витамины, и др.), суточный ритм, продукты распада тканей (стимулируют митоз)..
- II. Внешние: температура, свет , различные излучения, суточный ритм и др.
- III. Тип ткани. Низкая митотическая активность наблюдается в стабильных тканях (нервная), средняя – в растущих тканях (мышечная), высокая – в обновляющихся тканях (эпителиальная).



Амитоз - прямое, простое деление клетки. При амитозе происходит случайное деление ядра путем перетяжки без сложной перестройки наследственного материала. Вслед за ядром делится цитоплазма. При амитозе отсутствует механизм точного распределения ДНК (наследственного материала).

Встречается амитоз у прокариот, в слабо дифференцированных клетках (эпителий мочевого пузыря), стареющих клетках, клетках злокачественных опухолей.

Но есть мнение, что амитоза в природе нет, а есть быстро протекающий митоз.

Мейоз – не прямое, сложное редукционное деление специализированных клеток репродуктивных органов живых существ, размножающихся половым способом. Термин введен в биологию в 1905 году И.Б. Фемером и И.Е. Муром.

Политения – образование многонитчатых (политенных) хромосом за счет многократной репликации хромомом (иногда свыше 1000). Политенные хромосомы превышают по размерам в сотни раз обычные (у насекомых).

Эндомитоз – увеличение числа хромосом кратное гаплоидному набору.

Эндомитоз происходит под ядерной оболочкой и без образования веретена деления. По завершению эндомитоза образуются клетки с набором хромосом  $3n$ ,  $4n$ ,  $5n$  и др., т.е. полиплоидные клетки.

## **Лекция №4 Размножение, как свойство живых организмов. Гаметогенез.**

Размножение - это свойство воспроизведения себе подобных, обеспечивающие непрерывность и преемственность жизни. Различают два способа размножения: бесполой и половой.

Бесполое размножение – различные формы размножения организмов, при которых новый организм возникает из соматических клеток одного родителя, потомки являются точной копией его.

### I. Формы бесполого размножения у одноклеточных.

1. Деление надвое (митозом) - из одной материнской клетки образуются две дочерние клетки, имеющие одинаковую наследственную информацию с материнской клеткой (саркодовые).
2. Множественное деление (шизогония) – ряд последовательных делений ядра с последующим делением цитоплазмы и образованием множества одноядерных клеток (споровики).
3. Почкование – формирование дочерней клетки (почки) меньшего размера на материнской клетке. Дочерняя клетка может отпочковываться от материнской клетки (дрожжи).
4. Спорообразование – формирование спор – одноклеточных образований, окруженных плотной оболочкой, служащих для распространения и переживания неблагоприятных условий (плесень мукор).
5. Эндогония – внутреннее почкование, когда ядро делится на 2 части, каждая даёт дочернюю особь (токсоплазма).

### II Формы бесполого размножения у многоклеточных.

1. Вегетативное размножение – образование новой особи из части родительской, приводящее к появлению генетически однородных групп особей.
  - а) у грибов происходит путем отделения специализированных или неспециализированных участков таллома; у растений - черенками, клубнями, листьями, луковицами, усами и др.
  - б) у животных вегетативное размножение осуществляется:
    - путем обособления частей тела с последующим восстановлением до целого организма – фрагментация (ресничные и дождевые черви);
    - почкованием – образованием на материнском организме почки – выроста, из которого развивается новая особь (гидра).
2. Спорообразование – один из этапов цикла воспроизведения с помощью спор у семенных растений, у высших споровых.
3. Полиэмбриония – развитие нескольких зародышей (близнецов) из одной зиготы (броненосцы, человек).

Половое размножение – различные формы размножения организмов, при которых новый организм возникает из специализированных половых клеток или особей, выполняющих эти функции. При половом размножении необходимо, как правило, наличие двух родительских особей. Потомки, как правило, неидентичны.

## I. Формы полового размножения у одноклеточных.

1. Копуляция – процесс слияния двух половых клеток или особей, не различающихся между собой (изогаметы) – у споровиков, жгутиковых.
2. Конъюгация – половой процесс, заключающийся во временном соединении двух особей и обмене частями их ядерного аппарата, а так же небольшим количеством цитоплазмы (у бактерий, инфузорий).

## II. Формы полового размножения у многоклеточных

### 1. С оплодотворением.

Оплодотворению предшествует осеменение – процессы, обуславливающие встречу гамет. Оно бывает наружное и внутреннее.

Оплодотворение – (сингамия) – слияние мужской половой клетки (сперматозоид, спермий) с женской (яйцо, яйцеклетка), приводящее к образованию зиготы, которая дает начало новому организму. Когда в яйцеклетку проникает один спермий, то такое явление называют моноспермией, если несколько – полиспермией.

### 2. Без оплодотворения.

Партеногенез – форма полового размножения, при котором женские организмы развиваются из неоплодотворенной яйцеклетки.

Различают естественный и искусственный партеногенез.

Естественный партеногенез открыт Ш.Бонне, происходит в природе без вмешательства человека. Он в свою очередь подразделяется на:

- а) факультативный
- б) облигатный

(а) При факультативном партеногенезе любое яйцо может дробиться как без оплодотворения, так и после него.

(б) При облигатном или обязательном партеногенезе развитие яйца возможно только без оплодотворения. Такой вид партеногенеза открыт в 1886г. А.А. Тихомировым. При этой форме партеногенеза развитие организма из неоплодотворенного яйца происходит после его механического или химического раздражения в лабораторных условиях.

Андрогенез – форма размножения организмов, при которой в развитии зародыша участвуют одно или два ядра, привнесенные в яйцо сперматозоидами, а женское ядро – не участвует. (встречается у тутового шелкопряда)

Гиногенез – форма размножения организмов, при которой сперматозоид стимулирует начало дробления яйцеклетки, но ядро его не сливается с ядром яйца и не участвует в последующем развитии зародыша. Иногда гиногенез рассматривают как одну из форм партеногенеза. Встречается гиногенез у покрытосеменных растений, некоторых видов рыб и земноводных, круглых червей.

### Биологическая роль полового размножения.

При половом размножении наблюдается рекомбинация наследственных признаков родителей, поэтому появляются разнообразные генотипически и фенотипически потомки. Таким образом, половое размножение дает источник изменчивости, благодаря чему появляется возможность лучшего приспособления организмов к среде обитания, к сохранению различных видов организмов.

Гаметогенез – образование половых клеток (гамет) в половых железах (гонадах). Особи, у которых продуцируются как женские, так и мужские гаметы (т.е. имеются половые железы как женские, так и мужские) называют гермафродитами, а такое явление – гермафродитизмом. Различают гермафродитов истинных и ложных. Истинные гермафродиты продуцируют женские и мужские гаметы (в разное время), а у ложных – функционируют лишь гонады одного вида (или женские, или мужские). В норме истинный гермафродитизм встречается у плоских и дождевых червей, ящериц, некоторых видов рыб. Ложный гермафродитизм описан у человека.

### Различают два вида гаметогенеза:

- I. Сперматогенез
- II. Оогенез.

I Сперматогенез – образование мужских гамет (сперматозоидов). Он происходит у животных в определённые периоды года, у человека – весь период половой зрелости в стенке семенных канальцев семенников, где различают 4 зоны: размножения, роста, созревания, формирования.

Различают 4 периода сперматогенеза, каждый из которых происходит в соответствующей зоне семенных канальцев:

- I. Размножение – диплоидные клетки – сперматогонии, находящиеся в наружном слое стенки семенных канальцев, делятся митозом и содержат  $2n$   $2C$ . Этот период у человека начинается в эмбриогенезе и продолжается до полового созревания.
- II. Рост – начинается после полового созревания. Сперматогонии увеличиваются в объёме, растут и превращаются в сперматоциты I-го порядка с набором хромосом и ДНК  $2n$ ,  $4C$ .
- III. Созревание (мейоз) – происходит два быстро следующих друг за другом делений: первое мейотическое (собственно редукционное) и второе – эквационное. В результате первого деления из каждого сперматоцита I-го порядка образуется два сперматоцита II-го порядка, имеющих  $n$   $2C$ , а после второго – четыре одинаковые по размерам сперматиды, содержащие  $n$ ,  $C$ . Таким образом, в период созревания на стадии анафазы I происходит редукция (уменьшение) числа хромосом вдвое.
- IV. Формирование. Сперматиды превращаются в сперматозоиды ( $n$ ,  $C$ ). В них образуются новые структуры: жгутик, головка, шейка (у млекопитающих), ядра уплотняются, аппарат Гольджи перемещается к одному из полюсов, образуя акросомный аппарат, центриоли находятся на полюсах, от одной из них отрастает жгутик, у его основания располагаются митохондрии; головка почти лишена цитоплазмы.

II Оогенез – образование женских половых клеток – яйцеклеток. Происходит этот процесс в яичниках и маточных трубах (яйцеводах). У хордовых (в том числе и у человека из клеток желточного мешка образуются первичные половые клетки, которые мигрируют в яичники и называются овогониями. Это мелкие клетки с крупным ядром. Периоды овогенеза сопоставимы с периодами сперматогенеза: размножение, рост, созревание (нет фазы формирования). В период размножения вступают овогонии, содержащие  $2n$   $2c$  до S периода. У человека этот период заканчивается до рождения. Образовавшиеся клетки долгие годы сохраняются без изменения. С наступлением половой зрелости периодически отдельные клетки вступают в период роста – в них накапливается лицитин, жир, пигменты. В цитоплазме и органеллах происходят сложные биохимические и морфологические преобразования. Каждая клетка (овоцит I порядка) окружена фолликулярными клетками (обеспечивают питание).

Периоды размножения и роста овогенеза у человека происходят в яичниках в особых образованиях – фолликулах, которые представляют из себя пузырьки, заполненные жидкостью. Во время овуляции стенка фолликула лопается и овоцит I порядка с набором  $2n$ ,  $4C$  попадает в брюшную полость, а затем в яйцевод, в просвете которого происходит период созревания.

В этот период, как и при сперматогенезе происходят два мейотических деления. В результате 1<sup>го</sup> мейотического деления образуются две клетки с неодинаковым количеством цитоплазмы: крупная клетка – овоцит II порядка с набором  $n2C$  и маленькая – первичный полоцит. При втором делении вновь происходит неравномерное распределение цитоплазмы: из овоцита II порядка образуется овотида, содержащая ( $nC$ ), и вторичный полоцит. Из первичного полоцита образуются два вторичных полоцита. Таким образом, в конце периода созревания овогенеза образуются три полоцита, которые рассасываются или участвуют в образовании оболочек яйцеклетки и одна овотида. Далее из овотиды образуется яйцеклетка с набором  $nC$ . Отличия сперматогенеза и овогенеза (таблица).

Мейоз – способ деления первичных половых клеток, в результате которого происходит редукция числа хромосом и переход клеток из диплоидного состояния в гаплоидное.

Мейоз состоит из : 2-х быстро следующих друг за другом собственно делений первого мейотического деления (редукционного) – уменьшительного. Интерфазы II, второго мейотического деления (эквационного) – уравнивающего.

Первое мейотическое деление (редукционное) состоит из профазы I, метафазы I, анафазы I, телофазы I.

Профаза I – сложная и продолжительная фаза, в которой выделяют 5 стадий:

1. Лептотена (стадия тонких нитей) – начало спирализации хромосом, хромосомы тонкие, длинные нити, ядра крупные.
2. Зиготена (стадия сливающихся нитей) – происходит конъюгация – временное сближение гомологичных хромосом, которые объединяются в бивалент (состоит из 2-х хромосом, или четырех хроматид – тетрады).
3. Пахитена (стадия толстых нитей) – происходит кроссинговер – обмен одинаковыми участками гомологичных хромосом за счет отталкивания хроматид в гомологичных хромосомах. Длится несколько суток.
4. Диплотена (стадия двойных нитей) – происходит отталкивание в биваленте гомологичных хромосом и дальнейшая спирализация хромосом. Ядрышки исчезают. Длится месяцы и годы.
- 4<sup>a</sup> В овогенезе выделяют ещё одну стадию – диктиотену. На этой стадии мейоз прерывается на долгие годы и следующая стадия (диакинез) наступает лишь при половом созревании.

5. Диакinesis (стадия обособленных двойных нитей) – наблюдается значительная компактность бивалентов. Ядерные оболочки растворяются, формируется веретено деления.

Метафаза I. Биваленты выстраиваются по экватору клетки.

Анафаза I. Движение гомологичных хромосом к полюсам клетки.

Телофаза I. Формируются ядра дочерних клеток и происходит цитокинез. По завершению клетки имеют гаплоидный набор хромосом ( $n$ ), а количество ДНК  $2C$ .

Интерфаза II. Короткая фаза, во время которой синтеза ДНК не происходит.

Второе мейотическое деление (эквационное) состоит из фаз: профазы II, метафазы II, анафазы II, телофазы II.

Профаза II. Растворяются ядерные оболочки, ядрышки, хромосомы спирализуются, погружаются в цитоплазму, формируется веретено деления.

Метафаза II. Хромосомы выстраиваются по экватору клетки.

Анафаза II. Хроматиды направляются к противоположным полюсам клетки.

Телофаза II. Хроматиды деспирализуются, достраиваются до полной хромосомы.

Появляются ядрышки и ядерные оболочки, происходит цитокинез.

По завершению мейоза из одной клетки с диплоидным ( $2n$ ) набором хромосом образуются четыре клетки с гаплоидным ( $n$ ) набором хромосом и  $C$  – ДНК ( $nC$ ).

Биологическое значение мейоза.

1. Благодаря мейозу образуются гаплоидные клетки и сохраняется постоянное число хромосом у организмов одного вида.
2. При мейозе образуются половые клетки с различной комбинацией неомологичных хромосом, за счет произвольного их расхождения в анафазу I.
3. В процессе кроссинговера происходит рекомбинация наследственного материала.

Половые клетки

Типы половых клеток:

1. Яйцеклетки.
2. Сперматозоиды.

Яйцеклетка – высокоспециализированная гаплоидная женская половая клетка, содержащая питательные вещества, необходимые для развития зародыша.

Выделяют разные типы яйцеклеток в зависимости от количества желтка и его распределения в цитоплазме:

1. Изолецитальные, алецитальные – лецитина мало и он равномерно распределен по цитоплазме (яйцо иглокожих, млекопитающих, ланцетников).
2. Телolecитальные – содержат большое количество лецитина, сосредоточенного на одном из полюсов – вегетативном. Противоположный полюс, содержащий ядро и цитоплазму без лецитина, называется анимальным.  
Различают резко телolecитальные – у птиц, нерезко телolecитальные – у земноводных.
3. Центролецитальные – желток находится в центре клетки, а цитоплазма расположена на периферии (яйца насекомых)

Яйцеклетки покрыты оболочками, которые по происхождению бывают первичными, вторичными, третичными.

Первичная оболочка образуется из поверхностного слоя еще незрелой половой клетки (овоцита). Эта оболочка пронизана микроворсинками и отростками фолликулярных клеток, прилегающих к поверхности яйцеклетки. По этим структурам в овоцит поступают питательные вещества.

Вторичная оболочка состоит из фолликулярных клеток или выделяемых ими секретов.

Третичная оболочка формируется во время прохождения яйцеклетки по яйцеводам из веществ, секретируемых железами стенок яйцеводов. Третичными оболочками являются, например, белковая, подскорлуповая и скорлуповая оболочка яиц птиц. Яйцеклетки не всех видов животных обладают всеми тремя оболочками. Яйцеклетки млекопитающих третичной оболочки не имеют.

Сперматозоиды – мужские половые клетки. Обнаружены в сперме млекопитающих в 1677 г. А.Левенгуком. Термин введен К.Бэр в 1827 г.

Типичный сперматозоид имеет (у млекопитающих):

1. головку
2. шейку
3. хвостик

1. На переднем конце головки расположена акросома, состоящая из видоизмененного комплекса Гольджи. Ферменты акросомы растворяют оболочки яйцеклетки при оплодотворении. Основную массу головки занимает гаплоидное ядро и небольшое количество жидкокристаллической цитоплазмы
2. В шейке находятся центриоль и спиральная нить, образованная митохондриями.
3. На заднем конце тела находится жгутик.

В процессе эволюции степень различия гамет нарастает. Различают 3 этапа эволюции половых клеток:

I этап. У гамет еще не наблюдается морфологической дифференцировки, т.е. имеет место изогамия.

II этап. Анизогамия – гаметы дифференцируются на крупные и мелкие клетки (макро- и микрогаметы), обладающие подвижностью. Сливаются попарно могут как большая гамета с малой, так и малая с малой (никогда большая с большой).

III этап. Оогамия – гаметы резко различны. Большая гамета (яйцеклетка) становится неподвижна. Она во много раз крупнее, за счет лецитина. Мелкая гамета – сперматозоид – подвижная.

## **Лекция №5 Типы и варианты наследования признаков.**

Наследование – это процесс передачи наследственной информации от одного поколения к другому.

Типы наследования (слайд).

1) Моногенный тип – один признак контролируется парой или несколькими парами аллельных генов.

2) Полигенный тип – один признак контролируется несколькими парами неаллельных генов.

Формы взаимодействия аллельных генов.

Полное доминирование – форма взаимодействия аллельных генов, при которой доминантный ген, подавляет полностью действие рецессивного гена. (слайд)

Неполное доминирование – когда проявление доминантного гена сдерживается рецессивным геном и в фенотипе гетерозигот наблюдается промежуточное проявление признаков (слайд).

Сверхдоминирование – в гетерозиготном организме рецессивный ген усиливает действие доминантного гена (явление гетерозиса или гибридная сила). Используется в селекции растений.

Кодоминирование – аллельные гены не влияют друг на друга. Каждый из них обеспечивает развитие своего признака (IV группа крови по системе ABO).

Множественные аллели – когда проявление одного признака контролируется 3-мя и более аллельными генами. Это возникает в результате многократной мутации одного и того же гена. Например: наследование групп крови по системе ABO (слайд).

Ландштейнер в 1900 г., Янский в 1907 г. установили у людей 4 гр. крови. В 1925 г. Берхштейн доказал, что наличие специфических белков в эритроцитах определяется 3-мя аллельными генами.

В эритроцитах крови макаки – резус находится особый белок, который был обнаружен и у людей (85 %). Этот белок был назван резус-фактором, а т.к. по химической природе – это белок, то в настоящее время его и называют резус-белком. Синтез резус-белка обуславливается доминантным геном, который общепринято обозначать – Rh, его рецессивную аллель – rh.

Форма взаимодействия этих генов – полное доминирование. У гомо- и гетерозигот (RhRh, Rhrh) будет резус-положительная кровь.

У гомозигот по рецессивному гену (rhrh) – кровь резус-отрицательная (их 15%).

Резус-конфликт может возникнуть у резус-отрицательной женщины во время беременности, если она вынашивает резус-положительный плод. (слайд).

Плейотропия – явление, при котором один ген обуславливает развития нескольких признаков. Если один из признаков – летальность, то ген в гомозиготном организме вызывает его гибель, тогда расщепление в потомстве будет 1:2 (слайд).

Характеристика форм взаимодействия неаллельных генов.

Эпистаз – подавление действия генов одного аллеля генами другого. Различают доминантный и рецессивный эпистаз. Доминантный эпистаз – когда доминантный ген (эпистатический) подавляет действие другого доминантного неаллельного гена (гипостатического). При дигибридном скрещивании в  $F_2$  будет расщепление 12:3:1 или 13:3 (слайд).

Рецессивный эпистаз – когда рецессивный ген в гомозиготном состоянии подавляет действие доминантного гена другой аллели. В  $F_2$  будет расщепление 9:3:4.

Комплементарное действие генов – когда два неаллельных гена совместно дают новое проявление признака, не свойственное для каждого из них в отдельности. При дигибридном скрещивании в  $F_2$  возможно расщепление фенотипов 9:7, 9:6:1, 9:3:4, 9:3:3:1. (слайд).

Полимерия – когда один признак контролируется несколькими парами неаллельных генов. Интенсивность выраженности признака может быть прямо пропорционально количеству доминантных генов, тогда расщепление в  $F_2$  1:4:6:4:1. Когда полимерные гены не усиливают друг друга, тогда расщепление будет 15:1 (слайд).

Сцепленное с половыми хромосомами наследование. – слайд.

Признак сцепленный с Y хромосомой передается по мужской линии от отца к сыну.

Признак сцепленный с X хромосомой передается крест на крест. От отца к дочерям, от матери к сыновьям. Если признак обусловлен рецессивным геном, то он будет проявляться у мужчин и в гомозиготном состоянии у женщин. Если признак обусловлен доминантным геном, то он будет проявляться как у мужчин, так и у женщин (в гомо и гетерозиготном состоянии).

Наследование может быть: независимое, если гены находятся в разных парах хромосом или в одной хромосоме на расстоянии более 50M; при этом комбинирование признаков у потомков происходит случайно (группы крови и Rh-фактор).

Неполное сцепленное, если расстояние между генами в одной хромосоме более 10M, но менее 50 M. В этом случае между гомологичными хромосомами может проходить процесс кроссинговера; тогда часть потомков будут иметь сочетание признаков как у родителей, а другая часть – новое сочетание признаков.

Полное сцепление, если расстояние между генами в одной хромосоме менее 10 M, то процесс кроссинговера не идет, в этом случае потомки унаследуют такое же сочетание признаков, как у родителей.

Цитоплазматическая наследственность.

Она обусловлена генами, которые расположены в ДНК органелл цитоплазмы, таких как митохондрия, пластиды, centrosoma. Цитоплазматическая наследственность передается по материнской линии, т.к. органеллы цитоплазмы сперматозоида в оплодотворении не участвуют. Зигота, а следовательно новый, организм, получает органеллы цитоплазмы яйцеклетки.

## Лекция №6 Хромосомная теория наследственности Т. Моргана.

Термин – хромосомы был предложен Вальдейером в 1888 году. Связь между хромосомными структурами клетки и преемственностью свойств организмов в ряду поколений была предположена Вильсоном и Бовери (1902-1907 г.), Сеттоном (1902-1903 г.) и детально разработана Т. Морганом (1908-1918 г.). Для генетических исследований Т. Морган взял мушку *Drosophila - melanogaster*. Особенности ее, как объекта генетического анализа:

- 1) Малое количество хромосом (4 пары).
- 2) Около 500 признаков, по которым масса вариаций проявления.
- 3) Очень лабильный геном. Признаки (гены) легко изменяются под действием различных факторов.
- 4) Дешевизна и простота содержания: t 22-24 С., сладкая питательная среда.
- 5) Короткий цикл развития (15 – 20 дней) и высокая плодовитость – до 40 поколений в год.

В период 1908-1918 г. Т. Морган с сотрудниками сделали ряд открытий и сформулировали хромосомную теорию.

Научные открытия:

- 1) Открытие хромосомного определения пола.
- 2) Открытие наследования признаков сцепленных с полом.
- 3) Открытие явления нерасхождения хромосом при мейозе.

## 4) Установление групп сцепления генов.

Наследование пола как менделирующего признака (т.е. по законам Менделя).

а) Гомогаметность женского пола (слайд 18) ♀XX, ♂XY

б) Гомогаметность мужского пола (слайд 18) ♀ZW, ♂ZZ

в) Ассиметрия мужского пола (слайд 18) ♀XX, ♂XO  
(2n) (2n-1)

г) Гаплоидность мужского пола (слайд 18) ♀2n, ♂n

д) Определение пола у дрозофилы (1922 г.) (расположение генов мужского пола в аутосомах) (слайды 16, 17, 18) ♀2X→3A, ♂X-6A (A – аутосомы)

Наследование признаков так или иначе зависящих от пола:

а) Признаки ограниченные полом (вторичные половые признаки):

- 1) жирность молока КРС – наследование по мужской линии,
- 2) ген обуславливающий рогатость КРС,
- 3) тип скелета, мышц, жира, волос у человека (слайды 8, 9)

б) Признаки, доминантность или рецессивность которых зависит от пола.

- 1) рогатость овец у ♂ – доминантный признак, у ♀ – рецессивный признак,
- 2) Облысение у человека у ♂ – доминантный признак, у ♀ – рецессивный признак.

в) Признаки, сцепленные с полом: (слайды 4, 5, 6, 7, 11) – эти признаки обусловлены генами, находящимися непосредственно в половых хромосомах).

Первый признак описал Гернер (1876 г.) - дальтонизм. Затем выявлены гены гемофилии, гипоплазии эмали зубов, рахита – все признаки рецессивные и сцеплены с X-хромосомой; наследование "от матери к сыну" по женской линии, ("крис – крос"). В гомозиготном состоянии эти гены проявляются и у женщин.

Признаки сцеплены с Y – хромосомой наследуются по вертикали: "от отца к сыну":

- 1) волосатость мочки уха
- 2) перепончатость между пальцами
- 3) гипертрихоз (волосатость по краю ушной раковины)
- 4) наследственные формы ихтиоза

Нарушение расхождения хромосом при мейозе выявлено впервые у *Drosophila melanogaster* (слайды 12,13)

♀ Aaxx

gam Axx, AO

Нерасхождение аутосом и половых хромосом.

У человека подобное нерасхождение вызывает патологии:

Синдром кошачьего крика – нерасхождение по 5 паре хромосом (частичная тригономия)

Синдром Дауна – трисомия по 21 паре хромосом;

Синдром Клайнфельтера;

Синдром Шершевского – Тернера; нерасхождение половых хромосом.

Синдром Трипло - X и т.д.

Явление сцепления генов: На примере *Drosophila* и опираясь на предположение Сеттона о локализации генов в хромосомах, установлены явления сцепленного наследования признаков. Оно может быть полным и неполным.

Параллельно выявлено нарушение сцепления генов в хромосомах – явление кроссинговера (слайды 2, 3).

Группа сцепления – совокупность генов 1 хромосомы. Число групп сцепления равно числу хромосом в гаплоидном наборе каждого вида.

В результате обнаружения кроссинговера, установлена линейность расположения генов в хромосоме:

Вероятность кроссинговера рассчитывается по формуле Т.Моргана:

$X = ((a+b)/n) \times 100\%$ , где a – число кроссинговерных форм I гр. сцепления, b – число кроссинговерных форм II группы сцепления, n- общее число потомков.

За единицу расстояния между генами принят 1% кроссинговера. По предложению Серебровского А.С. эту единицу назвали морганидой (M) в честь Т.Моргана.

Если расстояние между генами меньше 10 M или больше 50 M, то кроссинговер не идёт.

Основные положения хромосомной теории Т.Моргана.

- 1) Материальными носителями наследственной информации являются хромосомы, а в них гены.
- 2) Гены в хромосоме занимают определенное место – локус и расположены линейно.
- 3) Каждая хромосома представляет собой группу сцепления генов, которые наследуются совместно. Число групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом.
- 4) Сцепление генов в хромосоме не абсолютно. Между гомологичными хромосомами может происходить обмен генами – кроссинговер.

5) % кроссинговера прямо пропорционален расстоянию между генами. Единицей расстояния между генами принят 1% кроссинговера, названный морганидой (М).

Генетические и цитологические карты хромосом.

Карта хромосом – схема расположения генов в хромосоме.

Различают:

1) Цитологические карты хромосом. Составляются на основании микроскопического изучения хромосом (электронная микроскопия). На них отражены размеры, форма, число хромосом в клетке и другие морфологические характеристики.

2) Генетические карты хромосом - их строят на основе учета результатов гибридизации.

При этом:

- 1) экспериментально определяют число кроссинговерных форм,
- 2) вычисляют % кроссинговера между генами по формуле Моргана.
- 3) располагают гены вдоль хромосомы линейно, пропорционально расстоянию (т.е. % кроссинговера) между ними.

Результат сопоставления генетических и цитологических карт хромосом подтверждает основные положения хромосомной теории Т.Моргана.

## **Лекция №7 Изменчивость.**

Изменчивость – свойство живых организмов изменяться под действием факторов внешней и внутренней среды. Различают два вида изменчивости: фенотипическую и генотипическую.

Фенотипическая изменчивость (модификационная, "групповая", ненаследованная, "определенная") – это изменения фенотипа, не связанные с изменением генотипа. Модификациями называют разнообразные фенотипы, возникающие у организмов под влиянием изменяющихся условий среды обитания. Пределы (границы) в которых возможно изменение фенотипа при одном и том же генотипе называют нормой реакции. Иногда фенотипические изменения могут передаваться во второе и даже в третье поколение (по типу цитоплазматической наследственности). Такие модификации называли «длящимися», «длительными».

Генотипическая изменчивость – ("индивидуальная", наследственная, "неопределенная") – это форма изменчивости организмов, обусловленная изменением генотипа. Выделяют два вида генотипической изменчивости:

1) комбинативная

2) мутационная

1) Комбинативная изменчивость – результат различных комбинаций одних и тех же генов.

Существуют три основных источника комбинативной изменчивости:

1. Рекомбинация генов, основанная на явлении кроссинговера.
2. Независимое расхождение негомолгичных хромосом в анафазу I мейоза и различные комбинации негомолгичных хромосом в гаметах.
3. Случайная встреча гамет при оплодотворении.

Результатом комбинативной изменчивости является образование огромного разнообразия генотипов.

Мутационная изменчивость – это наследственные изменения генетического материала под влиянием естественных или искусственных факторов.

Мутации – это внезапные, скачкообразные, прерывистые изменения генотипа.

Мутационную теорию сформулировал в 1901 – 1903 гг. Де Фриз.

Мутации, как правило, наследуются; но не всегда. Не наследуются в случаях:

- 1) смерти до полового созревания
- 2) стерильности (синдром Клайнфельтера).

Существует несколько классификаций мутаций.

I. Мутации по типу клеток, в которых они произошли (по локализации).

1. Генеративные мутации - мутации, возникающие в половых клетках. Они наследуются у животных, растений и человека при половом размножении.
2. Соматические мутации – возникают в клетках тела (соматических клетках). Эти мутации изменяют только часть тела, органа, ткани. Соматические мутации не наследуются при половом размножении, но могут передаваться потомкам при вегетативном размножении (у растений чаще).

II. По уровню организации наследственного материала.

Различают мутации: 1. Генные; 2. Хромосомные 3. Геномные.



Генные (точковые) мутации – это изменения тонкой структуры гена: выпадение, вставка, удвоение или перестановка пары нуклеотидов в молекуле ДНК. Изменения последовательности нуклеотидов в гене являются причиной изменения последовательности аминокислот в молекуле белка, кодируемой данным геном. Нарушения в структуре белка – фермента изменяют его свойства, что может быть причиной нарушения биохимических процессов в клетке. Следствием генных мутаций являются генные или ещё их называют молекулярные болезни.

Хромосомные мутации (хромосомные aberrации) – изменение макроструктуры хромосом. Их условно делят на:

- I. Межхромосомные:
  - транслокация – перенос целой хромосомы или ее части на негомологическую хромосому.
- II. Внутрихромосомные:
  - инверсия – поворот участка хромосомы на 180 градусов.
  - делеция – потеря (утрата, исчезновение) участка хромосомы;
  - дефишенси - концевая делеция – потеря участка на конце одного из плечей хромосомы;
  - дупликация – удвоение участка хромосомы.

Как правило, большинство таких мутаций приводят к смерти или снижению жизнедеятельности организма, т.е. болезни.

Геномные мутации – изменение числа хромосом в геноме клетки.

Виды геномных мутаций:

1. Полиплоидия – увеличение числа хромосом, кратное гаплоидному. У полиплоидных организмов может быть набор хромосом:  $3n$ ,  $4n$ ,  $5n$  и др. У растений полиплоидия приводит к повышению урожайности, т.е. полезна. У животных и человека при полиплоидии возникают заболевания или наступает смерть.  
Автоплоидия – увеличение числа хромосом одного генома.  
Аллоплоидия – увеличение числа хромосом за счёт слияния различных геномов. Например, геном редьки + геном капусты (по 18 хромосом) получается гибрид с 36 хромосомами.
2. Гетероплоидия – изменение числа хромосом на набор некротный гаплоидному. Причина гетероплоидии – нарушение расхождения хромосом в анафазе I мейоза. У гетероплоидных организмов набор хромосом может быть:  $2n+1$ ;  $2n-1$ ,  $2n+2$ , и др.

Виды гетероплоидии:

- трисомия – организмы имеют три гомологичные хромосомы;
  - моносомия – в генотипе присутствует только одна гомологичная хромосома;
  - нулесомия – нет хромосом какой-либо пары.

Следствием гетероплоидии, как правило, является снижение плодовитости, аномалии в строении и развитии, уродства.

3. Гаплоидия – в геноме имеется гаплоидный набор ( $n$ ) хромосом.

Следствием гаплоидии у животных является, как правило гибель, а у растений образуются более мелкие цветки и плоды.

Классификация мутаций по причине их вызывающей:

1. Спонтанные - причина мутаций не известна.

2. Индукцированные – причиной мутации являются действия специальных, направленных факторов среды (мутагенов).

Мутагенные факторы (мутагены) – факторы среды, вызывающие мутации в клетках.

Мутагенез – процесс возникновения мутаций.

Канцерогенез – процесс возникновения злокачественных опухолей.

Классификация мутагенов:

1. Физические – ионизирующие излучения, космические и ультрафиолетовые лучи, ультразвук, температура.
2. Химические – газовый состав среды, соли тяжелых металлов, гетероциклические соединения и др.
3. Биологические:
  - а) внутренние – некоторые биологически активные вещества;
  - б) внешние – вирусы, токсины микроорганизмов и грибов.

Известно, что мутационный процесс происходит в разных направлениях и подчиняется определённой закономерности, обнаруженной в 1920 году Н.И.Вавиловым. Он сравнивал признаки различных сортов

культурных растений и близких к ним дикорастущих видов и, обнаружив много общих наследственных изменений, сформулировал закон гомологических рядов наследственной изменчивости.

«Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой последовательностью, что зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть существование параллельных форм у других видов и родов.» Так, у злаков есть остистые и безостные формы пшеницы, ржи; три окраски колоса (белая, красная, чёрная) у пшеницы, овса и ячменя. Вавилов Н.И. указал, что гомологичные ряды часто выходят за пределы родов и даже семейств. Например: альбинизм встречается во всех классах позвоночных. Закон Н.И. Вавилова позволяет предвидеть появление мутаций ещё не известных науке, которые могут быть использованы в селекции для создания новых ценных для человека форм.

Закон Н.И. Вавилова имеет прямое отношение к изучению наследственных болезней человека. Многие наследственные болезни людей встречаются и у животных. Например, гемофилия встречается у собак, лошадей, свиней; мышечная дистрофия - у КРС, мышей, лошадей; эпилепсия – крыс, кроликов, мышей; глухота – морских свинок, собак и др.

Поэтому животные могут служить моделями для изучения вопросов диагностики, профилактики и лечения многих наследственных болезней человека.

## Лекция №8 Антропогенетика.

1. Антропогенетика – наука изучающая закономерности наследственности и изменчивости у человека. Основоположителем отечественной антропогенетики является С.Н. Давиденков, который разработал методы работы медико-генетических консультаций, провёл анализ наследственных заболеваний человека, решал проблемы полиморфизма наследственных заболеваний нервной системы.

Предмет антропогенетики – два свойства человека: наследственность и изменчивость.

Задачи антропогенетики:

1. Выявление и систематизация признаков и свойств как нормальных, так и патологических у людей.
2. Изучение вариантов наследования признаков и свойств человека нормальных и патологических в ряду поколений.

Объект антропогенетики – человек (очень сложный объект, со своими отрицательными и положительными качествами).

Отрицательные:

- 1) Нельзя произвольно объединять брачными узами 2 – х индивидуумов с определенными генотипами.
- 2) Нельзя стандартизировать или произвольно менять условия жизни семей.
- 3) Небольшое количество потомков.
- 4) Длительный интервал от рождения до репродуктивного возраста.
- 5) Большое число хромосом и генов в них, следовательно большое количество признаков, велика их вариабельность.
- 6) Статистика смертности не в полном объеме фиксирует причины смерти (особенно в мусульманских странах); отсутствие такой статистики в ряде стран.

Положительные:

- 1) Большая численность человеческой популяции.
- 2) Длительная документированная история существования человечества. Возможность патологоанатомических, палеонтологических исследований.
- 3) Хорошо изучена анатомия, физиология, биохимия (норма существования) человеческого организма, что позволяет легко выявить любые патологические отклонения.
- 4) Разработаны специальные методы изучения наследственности и изменчивости у людей.
- 5) Разработаны математические методы изучения наследственности и изменчивости у людей.

Методы антропогенетики:

специальными методами изучения наследственности и изменчивости у человека являются: (слайды 4)

- 1) Генеалогический (введён в конце XIX века Ф. Гальтоном)
- 2) близнецовый
- 3) популяционно-статистический
- 4) дерматоглифический
- 5) цитогенетический
- 6) метод генетики соматических клеток
- 7) методы моделирования
  - а) биологическое
  - б) математическое

1). Генеалогический метод – используется врачами всех специальностей. Позволяет проследить наследование какого либо признака в ряду поколений с указанием родственных связей между членами родословной.

Задачи генеалогического метода:

I – установить наследственный характер анализируемого признака (дифференцировать его от фенокопии).

II – определить тип и вариант наследования.

III - осуществить генотипическое и фенотипическое прогнозирование, т.е. определить степень риска (вероятности) появления этого признака у родственников (в %).

IV – использовать метод в научных исследованиях при:

а) картировании хромосом;

б) изучить формы взаимодействия генов между собой и со средой обитания;

в) изучить сцепленное наследование;

Генеалогическое исследование на практике проводится в три этапа:

- 1) Сбор сведений о каждом члене родословной – составление генеалогического анамнеза, начиная с пробанда.
- 2) Графическое изображение родословной, с помощью специальных значков, с указанием родственных связей и наличия интересующих признаков у членов родословной (таблица).
- 3) Анализ родословной, выводы.

Анализа родословной требует:

1. Установить наследственный характер интересующего признака или определить, что он является фенокопией.

Фенокопия копирует фенотип другого генотипа, т.е. под действием факторов среды возникают признаки, схожие с признаками, контролируемые другим генотипом. Генокопия – сходные изменения фенотипа, обусловленные мутациями разных неаллельных генов.

2. Установить тип и вариант наследования.

а) аутосомно – доминантный;

б) аутосомно – рецессивный;

в) сцепленный с половыми X-(доминантный, рецессивный) или Y – хромосомами.

а) Основные признаки аутосомно – доминантного типа наследования:

- 1) Признак проявляется в равной степени у мужчин и у женщин M1: Ж1;
- 2) Имеются больные или носители гена во всех поколениях, т.е. происходит передача признака по "вертикали".
- 3) Вероятность рождения детей с таким признаком в семье где один больной гетерозиготный родитель, а второй – здоров – 50%.

Исключения:

1. малая экспрессивность признака;
2. низкая пенетрантность гена;
3. явление эпистатического подавления гена и др.

б) Основные признаки аутосомно-рецессивного типа наследования:

- 1) Малое число больных в поколениях;
- 2) в одинаковой степени болеют мужчина и женщина M1:Ж1;
- 3) наследование признака по горизонтали;
- 4) родители больного, как правило, здоровы и гетерозиготны;
- 5) вероятность рождения больных детей в таких условиях составляет 25%;

в) Основные признаки наследования, сцепленного с полом:

I. Гены находятся в X-хромосоме

Ia. Ген, сцепленный с X-хромосомой - доминантный:

- 1) в одинаковой степени болеют мужчины и женщины M1:Ж1;
- 2) вероятность рождения больных детей, если носитель гетерозиготная женщина, 50%, причем среди больных потомков M50%:Ж50%
- 3) Если носитель патологического гена мужчина – больны 50% детей, но все они девочки( M0: Ж 100 %)

I б. Ген, сцепленный с X-хромосомой, рецессивный:

- а) болеют, как правило, мужчины, очень редко женщины (если гомозиготны по данному гену);
- б) женщины являются гетерозиготными носительницами данного гена;
- в) наследование происходит через поколения по типу "крест на крест", ("крис – крос") - от матери к сыну, от отца к дочери.

Так наследуется гемофилия, дальтонизм и др.

II) гены находятся в Y – хромосоме (ген ихтиоза, оволосенения мочки уха).

- 1) Не имеет значения какой ген – доминантный или рецессивный.
- 2) Передается от отца к сыну – "по вертикали по мужской линии".
- 3) Вероятность проявления у потомков 50%.
- 4) Все потомки, несущие гены, мужчины (М 100% : Ж 0)

## 2) Близнецовый метод.

Позволяет определить :

- 1. Степень влияния среды на развитие какого либо признака;
- 2. Установить является признак фенокопией или генокопией.
- 3. Исследовать особенность признака в онтогенезе;
- 4. Выявить особенности проявления признака в различных генотипах.

Это становится возможным при сравнении моно- и дизиготных близнецов.

Если изучаемый признак проявляется у обоих близнецов, их называют конкордантными (лат. concordare – быть сходным). Конкордантность – это процент сходства близнецов по изучаемому признаку. Отсутствие признака у одного из близнецов – дискордантность, а близнецы – дискордантные.

В исследованиях часто используют коэффициент конкордантности (**Н**) моно – и дизиготных близнецов, который рассчитывается по формуле:

$$H = \frac{\% \text{сходства монозиготных близнецов} - \% \text{сходства дизиготных близнецов}}{100\% - \% \text{сходства дизиготных близнецов}}$$

Если коэффициент равен единице, признак полностью наследственный, при **Н** равном 0, определяющую роль играет внешняя среда. Коэффициент равный 0,5 свидетельствует о примерно одинаковом влиянии среды и генотипа на формирование признака.

3. Популяционно – статистический метод позволяет исследовать генетическую структуру популяции людей, т.е. установить:

- а) Частоты встречающихся генотипов;
  - б) Частоты встречающихся аллелей (доминантных и рецессивных);
  - в) Частоту носительства патологических генов в популяциях – генетический груз.
- Этот метод использует математический анализ по закону Харди – Вайнберга.

4. Дерматоглифический метод (вспомогательный, не позволяет поставить диагноз). Метод изучения складок рельефа кожи людей на:

- 1) пальцах (дактилоскопия)
- 2) ладонях (пальмоскопия)
- 3) стопах (плантоскопия)

Изменения рисунка кожного рельефа выявляется при различных патологических состояниях и имеет свои особенности. (Например, "обязьянья" складка на ладони у людей с умственной отсталостью (синдром Дауна и др.)

В 1892 году Ф.Гальтон предложил классификацию узоров кожи ладоней по величине угла трирадиуса – **Т**.  
 $48^{\circ}$  – норма;  $66^{\circ}$  – синдром Шерешевского-Тернера;  $81^{\circ} - 90^{\circ}$  – синдром Дауна;  $108^{\circ}$  – синдром Патау;  $42^{\circ}$  – синдром Клайнфельтера.

## 5. Цитогенетический метод (слайд 1,2,3).

Суть метода состоит в микроскопическом исследовании кариотипа человека:

Определяется:

- а) число хромосом
- б) размеры хромосом
- в) форма хромосом
- г) их изменения.

Наиболее удобным объектом являются ядра лейкоцитов крови, культивированных на специальных средах; клетки костного мозга, ткани эмбриона.

Хромосомы окрашивают специальным красителем: ацеторсеином.

Среди разновидностей данного метода – определение полового хроматина в соматических клетках.

Половой хроматин – это небольшое дисковидное тельце, интенсивно окрашивающееся красителями. Оно располагается непосредственно под ядерной мембраной. Половой хроматин впервые обнаружили в 1949 году М.Барр и Ч. Бертрам в нейронах кошки. Позже в честь первооткрывателя эти глыбки полового хроматина назвали тельцами Бара. Они присутствуют в 60 % - 70 % ядер соматических клеток особей женского пола. У самцов их нет или встречаются редко (3 % – 5% клеток). Предполагают, что тельце Бара – это спирализованная X – хромосома. Количество телец Бара у человека и других млекопитающих на единицу меньше, чем число X-хромосом у данной особи (примеры).

Половой хроматин может быть определён в клетках любых тканей. Чаще всего исследуются эпителиальные клетки слизистой оболочки щеки (бuccальный соскоб). Можно определять половой хроматин и мазках крови, в ядрах нейтрофилов эти тельца имеют вид барабанных палочек (рис.). В норме у женщин они обнаруживаются в 3 – 7 % нейтрофилов, а у мужчин отсутствуют. Количество барабанных палочек у человека также отражает количество неактивных хромосом. Этот метод более трудоёмкий и при массовых обследованиях не применяется.

Метод можно применить как постнатальный период, так и в пренатальный период развития – при исследовании клеток плода, извлеченных при амниоцентзе (взятие амниотической жидкости и исследования в ней клеток эпителия плода) или кордоцентезе (взятие крови из пуповины и изучение её форменных элементов).

Выявление Y – хроматина осуществляют с помощью люминисцентного микроскопа после предварительной обработки клеток специальным методом. Y – хромосома выявляется в виде светящейся зелёной глыбки.

Определение полового хроматина используется в судебной медицине ( для определения пола), в трансплантологии, в практике медико-генетических консультаций.

6.Метод генетики соматических клеток. Используют культуры клеток различных органов и тканей (система in vitro) для исследования:

- 1) механизмов действия отдельных генов и форм их взаимодействия;
- 2) мутагенного действия факторов среды;
- 3) для установления диагноза наследственного заболевания на цитогенетическом или биохимическом уровне, как в постнатальный период, так и в пренатальный период – при культивировании клеток плода, полученных при амниоцентезе.

7.Моделирование – теоретическая основа метода – закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н. И. Вавилова (1920 г.). Его виды:

1. Математическое: построение математических моделей проявления и наследования признака.
2. Биологическое – моделирование проявления признака на различных видах животных близких человеку. Особенно важно генетическое моделирование наследственных или наследственно – предрасположенных заболеваний (таких как: гемофилия, инфаркты, гипертоническая болезнь и др.)

8.Биохимические методы – используются при диагностике генных болезней (их около 500).

9.Методы молекулярной генетики и геной инженерии – метод молекулярной гибридизации; методы секвенирования (определение нуклеотидной последовательности ДНК), методы обратной транскрипции ДНК, использование ДНК – зондов и др.

## **Лекция №9 Введение в общую генетику. Законы Г. Менделя.**

Генетика – наука о закономерностях наследственности и изменчивости живых организмов и методах управления ими. Термин "генетика" от греческого "genesis" - относящийся к происхождению – предложил в 1906 году У. Бэтсон. В основу генетики легли закономерности наследственности, установленные Г. Менделем в 1865 г. и мутационная теория Х. Де Фриза 1901-1903 гг.

Объектами генетики являются все живые организмы. В зависимости от объекта исследований выделяют:

генетику растений;  
генетику животных;  
генетику микроорганизмов;  
генетику человеку и т.д.

Предмет генетики – два свойства живых организмов – наследственность и изменчивость.

Методы генетики:

Метод генетического анализа:

1. Гибридологический метод – предложен Г. Менделем; суть его в анализе и учете исследуемых признаков у гибридов и их потомства;

Особенности этого метода:

- а) подбор родительских пар с альтернативными признаками

- б) точный количественный учет потомков от каждой родительской пары по каждому признаку отдельно
- в) анализ потомков каждого гибрида в ряду поколений.
- 2. Комбинационный метод – изучает результаты внутри – и межвидовой гибридизации, виды комбинативной изменчивости, ее значение для селекции и видообразования.
- 3. Мутационный метод (разновидность – метод индуцированного мутагенеза) – изучает роль внешней среды и ее различных факторов в наследственной изменчивости.

#### Вспомогательные методы:

- 1. Популяционно – статистический метод – позволяет изучать распространение отдельных генов, различных генотипов в популяциях;
- 2. Метод селективных сред – метод применяется в генетике микроорганизмов; позволяет изучать наличие и проявление (экспрессию) генов;
- 3. Цитологический метод – позволяет изучать строение хромосом и их роль во внутриклеточных процессах;
- 4. Цитогенетический метод – метод микроскопического исследования хромосом, значительно обогатил генетику с появлением электронной микроскопии, которая позволила изучить ультраструктуру хромосом;
- 5. Метод молекулярного анализа (гибридизация, ДНК, полимерная цепная реакция) – позволяет изучить тонкую структуру генов, их виды, расположение в хромосомах, механизмы их проявления;
- 6. Онтогенетический метод – изучает особенности реализации генов в различные периоды онтогенеза;
- 7. Биохимический метод – изучает проявление действия генов на уровне функционирования белков – ферментов и протекания процессов обмена веществ в клетках и тканях.

С помощью различных методов генетики изучают наследственность и изменчивость на разных уровнях организации наследственного материала: молекулярном, субклеточном, клеточном, организменном, популяционно – видовом.

Одновременно в генетике используются методы смежных биологических дисциплин. В зависимости от используемых методов различают:

- цитологическую генетику;
- биохимическую генетику;
- молекулярную генетику;
- экологическую генетику и т.д.

#### Задачами генетики на современном этапе являются:

- 1. Изучение молекулярных структур клетки, хранящих генетическую информацию и способы ее кодирования.
- 2. Изучение механизмов и закономерностей передачи генетической информации из поколения в поколение на субклеточном и молекулярном уровне.
- 3. Анализ способов и вариантов реализации генетической информации в признаки.
- 4. Изучение мутаций и механизмов их возникновения на субклеточном и молекулярном уровне.
- 5. Разработка путей и методов конструирования наследственных структур живых организмов.
- 6. Изучение возможностей создания модифицированных геномов методами молекулярной генетики, геной инженерии для нужд селекции сельскохозяйственных животных и растений, медицинской генетики и т.д.
- 7. Изучение действия на живые организмы и их наследственные структуры различных видов излучений. Значение этих воздействий в эволюционных процессах.
- 8. Изучение генофонда человеческой популяции и влияние различных факторов на генофонд. Разработка мер профилактики, направленных на сохранение генофонда современных и будущих поколений.
- 9. Разработки методов профилактики, предотвращения и, возможно, лечения наследственных заболеваний.
- 10. Продолжение исследования генома человека.

#### Основные понятия и термины генетики

Наследование – передача генетической информации от одного поколения другому.

Наследственность - свойство живых организмов обеспечивать материальную и функциональную преемственность между поколениями и специфический характер индивидуального развития.

Изменчивость – свойство живых организмов изменять наследственные задатки, приобретать новые признаки в процессе развития организмов при взаимодействии с внешней средой.

Ген – (греч. : род, происхождение) – фрагмент молекулы ДНК (РНК – у некоторых вирусов), кодирующий первичную структуру полипептида.

Доминантный ген (аллель) – ген, проявление действия которого не зависит от наличия других генов данной серии в организме. Обозначается заглавными буквами латинского алфавита А, В, С).

Рецессивный ген (аллель) – ген, проявляющий действие в отсутствии доминантной аллели, обозначают а, в, с.

Гены(аллели) – активность которых одинакова при их совместном присутствии в генотипе , называют кодоминантными.

Генотип – совокупность всех генов организма, которая реализуется в фенотипе в пределах нормы реакции в определенных условиях внешней среды.

Геном – совокупность генов гаплоидного набора хромосом данного вида организмов.

Генофонд - совокупность всех генов популяции или вида.

Фенотип – совокупность внешних и внутренних признаков и свойств организма, определяемых генотипом и реализующихся в пределах нормы реакции в определенных условиях внешней среды.

Норма реакции – пределы, в которых изменяются фенотипические признаки в зависимости от условий среды.

Альтернативными называют противоположные или взаимоисключающие проявления одного и того же признака.

Аллельные гены – гены, расположенные в одинаковых локусах гомологичных хромосом и отвечающих за развитие одного и того же проявления признака, или за развитие альтернативных проявлений признака.

Неаллельные гены – гены расположенные в разных локусах гомологичных хромосом или разных парах хромосом, отвечающие за развитие одного или разных признаков.

Гомозигота – организм, в одинаковых локусах гомологичных хромосом которого находятся одинаковые по проявляемости гены (AA, aa). При половом размножении образует один сорт гамет.

Гетерозигота – организм, в одинаковых локусах гомологичных хромосом которого находятся разные по проявляемости гены (Aa). При размножении образует два сорта гамет.

Виды скрещивания:

моногибридное – родители отличаются по одной паре альтернативных признаков;

дигибридное – родители отличаются по двум парам альтернативных признаков;

полигибридное - родители отличаются по трём и более парам альтернативных признаков;

анализирующее – скрещивание, при котором один родитель с неизвестным генотипом, а второй гомозиготный по рецессивному гену;

возвратное – частный случай анализирующего скрещивания

Предпосылки появления генетики:

- 1) селекционная работа (Европа XIX век)
- 2) развитие экспериментальных областей биологии:
  - а) сравнительная эмбриология и анатомия;
  - б) цитология;
  - в) физиология;
  - г) развитие эволюционного учения.

Этапы развития генетики

Генетика – наука относительно молодая, но история ее имеет три основных этапа:

1865-1900 год - I этап

1900-1953 год – II этап

1953- по настоящее время

I этап. 1865-1900 год. Изучение генетических закономерностей на организменном уровне.

1. 1865 г открытие законов наследственности Г. Менделя.

2. 1900 Второе рождение генетики:

К. Корренс (Германия)

Де Фриз (Голландия)

Э. Чермак (Австрия) – вторично открыли законы Менделя.

II этап. Изучение генетических явлений на клеточном и субклеточном уровнях

3. 1901 – 1903 г. Де Фриз создал мутационную теорию.

4. В 1902 г. Т. Бовери создал ядерную теорию наследственности.

5. 1902 г. Э. Вильсон и Д. Сеттон развили это положение и предположили параллелизм между хромосомами и передачей наследственных признаков.

6. 1906 г. У. Бэтсон предложил термин "генетика"

7. 1909 г. В. Иогансен предложил термин "ген"

Начиная с 1903 г. по 1908 г. Т. Морган (1866-1945 с коллегами публикует ряд работ посвященных роли хромосом в процессах наследственности, а в период 1908-1918 г. формулирует хромосомную теорию наследственности.

1919 год – Ю.А. Филипченко создал первую в нашей стране кафедру генетики при Петроградском университете и написал первый отечественный учебник генетики.

1920 год – Н.И. Вавилов формулирует закон гомологических рядов в наследственной изменчивости.

1925 г. – Г. Надсон, Г. Филлипов – получили индуцированные мутации на грибах.

1927 г. - Г. Меллер получил индуцированные мутации на дрозофиле.

1928 г. – Н.К. Кольцов высказал мысль о связи единиц наследственности генов с определенным химическим веществом, считая хромосомы белковыми молекулами, способными к самовоспроизведению

В 30-е годы А.Н. Белозерский доказал, что ДНК это обязательный компонент хромосом.

40-е годы Г. Бидл, Е. Татум установили, что гены определяют образование ферментов по принципу: 1 ген – 1 фермент.

А.С. Серебровский – формулирует теорию делимости гена, разрабатывает математические методы для решения генетических проблем.

1944 г. О. Эвери, К Мак-Леод, М. Мак-Карти на микроорганизмах установили, что передача наследственной информации связана с ДНК.

В начале 50-х гг. Р. Уилкинсон с помощью R-лучей и математических расчетов получил R-грамму ДНК.

- Э. Чаргафф – открыл правило комплементарности пуриновых и пиримидиновых оснований.

III этап – изучение генетических явлений на молекулярном уровне: Начался: с 1953 г., когда Д. Уотсон и Ф. Крик расшифровали структуру ДНК.

В 1961 г. они же расшифровали свойства генетического кода (Нобелевская премия). В конце 60-х годов складывается новое направление в генетике на основе молекулярно – генетических исследований. Появилась возможность получения гибридных и модифицированных геномов, находящих в настоящее время все более широкое применение в микробиологической и фармацевтической промышленности.

## Законы Г. Менделя

а) 1-ый закон Г. Менделя: (закон единообразия гибридов первого поколения, правило доминирования) (слайд 1 ).

- при скрещивании гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, все потомство в первом поколении единообразно как по фенотипу, так и по генотипу.

б) 2-ой закон Г. Менделя (закон расщепления гибридов второго поколения) (слайд 2).

- при скрещивании 2-х гетерозиготных особей, т.е. гибридов, анализируемых по одной паре альтернативных признаков, в потомстве наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении 3:1 и по генотипу 1:2:1.

в) хронологически следующей предложенной закономерностью была гипотеза «чистоты гамет», ставшая в последствии IV законом Менделя. Мендель высказал положение, что в половых клетках (гаметах) находятся обособленные (дискретные) частицы, определяющие развитие того или иного признака. Это положение У. Бэтсон в 1902 г. сформулировал так: Гены в гаметах у гибридных особей находятся в единственном числе они «чисты», т.е. аллельные гены находятся в половых клетках в гаплоидном (одинарном) наборе.

г) 3-ий Закон независимого комбинирования признаков (слайд 2)

- при скрещивании гомозиготных особей, отличающихся двумя (или более) парами альтернативных признаков, во втором поколении ( $F_2$ ) наблюдается независимое наследование и комбинирование признаков, если гены, определяющие их, расположены в различных гомологичных хромосомах.

Расщепление по фенотипу по каждому признаку 3:1, независимо от числа признаков. Суммарная формула:  $(3+1)_n$ , где n – число пар признаков, принятых во внимание при скрещивании. При анализе 2-х пар признаков, расщепление по фенотипу 9:3:3:1.

д) Статистический характер менделевских закономерностей:

Законы Г. Менделя выполняются при определенных условиях:

- 1) Бесконечно большое число исследуемых особей.
- 2) Приблизительное значение расщеплений.
- 3) Вероятный характер событий (достоверность 95 %) Таким образом, обнаруживаемые закономерности являются результатом воздействия многих факторов и не являются абсолютными законами природы, а носят характер статистических закономерностей.
- 4) Равновероятное образование в процессе мейоза обоих типов гамет (как с геном А, так и с геном а).
- 5) Равновероятная встреча и сочетание этих гамет при оплодотворении.
- 6) Равная выживаемость всех типов зигот и развивающаяся из них особей.

н) Менделирующие признаки – наследственные признаки, которые определяются аллельными генами и в потомстве расщепляются в соответствии с законами Менделя по моногенному типу. Такие признаки являются дискретными.

ж) Цитологические основы законов Г. Менделя : объяснения законов Г. Менделя были найдены при изучении процессов мейоза и гаметогенеза и сути перестроек с гомологичными хромосомами.



## Лекция №10 Введение в медицинскую генетику.

Медицинская генетика – раздел антропогенетики, изучающий наследственные болезни человека.

Наследственные болезни – болезни, причиной которых являются нарушения генотипа.

Наследственные болезни необходимо отличать от:

- 1) Врожденных болезней - болезней проявляющихся с момента рождения человека – наследственный генез для них не является обязательными, могут развиваться во время эмбриогенеза. Среди них часто встречаются фенкопии наследственных заболеваний.
- 2) Семейных болезней – заболеваний, которые проявляются в нескольких поколениях в одной семье, обусловлены одинаковыми условиями жизни (туберкулёз).

Наследственные болезни делятся на генные болезни и хромосомные.

Генные болезни - (молекулярные болезни, фенотипически - это болезни обмена веществ) – заболевания, причиной которых являются генные ("точковые") мутации. Эти болезни можно выявить и прогнозировать генеалогическим и биохимическим методами. Мутантные гены передаются из поколения в поколение, в соответствии с типом наследования. Известно более 2 тысяч генных болезней.

Хромосомные болезни – заболевания, причиной которых являются хромосомные или геномные мутации.

Генные (молекулярные) болезни встречаются чаще, чем хромосомные. У человека, по данным разных авторов, от 30 тыс. до 500 тыс. генов. Любая мутация гена – изменение структурного белка или белка – фермента приводит к нарушению обмена веществ и фенотипическому проявлению болезни. Частота возникновения мутаций у человека  $10^{-4}$  -  $10^{-6}$ .

Доминантные гены со 100% пенетрантностью выявляются в первом поколении. Рecessивные патологические гены, их большинство, проявляются только в гомозиготном состоянии и заболевание может возникать через несколько поколений. Для recessивных генов возможно проявление в каждом поколении, если они находятся в X- хромосоме у мужчины.

### Классификация генных болезней.

- I. По проявлению:
  1. Морфологические ( Браходактилия, полидактилия и т.д.)
  2. Биохимические (гемофилия, атеросклероз и т.д.)
  3. Физиологические (наследственные формы гипертензивной болезни, сахарного диабета; шизофрения.)

- II. По действию на организм:
  1. Полупетальные (проявляются в виде заболевания). Например, серповидноклеточная анемия.
  2. Летальные:

а) доминантные – вызывают гибель в эмбриогенезе.

б) recessивные – в гомозиготном состоянии вызывают гибель организма в эмбриогенезе, в гетерозиготном проявляются как заболевание (талассемия, сцепленный ихтиоз, болезнь Тея – Сакса).

- III. По фенотипическим проявлениям (по типу нарушения обмена веществ).  
(ферментопатии)

- 1) Нарушение в обмене аминокислот (фенилкетонурия, альбинизм, алкаптонурия).
- 2) Нарушение в обмене белков (гемоглобинопатия, талассемия, колагенозы, серповидно-клеточная анемия, тестикулярная феминизация, аденогенитальный синдром.)
- 3) Нарушения в обмене углеводов (сахарный диабет наследственные формы, галактоземия).
- 4) Нарушения в обмене липидов (гиперпродукция ЛПНП – липопротеидов низкой плотности, амвротическая идиотия - Болезнь Тея – Сакса.
- 5) Нарушение минерального обмена (подагра, болезнь Вильсона-Коновалова)

- IV. По типу наследования:

1) Моногенные болезни: 1 ген – 1 фермент – 1 признак (фенилкетонурия и т. д.). Наследуется по законам Г. Менделя.

2) Полигенные болезни, определяемые несколькими аллелями, их называют мультифакторными, или болезнями с наследственно предрасположенностью (атеросклероз, шизофрения, гипертензивная болезнь, наследственные формы сахарного диабета). На их развитие значительно влияют факторы внешней среды.

Патология различных генов может приводить к однозначным фенотипическим проявлениям – такие заболевания являются генотипиями. В основе таких заболеваний лежат различные мутации, которые объясняют их неодинаковое течение.

Фенокопии – заболевания (или состояния) сходные с наследственной патологией, но ненаследственные по своей причине.

#### Хромосомные болезни:

Частота встречаемости 2-4% от всех наследственных заболеваний, у новорожденных – 1%, у выкидышей – 30 %, у эмбрионов – до 50 %. Большинство хромосомных болезней характеризуются множественными пороками и, следовательно, - несовместимы с жизнью – отмечаются серьезные нарушения морфологии, физиологии, биохимии, психики. Практически хромосомные болезни не наследуются, но 0,5 – 0,7% таких мутаций в половых клетках появляется вновь в каждом поколении.

Классифицируются хромосомные болезни по:

- I. Типу клеток, в которых они возникли.
  1. Мутации в половых (генеративных) клетках (полный мутант).
  2. Мутации в некоторых бластомерах на стадии дробления. В результате возникает генетический мозаицизм. Клетки тканей, развивающихся из такого бластомера, имеют измененный генотип – несут мутантные гены.
- II. По типу мутаций, являющихся причиной заболевания:
  1. Хромосомные абберации (делеции, транслокации, дуплекации) – например, синдром кошачьего крика – делеция хромосомы 5 пары. (слайд 8), расщелина неба – 11q+, 14q+, делеция 21 пары – хронический миелолейкоз.
  2. Аномалии числа хромосом:

а) аутосом:

- моносомия – приводит к гибели организмов на ранних стадиях развития.
- трисомия по 21 паре – синдром Дауна (слайд 7),
- трисомия группы Д - синдром Патау (слайд 3)
- трисомия группы Е – синдром Эдвардса (слайд 4)

б) половых хромосом:

- моносомия по X хромосоме синдром Шершевского – Тернера (слайд 6); моносомия по Y-хромосоме – гибель зиготы.
- трисомия по X хромосоме – синдром трипло – X;
- полисомия по X хромосоме : синдром Клайнфельтера (слайд 5) –несколько хромосом X (2 и более) + Y хромосома:
- полисомия по Y хромосоме: X хромосома+Y (2 и более хромосом.)

Наследственные заболевания необходимо диагностировать в наиболее ранние сроки беременности, настойчивые показания к таким исследованиям в семьях с отягощенным анамнезом по наследственным заболеваниям и в случаях кровного родства супругов.

Выделяют пренатальную, неонатальную и постнатальную диагностику.

#### I. Пренатальную диагностику проводят при:

- 1 обнаружении структурных перестроек хромосом у одного из родителей,
- 2 при наличии у родителей доминантного наследственного заболевания,
- 3 при наличии в семье детей с рецессивным наследственным заболеванием, что свидетельствует о гетерозиготности родителей,
- 4 при возрасте матери старше 35 лет,
- 5 при привычных выкидышах, вызывающих подозрение на несовместимость матери и плода по эритроцитарным антигенам,
- 6 при наличии в семье детей с врожденными пороками развития.

Пренатальная диагностика должна проводится до 12-20 недель беременности, когда плод нежизнеспособен после ее прерывания.

Используют следующие методы пренатальной дигностики:

- 1) R – скопия, УЗИ (с 1957 года), фетоскопия - эндоскопическое обследование плода
  - 2) амниоцентез для получения амниотической жидкости, содержащей продукты жизнедеятельности плода, клетки его кожи и слизистых – проводится до 15-16 недель беременности.
  - 3) кордоцентез – забор крови из пуповидной вены под контролем УЗИ (с 80<sup>х</sup> годов XX в) до 12 недель беременности.
  - 4) биопсия ворсин хориона – для забора материала для медико – генетического исследования.
- Эти исследования трудоёмки, дорогостоящие, небезопасные.

В обработке полученного материала перспективными методами являются: использование ДНК - зондов, методов молекулярно – генетического анализа- ПЦР, ДНК гибридизации, обратная транскрипция ДНК с и-РНК и клонирование.

#### Неонатальная диагностика

Медико-генетическое консультирование – один из видов специализированное помощи населению, направленный в первую очередь на предупреждение появления в семье детей с наследственной патологией. Первая МГК была создана в 1932 г. г. Ленинграде – С.Н.Давиденковым.

Консультирование проводится в три этапа:

1. Уточнение диагноза(используются все вышеназванные методы).
2. Прогноз для потомства
  - а) проспективное консультирование – до наступления беременности или её ранние сроки (при отягощённых беременностях, при отягощённой наследственности, после воздействия мутагенов).
  - б) ретроспективное консультирование – после рождения ребёнка. Дается прогноз относительно здоровья будущих детей.
3. Решение вопроса о деторождении.

## **Лекция №11 Эмбриональный период онтогенеза.**

Онтогенез (гр. ontos – существо, genesis - развитие)– индивидуальное развитие особи, в основе которого лежит реализация наследственной информации в определенных условиях среды.

Филогенез – исторический процесс развития вида.

Выделяют следующие типы онтогенеза:

- I. Прямой (прямое развитие)
- II. Непрямой (непрямое развитие)

При прямом онтогенезе особь после вылупления из под яйцевых оболочек или рождения похожа на взрослый организм.

Виды прямого онтогенеза:

- 1) Неличиночный (у рыб, пресмыкающихся, птиц и некоторых беспозвоночных, яйца которых богаты лецитином (желтком), достаточным для завершения онтогенеза).
- 2) Внутриутробный (у млекопитающих; развитие зародыша происходит в матке и все функции его осуществляются через материнский организм. Этот вид онтогенеза наилучшим образом обеспечивает выживание эмбриона, но новорожденные существа нуждаются некоторое время во вскармливании молоком матери).

Непрямой онтогенез (личиночный тип развития) характеризуется развитием с превращением (метаморфозом). Встречается у видов, яйца которых бедны лецитином.

Различают следующие виды метаморфоза:

1. Полный – в цикле развития имеются стадии: яйцо → личинка → куколка → имаго.
2. Неполный – в цикле развития имеются стадии: яйцо → личинка → имаго.
3. Сложный – например, у земноводных.

Из икринки образуется головастики, имеющий ряд временных органов (жабры, плавники, хвост), которые затем исчезают и у взрослых особей отсутствуют.

Взаимная связь онтогенеза и филогенеза была раскрыта И.Мюллером и Э.Геккелем в биогенетическом законе: «Онтогенез есть краткое повторение филогенеза», а позднее – в учении академика А.Н. Северцова.

Единой теории, объясняющей причины и механизм онтогенеза нет. Но уже в античном мире Гиппократ высказал мысль о том, что в яйце или теле матери должен находиться маленький, но полностью сформированный организм. Систематические исследования онтогенеза начались в XVII веке, когда М. Мальпиги описал подробно эмбриональное развитие курицы и сделал заключение, что в яйце курицы на ранних стадиях развития уже имеется преобразованный зародыш со всеми органами и процесс развития заключается лишь в количественных изменениях. Позднее подобные высказывания делались Левенгуком, Боннэ, Галлером и получили название – теория преформизма. В основе преформизма лежали метафизические представления о том, что никакого развития по существу нет, а идут лишь количественные накопления в заранее предшествующих частях тела.

После открытия Левенгуком анималькулей (мужских половых клеток - сперматозоидов) преформисты разделились на два лагеря: анималькулистов, считавших, что зародыш находится в мужской половой клетке и овистов – утверждавших, что зародыш заложен в яйцеклетке. Но суть их одна и не противоречила религиозным представлениям о сотворении живых существ богом. Пытаясь примирить религию и науку, Ш. Боннэ выступил с теорией «вложения», согласно которой, в яичнике зародыша уже содержатся зародыши следующего поколения, а в них – зародыши последующих и т.д. (по принципу русской куклы - матрёшки).

Отсюда приходили к выводу, что уже первая женщина, созданная согласно библейскому преданию, богом, содержала в своих яичниках зачатки всех будущих поколений человечества.

Первый удар по метафизическим представлениям преформистов нанес академик Российской академии наук К.Ф. Вольф (1759г.), который развил принцип эпигенеза, высказанный ранее Р. Декартом и В. Гарвеем.

Согласно учению об эпигенезе органы не предсуществуют, не преформированы в зародыше, а формируются заново из гомогенной массы не одновременно, а в известной последовательности. Процесс развития является эпигенезом – подлинным новообразованием.

А вот как и почему это происходит К. Вольф научно обосновать не смог и дал идеалистическое понятие о существовании «существенной силы», которая направляет развитие по тому, или иному пути. Современники К. Вольфа не поняли его учения и забыли о нём.

Согласно современным представлениям в клетках, с которых начинается онтогенез, заложена определённая программа развития организма в виде кода наследственной информации. В ходе индивидуального развития эта программа реализуется, определяя все процессы онтогенеза.

#### Периодизация онтогенеза.

Существует несколько схем периодизации онтогенеза, каждая из которых является наиболее подходящей для решения конкретных научных или практических задач.

У человека и высших животных общепринятым является деление онтогенеза на два этапа:

- 1) пренатальный (дородовой),
- 2) постнатальный (послеродовой).

Некоторые авторы роды называют интранатальным этапом.

С общебиологической точки зрения, важнейшим событием онтогенеза является возможность полового размножения. Поэтому онтогенез делят на периоды:

- 1) дорепродуктивный (ювенильный)
- 2) репродуктивный (пубертатный, зрелый)
- 3) пострепродуктивный (старость)

Наиболее употребляемым в биологии является деление онтогенеза на два периода:

- 1) эмбриональный
- 2) постэмбриональный.

Некоторые эмбриологи предлагают выделять предзиготный (проэмбриональный) период. Он связан с образованием гамет. В этот период в яйцеклетках накапливаются и-РНК, р-РНК, лецитин, образуется кортикальный слой цитоплазмы, содержащий гранулы гликогена; яйцо приобретает полярность, активируется; происходит сближение гамет и слияние (сингамия)

Эмбриональный период, или эмбриогенез, начинается с образованием зиготы. Окончание этого периода при разных типах онтогенеза связано с различными моментами развития: при личиночном типе – с выходом из яйцевых оболочек; при неличиночном – с выходом из зародышевых оболочек, при внутриутробном – с моментом рождения.

Эмбриональный период делится на стадии зиготы, дробления, бластулы, гастролы, гисто- и органогенеза. Зародыш млекопитающих и человека до образования зачатков органов (до 12 недель) принято называть эмбрионом, а в дальнейшем – плодом.

Зигота – стадия одноклеточного зародыша. Она образуется в результате слияния женской и мужской гамет. В зиготе происходит перемещение цитоплазмы, происходит интенсивный синтез белка, появляется билатеральная симметрия, лецитин или равномерно распределяется по всей цитоплазме, либо сосредотачивается ближе к одному полюсу (вегетативному), противоположный полюс более светлый называют анимальным.

Дробление – многократное митотическое деление зиготы, в результате которого, зародыш становится многоклеточным, не меняя при этом своего объема. Клетки на стадии дробления называются бластомерами. С каждым последующим дроблением бластомеры становятся меньших размеров, т.к. интерфаза на этой стадии очень короткая. Характер дробления обусловлен типом яйцеклетки, т.е. зависит от количества и распределения лецитина. Различают следующие типы дробления:

- |                                  |                           |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1) <i>полное равномерное</i>     | } <i>голобластическое</i> |
| 2) <i>полное неравномерное</i>   |                           |
| 3) <i>неполное равномерное</i>   | } <i>меробластическое</i> |
| 4) <i>неполное неравномерное</i> |                           |

(1) Полное равномерное дробление встречается у иглокожих, ланцетника и млекопитающих, имеющих изолецитальные и алецитальные яйцеклетки. В этом случае дробится вся зигота, а образующиеся бластомеры имеют одинаковые размеры (слайд).

(2) Полное неравномерное характерно для телolecитальных яйцеклеток, например у лягушек. Бластомеры вегетативного полюса из-за обилия лецитина всегда отстают в дроблении от бластомеров анимального полюса (слайд) и поэтому более крупные, чем бластомеры анимального полюса.

(3) Неполное равномерное (поверхностное) или частичное дробление встречается у насекомых с центролецитальным типом яйцеклеток. У насекомых яйцеклетки содержат много лецитина, который расположен в центре, поэтому дробится периферическая часть зиготы. Бластомеры, образующиеся в ходе дробления, имеют одинаковые размеры (слайд).

(4) Неполное неравномерное дробление называют дискоидальным. У рыб и птиц с телолецитальным типом яйцеклеток дробится лишь часть яйца, расположенная на анимальном полюсе; происходит неполное, частичное дробление. Часть лецитина остается вне бластомеров, которые располагаются на лецитине в виде диска (слайд).

В результате ряда последовательных дроблений формируется группа клеток, тесно прилегающих друг к другу. У некоторых животных такой зародыш напоминает ягоду малины. Он получил название морулы. Для каждого вида животных дробление заканчивается на определенном количестве бластомеров. Далее между бластомерами в моруле возникают силы отталкивания, бластомеры выстраиваются в один слой, образуя бластулу.

Бластула – стадия однослойного зародыша. Начиная с бластулы клетки зародыша называют эмбриональными клетками. При полном равномерном дроблении бластула имеет форму пузырька со стенкой в один слой клеток. Этот слой назван бластодермой. Полость, ограниченная бластодермой называется первичной полостью (бластоцелью).

Стадию бластулы проходят все виды животных. У всех многоклеточных животных после образования бластулы начинается процесс гастрюляции (процесс образования гастрюлы). Гастрюла – стадия двух- или трехслойного зародыша. Слои тела зародыша называют зародышевыми листками: энтодермой, эктодермой и мезодермой.

В процессе гастрюляции выделяют два этапа:

1) образование эктодермы (наружного зародышевого листка) и энтодермы (внутреннего зародышевого листка) т.е. двуслойного зародыша

2) образование мезодермы (среднего, третьего зародышевого листка), т.е. трехслойного зародыша.

I<sup>ый</sup> этап. Способы образования двухслойного зародыша.

1) Инвагинация (впячивания) – вегетативный полюс бластулы впячивается внутрь, т.е. перемещается к анимальному полюсу. Противоположные полюса бластодермы почти смыкаются, так что бластоцель либо исчезает полностью, либо остается в виде незначительной полости, а из бластулы возникает двухслойный зародыш. Внешний слой клеток называют эктодермой, а внутренний – энтодермой. Полость называют гастроцелем, или первичной кишкой, а вход в кишку получил название бластопора, или первичного рта. Края его сближаются, образуя верхнюю и нижнюю губы (слайд).

2) Деляминация (расслоение) – клетки бластодермы делятся синхронно и параллельно её поверхности, образуя наружный и внутренний зародышевые листки.

3) Иммиграция (выселение, проникновение внутрь) – характерна для кишечнополостных. Этот способ заключается в массовом активном перемещении клеток бластодермы в бластоцель (слайд).

4) Эпиволия (обрастание) встречается у животных, имеющих телолецитальные яйца. Мелкие клетки анимального полюса, размножаясь, обрастают и покрывают снаружи крупные, богатые желтком клетки вегетативного полюса, которые становятся внутренним слоем (слайд).

Чаще всего имеет место смешанный тип гастрюляции, например у земноводных.

II<sup>ой</sup> этап. Образование трёхслойного зародыша.

Различают два способа закладки мезодермы: телобластический и энтероцельный.

1) Телобластический способ встречается у многих беспозвоночных. Заключается он в том, что вблизи бластопора во время гастрюляции образуется по одной крупной клетке – телобласту. В результате размножения телобластов формируется мезодерма (слайд).

2) Энтероцельный способ характерен для хордовых. В этом случае с двух сторон от первичной кишки образуются выпячивания – карманы (целомические мешки). Внутри карманов находится полость, представляющая собой продолжение первичной кишки (гастроцеля). Целомические мешки полностью отшнуровываются от первичной кишки и разрастаются между экто- и энтодермой. Клеточный материал этих участков дает начало среднему зародышевому листку – мезодерме (слайд).

Гистогенез и органогенез.

Гистогенез – процесс образования тканей.

Органогенез – процесс формирования органов.

Зародышевый материал, дифференцированный на три зародышевых листка, даёт начало всем тканям и органам зародыша.

Из эктодермы развиваются: эпидермис кожи и его производные (перо, ногти, когти, волосы, потовые, сальные и молочные железы), компоненты органов зрения, слуха, обоняния; эпителий ротовой полости, эмаль зубов; нервная трубка, нервные клетки и образующиеся из их отростков периферические нервы. Зародыш на стадии образования нервной трубки называют нейрулой.

Из энтодермы развиваются: эпителий желудка и средней кишки; печень; секретирующие клетки поджелудочной, желудочных и кишечных желез; эпителий легких и воздухоносных путей; секретирующие клетки передней и средней долей гипофиза, щитовидной и парашитовидной желез.

Производные мезодермы: костная, хрящевая и соединительная ткани; скелетная мускулатура, органы выделительной, половой, сердечно-сосудистой и лимфатической систем; плевра, брюшина, перикард.

Зачаток конкретного органа формируется первоначально из определенного зародышевого листка, но затем орган усложняется и в итоге в его формировании принимают участие два или три зародышевых листка.

Органогенез завершается в основном к концу эмбрионального периода развития. Однако дифференцировка и усложнение органов продолжается и в постэмбриональном онтогенезе.

В эмбриогенезе изменяется форма тела зародыша, образуются отверстия и полости, а также формируются временные внезародышевые (провизорные) органы.

В зависимости от места развития дефинитивного (окончательного) ротового отверстия все типы животных мира принято делить на первичноротых и вторичноротых.

К первичноротым относятся организмы, у которых в процессе эмбрионального развития дефинитивное ротовое отверстие образуется на месте первичного рта – бластопора. Это все черви, моллюски и членистоногие. У вторичноротых организмов (иглокожие, погонафоры и хордовые) дефинитивный рот формируется на конце, противоположном бластопору.

#### Провизорные органы.

Провизорные (внезародышевые) органы функционируют временно и обеспечивают связь зародыша со средой. К ним относят амнион, хорион, плаценту, аллантаис, желточный мешок и др.

У истинно наземных животных и человека, потерявших связь с водной средой, зародыш развивается в специальных оболочках. Такой оболочкой является прежде всего амнион.

Клетки амниона секретируют амниотическую жидкость, в которую погружен зародыш. Амниотическая жидкость представляет собой водный раствор белков, углеводов, минеральных солей; содержит также гормоны и мочевину. Амнион защищает зародыш от высыхания, механических воздействий; участвует в обмене веществ.

Позвоночных, обладающих амнионом (пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие), объединяют в группу высших позвоночных – амниотов. В противоположность им низшие позвоночные, не имеющие амниона (круглоротые, рыбы, земноводные), составляют группу анамний.

Газообмен у зародышей сухопутных животных осуществляется с помощью хориона (ворсинчатой оболочки). Он является самой наружной внезародышевой оболочкой и на поверхности имеет большое число выростов - ворсинок. Ворсинки хориона врастают в слизистую оболочку матки. Место наибольшего разветвления ворсинок и наиболее тесного контакта их со слизистой оболочкой матки у млекопитающих носит название детского места или плаценты. Тело зародыша соединяется с плацентой специфическим провизорным органом - пупочным канатиком, содержащим кровеносные сосуды. Через плаценту плод снабжается питательными веществами, кислородом; освобождается от продуктов обмена.

Аллантаис, (мочевой пузырь) является производным заднего отдела кишечной трубки зародыша и представляет из себя большой мешок. Функционирует у рептилий и птиц, выполняя функции накопления конечных продуктов азотистого обмена, и участвует в обмене газов. У человека и млекопитающих животных – это рудиментарный орган, его зачаток входит в состав пупочного канатика.

Желточный мешок у птиц и рептилий закладывается раньше других провизорных органов, т.к. обеспечивает питание зародыша, соединяясь с его средней кишкой. У млекопитающих желточный мешок закладывается на ранних этапах эмбриогенеза, но затем постепенно редуцируется.

Критические периоды развития – это периоды, когда зародыш наиболее чувствителен к повреждению различными факторами т.е. – это периоды наименьшей резистентности (устойчивости) зародышей к факторам внешней среды. В критические периоды у зародышей сильно изменяется метаболизм (обмен веществ), усиливается дыхание, меняется содержание РНК, появляются новые белки, падает темп роста. У различных видов животных критические периоды отмечаются в разные сроки развития. У человека имеют значение следующие критические периоды:

- 1) имплантация – (6 – 7 сутки после оплодотворения)
- 2) плацентация – образование плаценты (конец 2<sup>ой</sup> недели беременности)
- 3) роды

В эти периоды происходят резкие изменения условий существования и перестройка деятельности всех систем органов.

Выделяют критические периоды для каждого органа в различные сроки (особенно в разные сроки беременности).

Тератогенные (греч. teras – урод, чудовище) факторы – это все воздействия, способные вызвать нарушения развития: аномалии, пороки, уродства.

Аномалии – это незначительные отклонения, не нарушающие функций органа (косолапость, шестипалость).

Пороки – это нарушения морфологии и функций органа средней степени, снижающие жизнеспособность (пороки сердца).

Уродства – это морфологические отклонения, уродующие организм, нарушающие функции и нередко несовместимые с жизнью (отсутствие или недоразвитие органа).

Наиболее сильными тератогенными факторами являются наркотики, алкоголь, талидомид (снотворное), недостаток кислорода, недостаток витаминов группы В, токсины паразитов, ионизирующие излучения и др.

Канцерогенные факторы среды – это воздействия, приводящие к развитию злокачественных опухолей (различные факторы, в том числе вирусы).

## **Лекция №12 Онтогенез. Постэмбриональный период.**

Периодизация постэмбрионального развития

Постэмбриональное развитие начинается с момента рождения или вылупления организма из под яйцевых оболочек и заканчивается смертью.

Условно постэмбриональное развитие подразделяется на 3 периода: 1- роста и дифференцировки (ювенильный), 2- зрелости (пубертатный), 3- старости, заканчивающийся смертью.

Длительность постэмбрионального периода у разных видов организмов различна от нескольких часов (бабочки однодневки) до сотен лет (черепахи, дубы).

Для человека рассчитана естественная продолжительность жизни (125 – 150 лет), но на неё влияют многие отрицательные факторы (войны, эпидемии болезней, природные катаклизмы – наводнения, землетрясения; социальные условия жизни и др.). Поэтому в разные века, в разных странах средняя продолжительность жизни человека была разной (слайд).

В настоящее время средняя продолжительность жизни человека на Земле составляет для женщин 72 года, для мужчин – 70 лет. Самое «старое» общество отмечается в Японии (87 – 89 лет).

Предложено несколько классификаций деления возрастов.

Так, в 1960 году предложена классификация, по которой считается, что у людей

45 – 60 лет – средний возраст

60 – 75 лет – пожилой

75 – 90 лет – старческий

более 90 лет – долгожитель.

Биологическая классификация деления возрастов берет за основу период роста (до 25 лет)

До 25 лет – период роста

25 – 50 – молодой и зрелый

50 – 75 – пожилой

75 – 100 – старость

более 100 лет – долгожитель

Характеристика ювенильного периода.

Начинается этот период с момента рождения или вылупления организма из под яйцевых оболочек и продолжается до периода зрелости. В этот период происходят процессы роста и дифференцировки.

Рост – это количественное увеличение размеров и массы тела, которое может осуществляться 3-мя путями увеличения:

1) размеров клеток (черви).

2) числа клеток

3) количества неклеточного вещества

Все организмы, в зависимости от характера роста, делятся на 2 группы:

1) с определенным (ограниченным) ростом, прекращают расти к определенному возрасту.

Например человек растет до 25 лет.

2) с неограниченным ростом, растут в течении всей жизни – рыбы, деревья).

Скорость роста, его интенсивность наибольшие в начале онтогенеза, с возрастом они снижаются; неодинаковы они и в разные периоды жизни.

Дифференцировка – это качественные изменения в строении клеток, тканей, органов. Это функциональное развитие систем органов.

На рост и дифференцировку влияют внутренние и внешние факторы.

Внутренние факторы - генотип, нейро-гуморальная регуляция.

Генетический аппарат определяет рост и дифференцировку любого организма. Состояние нервной системы оказывает огромное влияние на эти процессы.

Гуморальную регуляцию (влияние гормонов) переоценить невозможно. Так, гормон передней доли гипофиза – гормон роста (соматотропный гормон) регулирует рост. Его недостаток в детском возрасте приводит к заболеванию – гипофизарному нанизму (карликовости), избыток – гигантизму (выше 2 м). Избыток гормона роста в зрелом возрасте вызывает акромегалию (разрастание отдельных частей тела – костей кисти, стопы, лицевого черепа). Для оптимального действия гормона роста необходимо наличие гормонов щитовидной железы (тироксина Т3, Т4). Их нехватка в детском возрасте приводит к развитию кретинизма (слабоумию), во взрослом возрасте – миксидемы. Избыток этих гормонов вызывает заболевание тиреотоксикоз.

Внешние факторы: пища, температура, свет, давление и др.

Для нормального роста и дифференцировки организм нуждается в полноценном питании как по качеству, так и по количеству. Должно быть оптимальное соотношение всех органических соединений (белков, жиров, углеводов, витаминов) и микроэлементов, минеральных солей и воды.

Недостаток незаменимых аминокислот вызывает прекращение роста, нарушение дифференцировки и гибель организма.

Важная роль принадлежит витаминам. При их недостатке возникают заболевания: цинга (С), куриная слепота (А), бери-бери (В1), злокачественная анемия (В12), бесплодие (Е), повышение проницаемости сосудов (Р), рахит (Д).

Все свободноживущие организмы являются аэробами, т.е. им необходим кислород.

Существенное влияние на рост и дифференцировку оказывают такие внешние факторы как температура и свет. Прямые солнечные лучи тормозят рост, но способствуют дифференцировке; на свету в коже у человека образуется витамин Д.

К концу ювенильного периода в организме завершаются рост и дифференцировка.

Характеристика периода зрелости.

Этот период характеризуется максимальной дифференцировкой всех систем органов. Это репродуктивный период, когда организмы способны к размножению. У человека этот период наибольшей трудоспособности, расцвета физических и умственных способностей.

Характеристика периода старости.

Во время старения происходит инволюция (обратное развитие). Снижается функция всех систем органов, уменьшаются размеры органов и организма в целом. Преобладают процессы диссимиляции. Внешние проявления старости у человека: изменение осанки, эластичности и тургора кожи, поседение волос, выпадение зубов.

Различают физиологическую и преждевременную старость.

Изучает процессы старения наука геронтология.

Гериатрия – это наука изучающая болезни старческого возраста.

Почему же наступает старость организма?

Геронтология располагает сейчас огромным количеством фактов об изменении различных структур и функций организма в процессе старения. Выдвинуто свыше 300 гипотез о причинах старения. Многие из них имеют чисто исторический характер. Теории XIX века:

1) Самой первой теорией была эндокринная.

Автор – Броун Секар. По его мнению, причиной старения было угасание деятельности половых желез. Проводили опыты на животных, вводили им половые гормоны. Все процессы жизнедеятельности усиливались, но затем происходил их резкий спад. Однако полностью отвергать значение половых гормонов в старении нельзя.

2) Затем была высказана теория возрастного изменения физколлоидного состояния цитоплазмы клеток чешским врачом Ружичка.

3) Ещё одна теория старения была предложена И. И. Мечниковым. Он различал старость физиологическую и патологическую, придавая большое значение не только биологическим, но и социальным факторам. Свои взгляды на эту проблему он изложил в произведениях «Этюды о природе человека», «Этюды оптимизма», «Продление жизни». По представлениям И. И. Мечникова, с возрастом в организме усиливаются процессы интоксикации, самоотравления в результате накапливающихся продуктов азотистого обмена (в частности, аммиака, как конечного продукта распада белков), а также под влиянием продуктов гниения в толстых кишках. Согласно этой теории, интоксикация сильнее поражает специфические паренхиматозные ткани (клетки печени, мозга), а клетки соединительной ткани, наоборот, гипертрофируются, размножаются, замещая собой погибшие клетки жизненно важных органов.

И. И. Мечников, рассматривая старческую атрофию с позиций учения о фагоцитозе, искал экспериментальные пути вмешательства в этот процесс для сохранения специфических паренхиматозных клеток. Им была предпринята первая попытка получить экспериментальную модель старости на животных под влиянием воздействия на их организм токсических веществ. Для прекращения гнилостных процессов в кишках Мечников предлагал употребление в пищу молочнокислых продуктов, что создает неблагоприятную среду для гнилостных бактерий.

И. И. Мечников считал, что продолжительность жизни зависит от соблюдения ряда условий, которые он объединил в учение о нормальной жизни и назвал ортобиозом (гр. orthos - прямой, правильный, bios - жизнь). В основе ортобиоза - соблюдение правил гигиены, трудолюбивой, умеренной жизни без всякой роскоши и излишеств. Несмотря на ряд положительных сторон, теория И. И. Мечникова касается лишь одной из причин старения.

4) Важную роль в развитии геронтологии сыграли работы академика А.А.Богомольца, который считал, что причина старения - нарушение межтканевых системных отношений в организме. Особое значение он придавал соединительной ткани, которую считал активным регулятором трофики клеток и тканей. Известный афоризм старых клиницистов "человек имеет возраст своих артерий" Богомолец изменил, подчеркнув конкретно их соединительно - тканый компонент: "человек имеет возраст своей соединительной ткани". По этой теории старение протоплазмы клеток является следствием созревания клеточных коллоидов, образующих биохимически инертные комплексы.

5) Для понимания причин старческих изменений имеет значение также учение И. П. Павлова о регулирующей и интегрирующей роли центральной нервной системы в жизнедеятельности организма. Сотрудница И. П. Павлова М. К. Петрова в экспериментах на животных показала, что нервные потрясения и продолжительное нервное перенапряжение вызывают преждевременное старение. Следовательно, состояние нервной системы имеет значение в профилактике преждевременной старости. И. П. Павлов обнаружил, что нервная ткань восстанавливает свои свойства ритмичным чередованием периодов активности и торможения.



Учение И. П. Павлова об охранительном торможении - нормальном физиологическом сне - имеет непосредственное отношение к проблеме старения и долголетия.

6) М. Рубнер (1908) выдвинул «энергетическую» теорию старения, он объяснял ее тем, что каждый вид имеет свойственный ему энергетический фонд, который растрачивается в течение жизни, наподобие того, как расходует энергию заведенный механизм пружинных часов. По представлениям автора, время, в течение которого этот запас энергии будет израсходован, зависит от величины поверхности тела. Чем больше теплоотдача с поверхности тела, тем интенсивнее обмен энергии и меньше продолжительность жизни.

Мелкие животные, имеющие более высокое отношение площади поверхности к массе тела, имеют меньшую продолжительность жизни (крыса - 2-3 года, собака - 20 лет, слон - более 80 лет).

Однако ко многим видам эта теория неприменима. Так, близкородственные виды крысы и белки (отряд грызуны) имеют сходные размеры и массы тела; белки ведут подвижный образ жизни и живут 15-20 лет, а длительность жизни менее подвижных крыс 2.5-3 года. Более подвижные зайцы живут в 2 раза дольше, чем кролики.

Выводы, следовавшие из теории Рубнера и других теорий «растраты жизненной энергии», находятся в противоречии с данными экспериментальной и практической геронтологии, которые показывают, что предельное ограничение двигательной активности не продлевает жизнь, а наоборот сокращает ее. Лучшая самообновляемость протоплазмы клеток происходит именно при деятельной жизни, включающей активную физическую работу и упражнения.

7) Большое значение в раскрытии механизмов молекулярных изменений при старении имеют работы харьковской школы онтофизиологов. В 1940 г. А. В. Нагорный выдвинул теорию, согласно которой старение - это результат затухающего самообновления белков. Для старости характерно ухудшение процессов самообновления протоплазмы, ведущее к снижению синтеза белка, к появлению белковых структур с низким метаболизмом. В ходе дифференцировки протоплазма клетки перегружается специализированными белками, а относительное содержание нуклеопротеидов уменьшается. Эта теория развивается академиком В. Н. Никитиным и его сотрудниками (Биологический институт, Харьков).

8) В литературе приводятся данные о повышении с возрастом частоты хромосомных нарушений. Установлено (Н. П. Бочковым), что у человека и животных по мере старения повышается чувствительность хромосом к действию повреждающих агентов. У людей старше 75 - 90 лет обнаружена повышенная частота хромосомных aberrаций. Однако выдвинутая теория (Куртис, 1956, Сииллард, 1959) о причинной роли хромосомных повреждений в старении вызывает сомнения. Возможно, что увеличение хромосомных aberrаций с возрастом является следствием, а не причиной старения. В стареющих клетках уменьшается скорость синтеза ДНК. Причинами этого могут быть снижение активности фермента ДНК-полимеразы, образование дефектных ферментов, уменьшение энергетического потенциала клеток. Установлено, что в процессе старения изменяется структура дезоксирибонуклеопротеидов, связи между ДНК и белком становятся более прочными, инертными.

9) Многие современные теории предполагают, что старение является следствием первично возникающих изменений в генетическом аппарате клеток. В онтогенезе происходят количественные и качественные изменения нуклеопротеидных комплексов, приводящие к изменениям интенсивности их самообновления и снижающие активность белкосинтезирующих систем. Показано, что в старости увеличивается содержание гистонов и становятся более прочными их связи с ДНК, содержание негистоновых белков уменьшается (Бердышев, 1972; Никитин, 1972).

10) Американский исследователь Хейфлик установил, что в культурах фибропластов эмбрионов клетки способны дать всегда только ограниченное постоянное число генераций. При этом у различных видов обнаруживается неодинаковое число клеточных делений: у имеющих большую продолжительность жизни их больше, а у видов с короткой продолжительностью жизни - меньше. Так, фиброласты эмбрионов человека дают около 50, а мыши и курицы - около 15 генерации. Основываясь на этом, Хейфлик пришел к выводу, что подобный ограниченный митотический потенциал свойствен и клеткам в организме.

Однако старение сложного организма нельзя свести к ограниченности митотического потенциала его клеток. К тому же большую часть клеток организма составляют высокодифференцированные клетки, не способные к делению в зрелом организме, и именно они играют большую роль в проявлении возрастных сдвигов, чем клетки, способные к делению. Этот факт признавал сам автор митотического "лимита".

#### 11) Иммунная теория.

Начиная со зрелого возраста, иммунные способности организма постепенно снижаются. В силу этого у пожилых людей уменьшаются защитные механизмы как против возбудителей болезней различной природы, так и против собственных переродившихся, мутировавших клеток. Кроме того, в пожилом возрасте бывают нарушения деятельности системы иммунитета, приводящие к развитию аутоиммунных реакций с участием Т - и В-лимфоцитов, агрессивных по отношению к собственным антигенам клеток и тканей, разрушающих их.

12) В. В. Фролькис выдвинул адаптационно-регуляторную теорию старения. Согласно этой теории, старение не рассматривается как процесс равномерного угасания, нарушения обмена, структуры и функции, а как сложный, многокомпонентный и не односторонний процесс, противоречивый по своей сущности. В ходе старения происходит мобилизация важных адаптивных механизмов, направленных на сохранение жизнедеятельности организма и увеличение продолжительности жизни. Проявлением таких процессов является повышение чувствительности клеток к действию медиаторов и гормонов в условиях снижения

синтеза этих веществ в старческом организме. Наблюдается усиление процесса гликолиза, гипертрофия некоторых клеток, возникновение в них полиплоидии или многоядерности (например, в клетках печени).

Как видно из изложенного, авторы представленных теорий рассматривают процесс старения с различных позиций, находя определенные изменения на различных уровнях — от молекулярно-генетического до организменного. Единой теории старения не создано, но можно предполагать, что многие элементы частных теорий войдут в будущую синтетическую теорию старения.

Смерть, её виды.

Смерть является завершающим этапом онтогенеза. Она может быть естественной (физиологической), в результате выраженных процессов старения организма.

Может быть преждевременной (патологической) – в результате болезни.

У высших многоклеточных организмов в начале наступает клиническая, а затем биологическая смерть.

Клиническая смерть характеризуется отсутствием видимых признаков жизни, т.е. сознания, дыхания, сердцебиения. Длительность клинической смерти 5-8 минут. Однако клетки еще жизнеспособны, в них идет обмен веществ. Раньше всех наступают необратимые процессы в клетках коры головного мозга. Постепенно наступает биологическая смерть, характеризующаяся полным прекращением всех обменных процессов, наступают необратимые изменения в тканях и органах.

Реанимация организма.

Реанимация (оживление, возвращение жизни) организма возможна из состояния клинической смерти. Реанимационные мероприятия в первую очередь направлены на восстановление дыхательной функции, работы сердца и коры головного мозга.

Реанимационные мероприятия проводятся не только, когда человек находится в состоянии клинической смерти, но и при остановке работы жизненно важных органов во время операции, после наркоза. Для этого используются лекарственные препараты стимулирующие их работу, специальные аппараты – искусственного дыхания, электро-стимулятор сердца.

Благодаря реанимации многие люди были возвращены к жизни. Научными основами реанимации человека занимается наука реаниматология. Созданы центры реанимации (Петров, Саркисян, Бакулев, Вишневский и др.)

## Лекция №13 Регенерация и трансплантация.

### I. Регенерация, её виды.

Регенерация – это процесс повторного развития, восстановление организмом утраченных или повреждённых органов и тканей, а также восстановление целого организма из его частей.

Процессы регенерации могут идти на различных уровнях: клеточном, тканевом, органном и организменном.

### Виды регенерации:

I. Физиологическая.

II. Репаративная.

III. Патологическая.

I. Физиологическая регенерация – восстановление морфологических структур (на клеточном и тканевом уровнях) в процессе жизнедеятельности организма.

Примером физиологической регенерации может служить постановление эпителия кожи у человека, регенерация форменных элементов крови, волос, эпителия слизистых оболочек ротовой полости, желудка, кишечника и т.д.

II. Репаративная регенерация (от reparation- возмещение) – восстановление тканей и органов, отторгнутых насильственным путём. В зависимости от масштабов повреждения различают формы репаративной регенерации:

а) на клеточном уровне;

б) на тканевом уровне; например, при переломе кости у человека сначала появляется костная мозоль, а затем восстанавливается костная ткань.

в) на органном уровне; например, у человека может регенерироваться печень.

г) на организменном уровне; например, встречается у кишечнополостных, плоских и кольчатых червей.

Эту регенерацию Б.П. Токин в 1958 году выделил в самостоятельную форму и назвал её соматическим эмбриогенезом. Соматический эмбриогенез – восстановление целого организма из группы соматических клеток. Например, у кишечнополостных (гидра), у ресничных червей (белая планария) из группы клеток 1/10 организма восстанавливается новый организм.

### Способы репаративной регенерации:

а) эпиморфоз

б) морфаллаксис

в) эндоморфоз

Эпиморфоз – отрастание утраченного органа от раневой поверхности. Ткани, прилежащие к ране рассасываются, клетки начинают активно делиться. Сначала образуется зачаток органа, а позже восстанавливается и сам орган. Например, регенерация хвоста у ящерицы.

Морфаллаксис – перегруппировка оставшейся части органа с последующим восстановлением органа меньших размеров или целого организма. Новая особь (или восстановленный орган) сначала оказывается меньших размеров, но в дальнейшем увеличивается.

Обычно эпиморфоз и морфаллаксис сопутствуют друг другу, но в одних случаях преобладает первая форма, а в других – вторая. Так, при отрастании хвоста у ящерицы или ноги у тритона имеет место преимущественно эпиморфоз, а при регенерации планарий, гидры, ноги таракана – морфаллаксис.

Эндоморфоз (регенерационная гипертрофия) – регенерация, происходящая внутри органа. В этом случае восстанавливается не форма, а масса органа. Регенерация по типу эндоморфоза начинается с заживления раны, а затем происходит увеличение оставшейся части органа за счет размножения клеток и их гипертрофии. Восстановившийся орган в размерах сохраняет форму культи. Например, регенерация печени у млекопитающих.

III. Патологическая регенерация – разрастание тканей, не идентичных здоровым тканям в повреждённом органе. Например, на месте глубоких ожогов может быть массивное разрастание плотной соединительной рубцовой ткани, нормальная структура кожи не восстанавливается. После перелома кости при отсутствии совмещения обломков её нормальное строение не восстанавливается, а разрастается хрящевая ткань.

Формы патологической регенерации:

а) Заполнение дефекта. В результате травмы возникают дефект или рана, которые заполняются другой тканью. Например, при глубоком порезе вместо мышц разрастаются соединительная ткань и образуется рубец.

б) Регенерация патологически измененных тканей. Например, после инфаркта миокарда мышечная ткань сердца заменяется на соединительную ткань.

в) Заместительная регенерация – это искусственная регенерация. Сначала пересаживается ткань, которая затем отторгается и далее восстанавливается ткань организма. Например, при обширных ожогах используют кожную пластику. Кожный лоскут берут от другого организма и делают пересадку в область ожога. Со временем пересаженная кожа отторгается и восстанавливается собственная кожа организма.

г) Компенсаторная регенерация. Такая регенерация характерна для парных органов в случае, если парный орган удалён. Другой парный орган увеличивается в размерах. Например, компенсаторная регенерация характерна для почек легких.

В зависимости от результатов регенерации имеется ещё одна классификация:

1) Типичная регенерация (гетероморфоз) – восстанавливается тот же орган, или та же ткань, которые были утрачены. Например, восстановление хвоста у ящерицы.

2) Атипичная регенерация (гетероморфоз) – на месте утраченного органа образуется другой орган. Например, при удалении у рака глаза на его месте вырастает клешня, что объясняется видоизменениями зачатков ног в процессе онтогенеза.

Условия, влияющие на течение восстановительных процессов и стимуляцию регенерации.

Основой регенерации являются молекулярно-генетические и внутриклеточные механизмы: редупликация ДНК, синтез белка, накопление АТФ, митотическая активность клеток.

Процессы, происходящие в регенерате регулируются:

- нервной системой. Денервация вызывает прекращение регенерации и, наоборот, сохранение иннервации стимулирует регенерацию.
- гуморальной системой. В частности, гормоны щитовидной железы и гипофиза усиливают регенерацию мышечной ткани. У животных с удаленной щитовидной железой процессы регенерации замедлены. Гормон коры надпочечников – альдостерон также стимулирует регенерацию. Полноценное витаминное питание способствует регенерации.
- стимулирующее влияние на регенеративный процесс оказывает функциональное состояние органа. Например, процесс восстановления мышц протекает интенсивнее при их упражнении.
- возрастом. Чем старше организм, тем менее интенсивна регенерация.
- уровнем организации. У низкоорганизованных организмов регенерация выражена лучше, вплоть до восстановления целого организма из его части (гидра, планарии).

На свойстве регенерации в медицине основана трансплантация.

Трансплантация (от лат. *transplantacio* – пересадка) – это пересадка или приживление тканей и органов.

Трансплантология – наука, которая изучает вопросы заготовки, хранения и техники пересадки тканей и органов у человека.

Термины, используемые в трансплантологии:

Донор – организм у которого берут ткань или орган

Реципиент – организм, которому пересаживают ткань или орган.

Трансплантант – ткань или орган, которые пересаживают.

Виды трансплантации

1. Ауто трансплантация – пересадка осуществляется в пределах одного организма.

2. Аллотрансплантация – производят пересадку от одного организма другому, принадлежащего к этому же виду.
3. Ксенотрансплантация – донор и реципиент относятся к разным видам. Например, были пересажены почки свиньи человеку.

Выделяют особый вид трансплантации – изотрансплантацию – трансплантацию между однояйцевыми близнецами.

По месту пересадки различают:

1. Ортотопическую трансплантацию – пересадку трансплантата производят на то же место.
2. Гетеротопическую трансплантацию – орган пересаживают на другое место.

Этапы становления трансплантологии как науки.

I. Хирургический. На этом этапе врачи – хирурги занимались трансплантацией с целью устранения дефектов. Врачам в этот период становления трансплантологии не было известно об иммунной совместимости донора и реципиента. Такие операции приводили к отторжению трансплантата.

II. Биолого-хирургический с середины 20 века. Он характеризуется изучением биологических особенностей донора и реципиента, их гистосовместимости.

Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие трансплантологии.

Пластическая, или восстановительная хирургия занимается оперативным восстановлением нормальной формы или функции органов человеческого тела, которые утрачены или нарушены в результате травмы, болезни или вследствие порока развития.

Пластическая хирургия существовала с далёкой древности, исправляя главным образом дефекты, обезображивающие человека. Сто лет назад – 7 марта 1902 г. – Австриец Tmerich Uelmann (Ульман) выполнил первую экспериментальную пересадку почки у собаки. А 7 марта 2002 г. В Вене состоялся симпозиум, посвященный 100-летию трансплантологии.

Рождение отечественной трансплантологии связано с именем великого русского хирурга Н.И. Пирогова. 9 декабря 1835 г. в Санкт-Петербургской Академии наук доктор медицины прочитал лекцию «О пластических операциях вообще, ринопластике в особенности». В этой

работе он детально проанализировал проблему трансплантологии. Пирогову Н.И. принадлежит замечательная мысль о возможности свободной пересадке кожи. В 1852 г. Н.И. Пирогов разработал метод создания опорной культи при ампутации стопы с применением костнопластической операции и провёл эту операцию успешно.

В 1865 г. Р.К. Шимановский издал в Киеве руководство по кожной пластике, в котором описал известные к этому времени операции на теле человека.

С.М. Янович – Чайковский в 1872 г. Предложил метод пересадки кожных островков в толщу грануляций, В.П. Филатов – метод мигрирующей пластинки кожи на ножке, который получил широкое распространение.

В.П. Филатов в Одессе впервые сделал пересадку роговицы от трупа. В 1928 г. В.Н. Шамов впервые в мире высказал мысль о возможности переливания трупной крови (жидкая ткань) и доказал это в опытах на собаках. Человеку трупную кровь впервые перелил С.С. Юдин в 1930 г.

Первая в мире попытка пересадки почки человеку была произведена в 1934 г. русским хирургом Ю.Ю. Вороным; успешную пересадку почки с учетом иммунной совместимости сделал в 1958 г. академик Б.В. Петровский.

В 1946 г. Владимир Петрович Демихов впервые в мире пересадил второе донорское сердце в грудную полость собаки. В 1947 г. также впервые в мире он осуществил пересадку лёгкого без сердца. Через год он сделал пересадку печени у собаки. В 1957 г. В.П. Демихов произвёл пересадку головы от одной собаки на туловище другой. Такое двуглавое животное прожило пять дней, обе головы реагировали на внешние раздражители. В.П. Демихов разработал технику пересадки почек у собаки.

В 1954 г. Josef E. Murray (Нобелевский лауреат) впервые успешно выполнил пересадку почки у человека.

Thomas Starzl в 1963 г. выполнил первую удачную пересадку печени у человека.

John Najarian впервые в 1967 г. выполнил пересадку поджелудочной железы у человека.

Первая, ставшая известной на весь мир, операция по пересадке сердца от человека человеку была сделана 3<sup>го</sup> декабря 1967 г. Кристианом Бернардом, хирургом из Кейптауна, считавшим В.П. Демихова своим учителем. К. Бернард дважды, в 1960 и 1963 гг., приезжал в лабораторию В.П. Демихова и ассистировал ему.

В 1967 г. Johannes Joseph von Rood основал «Евротрансплант» - международную организацию, которая отвечает за посредничество и распределение дарственных процедур на донорские органы в Австрии, Бельгии, Германии, Люксембурге, Голландии и Словении. В этот объединенный центр стекается информация из всех специализированных центров трансплантации, лабораторий типирования и больниц, в которых осуществляется забор органов. На территории, подконтрольной «Евротрансплантату», проживает более 118 млн человек.

В настоящее время главная проблема специалистов по пересадке органов – отсутствие материала по трансплантации – почек, сердец, печени. Результаты исследований в области генной инженерии, как надеются сотрудники московского НИИ трансплантологии, могут в перспективе полностью решить проблему нехватки донорских органов. Российские хирурги начинают пересаживать пациентам клонированные органы.

Выращивать сердца и почки будут из клеток самих больных. На основе стволовых клеток, которые берут из эмбрионов, или из спинного мозга человека, специалистами разработан кардиомиоцит – клетка сердечной мышцы. Кардиомиоциты способны помочь в лечении больных, перенёвших инфаркт миокарда. Делались попытки пересадки сердца от обезьян, свиней, но безуспешно. В крайних случаях временным вариантом является подключение пациента к искусственному сердцу.

## **Лекция №14 Молекулярная генетика. Гены. Теория гена. Функционирование генов в процессе биосинтеза белка у прокариот и эукариот. Генная инженерия**

Ген - функциональная единица генетического аппарата организма(ДНК или РНК); информационная структура, кодирующая полипептид, р-РНК или т-РНК. Действие генов проявляется в фенотипе.

### Химическое строение гена

Так как ген – участок ДНК, то в его состав входят такие химические вещества: азотистые основания (А, Г, Т, У); остатки фосфорной кислоты и дезоксирибоза.

#### Структура гена:

Гены включают такие единицы:

мутоны – минимально одна пара нуклеотидов, способных мутировать (изменяться)

реконы - минимально две пары нуклеотидов, способных рекомбинировать (меняться местами)

цистроны – десятки и сотни нуклеотидов, контролирующих синтез полипептидов

По функциям гены условно делят на 3 группы

#### I. Структурные:

Они транскрибируются и определяют структуру:

- а) информационной РНК и структурных белков
- б) информационной РНК и белков – ферментов
- в) рибосомной РНК, транспортной РНК

#### II. Функциональные - выполняют регуляторные функции:

- 1) влияют на активность структурных генов.
- 2) подают сигнал начала и конца синтеза структурных генов.
- 3) обозначают запуск или окончание транскрипции.

К этим группам относятся гены промоторы, терминаторы, регуляторы, операторы

#### III. Гены, выполняющие функции модуляторов:

- а) ингибиторы - супрессоры;
- б) интенсификаторы;
- в) модификаторы.

#### Свойства генов:

- 1) Свойство контролировать определенные ферментативные реакции.
- 2) Свойство к мутировать.
- 3) Свойство рекомбинировать.
- 4) Дискретность (делимость на более мелкие единицы).
- 5) Плейотропность (множественное действие).
- 6) Дозированность (зависимость результата от дозы гена).
- 7) Пенетрантность гена – количественный показатель: частота фенотипического проявления гена (в %) в популяции.
- 8) Экспрессивность – свойство характеризует степень выраженности признака.
- 9) Проявление гена зависит от факторов внешней среды.

#### Схема генетической регуляции биосинтеза белка у про- и эукариот.

Р. Жакоб и Ж. Моно в 1961 г. предложили гипотезу регуляции биосинтеза белка у прокариот – "гипотезу оперона".(слайд 11)

#### Строение оперона прокариот.

- 1) Ген-промотор (место первичного прикрепления фермента).
- 2) Ген-оператор – включает и выключает работу структурных генов.
- 3) Структурные гены расположены единым блоком – образуют центральное звено оперона.
- 4) Ген – регулятор находится изолировано на расстоянии от основной части оперона. Он кодирует белок – репрессор, блокирующего при присоединении к гену – оператору транскрипцию – способность блокировать транскрипцию зависит от конформации белка – репрессора. Конформация меняется при связывании его с веществами индукторами – субстратами ферментативных реакций, или

супрессорами – продуктами ферментативных реакций, которые регулируют транскрипцию по типу прямой активации, индукции или обратной связи (ингибирование, репрессия). (слайд 13).

В 1972 году Георгиев Г.П. предложил схему функционирования оперона у эукариот (слайд 12). Каждый оперон состоит из двух зон: информативной и неинформативной (акцепторной зоны).

Информативная зона образована структурными генами. Особенности этой зоны у эукариот:

- а) один структурный ген может повторяться в опероне многократно;
- б) структурные гены, ответственные за разные звенья одной цепи биохимических реакций могут находиться не в одной, а в разных частях генома, т.е. рассеянными по всему геному.

Неинформативная зона имеет 2 части: проксимальную (акцепторную) – представленную несколькими последовательно расположенными генами – промоторами, генами операторами; и дистальную (регуляционную) – представленную генами – регуляторами, рассеянными в различных местах генома.

Особенности регуляции активности структурных генов у эукариот:

- 1) подавление геном - регулятором активности структурных генов через белки репрессоры.
- 2) механизм группового подавления активности структурных генов в целой хромосоме или на большом ее протяжении белками гистонами, находящимися в хромосомах.

Но в настоящее время не все особенности взаимодействия генов в опероне эукариот изучены, так как:

- 1) Есть обособленное ядерной оболочкой ядро, т.е. обособлен генетический аппарат клетки.
- 2) Сложное строение хромосомы эукариот.
- 3) Высокая дифференцировка многих клеток, следовательно не реализуется весь геном полностью.
- 4) Большое влияние гормонов.

Основные положения теории гена.

1. Ген занимает в хромосоме определенный участок – локус.
2. Ген (цистрон) часть молекулы ДНК, имеющая определенную последовательность нуклеотидов, представляющую собой функциональную единицу наследственной информации. Число нуклеотидов, входящих в состав различных генов неодинаково.
3. Внутри гена могут происходить мутации - к ним способны участки гена – мутоны и рекомбинации - к ним способны частицы гена – реконы.
4. Существуют структурные и функциональные гены.
5. Структурные гены кодируют синтез белка, но непосредственного участия в сборке белковой цепи не принимают (ДНК - матрица для молекул и-РНК).
6. Функциональные гены контролируют и направляют деятельность структурных генов.
7. Расположение триплетов нуклеотидов в структурных генах коллинеарно последовательности аминокислот в полипептидной цепи, кодируемой данным геном.
8. Молекулы ДНК, входящие в состав гена способны к репарации, поэтому не всякое повреждение гена ведёт к мутациям.
9. Генотип дискретен (состоит из отдельных генов), но функционирует как единое целое. На функционирование генов оказывают влияние факторы внутренней и внешней среды.

Генная инженерия:

Генная инженерия – область молекулярной генетики, перед которой поставлена задача: конструирование новых генетических структур по заранее намеченному плану.

Методы генной инженерии разработаны в 60-70 годы и включают 3 этапа:

- 1) получение генетического материала.
- 2) создание рекомбинантных фрагментов ДНК, включение полученных генов в ДНК.
- 3) введение рекомбинантной ДНК в генотип клетки реципиента с помощью фагов и плазмид.

Разработаны:

- 1) принципы экспериментального переноса генов из одного генома в другой – трансгенез.
- 2) способы получения генов:
  - а) химический – в 1970 году индийский генетик Корана получил структурный ген
  - б) ферментативный (по принципу обратной транскрипции и - РНК → ДНК → и - РНК → белок).
 Синтезированы гены глобина, митохондрий

В настоящее время достижения генной инженерии используются в реконструировании микроорганизмов для получения:

- а) антибиотиков, витаминов
- б) антител
- в) иммуномодуляторов (гормонов пептидной природы - инсулин, гормон роста).
- г) кормовых продуктов
- д) пищевых продуктов

## Лекция №15 Обмен веществ в клетке.

Обмен веществ(метаболизм) – совокупность протекающих в живых организмах химических превращений, обеспечивающих их рост, жизнедеятельность, воспроизведение, постоянный контакт и обмен с окружающей средой. По субстрату, подлежащему обмену, различают белковый жировой, углеводный обмен, обмен воды и минеральных веществ.

В обмене веществ различают две стороны: ассимиляцию и диссимиляцию.

Ассимиляция – (пластический обмен, анаболизм) – эндотермический процесс уподобления веществ, поступающих в клетку, специфическим веществам самой клетки. Идет в цитоплазме клетки.

Диссимиляция – (энергетический обмен, катаболизм) – экзотермический процесс распада веществ клетки до простых неспецифических соединений. Начинается в цитоплазме, заканчивается в митохондриях с образованием энергии.

### Этапы энергетического обмена:

- I. Подготовительный. Крупные полимеры (белки, жиры, углеводы) распадаются на мономеры (глицерин, высшие жирные кислоты, аминокислоты, глюкозу) в реакциях гидролиза. У одноклеточных животных идет в пищеварительных вакуолях, в клетках тканей в лизосомах. У многоклеточных в желудочно – кишечном тракте выделяется 1% энергии в виде тепла, она рассеивается.
- II. Бескислородный - происходит гликолиз или молочнокислое брожение – расщепление глюкозы в цитоплазме клеток до молочной кислоты. Освободившаяся энергия (30%) расходуется на синтез 2 молекул АТФ. У некоторых микроорганизмов, а так же иногда в клетках животных глюкоза может расщепляться до этанола. Остальная энергия рассеивается в виде тепла.  
Аминокислоты, высшие жирные кислоты, глицерин способны расщепляться до молочной кислоты и, иногда, спирта, с освобождением энергии (до 30% суммарной энергии процесса).
- III. Кислородный – универсальный этап, он одинаков для распада аминокислот, глюкозы, высших жирных кислот. Расщепление всех типов органических веществ заканчивается образованием  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . В частности при расщеплении 2 молекул молочной кислоты высвобождается энергия и синтезируется 36 молекул АТФ. Происходит в митохондриях, где есть ферменты и атомарный кислород. Весь процесс окисления органических соединений в присутствии  $\text{O}_2$  называется тканевым дыханием (или биологическим окислением). Энергия выделяется дискретно (порциями), идет на синтез АТФ и частично рассеивается в виде тепла. По типу диссимиляции выделяют аэробов (осуществляют дыхание) и анаэробов (осуществляют брожение).

### Этапы пластического обмена.

- I. Из простых веществ ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ) и множества промежуточных соединений (молочная кислота, глицерин и др.) синтезируется необходимые для организма аминокислоты, высшие жирные кислоты, моносахара, азотные основания.
- II. Происходит сборка из мономеров сложных высокомолекулярных соединений. белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот. Эти реакции протекают на мембранах ЭПС и комплекса Гольджи в рибосомах.

По типу ассимиляции выделяют 3 группы организмов:

- 1) автотрофы
- 2) гетеротрофы
- 3) миксотрофы

### Условия, обеспечивающие более интенсивный обмен веществ.

1. Каждая клетка сама синтезирует себе белки, липиды, полисахариды, нуклеиновые кислоты.
2. Каждая реакция, происходящая в клетке, катализируется отдельным ферментом.
3. Ферментные процессы возможны благодаря особому физическому состоянию цитоплазмы, которая представляет собой коллоидный раствор белков.

Ферменты, их группы. Fermentum – закваска (энзим). Известно около  $2^{\times}$  тысяч ферментов.

Все химические реакции в клетке идут с участием биологических катализаторов – ферментов. Все ферменты – белки, но не все белки – ферменты. В структуре белков – ферментов выделяют активный центр. Это небольшой участок молекулы белка, на котором идет определенная химическая реакция. Ферменты специфичны. Они катализируют определенные химические реакции и преобразуют строго определенные химические вещества в клетке.

Выделяют несколько групп ферментов: липазы, амилазы, нуклеазы, протеазы, трансферазы, оксидоредуктазы и др. (действуют соответственно на жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, белки; катализируют перенос химических групп с одной молекулы на другую; участвуют в окислении одного субстрата и восстановлении другого).

#### Условия для действия ферментов.

1. Водная среда.
2. Определенная температура (до 50<sup>0</sup>С).
3. Определенная pH.
4. Оптимальная ионная сила.
5. Гидратная оболочка – поддерживает структуру фермента и его активного центра.
6. Наличие коферментов – веществ небелковой природы (ионы тяжелых металлов, аминокислоты, витамины), входящих в состав активного центра фермента, устойчивы к температуре. Коферменты усиливают активность фермента.

#### Ферменты действуют на:

1. одно вещество (лактаза только на лактозу)
2. химическую связь (липаза – на жиры)

#### Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты были открыты в 1870 году швейцарским биохимиком Ф. Мишером. Он выделил из ядра клетки вещество, содержащее азот и фосфор, и назвал его нуклеином (nucleus – ядро). Позже выявили в нём несколько видов нуклеиновых кислот.

Нуклеиновые кислоты – это природные высокомолекулярные соединения, обеспечивающие хранение, передачу и реализацию наследственной информации в живых организмах.

#### Виды нуклеиновых кислот:

- I. ДНК - дезоксирибонуклеиновая кислота
- II. РНК - рибонуклеиновая кислота

ДНК: 1) Двуспиральный полимер, состоящий из мономеров – нуклеотидов.  
2) Строение нуклеотида:

а) одно из 4 –х азотистых оснований

пуриновые	{	А – аденин Г – гуанин
пиримидиновые	{	Т – тимин Ц – цитозин

Нуклеотидный состав количественно проанализировал американский биохимик Эдвин Чаргафф (1902 г) и сделал вывод: «число пуриновых оснований всегда равно числу пиримидиновых; количество аденина равно количеству тимина, а гуанина – цитозину (правило Чаргаффа).

Комплементарные пары азотистых оснований – А = Т, Г ≡ Ц

- б) углевод – дезоксирибоза  
в) один остаток фосфорной кислоты

3). Локализация в клетке – в хромосомах органеллах цитоплазмы (митохондриях, пластидах, центросоме).

4. Функции:
- а) хранение наследственной информации
  - б) передача наследственной информации
  - в) реализация наследственной информации в ходе биосинтеза белка

РНК. 1. Одно-цепочный полимер, мономером является нуклеотид.  
2. Строение нуклеотида:

а) одно из четырех азотистых оснований:



$\left. \begin{array}{l} A - \text{аденин} \\ Г - \text{гуанин} \end{array} \right\} \text{пуриновые основания}$   
 $\left. \begin{array}{l} Ц - \text{цитозин} \\ У - \text{урацил} \end{array} \right\} \text{приримидиновые основания}$   
 б) углевод – рибоза  
 в) один остаток фосфорной кислоты

3. Локализация в клетке - ядрышко, рибосомы, цитоплазма.

#### Виды РНК:

1. и-РНК (5% от всей РНК клетки) - содержит информацию о строении белка и состоит из 300 – 3000 нуклеотидов.

Существует в 2<sup>х</sup> формах:

а) незрелая и-РНК (и-РНК – предшественница, про-и-РНК). Синтезируется на молекуле ДНК. У эукариот включает в себя экзоны (кодирующие участки) и интроны (некодирующие участки). При переходе из ядра в цитоплазму претерпевает процессинг (созревание). У прокариот в процессе созревания происходит укорочение молекулы незрелой и-РНК за счёт «отрезания» её концевых участков. У эукариот созревание происходит за счёт вырезания интронов и «сшивания» оставшихся экзонов. Таким образом, в результате процессинга образуется вторая форма – б) зрелая и-РНК, которая несёт информацию о порядке расположения аминокислот в молекуле белка.

2. т-РНК (10% от всей РНК клетки) - транспортирует аминокислоты к рибосомам. Состоит из 70 – 100 нуклеотидов. Выделяют 61 вид. Синтезируется в ядрышке.

3. р-РНК (85% от всей РНК клетки) – является структурным компонентом рибосом, контролирует начало и окончание синтеза белковой молекулы. Синтезируется в ядрышке, содержит 3 – 5 тысяч нуклеотидов.

#### Генетический код

Генетический код – это схема расположения трех нуклеотидов, следующих друг за другом в молекуле ДНК и определяющих место аминокислот в молекуле белка. Начал расшифровку генетического кода Ниренберг.

#### Основные свойства генетического кода.

1. Генетический код триплетен. Каждую аминокислоту в молекуле белка кодируют три нуклеотида молекулы ДНК – триплет, кодон. Есть таблица всех кодонов.

2. Генетический код избыточен (вырожден). Это значит, что для кодирования 20-и аминокислот существует 64 комбинации триплетов (число сочетаний из 4-х по 3). Одну и ту же аминокислоту могут кодировать несколько триплетов (до 6-и). Они отличаются по последнему (3-му) азотистому основанию.

3. Генетический код коллинеарен. Тип и последовательность триплетов нуклеотидов молекулы ДНК строго соответствует типу и последовательности аминокислот в молекуле белка.

4. Код "не имеет запятых" - непрерывен. Между триплетами нуклеотидов в ДНК нет никаких дополнительных знаков, разделяющих их. Если выпадает или вставляется одно азотистое основание, то считывание идет дальше, т.е. включается в кодон следующее азотистое основание.

5. Генетический код не перекрывается. Считывание информации в гене происходит последовательно триплет за триплетом. Одно и то же азотистое основание не может одновременно входить в два кодона.

6. Генетический код специфичен. Определенную аминокислоту кодируют строго определенные триплеты (кодона). Реально кодируют аминокислоты 61 триплет. Существует 3 бессмысленных триплет (УАГ, УАА, УГА). Они не кодируют аминокислоты, но смогут указывать на начало и конец гена, т.е. "точки" генетического кода.

7. Генетический код универсален для всех видов живых организмов на Земле от вирусов и бактерий для человека. Один и тот же триплет нуклеотидов у организмов любого вида кодирует одну и ту же аминокислоту.

Поток информации – перенос информации с ДНК на белок.

Компоненты потока информации:

1. Ядро (ДНК хромосом)
2. Все виды РНК.

3. Аппарат трансляции (рибосомы и полисомы, т-РНК, ферменты активации аминокислот)
4. Генетический код.

#### Этапы биосинтеза белка.

I Транскрипция – переписывание генетической информации с ДНК на РНК. При этом образуются две формы и-РНК: про-и-РНК, незрелая и зрелая и-РНК.

II. Трансляция – расшифровка генетической информации и ее перевод с языка нуклеотидов ДНК и и-РНК на язык аминокислот молекулы белка

Поток энергии - у представителей разных групп организмов представлен внутриклеточными механизмами энергообеспечения – брожением, фото – и хемосинтезом, дыханием.

Поток веществ – метаболические пути расщепления и синтеза углеводов, белков, жиров, нуклеиновых кислот.

### **Лекция №16 Введение в экологию.**

Термин – «экология» предложил Э.Геккель в 1866 году.

Экология – общеприродоведческая наука о закономерностях взаимоотношений организма и среды; изучающая образ жизни растений и животных, их продуктивность, динамику численности популяций и природу биогеоценозов (iokos – дом, жилище; logos-наука;).

#### Значение экологии:

а) практическое – научная основа охраны окружающей среды и разумного, рационального использования природных биологических ресурсов

б) теоретическое – разработка теоретических проблем взаимоотношений живых существ в природе.

#### Этапы становления и развития экологии

- I. Накопление данных о жизни растений и животных ( до н.э. – XVIII в, Аристотель, древние китайские и индусские ученые).
- II. Дифференцировка биологических наук (VIII в – конец XIX в.; Гумбольд, Эверсман, Рулье).
- III. Победа дарвинизма ( конец XIX в – начало 20-х годов XX в.; Сент – Илер, Э.Геккель, К.Мебиус, Н.Ф.Леваковский, Сеченов И.И., Бекетов А.Н., Ковалевский В.О., Мечников И.И., Тимирязев К.А., Павлов И.П. и др.)
- IV. С 20-х годов XX в по настоящее время . "Основы экологии" Кошкарлова Д.Н. (1938 г.), "Экология растений" Поплавской Г.И. (1948 г.) "Экология животных" Наумова Н.П. (1955г.) "Основы общей экологии" Риклевса Р. (1979), "Экология" Реймерса Н.Ф. (1994), "Экология России" Миркина Б.М., Наумовой Л.Г. (1995), "Прикладная экология" Вронского В.А. (1996) и др.

#### Экологические дисциплины, их содержание.

##### Экологические дисциплины:

1. Общая экология (Биология)
2. Геоэкология
3. Прикладная экология
4. Экология человека
5. Социальная экология

Общая экология изучает основные принципы строения и функционирования надорганизменных систем.

Общая экология по уровню организации биологических систем подразделяется на:

1. аутоэкологию
2. синэкологию
3. популяционную экологию (демэкологию)

Аутоэкология – изучает действие различных факторов среды на отдельные особи (их распределение, численность, приспособления к температуре, влажности, солености; характеристики роста, размножения; особенности обмена веществ и др.)

Синэкология – изучает взаимоотношения между биогеоценозами и обмен веществ и энергии между компонентами этих систем.

Популяционная экология – изучает популяции (их численность, плотность, рождаемость, смертность, прирост особей, темп роста, динамику численности и др.).

Геоэкология по среде обитания делится на:

1. экологию суши
2. экологию пресных вод
3. экологию моря
4. экологию высокогорий и др.

Прикладная экология:

1. промышленная
2. сельскохозяйственная
3. медицинская
4. химическая и др.

Социальная экология:

1. экология личности
2. экология культуры
3. этноэкология

Экология человека (антропоэкология) – наука, изучающая взаимоотношения человека с окружающей средой. Основные закономерности взаимодействия человека с биографическими факторами протекают на уровнях организации:

- а) организменном (онтогенез)
- б) популяционно – видовом (расы, адаптивные типы)
- в) биоценоотическом – (связь с другими живыми существами)
- г) биосферном – (образование ноосферы)

Антропоэкология – междисциплинарная наука об охране окружающей среды.

Отличительный черты экологии

1. Специфичность предмета исследования – организмы, популяции; среда и факторы жизни.
2. Специфичные задачи
  - а) повышение продуктивности угодий;
  - б) воспроизводство и повышение поголовья ценных животных;
  - в) борьба с вредителями сельского хозяйства и лесов;
  - г) ликвидация природных очагов инфекционных и инвазионных болезней.
  - д) сохранение человека как вида
3. Специфичны методы исследования: полевых наблюдений, экспериментальный, моделирования.
4. Специфичны понятия (арена жизни, биотоп, стадия, диапазон, спектр и др.)
5. Специфичен характер работы эколога (организмы изучаются в естественных условиях жизни)
6. Специфична тесная связь с практикой народного хозяйства.

### **Составные части биогеоценоза и их характеристика.**

"Биогеоценоз – это участок земной поверхности, на котором в тесном взаимодействии развиваются: однородная по составу и производительности растительность, однородный комплекс животных и микроорганизмов, однородная по физико-химическому составу почва; поддерживается однородная газовая и климатическая ситуация, устанавливается одинаковый материально-энергетический обмен между всеми составляющими биогеоценоза" (В.Н. Сукачев).

Составные части биогеоценоза – материальные тела (компоненты биогеоценоза). Их делят на 2 группы:

1. Живые (биотические, биоценоз)
  2. Косные (абиотическое вещество, сырье) – экотоп, биотоп.
- К ним относят углекислый газ, воду, кислород и др.

Биотические компоненты биогеоценоза:

1. Продуценты
2. Консументы
3. Редуценты (детритоядные, деструкторы органических веществ).

Продуценты – организмы, продуцирующие (синтезирующие) органические вещества из неорганических (зеленые растения).

Консументы – организмы, потребляющие готовые органические вещества. Первичные консументы – травоядные. Вторичные консументы – плотоядные.

Редуценты – организмы, разлагающие органические вещества до конечных продуктов распада (бактерии гниения и брожения).

В биогеоценозе устанавливается экологический гомеостаз – динамическое равновесие между всеми компонентами биогеоценоза.

Периодически происходит экологическая сукцессия – закономерная смена сообществ в биогеоценозе. Существует несколько классификаций биогеоценозов.

I.

1. Сухопутные.
2. Водные
  - пресноводные
  - морские

II. По географической зоне:

1. Лесные
2. Болотные
3. Степные
4. Луговые
5. Тундровые и т.д.

III. Лобачев в 1978 г. выделил биогеоценозы:

- 1) Природные
- 2) Сельские (агроценозы)
- 3) Урбаноценозы (городские, промышленные)

### Экологические системы, их характеристика.

Наряду с термином биогеоценоз в литературе можно встретить термин экосистема (экологическая система). Некоторые авторы, особенно зарубежные, считают эти термины синонимами. Но это неверно. Термин «экосистема» предложил Тенсли и указал, что экологическая система – это функциональная система, включающая в себя сообщества живых существ и их среду обитания, и не имеющая фиксированных границ. Она может быть представлена одной каплей воды или целым океаном.

Классификация экосистем:

- I.
  1. Сухопутные
  2. Водные
    - пресноводные
    - Морские

II. По размерам:

1. Микроэкосистемы (дерево, капля воды)
2. Мезоэкосистемы (лес, луг, болото)
3. Макроэкосистемы (океан, материк)

### Среда, факторы среды и их характеристика.

Среда – это комплекс окружающих условий, которые действуют на организм, популяцию, биоценоз в месте их обитания

Факторы среды – это элементы среды, способные оказывать прямое действие на живой организм хотя бы на одной из стадий его индивидуального развития. Различают следующие группы факторов:

1. Абиотические
2. Биотические
3. Антропогенные

Абиотические факторы среды – это все физико-химические воздействия природы (температура, свет, влажность, различные виды излучения, магнитное поле Земли и др.).

Биотические факторы среды – это все живые существа, действующие друг на друга и на среду обитания. Из этой группы выделили антропогенный фактор, как особый, действующий наиболее активно.

Антропогенный фактор – это воздействие человека на другие живые существа и среду обитания.

Направления действия антропогенного фактора:

1. Использование вплоть до истребления природных ресурсов.
2. Возделывание растений и приручение животных.
3. Интродукция (ввоз новых сортов растений или пород животных из других регионов, материков).

Селекция (выведение новых сортов растений или пород животных)

## **Лекция №17 Экология паразитов**

Конкуренция - форма взаимоотношений организмов одного или разных видов, складывающаяся в результате борьбы за одинаковые или сходные условия существования (для растений - свет, влага и т.д., для животных - пища),

Хищничество - форма биотических связей организмов разных видов, основанная на пищевых взаимоотношениях. Хищник использует жертву для питания однократно, убивая ее (волк-заяц),

Антибиоз - взаимоотношения между организмами разных видов, когда особи одного вида, путем выделения особых веществ угнетают жизнедеятельность особей других видов (антибиотики грибов - бактерии; фитонциды растений - бактерии, вирусы).

Симбиоз - совместная жизнь

Формы симбиоза

1. мутуализм
2. форез
3. комменсализм
4. паразитизм

Мутуализм - (mutuus (лат) - взаимный; mutualite (фр) - взаимопомощь) взаимозависимое, взаимовыгодное сожительство двух особей разных видов (например, гриб и дерево - микориза - слайд №28)

Форез - случайное, эволюционно не закрепленное носительство одного организма другим на почве камуфляжа (маскировки)

Комменсализм - (commensal - сотрапезник) "форма симбиоза, при которой один из партнеров пользуется пищей, защитой или какими либо другими преимуществами за счет другого организма, который не терпит для себя никакого ущерба или вреда" (Е.Н. Павловский).

Формы комменсализма

1. синойкия
2. эпойкия
3. паройкия
4. энтойкия

Синойкия - (syn, sym - вместе; iokos - дом) - совместный дом, сообитательство, т.е. пространственная близость и использование общего крова (в норах грызунов обитают членистоногие)

Эпойкия - нахлебничество с временным прикреплением к хозяину (рыба-прилипала к акуле) ,

Паройкия - форма симбиоза, при которой более слабый держится вблизи сильного, получая при этом выгоду (птичка колибри и крокодил)

Энтойкия - обитание нахлебника во внутренних органах или полостях другого организма (рыбка фиерасфер и полип голотурия)

Паразитизм - (греч. - para - около, sitos - питание; фр. - parasites - тунеядец) - антогонистический симбиоз - форма сожительства, при которой один организм находит пищу и жилище на другом живом существе.

Паразиты - это организмы, которые используют другие организмы в качестве среды обитания и источника пищи, возлагая, при этом (частично или полностью) на своих хозяев регуляцию взаимоотношений с окружающей средой

Среда обитания паразита - организм хозяина.

Среда обитания первого порядка - организм хозяина.

Среда обитания второго порядка - среда, в которой живет хозяин.

Паразитоценоз - совокупность всех паразитов, обитающих в одном организме

Симбиоценоз - совокупность всех организмов, обитающих в одном хозяине.

#### Пути происхождения паразитов

1. Случайное многократное попадание личиночных форм с пищей в желудочно-кишечный тракт животных (полостные эндопаразиты)
2. Хищничество (когда хищник попадает на более крупную жертву и переходит к многократному питанию, так произошли эктопаразиты)
3. Комменсализм (энтокия) (эндопаразиты)

Паразитология - наука, изучающая паразитов, их хозяев и взаимоотношения между ними.

#### Разделы паразитологии:

- 1)Общая паразитология - изучает общие принципы взаимодействия паразита и хозяина
  - 2)Фитопаразитология - изучает паразитов растений
  - 3)Зоопаразитология - изучает паразитов животных
  - 4)Медицинская паразитология - изучает паразитов человека
- Медицинская паразитология - раздел паразитологии, изучающий паразитов человека.

#### Разделы медицинской паразитологии

1. Медицинская протистология (протозоология) - изучает паразитов типа Простейшие
2. Медицинская гельминтология - изучает паразитических червей
3. Медицинская арахноэнтомология - изучает паразитов типа Членистоногие - слайд

Отечественные врачи и ученые, внесшие вклад в развитие паразитологии.

1) Евгений Никанорович Павловский - в 1939 г. создает учение о трансмиссивных болезнях и природной очаговости, теорию паразитоценоза. Издаёт 2-х томное "Руководство по паразитологии " 1946 - 1948 г.

2) Владимир Николаевич Беклемишев (1890 - 1962) - основатель школы паразитологов и энтомологов, автор учения о малярийных ландшафтах, разрабатывал вопросы общей паразитологии, путей происхождения паразитов.

3) Николай Александрович Холодковский (1858 - 1921) - классифицировал паразитов по патогенности, изучил эпидемиологию вшей, издал "Атлас гельминтов человека", систематизировал ленточных червей.

4) Константин Иванович Скрябин - основоположник гельминтологии, описал 200 видов гельминтов, по циклу развития выделил био- и геогельминтов, создал ВИГИС, ГЕЛАН. Разработал учение о дегельминтезации и девастации.

5) Алексей Павлович Федченко (1844 - 1873) - описал цикл развития ришты, составил перечень паразитических червей человека и животных в Средней Азии.

6) Евгений Иванович Марциновский (1874 - 1934) - создал научные основы борьбы с малярией, организатор и руководитель ИМПИТИМ

7) Исаев Василий Исаевич (1854 - 1911) – врач и микробиолог.

В.А. Догель - основоположник протозоологии, труды по экологической паразитологии. Издал "Курс общей паразитологии" в 1941 г.

Паразиты - это организмы, которые используют другие организмы в качестве среды обитания и источника пищи, возлагая, при этом (частично или полностью) на своих хозяев регуляцию взаимоотношений с окружающей средой. - слайд №37

Различают паразитов патогенных и непатогенных. Патогенные паразиты вызывают заболевания и их ещё называют возбудителями болезней. Непатогенные паразиты могут жить за счёт хозяина, не вызывая болезни. В литературе встречается термин «условно патогенный» паразит. Это паразит, который при ослаблении организма хозяина или при его заболевании, вызванном другой причиной, может усугублять течение болезни.

Классификация паразитов:

1. Истинные (облигатные)
2. Ложные
3. Факультативные

Истинные паразиты - организмы, для которых паразитизм является обязательной формой существования.

Ложные паразиты - это свободноживущие организмы, случайно попадающие в другой организм и живущие в нем некоторое время (личинки мух в кишечнике человека).

Факультативные паразиты - организмы, которые могут вести свободный образ жизни, а на одной из стадий жизненного цикла паразитировать.

**По времени паразитирования:**

1. Постоянные паразиты - большую часть жизненного цикла находятся в хозяине (аскарида)
2. Временные паразиты - обитают на хозяине во время питания (комары, мухи)

**По месту обитания:**

1. Эктопаразиты (наружные) - блохи, вши, комары.
2. Эндопаразиты (внутренние)

а) тканевые (трихинелла - мышечный паразит)

б) полостные (аскарида в полости кишечника)

в) вкожные (чесоточный зудень)

Хозяин паразита - организм, используемый паразитом как место обитания и источник питания.

Типы хозяев

1. окончательный (дефинитивный)
2. промежуточный
3. резервуарный
4. дополнительный

**Окончательный хозяин** - организм, в котором живет половозрелый паразит или паразит размножается в нем половым способом.

**Промежуточный хозяин** - организм, в котором паразит размножается бесполым путем или живет в личиночной стадии.

**Дополнительный хозяин** - это второй, третий и т.д. промежуточный хозяин **Резервуарный хозяин** - организм, в котором накапливаются паразиты. Классификация паразитов по происхождению

Вирусы

1. Бактерии
2. Грибы
3. Животные

Переносчик - это организм, который переносит паразита от одного хозяина к другому -слайд №5

Выделяют две группы переносчиков.

1. Специфические (биологические) – это переносчики, которые пропускают возбудителя через свой организм. Иногда возбудитель может в организме переносчика проходить часть цикла развития (самка комара рода Анофелес для малярийного плазмодия). Передача возбудителя происходит трансмиссивно.
2. Механические – это организмы, которые переносят возбудителя на своем теле (лапках, крылышках. Например, комнатная муха, переносит яйца гельминтов, цисты простейших, бактерий.

Инвазионная стадия паразита- стадия, в которой паразит способен проникнуть в организм хозяина и продолжить в нем свое развитие

Пути проникновения паразита в организм хозяина

1. Алиментарный - через рот с пищей, водой, грязными руками(аскаридоз, трихоцефалёз, амебиаз).
2. Воздушно-капельный (чума, грипп).
3. Перкутанный (через кожу - заражение анкилостомозом, чесоткой).
4. Трансовариальный - через яйцеклетки - заражение энцефалитом личинок и нимф клещей).
5. Трансмиссивный - попадание паразита в кровь (малярия, лейшманиоз, трипаносомоз).
6. Трансплацентарный (токсоплазмоз).

Влияние паразита на организм хозяина -

1. Механическое - повреждение тканей, язвы
2. Токсическое - отравление организма хозяина продуктами жизнедеятельности паразита
3. Аллергическое чужеродные белковые тела вызывают аллергические реакции
4. Вызывают истощение
5. Способствуют проникновению других болезнетворных организмов

Реакция организма хозяина на паразита:

- 1)Клеточная - увеличение размеров клеток (эритроцитов при малярии)
- 2)Тканевая - образование соединительно-тканной оболочки вокруг паразита при трихинеллезе)
- 3)Гуморальная - выработка антител

Дать определение понятий паразитарных, инфекционных, инвазионных болезней и привести их классификации.

Паразитарное заболевание - заболевание, вызываемое паразитом.

Инфекционное заболевание - болезни, вызываемые вирусами, бактериями, грибами (грипп, пневмония)

Инвазионное заболевание - болезни, вызываемые животными (амебиаз, аскаридоз, чесотка)

Классификация паразитарных болезней по распространенности слайд

I.Повсеместные (аскаридоз, амебиаз)

II.Очаговые (на определенных территориях, что связано с условиями среды необходимых для хозяина, паразита или переносчика - малярия).

III.Природно-очаговые (очаг существует на определенной территории среди диких животных - описторхоз).

Структура природного очага – возбудитель, хозяева, переносчик, условия среды, необходимые для существования этих организмов.

Классификация паразитарных болезней по способу передачи возбудителя

Трансмиссивные заболевания - заболевание, возбудитель которого передается при укусе кровососущими переносчиками.

Облигатно-трансмиссивные - передача возбудителя только трансмиссивным путем, т.е. кровососущим переносчиком (малярия).

Факультативно - трансмиссивные - кроме трансмиссивного, возможен другой путь передачи возбудителя (чумные бактерии - воздушно-капельно).

Контактные болезни (геминолепидоз, энтеробиоз, чесотка).

Классификация паразитарных болезней в зависимости от организма хозяина

I.Зоонозы - заболевание, возбудитель которого поражает только животных

II.Антропозоонозы - заболевание, возбудитель которого может поражать и человека и животных -



III. Антропонозы - заболевание, возбудитель которого поражает только

Название паразитарной болезни образуют из родового названия паразита (на латинском языке), добавляя суффиксы *as, os, es* (амебиаз, аскаридоз, трихинеллёз и т.д.).

Основоположник отечественной гельминтологии, академик К.И.Скрябин ввёл в паразитологию термины – гельминт, биогельминт, геогельминт.

Гельминт – это паразитический червь.

Биогельминт (лат. *bios* - жизнь) - это паразитический червь, который весь цикл развития проходит в живом организме (в одном или со сменой хозяина).

Геогельминт (гр. *гея* - земля) - это паразитический червь, который часть цикла развития проходит в почве.

Диагностика паразитических болезней основана на:

- 1) клинических проявлениях
- 2) лабораторных данных.

Профилактика паразитарных болезней – это комплекс мероприятий, направленных на предупреждение заражения возбудителями этих заболеваний.

Различают два вида профилактики:

- 1) Личную – это мероприятия, которые выполняет каждый человек.
- 2) Общественную – организуют и проводят её медицинские работники в больших коллективах, в масштабах населённого пункта, района или страны.

## Лекция №19 Введение в медицинскую протистологию.

### Общая характеристика типа Простейшие

Систематическое положение типа и деление на классы (слайд).

В типе насчитывается около 40 тысяч видов, которые заняли практически все среды обитания – воду пресную и солёную, почву, организмы других живых существ. По образу жизни выделяют свободноживущие виды и паразитические.

Тело простейших представлено одной клеткой, выполняющей все функции живого организма. Есть колониальные формы (вольвокс). Размеры тела микроскопически малы, от 2-х до 150 мкм. Форма тела постоянная, грушевидная, овальная (за исключением саркодовых, у которых форма тела непостоянная).

Основным компонентом тела является цитоплазма, окруженная мембраной, и ядро (одно или несколько). В цитоплазме можно различить два слоя. Наружный-эктоплазма, более плотный и однородный и внутренний – эндоплазма. Поверхность эктоплазмы наиболее уплотнена, из неё образуется эластичная плёнка пелликула, которая состоит из белков и липидов и выполняет опорную и защитную функции. У некоторых видов на поверхности пелликулы образуется кутикула (не обладает свойствами живой цитоплазмы). Некоторые свободноживущие простейшие имеют наружный скелет в виде раковины, у жгутиковых имеется внутренний скелет – акостиль. Оболочка простейших обладает свойством полупроницаемости и регулирует поступление в цитоплазму веществ из внешней среды (воды, минеральных солей и т.д.). В цитоплазме простейших находятся органеллы общего назначения (эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, митохондрии, рибосомы, центросома и др.) и органеллы специального назначения (пищеварительные и сократительные вакуоли, светочувствительные глазки). Имеются выросты цитоплазмы, выполняющие функцию органелл движения (реснички, жгутики, ложноножки) или функцию защиты и нападения (трихоцисты инфузорий).

В зависимости от типа ассимиляции и способа питания простейшие делятся на две группы: 1) гетеротрофные, 2) миксотрофные.

Гетеротрофные простейшие используют в пищу готовые органические соединения. Большинство их питается бактериями, водорослями, простейшими. Такой способ питания называется голозойным. При этом пищевые комочки захватываются клеткой и перевариваются в специальных органеллах – пищеварительных вакуолях (фагоцитоз). Есть простейшие с осмотическим питанием, когда растворенные питательные вещества поступают в цитоплазму через оболочку. Захват клеткой пузырьков воды называется пиноцитозом.

Миксотрофные организмы на свету обладают фотосинтезом (голофитный способ питания), а в темноте питаются готовыми органическими веществами, т.е. гетеротрофно (эвглена зеленая, вольвокс).

У большинства простейших имеются пульсирующие (сократительные, выделительные) вакуоли в виде пузырьков с приводящими каналцами. Они выводят из клетки остатки воды, продукты диссимиляции, регулируют осмотическое давление. Дышат простейшие всей поверхностью тела, а паразитические виды – анаэробы. Простейшие обладают раздражимостью (ответная реакция животного на внешние воздействия), которая называется таксисом и выражается в направленном движении в сторону раздражителя (положительный таксис) или – от раздражителя (отрицательный таксис). В зависимости от природы раздражителя выделяют хемотаксис, баротаксис и т.д. У некоторых видов для восприятия раздражения имеются специальные органеллы – светочувствительные глазки, осязательные щетинки.

Размножаются простейшие двумя способами: бесполым и половым.

Бесполое размножение осуществляется путём митотического деления надвое (поперечного и продольного) и множественного деления (шизогонии).

Половое размножение протекает в виде копуляции (слияние двух особей и затем бесполое размножение) или конъюгации (сближение двух особей и обмен частью генетического материала). Таким образом, у многих простейших происходит чередование бесполого и полового процесса размножения.

При неблагоприятных условиях многие виды простейших образуют цисты. При этом эктоплазма обезвоживается, ещё более уплотняется, клетка принимает сферическую форму; органеллы движения втягиваются, резко замедляются все физиологические процессы в цитоплазме. В таком состоянии простейшее может существовать длительное время. Если циста попадает в благоприятные условия, то наступает процесс эксцистирования. Появляются органеллы движения, возобновляются процессы питания, дыхания, размножения. Цисты имеют огромное биологическое значение – помогают животному выжить, сохранить вид. Кроме того, они имеют медицинское значение. Многие паразитические виды, попадают в организм человека в форме цисты, которая переходит в вегетативную форму, вызывая заболевание.

Значение простейших. Полезное: 1) участвуют в круговороте веществ; 2) используются для очистки воды от бактерий и гниющих органических веществ; 3) участвуют в почвообразовательных процессах; 4) являются звеном в общей цепи питания.

Медицинское значение: патогенные виды вызывают заболевания у человека и животных.

Общая характеристика класса Саркодовые.

Среда обитания: вода, почва, другие живые организмы.

По образу жизни: свободноживущие и паразитические.

Морфология – (слайд).

Форма тела: непостоянная, т.к. не имеют пелликулы.

Органеллы движения – псевдоподии.

Некоторые морские саркодовые имеют наружный скелет в виде раковины.

Питание гетеротрофное путем фаго- и пиноцитоза.

Органеллы пищеварения – пищеварительные вакуоли, содержащие лизирующие ферменты.

Органеллы выделения – выделительные вакуоли.

Газообмен у свободноживущих осуществляется через поверхность тела; паразитические виды - анаэробы.

Раздражимость в форме таксисов положительных или отрицательных. По природе возбудителя – хемо-, баро-, термотаксисов.

Размножение бесполое, путем митотического деления надвое

Способны к инцистированию.

Виды амёб, паразитирующих у человека:

Ротовая амёба (*Entamoeba gingivalis*)

Кишечная амёба (*Entamoeba coli*)

Дизентерийная амёба (*Entamoeba histolytica*)

Ротовая амёба живёт в ротовой полости человека. Питается зубным налётом. Считается условно патогенной. Но есть мнение, что она вызывает кариес.

Кишечная амёба обитает в просвете толстого отдела кишечника человека. Питается остатками органических веществ. Считается условно патогенной.

Дизентерийная амёба паразитирует у человека в тонком и толстом отделах кишечника и вызывает заболевание амёбиаз (антропоноз). Распространено это заболевание в районах земного шара с субтропическим и тропическим климатом.

Дизентерийная амёба паразитирует в 4<sup>х</sup> формах: цисты, мелкой и крупной вегетативных форм и тканевой формы. Заражение происходит на стадии цисты. В 12-ти перстной кишке из каждой цисты формируются 4 мелкие просветные формы (*forma minuta*). Они непатогенны, но, питаясь готовыми органическими веществами, обедняют организм хозяина. По мере продвижения по кишечнику амёбы растут, превращаются в крупную форму (*forma magna*), приобретают свойство выделять протеолитические ферменты, которые повреждают ткани кишечника, образуя кровоточащие раны. Путем фагоцитоза *forma magna* поглощает эритроциты, проникает в стенку кишечника, где образуется тканевая форма. При выходе тканевой формы в просвет толстого отдела кишечника она переходит в мелкую форму, которая способна инцистироваться.

Патогенное действие: механическое, токсическое, вызывает обезвоживание организма, анемию.

Пути заражения амёбиазом – алиментарный, при попадании цист в ЖКТ с грязных рук, с невымытыми ягодами и овощами, некипяченой водой из открытых водоемов, через механических переносчиков.

Лабораторная диагностика: копрологическое исследование и обнаружение крупной формы. Наличие в мазке мелких форм и 4-х ядерных цист недостаточно для постановки диагноза, т.к. они могут указывать на носительство. Возможна иммунологическая диагностика (обнаружение специфических антител).

Профилактика:

Личная – 1) мыть руки перед едой,

2) мыть ягоды и овощи,

3) не пить некипяченую воду из открытых водоемов,

- 4)предохранять продукты от механических переносчиков,  
Общественная – 1)выявление и лечение больных,  
 2)санитарно-просветительская работа населения,  
 3) контроль за санитарным состоянием населенных пунктов.

Существуют почвенные свободноживущие амёбы (неглерия и акантамеба). Места их обитания – Австралия, Бразилия, Бельгия, Великобритания, США. Живут в почве, воде. Заражение человека происходит через слизистую носа при купании в пресной воде, через травмированную кожу; роговицу глаза.

Поражаются оболочки головного мозга. У человека возникают упорные головные боли, рвота, лихорадка, сонливость, кома, летальный исход. В России этих видов нет.

#### Общая характеристика класса Жгутиковые.

Среда обитания: вода, другие живые организмы.

По образу жизни: свободноживущие и паразитические

Форма тела: постоянная, овальная, грушевидная. Встречаются колониальные формы (вольвокс).

Органеллы движения – один или несколько пар жгутиков, может быть ундулирующая мембрана – тонкий слой цитоплазмы между телом и жгутиком, способствующая движению в вязкой среде.

Питание гетеротрофное (голозойное) или миксотрофное у свободноживущих, у паразитических гетеротрофное, осмотическое.

Органеллы выделения – сократительные вакуоли.

Раздражимость в форме таксисов (+ и -), хемо-, фото-, термотаксисы и др.

Размножение бесполое, путем митотического деления надвое (продольное), половое – копуляция.

В неблагоприятных условиях образуют цисты.

#### Характеристика паразитических видов.

Лямблия (*Lamblia intestinalis*).

Морфология (слайд).

Вызывает заболевание лямблиоз (антропоноз). Чаще болеют дети дошкольного и младшего школьного возраста.

Распространение: повсеместно.

Локализация: 12-ти перстная кишка, иногда желчный пузырь и желчные ходы.

Патогенное действие: механическое – приводит к воспалению и нарушению функции ЖКТ, токсическое.

Морфология: (слайд).

Цикл развития: Инвазионная стадия – цисты. Заражение происходит алиментарным путем. Факторами передачи являются загрязненные цистами лямблий руки, некипяченая вода из открытых водоёмов, ягоды, овощи, механические переносчики.

В детских коллективах возможен контактный путь передачи возбудителя, через предметы общего пользования (игрушки, полотенца).

Циста, попадая в ЖКТ, переходит в вегетативную форму, которая и является патогенной.

Лабораторная диагностика: 1) копрологическое исследование и обнаружения цист – (10-14 мкм крупные, овальные, 2-х или 4-х ядерные, оболочка двухконтурная).

2) дуоденальное зондирование и обнаружение в содержимом 12-ти перстной кишки вегетативных форм и цист.

Профилактика:

Личная –

- 1)мыть руки перед едой,
- 2) мыть ягоды и овощи,
- 3) не пить некипяченую воду из открытых водоемов,
- 4)предохранять продукты от механических переносчиков,
- 5)каждому ребенку иметь свои средства личной гигиены.

Общественная – 1)выявление и лечение больных,

2)санитарно-просветительская работа населения,

3)регулярная влажная уборка детских помещений и мытье игрушек,

4) контроль за санитарным состоянием населенных пунктов.

#### Трихомонады.

*Trichomonas hominis* – кишечная трихомонада. Паразитирует в просвете нижних отделов толстого кишечника человека. Условно патогенна.

Морфология – существует только в вегетативной форме, грушевидной формы, имеется цитостом, 3-4 жгутика, ундулирующая мембрана, аксостиль. Заражение при случайном попадании перорально с водой, через грязные руки, овощи.

Диагностика – обнаружение вегетативных форм при копрологическом исследовании.

Профилактика:

Личная – мыть руки, овощи, кипятить воду из открытых водоемов.

Общественная: 1) охрана водоёмов и почвы от загрязнения фекалиями,  
2) санпросвет работа среди населения.

Trichomonas vaginalis – обитает в мочеполовых путях человека, вызывает урогенитальный трихомоноз (антропоноз).

Морфология – грушевидной формы, имеется ундулирующая мембрана, 3 - 4 жгутика, аксостиль, ядро.

Распространение: повсеместно.

Патогенное действие: токсическое - воспалительные процессы в мочеполовых путях мужчин и женщин

Пути заражения: половой и через предметы личной гигиены (полотенце, губка) , нестерильный гинекологический инструмент.

Лабораторная диагностика: Микроскопическое исследование слизи из влагалища или мочеиспускательного канала и обнаружение вегетативных форм, т.к. цист влагалищная трихомонада не образует.

Профилактика:

Личная – 1)исключение случайных половых связей,

2)иметь индивидуальное полотенце, губки,

Общественная – 1)выявление и лечение больных,

2)санитарно-просветительская работа населения,

3)стерилизация гинекологического инструмента.

Трипаносома (*Trypanosoma gambiense*) – возбудитель трипаносомоза (сонной африканской болезни), антропозооноза с природной очаговостью.

Морфология (слайд).

Распространена в экваториальной Африке.

Локализация: плазма крови, лимфа, лимфатические узлы, спинно-мозговая жидкость, ткани головного и спинного мозга человека и позвоночных животных.

Патогенное действие: токсическое – проявляется в поражении ЦНС, сонливости, умственной депрессии, мышечной слабости; вызывает истощение организма хозяина. Через 7-10 лет заканчивается смертью.

Цикл развития.

Путь заражения человека и животных (коз, собак, свиней, антилоп) трансмиссивный. Биологический переносчик муха це-це. В желудочно-кишечном тракте ее происходит размножение трипаносом, а затем они поступают в слюнные железы и при укусе со слюной вводятся в кровь, затем в ЦНС человека и животных. Резервуарными хозяевами являются человек и животные.

Лабораторная диагностика: 1) микроскопическое исследование периферической крови, пунктатов лимфатических узлов и спинно-мозговой жидкости, обнаружение вегетативных форм. 2) серологические реакции.

Профилактика:

Личная – 1)прием лекарств предупреждающих заражение,

2)защита от укуса мухи це-це.

Общественная – 1) уничтожение переносчиков,  
2) выявление и лечение больных.

Лейшмании – возбудители лейшманиозов (антропозоонозов), трансмиссивных болезней с природной очаговостью.

Морфология (слайд).

Возбудители кожного лейшманиоза (болезнь Боровского) – *Leishmania tropica major*, *L. tropica minor*, *L. tropica mexicana*. Существует в жгутиковой форме (в организме переносчиков) и безжгутиковой (в организме человека и позвоночных животных).

Распространение: в субтропических районах Европы, Азии, Америки, Закавказье, Туркмения.

Локализация: клетки кожи.

Патогенное действие: механически разрушают клетки, образуют язвы на коже; может присоединяться вторичная инфекция.

Заражение происходит трансмиссивным путем, при укусе биологическими переносчиками- москитами рода *Phlebotomus*, у которых лейшмании в жгутиковой форме накапливаются в слюнных железах.

Лабораторная диагностика: Микроскопическое исследование отделяемого язв и биопсий пораженных тканей и обнаружение безжгутиковых форм лейшманий.

Профилактика:Личная – 1)защита от укусов москитов,

2)прививки.

Общественная – 1)уничтожение переносчиков,

2)истребление грызунов, больных и бродячих собак,

3)контроль за санитарным состоянием населенных пунктов,

4)выявление и лечение больных,

5)санитарно-просветительская работа населения.

Возбудители висцерального (органного) лейшманиоза:

L. donovani, L. infantum

Распространение: Индия, страны Средиземноморья, Закавказья, Средней Азии и центральной Азии.Локализация: в клетках печени, селезенки, костного мозга.Патогенное действие: токсическое – проявляется повышением температуры, увеличением лимфатических узлов, печени, механическое – разрушение клеток печени, селезенки, костного мозга.Лабораторная диагностика: 1) микроскопическое исследование пунктата лимфатических узлов или грудины и обнаружение безжгутиковых форм, 2) высеивание культур лейшманий на искусственные питательные среды.Профилактика:Личная – 1)защита от укусов москитов,

2)прививки.

Общественная – 1)уничтожение москитов,

2)истребление грызунов, больных и бродячих собак,

3)контроль за санитарным состоянием населенных пунктов,

4)выявление и лечение больных,

5)санитарно-просветительская работа населения.

**Лекция №20 Медицинская протистология, Классы Споровики (Sporozoa), Инфузории (Infusoria).**Общая характеристика класса Споровики (Sporozoa). Отряды, имеющие медицинское значение: Кокцидии (Coccidia), Гемоспоровики (Haemosporidia).

Все споровики внутриклеточные паразиты человека и животных, что привело к упрощению их строения. Они не имеют органелл движения, пищеварения, выделения. Питание, дыхание и выделение осуществляются всей поверхностью тела.

Размножение бесполое (путем шизогонии или эндогонии) и половое – копуляция.

У споровиков сложные циклы развития с чередованием бесполого размножения, полового размножения и спорогонии.

Отряд Кокцидии (Coccidia), вид Toxoplasma gondii – возбудитель токсоплазмоза –антропозооноза с природной очаговостью.Распространение - повсеместное.Окончательные хозяева – животные семейства кошачьих (в том числе и домашние кошки).Промежуточные хозяева – человек, плотоядные млекопитающие, птицы.Локализация: клетки головного мозга, печени, селезенки, лимфатических узлов, мышц, матки, оболочек плода и др. органов.Токсоплазм, находящихся внутри клетки хозяина, называют эндозоитами (трофозоитами). Они имеют форму полумесяца или апельсиновой дольки. Один конец заострѐн, другой – закруглѐн. На заострѐнном конце имеется образование – коноид, похожее на присоску, выполняет функцию фиксации и опоры. В центре клетки – ядро, есть микротрубочки, микропора, роптрии – мешковидные расширения микротрубочек, отходящих от коноида. В них находятся вещества, облегчающие проникновение эндозоита в клетки хозяина. Также присутствуют ЭПС, аппарат Гольджи, митохондрии.Для эндозоита характерно бесполое размножение: продольное деление или шизогония. В результате в клетке хозяина скапливается большое количество эндозоитов, которые растягивают клеточную мембрану. Скопление эндозоитов под клеточной мембраной называют псевдоцистой. Она «лопается» и токсоплазмы внедряются в новые клетки хозяина, цикл продолжается. При хроническом токсоплазмозе образуются и настоящие цисты. Это крупные скопления токсоплазм (до нескольких сот паразитов), покрытые толстой оболочкой; цисты могут сохраняться в теле хозяина несколько лет. Для поддержания существования вида токсоплазмы периодически размножаются половым способом – гаметогонией. Это происходит в теле окончательных хозяев (хищников из семейства кошачьих). В клетках эпителия тонкого кишечника у них из эндозоитов образуются гамонты (незрелые половые клетки). Из одних эндозоитов образуются макрогаметоциты (незрелые женские половые

клетки), из других – микрогаметоциты (незрелые мужские половые клетки). Они созревают и превращаются в зрелые половые клетки макрогаметы и микрогаметы соответственно.

Макрогаметы – округлые, имеют ядро.

Микрогаметы – вытянутые, имеют 2 жгутика.

После копуляции (слияния) зрелых гамет образуется зигота, покрытая толстой оболочкой. Эту форму паразита называют ооцистой. Она содержит две спороцисты, в каждой из них располагаются по 4 спorozоида, морфологически схожие с эндоzoитами.

Ооцисты с фекалиями кошки выбрасываются во внешнюю среду. Они очень устойчивы к воздействиям факторов среды и в почве могут сохраняться годами.

Человек заражается токсоплазмозом:

- 1) при непосредственном контакте с кошкой, через грязные руки;
- 2) при поедании сырого фарша или плохо термически обработанного мяса, сырое козье (чаще) молоко, сырые яйца;
- 3) трансплацентарно.

Инвазионная стадия – ооцисты.

У взрослых людей заражение токсоплазмозом редко приводит к острому заболеванию (с  $t^0$ , сыпью). Чаще всего наблюдается бессимптомное паразитонительство. (по разным авторам 10 % - 30 %). Периодически могут быть обострения с поражением глаз, нервной системы, сердца.

Опасно заражение беременных женщин, т.к. токсоплазмы через плаценту могут проникнуть в организм плода и привести к его гибели или различным уродствам (гидроцефалия, микроцефалия). Иногда рождаются дети с врождённым токсоплазмозом – с высокой  $t^0$ , отёками, сыпью. Результатом врождённого токсоплазмоза может быть отставание в умственном развитии вплоть до идиотии.

Лабораторная диагностика.

1. Обнаружение паразитов в мазке крови; пунктате спинно-мозговой жидкости, лимфатических узлов, плаценты.
2. Методом культивирования – заражение мышей пунктатами тканей.
3. Серологическими реакциями.
4. Иммунологическими пробами.

Профилактика.

Человек, как и другие промежуточные хозяева, источником заражения быть не может (кроме беременных женщин).

Личная профилактика

- 1) мыть руки перед едой;
- 2) ограничить контакт с кошкой, после контакта обязательно вымыть руки;
- 3) не употреблять в пищу сырые яйца, сырое молоко, сырое или плохо термически обработанное мясо.

Общественная

- 1) 100 % обследование на токсоплазмоз беременных женщин;
- 2) Выявление больных животных, ветеринарное наблюдение за домашними кошками, уничтожение бродячих кошек;
- 3) Выявление и лечение людей-носителей (охрана окружающей среды).

Отряд Кровеспоровики – Haemosporidia.

Представители этого отряда - разные виды малярийных плазмодиев. У человека могут паразитировать *Plasmodium vivax* и *Plasmodium ovale* (возбудители  $3^{\text{д}}$  – дневной малярии), *Plasmodium malaria* (возбудитель  $4^{\text{д}}$  – дневной малярии), *Plasmodium falciparum* (возбудитель тропической малярии). Все эти заболевания являются антропонозами.

Географическое распространение – заболевание очаговое, чаще в странах с тропическим и субтропическим климатом. Обязательным компонентом очага является наличие теплых водоёмов.

Локализация – клетки эндотелия сосудов, гепатоциты печени, эритроциты. Человек – промежуточный хозяин. Самка комара – сначала окончательный, затем промежуточный хозяин.

Цикл развития.

Инвазионная стадия паразита – спорозоиты, которые накапливаются в слюнных железах облигатного переносчика – самки комара рода *Anopheles*. При укусе человека комаром спорозоиты, имеющие веретёнообразную форму и жгутик, со слюной попадают в кровь человека. В течение 1 – 2 недель в организме человека проходит предэритроцитарный цикл развития паразита. В гепатоцитах и эндотелии сосудов происходит шизогония, в результате которой образуется от 2000 до 40 000 паразитов. Клетки хозяина разрушаются и в межклеточное пространство попадают паразиты – мерозоиты, которые проникают в гепатоциты и эндотелий сосудов. Часть мерозоитов проникает в эритроциты и начинается эндоэритроцитарный цикл развития паразитов. В эритроцитах происходит последовательная смена стадий: кольцевидный, юный, взрослый трофозоиты, незрелый, амёбоидный и зрелый шизонты. Внутри эритроцита плазмодий размножается шизогонией. У *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale* и *Plasmodium falciparum*

эндоэритроцитарный цикл развития длится 48 часов, у *Plasmodium malaria* – 72 часа. Затем происходит разрушение эритроцитов, мерозоиты и продукты их жизнедеятельности выбрасываются в плазму крови. Сразу же мерозоиты внедряются в новые эритроциты. После нескольких эндоэритроцитарных циклов происходит гаметогония т.е. часть мерозоитов, внедрившихся в эритроциты, не образует шизонты, а превращается в незрелые половые формы – гамонты (гаметоциты) – макрогаметоциты (♀ незрелые половые клетки) и микрогаметоциты (♂ незрелые половые клетки). Дальнейшее развитие паразита возможно лишь в организме самки комара рода

*Anopheles*. Самка пьет кровь больного человека и в её желудке гаметоциты созревают, превращаясь в макрогаметы и микрогаметы, затем происходит копуляция (половой процесс), образуется зигота – оокинета. Она проникает через стенку желудка на его наружную поверхность и превращается в ооцисту. В ооцисте происходит спорогония т.е. бесполое размножение путём множественного деления и образуются спорозоиты. Этот процесс занимает 1 – 3 недели. После чего спорозоиты проникают с гемолимфой в слюнные железы комара.

Патогенное действие: токсическое – проявляется повышением температуры, лихорадкой; механическое – разрушение эритроцитов приводит к анемии, разрушение клеток печени – к нарушению функций органа.

Лабораторная диагностика: микроскопия мазков или толстой капли крови больного во время приступа лихорадки и обнаружение разных форм плазмодиев – кольцевидного, амёбовидного шизонта и гаметоцитов.

Профилактика:

Личная – 1) защита от укусов комаров,

2) прием лекарственных препаратов.

Общественная – 1) выявление и лечение больных людей,

2) санитарно-просветительская работа,

3) уничтожение всех стадий развития комаров с использованием инсектицидов, технических масел, биологических методов борьбы.

Общая характеристика Класа Инфузории (Infusoria)

Среда обитания – вода, почва, другие живые организмы.

Образ жизни – свободноживущие и паразитические.

Форма тела – постоянная, овальная или удлинённая

Морфология – (слайд).

Органеллы движения – реснички, органеллы защиты и нападения – трихоцисты.

Ядерный аппарат: большое вегетативное ядро (макронуклеус) – контролирует процессы жизнедеятельности (питания, движения, роста, обмена веществ);

малое генеративное ядро (микронуклеус) контролирует половое размножение инфузорий.

Питание: гетеротрофное, органеллы пищеварения – клеточный рот (цитостом), клеточная глотка (цитофарингс), пищеварительные вакуоли, клеточный анус (порошица).

Выделение: 2 пульсирующие (выделительные, сократительные) вакуоли.

Размножение: бесполое – поперечное митотическое деление на двое, половое – конъюгация

Раздражимость: в форме таксисов.

В неблагоприятных условиях инцистируются.

Паразитическая инфузория – Кишечный балантидий (*Balantidium coli*) – возбудитель балантидиаза у человека и свиней. Распространен повсеместно.

Локализация: толстый кишечник.

Морфология – (слайд).

Цикл развития: человек заражается цистами балантидия алиментарным путем, в кишечнике из цисты развивается вегетативная форма, которая при выведении из организма инцистируется. Чаще заражаются работники свиноводческих ферм.

Патогенное действие: механическое – изъязвление стенки кишечника, нарушение функции ЖКТ, обезвоживание организма, анемия; токсическое.

Лабораторная диагностика: копрологическое исследование и обнаружение цист балантидия – крупные, округлой формы с толстой оболочкой, видны макро- и микронуклеусы.

Профилактика:

Личная – 1) мыть руки перед едой,

2) мыть ягоды и овощи,

3) не пить некипяченую воду из открытых водоемов,

4) предохранять продукты от механических переносчиков.

Общественная – 1) выявление и лечение больных людей,

2) санитарно-просветительская работа,

3) контроль за санитарным состоянием населенных пунктов,

4) в свиноводческих хозяйствах – регулярная очистка свинарников и компостирование фекалий.

## **Лекция №21 Тип Круглые черви (Nemathelminthes). Класс Собственно круглые черви (Nematoda). Методы гельминтодиагностики.**

### 1. Общая характеристика типа.

Среда обитания – вода, почва, другие живые организмы.

Образ жизни – свободноживущие и паразитические.

Для представителей типа Круглые черви характерно:

- 1) двубоковая (билатеральная симметрия,
- 2) развитие из трех зародышевых листков: экто, энто и мезодермы,
- 3) первичная полость тела (псевдоцель),
- 4) первичноротые животные.

Морфология: размеры тела от нескольких мм до 1, 5 м. Тело несегментированное, веретенообразной формы, на поперечном сечении овал или круг. Имеют кожно – мускульный мешок с одним слоем продольных мышц, разделенных валиками гиподермы. Промежутки между органами заполнены жидкостью и не имеют эпителиальной выстилки. Развита система органов:

- 1) пищеварительная – состоит из трех отделов (передняя, средняя и задняя кишка,
- 2) выделительная – протонефридиального типа,
- 3) нервная – тяжистого типа – представлена 4 тяжами, объединенными окологлоточным нервным кольцом,
- 4) половая – раздельнополые животные, с ярко выраженным половым диморфизмом (самки больше самцов, у самцов задний конец тела закручен на брюшную сторону).

Ароморфозы типа Круглые черви:

- 1) первичная полость тела,
- 2) появление заднего отдела кишечника, который заканчивается анальным отверстием,
- 3) раздельно полость, половой диморфизм, трубчатое строение половых желез.

### 2. Общая Характеристика класса Собственно круглые черви (Nematoda).

Среда обитания :

пресные и морские воды, почва, организмы животных и растений.

Образ жизни:

свободноживущие и паразиты:

- человека и животных,
- растений.

Морфология : тело веретеновидное, округлое, от нескольких мм до 1 м.

### Покровы тела и аппарат движения.

Кожно-мускульный мешок нематод образован кутикулой, гиподермой и мускулатурой.

Кутикула образована множеством слоев (у некоторых представителей до 31 слоя). Она выполняет функции наружного скелета (опора для мышц) и защиты от механических и химических факторов. Залегающая под ней гиподерма состоит из сплошной массы протоплазмы с редкими ядрами и вакуолями, клеточных границ между ними нет (синцитий). Гиподерма пронизана многочисленными фибриллами. В гиподерме активно протекают обменные процессы и происходит интенсивный биосинтез. Она же является барьером, задерживающим вредные для гельминта вещества.

Под гиподермой расположена мускулатура. Она состоит из отдельных клеток, сгруппированных в 4 тяжа продольных мышц, отделенных друг от друга валиками гиподермы — спинным, брюшным и 2 боковыми.

Под кожно-мускульным мешком имеется заполненная жидкостью первичная полость тела, или псевдоцель (при индивидуальном развитии организмов она образуется из бластоцеля). Морфологическая особенность этой полости в том, что она не выстлана мезодермальным эпителием.

Первичная полость тела заполнена жидкостью, находящейся под большим давлением и выполняющей функцию гидроскелета. Она создает опору для соматической мускулатуры. По некоторым данным, полость заполнена прозрачными клетками.

В состав органов входит небольшое, как правило, постоянное число клеток.

Пищеварительная система начинается ротовым отверстием, расположенным на переднем конце тела. Рот окружен тремя «губами». Пищеварительная система представляет собой прямую трубку, которая делится, на три отдела — передний, средний и задний. Передний и задний отделы - эктодермального происхождения, средний — энтодермального. Заканчивается кишечник анальным отверстием, расположенным на заднем конце тела с брюшной стороны. У некоторых видов заднепроходное отверстие отсутствует.

Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют, что указывает на примитивность организации нематод. Дыхание совершается через кожу либо биоэнергетический процесс протекает по типу анаэробного брожения — анаэробным путем.

Выделительная система представлена редуцированными протонефридиями.



Она образована 1—2 одноклеточными кожными железами, заменившими звездчатые клетки протонефридия. От желез отходят выросты в виде 2 боковых каналов, лежащих в боковых валиках гиподермы. Сзади каналы оканчиваются слепо, а в передней части соединяются в один непарный канал, открывающийся наружу порой позади «губ».

Функцией выделения обладают также особые фагоцитарные клетки, расположенные по ходу выделительных каналов. В клетках накапливаются нерастворимые продукты диссимилиации, а также инородные тела, попадающие в полость тела.

Нервная система состоит из окологлоточного кольца, от которого отходят 4 нервных ствола — спинной, брюшной и 2 боковых. Стволы соединены друг с другом комиссурами. Органы чувств развиты очень слабо. Они представлены органами осязания и, вероятно, органами химического чувства — бугорками, расположенными преимущественно вокруг рта, а у самцов и осязательными бугорками на заднем конце тела.

Половая система. Половые органы трубчатого строения. У самки они обычно парные, у самца — непарные (Слайд). Мужской половой аппарат состоит из семенника, за ним следует семяпровод, переходящий в семяизвергательный канал, открывающийся в заднюю кишку. Женский половой аппарат начинается правым и левым яичниками, далее идут правый и левый яйцеводы в виде трубок большого диаметра, правая и левая матки, имеющие наибольший диаметр. Обе матки соединяются в общее влагалище, открывающееся наружу на брюшной стороне. Размножение только половое.

Развитие: непрямое, личиночное. У некоторых видов наблюдается яйцеживорождение — самки отрождают живых личинок (трихинелла, ришта).

По особенностям жизненных циклов класс Собственно круглые черви подразделяется на биогельминты и геогельминты.

Медицинское значение класса вызывают заболевания животных, человека и растений — нематодозы.

### 3. Характеристика паразитов человека из класса Собственно Круглые черви (Морфология, циклы развития, лабораторная диагностика, профилактика).

#### **ГРУППА ГЕОГЕЛЬМИНТОВ**

**Аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*)** – возбудитель аскаридоза (антропоноз).

Распространение — повсеместное.

Локализация — тонкий кишечник человека.

Морфология: самки до 40 см, самцы — 15-20 см. Цвет беловато-розовый, тело веретеновидное - у самцов задний конец тела загнут на брюшную сторону.

Тело покрыто хорошо развитой кутикулой - по данным Ю.К. Богдавленского, у типичного представителя круглых червей — человеческой аскариды — кутикула состоит из 10 слоев.

Яйца аскариды окружены толстой двойной оболочкой, наружная оболочка — бугристая. Цвет: от бесцветного (незрелые яйца до коричневого (созревшие яйца). Размеры — 50 – 70 мкм.

Цикл развития (Слайд) — путь заражения — алиментарный - через немытые овощи, грязные руки, некипяченую воду из открытых водоемов, механических переносчиков.

Оплодотворенные яйца выходят из организма человека с фекальными массами. Для развития яиц необходимо:

наличие кислорода,  
температура 24-25 С,  
влажность (около98%),

созревание яиц происходит за 24 дня (сроки могут несколько меняться в зависимости от условий, в среднем 2 – 3 недели).

Инвазионные яйца могут сохраняться в почве до 6 лет. Они резистентны к неблагоприятным условиям среды, но быстро погибают под действием высокой температуры. Температура 60°C убивает их в течение 1—2 мин, 70°C — за несколько секунд.

В кишечнике из яйца освобождается личинка, которая продвигается в организме человека. Она прободает стенку кишечника, попадает в кровеносные сосуды и с током венозной крови через печень, правое предсердие и желудочек проникает в легкие. Для дальнейшего развития личинке аскариды необходим свободный кислород. В легких из капилляров личинка проникает в легочные альвеолы, а затем в бронхи и трахеи. Отсюда личинка поднимается в глотку и со слюной может быть снова проглочена. Попадая вторично в кишечник человека, личинка аскариды превращается в половозрелую форму и живет около года. Число аскарид, одновременно паразитирующих в кишечнике человека, может достигать нескольких сотен. Каждая самка ежедневно выделяет до 240 000 яиц.

Патогенное действие:

механическое действие — нарушение проходимости кишечника, закупорка желчных протоков — развитие желтухи, мигрирующие личинки могут вызывать абсцесс печени, мигрирующие личинки разрушать ткань легкого;

токсическое действие - У больных аскаридозом отмечаются головная боль, общая слабость, головокружение, раздражительность, снижение работоспособности и памяти.

Спазматическая кишечная непроходимость может быть вызвана токсинами или механическим раздражением, производимым даже одной аскаридой.

Человек одновременно является окончательным и промежуточным хозяином.

**Лабораторная диагностика** – при копрологическом исследовании – обнаружение яиц размером 50-70 мкм, овальной или круглой формы, темно-желтого цвета с бугристой оболочкой.

При исследовании мокроты – обнаружение личинок, положительные иммунологические реакции.

**Профилактика:**

**личная** – мыть руки перед едой, мыть ягоды, овощи, не пить некипяченую воду из открытых водоемов, уничтожить механических переносчиков.

**Общественная** – выявлять и лечить больных людей, санитарно - просветительная работа, санитарное благоустройство населенных пунктов.

**Кривоголовка** (*Ancylostoma duodenale*) – возбудитель анкилостомидоза – очаговый антропоноз.

**Распространение** – очаги заболевания встречаются в странах с субтропическим климатом, в умеренном климате - в шахтах.

**Локализация** – двенадцатиперстная кишка

**Морфология** – самка - 10 – 13 мм, самцы – 8 – 10 мм. Передний конец искривлен на спинную сторону, откуда и название «кривоголовка». Паразитирует она в двенадцатиперстной кишке человека. На головном конце червя расположена ротовая капсула с 4 зубцами. Капсулой кривоголовка захватывает небольшой участок слизистой оболочки кишечника и, прикрепляясь к ней, питается кровью. Яйца анкилостомы овальные, с притупленными полюсами, покрыты тонкой, прозрачной оболочкой. Продолжительность жизни паразита 4—5 лет.

**Цикл развития** с миграцией личинки. Пути заражения: алиментарный – через грязные руки, немытые ягоды и овощи, некипяченую воду, воду из открытых водоемов, перкутанный. В организм человека попадает инвазионная (филяриевидная личинка). Филляриевидная личинка мигрирует с током крови через сердце, легкие, затем в дыхательные пути, глотку, пищевод, желудок, кишечник, где развивается в половозрелую форму. Самка после оплодотворения выделяет яйца, которые удаляются из кишечника, попадают в почву и при доступе кислорода, влажности,  $t = 30-32^{\circ}$  развивается рабдитная личинка (свободноживущая), которая затем превращается в филляриевидную (инвазионную) личинку. Человек одновременно является окончательным и промежуточным хозяином.

**Патогенное действие:** механическое – (поврежденные стенки кишечника, нарушение его функции, анемия, боли в эпигастрии). Токсическое действие – недомогание, слабость, головная боль, нарушение функции нервной системы; истощение.

**Лабораторная диагностика:** при копрологическом исследовании, дуоденальном зондировании обнаружение яиц размером 55-70 мкм, правильно – овальной формы, оболочка бесцветная, прозрачная, тонкая, гладкая. Внутри яйца 4-8 бластомеров.

В содержимом из 12 – перстной кишки можно обнаружить половозрелую форму, при исследовании мокроты обнаруживают личиночные стадии гельминта.

**Профилактика:**

**личная** - мыть руки перед едой, мыть овощи и ягоды, не ходить босиком по земле в очагах анкилостомоза;

**общественная** выявление и лечение больных, санитарно-просветительная работа, благоустройство населенных пунктов, регулярное обследование шахтеров, чаеводов, рисоводов на анкилостомоз, обеспечение шахтеров индивидуальными фляжками с водой.

**Власоглав** (*Trichocephalus trichiurus*)- возбудитель трихоцефалеза.

**Распространение** – повсеместное, но при условии прогревания почвы до 25-30 градусов в течении 3-4 недель.

**Локализация** – верхние отделы толстого кишечника т- слепая кишка.

**Морфология** – Власоглав имеет 3—5 см в длину. Головной конец значительно уже заднего и нитевидно вытянут. Задний конец самца спирально закручен. Яйца власоглава по форме напоминают бочоночки. Паразитирует власоглав в толстых кишках, питается кровью, поэтому передний конец тела его глубоко погружен в слизистую оболочку кишки.

**Цикл развития** – Путь заражения яйцами власоглава алиментарный – через грязные руки, немытые ягоды и овощи; некипяченую воду из открытых водоемов, механических переносчиков. В кишечнике оболочка яйца растворяется, выходит личинка и развивается в половозрелую особь. Самка после оплодотворения откладывает яйца, которые с фекалиями выделяются во внешнюю среду, попадают в почву и при  $t = 25-30$  через месяц становятся инвазионными (в яйце созревает подвижная личинка). Продолжительность жизни власоглава 5—6 лет. Человек является одновременно окончательным и промежуточным хозяином.

**Патогенное действие:** механическое – повреждение стенки кишечника, анемия, аппендицит, токсическое – нарушение функции нервной системы, истощение.

**Лабораторная диагностика:** при копрологическом исследовании обнаруживают яйца размером 50-55 мкм, бочонкообразной формы, с толстой, гладкой оболочкой желто-коричневого цвета, на полюсах светлые пробочки.

**Профилактика:** **личная** – мыть руки перед едой, мыть ягоды и овощи, не пить некипяченую воду из открытых водоемов, уничтожать механических переносчиков; **общественная** – выявлять и лечить больных, санитарно-просветительская работа, благоустройство населенных пунктов.

**Острица** (*Enterobius Vermicularis*) – возбудитель детского контактного гельминтоза – энтеробиоза.

Распространение – повсеместное. Занимает промежуточное положение между гео – и биогельминтами.

Локализация – Нижний отдел тонкого кишечника.

Морфология – острица небольшой червь белого цвета. Длина самок до 1 см, самцов – 2-5 мм. Задний конец тела самца спирально закручен на брюшную сторону. Яйца легкие, ассиметричные: представляют собой полусферу в основании которой лежит неправильной формы эллипс. Оболочка двойная, бесцветная. Яйца бесцветные или слегка голубоватые. Размеры яиц 23-30 x 50 – 60 мкм.

Цикл развития: слайд. Острицы паразитируют исключительно у человека. Заражение инвазионными яйцами с подвижной личинкой происходит через грязные руки, предметы общего пользования (игрушки, полотенце, ночные горшки). В кишечнике оболочка яйца растворяется, выходит личинка и развивается в половозрелую форму (приблизительно через 1 неделю. Самка после оплодотворения (каждые 28 дней), в ночное время, выползает и откладывает яйца на перианальных складках кожи и погибают. Яйца развиваются при температуре 37 С., в присутствии кислорода и почти 100% влажности. Через 6 часов яйца становятся инвазионными. Человек одновременно является окончательным и промежуточным хозяином.

Патогенное действие: токсическое – нарушение функции нервной системы, беспокойный сон, понижение трудоспособности, механическое – в червеобразном отростке может возникнуть воспаление при множественном поражении острицами.

Лабораторная диагностика – при микроскопировании обнаружение самок острицы и яиц в соскобе с перианальных складок. Обнаружение яиц при микроскопировании содержимого подногтевых пространств.

Профилактика - личная – строжайшие меры личной гигиены: мыть руки, игрушки, детские горшки, не пить некипяченую воду, уничтожать механических переносчиков; влажная уборка жилых помещений, с обработкой тряпок кипятком, общественная – выявлять и лечить больных, санитарно-просветительская работа, благоустройство населенных пунктов, влажная уборка помещений (особенно в детских дошкольных учреждениях), с обработкой тряпок и инструментария кипятком.

### **Группа биогельминтов.**

**Трихинелла** (*Trichinella spiralis*) – возбудитель природно-очагового антропоозоноза – трихинеллеза.

Распространение – природные очаги встречаются в Белоруссии, на Украине; в лесной зоне Алтайского края (районы Косихинский, Первомайский, Солонешенский.).

Локализация – половозрелая форма обитает в тонком кишечнике, личинки – в поперечнополосатых мышцах (диафрагмы, дельтовидных, жевательных, межреберных, икроножных).

Морфология – Трихинелла – очень мелкий гельминт. Самка имеет в длину 2,6—3,6 мм, самец -1,4—1,6 мм. Слайд.

Цикл развития – слайд. Организм человека или животного (свиньи, медведя, барсука) является одновременно окончательным и промежуточным хозяином. Человек заражается алиментарным путем через трихинеллезное мясо домашних или диких животных. Личинки в кишечнике развиваются в половозрелую форму. Самцы после копуляции погибают, а самки отрождают живых личинок в лимфатические капилляры, затем током крови они разносятся и оседают в определенных группах мышц и покрываются капсулой. Человек является биологическим тупиком в цикле развития трихинеллы.

Патогенное действие: механическое – нарушение функции мышц, мышечные боли, лимфостаз; токсическое, аллергическое.

Лабораторная диагностика: положительные иммунологические реакции, при микроскопировании мышц, взятых при биопсии, обнаружение личинок.

Профилактика: личная – не употреблять мясо диких животных и свиней, необследованное на трихинеллез, общественная санитарно-просветительская работа, обследование на трихинеллез мяса на мясокомбинатах, рынках. Трихинеллезное мясо подлежит утилизации.

**Ришта** - (*Dracunculus medinensis*)- возбудитель дракункулеза - очагового антропоозоноза.

Распространение : Ирак, Индия, Средняя Азия.

Локализация: подкожно-жировая клетчатка.

Морфология: самка длиной до 150 см толщиной 1-1,7 мм; самец длиной 12-30 мм, толщиной 0,4 мм. Слайд.

Цикл развития: Заражение человека окончательного хозяина происходит при питье некипяченой воды с циклопами, зараженными микрофилляриями из открытых водоемов. В желудке человека циклоп переваривается, а личинка ришты проникает через стенку кишечника в подкожную клетчатку, где через год развивается в половозрелую особь. При контакте с водой самка отрождает личинок, выбрасываемых струей. Личинка попадает в промежуточного хозяина – циклопа и развивается в нем в следующую личиночную стадию – микрофиллярию.

Патогенное действие: механическое - повреждение тканей, воспаление, нарушение функции суставов; присоединение вторичной инфекции.

Диагностика – видимые невооруженным глазом извитые валики под кожей.

Профилактика: личная – не пить некипяченую воду из открытых водоемов; общественная - выявление и лечение больных, сан. просвет работа, санитарное благоустройство населенных пунктов.

**Филярии** (Filariidae) – слайд – возбудители филяриатозов. Очень мелкие биогельминты. Развитие со сменой хозяев. Человек – окончательный хозяин, насекомые – промежуточные хозяева и биологические переносчики. Заражение человека происходит трансмиссивным путем (переносчиками могут являться представители семейств Комариные и мушиные). После длительной миграции в организме (кровь, лимфа, селезенка, другие ткани) личинки локализуются превращаются в половозрелые формы. Половозрелые формы паразитируют в различных органах и тканях (подкожная жировая клетчатка, печень, селезенка и др.). Самки яйцегивородящие.

Патогенное действие: механическое, токсическое, аллергическое.

Диагностика: обнаружение личинок в крови преимущественно в ночное время методом микрокопирования, положительные аллергические, иммунологические реакции.

Профилактика: личная – защита от укусов насекомых; общественная – выявление и лечение больных, санитарно-просветительная работа, общественная – специальные эпидемиологические мероприятия в очаге.

#### **4. Методы гельминтодиагностики. Главнейшие гельминтозы населения Алтайского края.**

##### **4.1 Классификация методов гельминтодиагностики**

**Гельминтодиагностика** подразделяется на:

- I. посмертную – проводят полное или частичное гельминтологическое вскрытие на обнаружение гельминтов.
- II. прижизненную диагностику – проводят с помощью прямых и косвенных методов – слайд.

##### **Классификация методов гельминтодиагностики:**

**Прямые методы гельминтодиагностики** и их применение позволяют поставить окончательный диагноз.

Гельминтоскопия – обнаружение гельминтов или их фрагментов (члеников, головок). Материалом для исследования являются фекалии больного, в которых можно обнаружить аскариду; членики бычьего, свиного и карликового цепня, широкого лентеца; в соскобе с перианальных складок – острицу, дуоденальном содержимом и желчи – кривоголовку, кошачьего и ланцетовидного сосальщиков.

Гельминтоларвоскопия – обнаружение личинок гельминтов. В мазке мокроты можно обнаружить личинки аскариды, кривоголовки, элементы эхинококкового пузыря. При биопсии мышц в материале обнаруживаются личинки трихинеллы и финны свиного цепня.

Гельминтоовоскопия – обнаружение яиц гельминтов. При микрокопировании фекалий больного можно обнаружить яйца трематод, широкого лентеца, аскариды, власоглава, кривоголовки, карликового цепня.

При исследовании порции желчи дуоденального сока можно обнаружить яйца трематод, кривоголовки. При исследовании содержимого подногтевых пространств и соскоба с перианальных складок, обнаруживаются яйца острицы.

При копрологическом исследовании применяют методы: нативного мазка, толстого мазка по Като, обогащения (Фюллеборна, Калантарян, Красильникова, Телемана): а/ осаднения; флорации.

Для точной постановки окончательного диагноза надо дифференцировать яйца разных гельминтов по следующим признакам: форма, размеры, окраска, строение оболочки, внутреннее строение – слайд.

**Косвенные методы гельминтодиагностики** позволяют поставить предварительный диагноз.

Серологические методы выявляют антитела в сыворотке крови при аскаридозе, филяриатозах, трихинеллезе, эхинококкозе, альвеококкозе и цистицеркозе.

Аллергические пробы используют для диагностики эхинококкоза, альвеококкоза, описторхоза, трихинеллеза, дракункулеза, фасциолеза.

Метод сканирования с использованием радиоактивных изотопов (разная способность здоровой и пораженной ткани поглощать изотоп) применяют при эхинококкозе, альвеококкозе.

Рентгенография, УЗИ используют при аскаридозе, анкилостомозе, дифиллоботриозе, цистицеркозе, альвеококкозе, эхинококкозе.

При большинстве гельминтов в общем анализе крови наблюдается эозинофилия.

##### **4.2 Характеристика распространения главнейших гельминтозов среди населения Алтайского края.**

Главнейшие гельминтозы жителей Алтайского края:

Описторхоз распространен в Первомайском, Баевском, Благовещенском, Топчихинском, Курыинском, Ельцовском районах.

Тениаринхоз – распространен в Залесовском, Троицком, Целинном, Шелаболихинском районах.

Эхинококкоз, Альвеококкоз – распространен в Первомайском, Залесовском и Троицком районах.

Аскаридоз – распространен повсеместно, но наиболее высокий процент заражения в районах: Новичихинском, Поспелихинском, Курыинском, Красногорском, Кытмановском, Заринском.

Динамика общей заболеваемости различными гельминтозами среди населения Алтайского края (взрослые и дети) за 2008 г. – слайд.

**Анализ заболеваемости за 2008 год по территории Алтайский край по контингенту все жители**

заболевания	2008		2007		рост снижение	СМУ	
	забол.	показ.	забол.	показ.		забол.	показ.
Аскаридоз	1441	57,45	1500	59,45	-1,03	1778	69,15
Энтеробиоз	7705	307,2	8612	341,3	- 1 , 1 1	10509	408,5
Трихинеллез	32	1,28	32	1,27	1,01,	43	1,67
Токсокароз	119	4,74	207	8,20	-1,73	151	5,91
Тениаринхоз	4	0,16	11	0,44	-2,73	19	0,75
Гименолепидоз	3	0,12	1	0,04	3,02	9	0,34
Эхинококков	14	0,56	7	0,28	2,01	4	0,17
Описторхоз	1653	65,90	1869	74,07	-1,12	1801	70,17

СМУ за 2003 - 2007 годы

**Анализ заболеваемости за 2008 год по территории Алтайский край по контингенту дети до 14л. (всего)**

заболевания	2008		2007		рост снижение	СМУ	
	забол.	показ.	забол.	показ.		забол.	показ.
Аскаридоз	914	248,8	920	249,5	-1,00	1122	283,8
Энтеробиоз	7139	1943,5	7872	2134,7	-1,10	- 9685	2448,0
Трихинеллез	1	0,27	4	1,08	-3,98	4	0,93
Токсокароз	31	8,44	63	17,08	-2,02	43	11,09
Тениаринхоз	0	0,00	0	0,00	0,00	1	0,30
Гименолепидоз	0	0,00	0	0,00	0,00	3	0,79
Эхинококков	0	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
Описторхоз	142	38,66	153	41,49	-1,07	200	50,57

СМУ за 2003 - 2007 годы

## **Лекция №22 Тип Членистоногие. Медицинское знание видов типа Членистоногие.**

Тип Annelides – Кольчатые черви

Классы: 1. Polychaeta – Многощетинковые

2. Oligochaeta – Малощетинковые

3. Hirudinea – Пиявки

Основные ароморфозы:

1. Вторичная полость тела
2. Тип нервной системы – брюшная нервная цепочка
3. Выделительная система – метанефридиального типа
4. Органы движения – параподии
5. Органы дыхания – жабры
6. Замкнутая кровеносная система
7. Железы в пищеварительной системе

Систематика класса Ракообразные – слайд 1 (прилож).

1) Низшие раки (подкласс Entomostraca). Морфология – слайд.

Распространение: повсеместное, живут в толще воды, являются частью зоопланктона. Медицинское значение: пресноводные рачки циклопы и диаптомусы являются промежуточными хозяевами лентеца широкого. (*Diphyllbothrium latum*) и ришты (*Dracunculus medinensis*).

2) Высшие раки (подкласс Malacostraca). Морфология – слайд. Распространение: повсеместное, обитатели пресных и морских вод, редко сухопутные представители.

Медицинское значение:

а) санитарное значение: раки как некрофаги освобождают водоемы от трупов животных.

б) эпидемиологическое значение: пресноводные раки и крабы в регионах Дальнего Востока являются промежуточными хозяевами легочного сосальщика, клонорха (сосальщика, близкого по строению,

жизненному циклу и патогенности к кошачьему сосальщику - *Opisthorchis felineus*). Распространены в бассейне Амура, на севере Китая, в Японии, Корее..

#### 1) Отряд Скорпионы. (Scorpiones)

Морфология: слайд.

Распространение: на территории СНГ: Черноморское побережье Кавказа, Крым, Средняя Азия, зоны с сухим тропическим, субтропическим, средиземноморским климатом.

Медицинское и эпидемиологическое значение: Токсин ядовитых желез обладает нейротропным эффектом. Яды скорпионов, встречающихся на территории СНГ, малоядовиты; тропических – сильно ядовиты вплоть до смертельных исходов у детей. Общетоксическое проявление: слабость, головокружение, судорожные подергивания мышц, затруднительное дыхание и глотание, снижение артериального давления.

Профилактика: осмотр жилища, одежды; введение антитоксической сыворотки против яда скорпиона.

#### 2) Отряд Сольпуги (Solpugae) или Фаланги

Морфология - слайд 5. - тело хорошо разделено, хелицеры напоминают клещи – орудия нападения. Ядовитых желез нет.

Распространение: Средняя Азия, Кавказ, Крым.

Медицинское и эпидемиологическое значение: укус болезнен – воспаление, отек – из-за загрязнения раны бактериями – сапрофитами, попадающими с хелицер вместе с остатками пищи.

#### 3) Отряд Пауки (Aranei)

Распространение: В Алтайском крае из ядовитых пауков встречаются тарантулы. Появление каракуртов результат необычных миграций. Каракурты и тарантулы обычно живут в Средней и Центральной Азии, Средиземноморье, Южной Америке и Южных районах Северной Америки.

Медицинское и эпидемиологическое значение:

а) Каракурты – самки имеют ядовитые железы на верхней челюсти.

Местно: гиперемия, отек, онемение, жжение вокруг раны.

Общетоксические явления (через 5-30 минут) – страх, озноб, потливость, возбуждение, снижение артериального давления, боли в животе, судороги мышц живота, гемолиз эритроцитов – состояние очень тяжелое. Профилактика : избегать ночевки на земле, прочная обувь, антитоксичная сыворотка (несколько доз после укуса).

б) Тарантулы – менее ядовиты по сравнению с каракуртами.

Местно - укус вызывает боль, отек, покраснение, нарушение чувствительности багровые пятна.

Через 1-2 часа появляются общетоксические явления: отдышка, адинамия, удушье, проходящее через 2-3 дня.

Профилактика: защитная одежда и обувь, избегать ночевки на земле.

#### 4) Отряд Клещи (Acarina)

а) Чесоточный зудень (*Acarus siro*, *Sarcoptes scabiei*, род *Sarcoptidae*, семейство *Acariformes*) – паразит человека, возбудитель заболевания чесотки – scabies.

Морфология – слайд 7

Распространение: повсеместно, особенно при большой скученности людей.

Локализация на теле человека: внутрикожный паразит, обитает в роговом слое эпидермиса (между пальцами рук, на боковых поверхностях тела и бедер и др.).

Медицинское и эпидемиологическое значение: заражение происходит при непосредственном контакте с больным чесоткой или его вещами. Оплодотворенными самками возможно заражение от животных. Самцы делают короткие ходы в коже, в основном живут на поверхности. Самки делают ходы до 3-4 см. (2-3 мм в сутки), через несколько часов после внедрения в кожу откладывает яйца (20-30 яиц за 1,5 – 2 месяца жизни). Через 5 дней из них выходят личинки покидают старый ход и делают новые ходы. Половой зрелости достигают через 10-14 дней от яйца до имаго, проходя стадии личинки и нимфы.

Клещи при продвижении в коже раздражают нервные окончания, что вызывает нестерпимый зуд.

Осложняет течение болезни гнойничковое поражение кожи при присоединении гноеродной микрофлоры.

Профилактика: выявление и лечение больных (медицинские осмотры), соблюдение правил личной гигиены, санитарный надзор в общественных местах (бани, детские учреждения, раздевалки в общественных местах, жилые помещения).

б) Поселковый клещ (*Ornithodoros papillipes*, семейство *Argasidae*) - резервуар и переносчик возбудителей клещевого возвратного тифа.

Распространение: Средняя Азия, Иран, Индия. Живет в укрытиях (пещерах, норах, щелях).

Медицинское и эпидемиологическое значение: Периодический эктопаразит человека и животных. В природных и синантропных (кишлачных очагах) переносит возбудителей клещевого возвратного тифа при укусе. Может длительно голодать, обладает высокой чувствительностью к запахам и быстрой реакцией на появление человека. Питается на грызунах, летучих мышах, собаках, лошадях, кошках.

Профилактика: клещевого возвратного тифа – индивидуальные отпугивающие средства, гигиена жилищ и сельхозстроений, уничтожения клещей и грызунов.

в) Представители семейства Gamasoidea – многочисленная группа постоянных и временных паразитов млекопитающих животных и птиц.

Морфология – слайд 8. мелкие (до 0,3 – 0,4 мм) клещи без глаз.

Распространение: повсеместное.

Медицинское и эпидемиологическое значение: переносчики вирусов, спирохет, риккетсий.

Гамазовые клещи паразитирующие на птицах (куры, голуби) передают человеку ряд орнитозов вирусной этиологии; клещи – паразиты домашних грызунов – передают человеку особые формы сыпного тифа.

Профилактика орнитозов и сыпного тифа: гигиена жилища и сельхозстроений, уничтожение клещей и грызунов.

г) Представители Семейства Ixodiidae, род Ixodes: временные эктопаразиты млекопитающих и человека, имеют 3-х хозяев – прокормителей.

1. Таежный клещ (*I. persulcatus*)

2. Собачий клещ (*I. ricinus*)

Морфология – слайд –7.

Распространение: *I. ricinus* – Европейская часть СНГ, лесная зона (живут в подлесках) *I. persulcatus* – тайга от Урала до Дальнего Востока, отмечаются продвижение в Европейскую часть России.

Медицинское и эпидемиологическое значение: Присасывание клещей – вызывает местный воспалительный процесс. При укусе передает человеку возбудителя туляремии, вирусы весенне-летнего клещевого энцефалита, виллюйского энцефалита, лихорадки Ку и др. заболеваний. Клещи поддерживают в природе очаги туляремии, вирусного энцефалита, резервуаром которых в природе являются бурундуки, полевки, другие грызуны и ежи.

Самки клеща передают вирус энцефалита трансвариально. Проходя все стадии развития яйцо – личинка – нимфа – имаго, вирус в клещах сохраняется и накапливается.

2.2. Род *Dermacentor*, виды:

1. *D. pictus*, *D. nuttalli*, *D. silvarum*, *D. marginatus*:

временные эктопаразиты млекопитающих и человека, имеют 3 –х хозяев – прокормителей. (мелкие млекопитающие, крупные млекопитающие(домашние и дикие).

Распространение: в лесной и степной зоне Алтайского края встречаются все виды, кроме *D. nuttalli*, который больше распространен в Восточной Сибири, Забайкалье, Монголии, Тибете.

Медицинское и эпидемиологическое значение:

*D. pictus* является переносчиком возбудителей туляремии, омской геморрагической лихорадки, клещевого сыпного тифа, клещевого энцефалита.

*D. silvarum* – переносчик возбудителей клещевого энцефалита, клещевого сыпного тифа, туляремии.

*D. marginatus* - переносчик и резервуарные хозяева возбудителей туляремии, клещевого сыпного тифа, клещевого энцефалита, омской геморрагической лихорадки.

*D. nuttalli* – является переносчиком возбудителей клещевого сыпного тифа, туляремии.

Профилактические мероприятия:

- 1) предотвращение расположения и пребывания людей в местах обитания клещей;
- 2) защита людей от нападения клещей: а) само- и взаимоосмотры;
- 3) защитная одежда, импрегнация одежды отпугивающими средствами;
- 4) истребительные мероприятия: а) химические методы борьбы, б) биологические методы борьбы (наездник);
- 5) вакцинация;
- 6) введение сывороток после укуса и профилактически в сезон активных клещей.

## **Лекция №23 Класс Насекомые, морфология, циклы развития и медицинское значение отдельных видов.**

### **Общая характеристика класса Насекомые (Insecta).**

Систематическое положение класса, деление на отряды и семейства (слайд).

Насекомые - высшие беспозвоночные.

Класс насчитывает более 1 млн. видов.

Среда обитания: почва, воздушно-наземная, организмы других живых существ

Образ жизни: свободноживущие и паразиты.

Тело разделено на отделы: голова, грудь, брюшко.

Грудной отдел состоит из трёх сегментов; каждый несёт одну пару ног.

Следовательно, для насекомых характерно наличие 3 пар конечностей. Второй и третий сегменты, кроме того, могут нести по паре крыльев. У некоторых насекомых обе пары крыльев хорошо развиты, но известны и бескрылые насекомые. Брюшко состоит из 6 – 12 сегментов. Тип сложно устроенного ротового аппарата насекомых определяется способом питания и может быть грызущий (жуки), сосущий (бабочки), колюще – сосущий (вши), лижущий (мухи).

Покровы тела и мышечная система: имеют хитинизированный покров, под которым залегает однослойный гиподермальный эпителий. Кожа богата разнообразными железами: пахучими, восковыми, линочными и т.д. Мышцы поперечно – полосатые.

Пищеварительная система: рот, глотка, пищевод, зоб, желудок, средняя кишка, задняя кишка заканчивается анусом. Имеются слюнные железы и железа выполняющая функции печени и поджелудочной железы. Переваривание и всасывание пищи происходит в средней кишке.

Органы дыхания: трахеи.

Органы выделения: мальпигиевы сосуды и жировое тело.

Органы кровообращения: кровеносная система незамкнутая, трубчатое сердце и аорта расположены на спинной стороне. В связи с тем, что имеется разветвленная сеть трахей, кровеносная система развита слабо и лишена функции переносчика кислорода. По сосудам циркулирует гемолимфа.

Нервная система: брюшная нервная цепочка с сильно выраженной тенденцией к концентрации ганглиев в головном отделе, так надглоточный ганглий преобразован в «головной мозг», имеющий три отдела (передний, средний, задний). Имеются органы чувств: глаза (фасеточные, но могут быть и простые), равновесия, вкуса, осязания и обоняния, у некоторых – слуха.

Половая система: насекомые раздельнополые, часто выражен половой диморфизм. Гонады парные (у самок яичники, у самцов семенники). Размножение половое: с оплодотворением или партеногенетическое. Развитие не прямое: с полным метаморфозом (стадии: яйцо – личинка – куколка – имаго) или неполным метаморфозом (стадии: яйцо – личинка – имаго).

Практическое значение насекомых очень велико: опылители цветковых растений, участвуют в процессах почвообразования и т.д.

Медицинское и ветеринарное значение насекомых заключается в том, что среди них немало паразитов, причиняющих непосредственный вред здоровью, либо с ними связано распространение возбудителей трансмиссивных заболеваний.

Среди насекомых, имеющих медицинское значение, выделяют следующие группы:

- а) синантропные виды, не являющиеся паразитами;
  - б) временные кровососущие эктопаразиты;
  - в) постоянные кровососущие паразиты;
  - г) тканевые и полостные ларвальные (личиночные) паразиты;
- Класс Насекомые делится на большое число отрядов.

**Отряд Клопы (Heteroptera)** – большинство свободноживущих организмов, которые питаются соками растений, паразитических видов немного, они являются временными эктопаразитами человека – гематофаги. Характерной особенностью клопов является строение ротового аппарата и крыльев. Ротовой аппарат колюще – сосущий, который образует два канала. Один из них служит для всасывания жидкой пищи, второй – для выделения секрета слюнных желез. Передние крылья в проксимальной части сильно хитинизированы, а в дистальной – прозрачны.

Распространение: повсеместное

Постельный клоп (**Cimex lectularius**), перешёл к паразитическому образу жизни.

Морфология: Тело его сплюснуто в дорсальном направлении и покрыто сильно растяжимым хитиновым покровом. Крылья полностью редуцированы. На человека клопы нападают ночью, а день проводят в укрытиях – в мебели, за обоями (слайд). Слюна постельного клопа содержит ядовитый секрет, поэтому его укусы болезненны, перенос постельным клопом возбудителей каких либо инфекционных болезней не доказан.

Медицинское и эпидемиологическое значение:

Местно при укусе: гиперемия, отек, зуд, волдыри. Поглощают за 1 раз до 7 мл крови. На человека способны также нападать клопы, живущие на птицах, млекопитающих - возможно при этом передаются вирусы, вызывающие орнитозы. В тропических странах клопы могут передавать трипаносом и ряд других возбудителей заболеваний.

Профилактика: санитарная обработка жилищ.

## **Отряд Двукрылые (Diptera)**

а) семейство Комариные **Culicidae:**

Род Anopheles, виды:

- 1) обыкновенный малярийный комар (*A. superpictus*),
- 2) украшенный малярийный комар (*A. maculipennis*);

Род Aedes и Род Culex – временные эктопаразиты человека и др. млекопитающих.

Морфология: (Род Anopheles. и Род Culex в сравнении)

Имагинальные стадии имеют различия в строении придатков головы, окраске крыльев и посадке.

**Род Anopheles:** *A. maculipennis* на крыльях в средней части крыла имеется 4 тёмных пятна, а у *A. superpictus* на переднем крае крыла 4-5 светлых пятен, при посадке у комаров рода Anopheles брюшко приподнято под углом к поверхности. Строение придатков головы: у самок Anopheles нижнечелюстные щупики по длине примерно равны хоботку, а у самцов Anopheles нижнечелюстные щупики по длине равны хоботку и имеют булабовидные утолщения на конце. У самцов придатки головы сильно опушены, а у самок нет.



**Род Culex:** на крыльях пятна отсутствуют, при посадке тело согнуто, брюшко наклонено к субстрату или параллельно ему.

Строение придатков головы: у самок Culex нижнечелюстные щупики короче и составляют одну треть хоботка. У самцов нижнечелюстные щупики обычно длиннее хоботка. У самцов придатки головы сильно опушены, а у самок нет.

**Распространение:** по всей территории России встречаются представители 3-х родов.

**Жизненный цикл:** (Род Anopheles и Род Culex в сравнении)

Яйца Anopheles откладывают вразброс на поверхности воды. Яйца окаймлены вогнутым пояском и снабжены плавательными камерами. Яйца Culex не имеют пояса и камер и откладываются в виде лодочки. Личинки Culex имеют дыхательный сифон и располагаются в воде под углом, прикрепляясь сифоном к её поверхности. Личинки Anopheles не имеют сифона, у них есть только одна пара дыхательных отверстий на предпоследнем сегменте и поэтому располагаются на воде горизонтально. Куколки имеют форму запятой и отличаются строением дыхательных рожков. У Anopheles дыхательный рожок конической формы, а у Culex – цилиндрической (слайд).

**Медицинское и эпидемиологическое значение:** Комары рода Anopheles передают возбудителей малярии, ряда тропических лихорадок, некоторых филяриатозов. Комары рода Culex и Aedes передают возбудителей туляремии, японского энцефалита, желтой лихорадки, лихорадки Денге, сибирской язвы и возбудителей некоторых филяриатозов.

**Профилактические мероприятия:**

- 1) истребление насекомых, с помощью инсектицидов;
- 2) уничтожение комаров в личиночных стадиях в водоемах;
- 3) ликвидация и сокращение мест выплода комаров;
- 4) индивидуальные средства защиты:
  - а) механическая защита
  - б) средства отпугивания комаров:
    1. репелленты
    2. ультразвук.

б) Семейство Бабочницы (**Psychodidae**):

**Род Phlebotomus вид P. papatasi.**

Москиты - временными эктопаразитами являются самки.

**Морфология:** Длина 1,3 – 3,5 мм, имеют сильно выступающий в виде горбика грудной отдел, обильное опушение тела и крыльев мелкими щетинками. Длинные ноги. Ротовой аппарат колюще – сосущий, хоботок короткий (слайд).

**Распространение:** Средняя и Центральная Азия, Крым, Молдавия.

**Медицинское и эпидемиологическое значение:**

**Местно:** в зоне укуса волдырь, с гиперемией, появляется пузырек в центре, покрывается корочкой, часто присоединяется инфекция.

**Общая интоксикация:** поднимается температура тела, потеря веса, сна, аппетита, хронические язвенные дерматиты.

При укусе могут быть переносчиками возбудителей кожного и висцерального лейшманиоза, вирусов лихорадки паппатачи.

**Профилактические мероприятия:**

- 1) санитарно – эпидемиологическая разведка при выборе места проживания и ночевки.
- 2) уничтожение грызунов – источников питания москитов
- 3) санитарный режим в помещениях
- 4) уничтожение окрыленных насекомых инсектицидами.
- 5) уничтожение мест выплода москитов
- 6) индивидуальные методы защиты:
  - а) одежда, б) репеленты, в) противомоскитные сетки.

**Семейство Мушинные (Muscidae) виды:**

- 1) Комнатная муха (**Musca domestica**)
- 2) Осенняя жигалка (**Stomoxys calcitrans**)
- 3) Вольфартова муха (**Wohlfahrtia magnifica**)
- 4) Муха це-це (**Glossina pallpalis**)

**Морфология:** отделы тела: голова, грудь, брюшко. Для полёта служит лишь первая пара крыльев, а вторая сильно редуцирована. От неё сохраняются небольшие рудименты – жужжальца, являющиеся органами равновесия. Три пары ног. Ротовой аппарат лижущий (слайд).

**Распространение:** повсеместно – обитатели дикой природы, но есть синантропные виды.

**Жизненный цикл:** яйцо – личинка первого возраста - личинка второго возраста – личинка третьего возраста - куколка – имаго (один месяц).

**Медицинское и эпидемиологическое значение:**

а) Комнатная муха – механический переносчик возбудителей инфекционных заболеваний: брюшного тифа, паратифов, холеры, вирусного гепатита, полиомиелита, бактериальной дизентерии; цист простейших: амёб, лямблий, балантидия; яиц некоторых гельминтов (карликового цепня, аскариды).

б) Осенняя жигалка – распространена повсеместно. По морфологии схожа с комнатной мухой, но её хоботок несёт на конце хитиновые пластинки. Трением хоботка о кожу человека или животного муха соскабливает эпидермис и питается кровью. Она является переносчиком возбудителей сибирской язвы, сепсиса и вирусного гепатита.

в) Муха це-це является биологическим специфическим переносчиком возбудителя трипаносомоза – африканской сонной болезни.

г) Вольфартова муха, оводы откладывают яйца или личинки в открытые полости: глаза, нос, уши, ранки на теле овец, лошадей, верблюдов и др. животных, а при случае – спящих, больных людей (особенно детей). Личинки ведут себя как внутрикожные паразиты, питаются тканями и соками тела, вызывая заболевания с общим названием **миазы**. В результате могут возникать кровотечения, присоединятся вторичная инфекция и как следствие происходит нагноение, могут возникнуть гангренозные процессы. Поражение глаз может вызвать слепоту. Описаны летальные исходы. Паразитический образ личинки ведут до окукливания. Куколки развиваются в почве, а из них – имаго.

Профилактические мероприятия:

- 1) санитарный режим в помещениях;
- 2) меры борьбы с мухами:
  - а) защита продуктов питания от мух
  - б) использовать москитные – сетки, репеленты
  - в) уничтожать личинок и имаго, используя инсектициды и механические меры борьбы.
  - г) тщательная гигиеническая обработка ран и повреждения кожи.

### Отряд Блохи (Aphaniptera)

Виды: человеческая блоха (***Pulex irritans***) и крысиная блоха (***Xenopsylla cheopis***) – это временные эктопаразиты. Оба вида предпочитают питаться кровью соответственно человека и крыс, но легко переходят на другие виды животных.

Морфология: размеры тела: самец 3 мм, самка 4 мм. Тело сплющено с боков, покрыто волосками, задние конечности удлинены и служат для передвижения прыжками. Это вторично бескрылые насекомые. Ротовой аппарат колюще – сосущий. Выражен половой диморфизм: у самок брюшко закруглено и имеется сперматека в виде запятой, а у самцов брюшко приподнято и виден сложно устроенный копулятивный аппарат (слайд).

Распространение: повсеместное.

Жизненный цикл: развитие с полным метаморфозом (яйцо – личинка – куколка – имаго). Человеческая блоха откладывает яйца в трещины пола, за плинтусами, в старых коврах, под обоями, в сухом мусоре. Из яиц развиваются червеобразные личинки, питающиеся органическими веществами, в том числе фекалиями взрослых блох. Через 3-4 недели они окукливаются и превращаются в половозрелых насекомых.

Медицинское и эпидемиологическое значение: Блохи являются временными эктопаразитами и специфическими переносчиками бактерий чумы, переносят риккетсий крысиного сыпного тифа, ложного сапа.

Механизм передачи блохами возбудителей чумы:

- 1) В желудке блохи при размножении чумных бактерий образуется чумной блок или пробка. Эта пробка не дает блохе насытиться, поэтому она срыгивает ее в ранку при укусе человека.
- 2) Бактерии чумы, находящиеся в фекалиях, блох могут при расчесывании втираться в ранку.

Профилактические мероприятия:

- 1) уничтожение грызунов;
- 2) санитарно – гигиенический режим в зданиях:
  - а) препятствия размножению блох;
  - б) истребление блох инсектицидами;
  - в) защита людей от нападения блох.

### Отряд Вши (Anoplura)

Род *Pediculus* виды:

1. Головная вошь (***P. humanus caputis***)
2. Платяная вошь (***P. humanus humanus***)

Род *Phthirus* вид:

Лобковая вошь (***P. pubis***).

Вши постоянные эктопаразиты человека. Некоторые виды возбудители заболевания и переносчик возбудителей заболевания.

Морфология:

а) Головная вошь – самка 3-4мм, самец 2-3мм; окраска тела серая. Имеет четко отграниченные друг от друга головку, грудь и брюшко. По бокам брюшка глубокие вырезки, на головке расположены короткие и толстые усики. Задний конец тела самца округлен и виден копулятивный аппарат, а самки – раздвоен.

б) Платяная вошь – самая крупная, самец имеет размер 3,75мм, а самка 4,75мм, беловатого цвета. Имеет четко отграниченные друг от друга головку, грудь и брюшко. По бокам тела вырезки менее глубокие, на головке расположены тонкие и длинные усики, конечности заканчиваются мощными коготками. Половой диморфизм такой же, как и у головной вши.

в) Лобковая вошь – меньше чем головная и платяная: самец длиной около 1мм, самки – 1,5 мм. Тело короткое трапециевидной формы, грудь и брюшко слиты (слайд).

Распространение: повсеместное.

Локализация: головная вошь – волосистые участки тела (голова), платяная вошь – одежда, белье, лобковая вошь – волосистые участки тела – лобок, ресницы, брови.

Жизненный цикл: Платяная вошь живёт около 50, головная – 40, а лобковая – 30 суток.

Развитие не прямое с неполным метаморфозом (стадии: яйцо – личинка – имаго). Самка головной и платяной вшей откладывают до 300 яиц за всю жизнь, лобковой – 50. Яйца приклеиваются к волосам или нитям одежды и называются гнидами. Они очень устойчивы. Из них развиваются личинки, которые затем становятся половозрелыми особями. Головная и платяная вши питаются кровью по 2 – 3 раза в сутки, а лобковая – почти постоянно малыми порциями.

Медицинское и эпидемиологическое значение: Головная и платяная вши, лобковая вошь – эктопаразиты. Слюна вшей обладает токсическим действием. Она вызывает ощущение жжения и зуда. Паразитирование вшей вызывает заболевания: педикулез или фтириаз в зависимости от возбудителя, проявляющиеся зудом кожи, огрубением ее, пигментацией, появляются корки, ссадины, расчёсы, добавляется вторичная инфекция. Волосы на голове при педикулезе склеиваются и образуется трудноизлечимое болезненное состояние – **колтун**. Лобковая вошь является только эктопаразитом, а головная и платяная – ещё и специфическими переносчиками возбудителей сыпного тифа (риккетсии Провачека) и вшивого возвратного тифа (спирохеты Обермейера).

Механизм передачи возбудителей вшами:

Спирохеты размножаются и развиваются в полости тела вшей, поэтому заражение происходит при раздавливании вшей и втирании их с гемолимфой в ранку от укуса или в расчёсы.

Риккетсии размножаются в стенке кишечника вшей и выделяются оттуда с фекалиями. Заражение происходит при попадании фекалий вшей с риккетсиями в кожные ранки или на слизистые оболочки глаз и дыхательных путей.

Профилактические мероприятия:

- 1) санитарно – эпидемиологическое обследование населения на наличие вшей – особенно в организованных коллективах (детские сады, школы, военные части, бани).
- 2) санитарная обработка, устройство санпропускников при выявлении вшивости (дезинфекция химическими веществами, сухим воздухом, горячим паром)
- 3) соблюдение правил личной гигиены, особенно в местах массового скопления людей.

## Лекция №24 Теория биологической эволюции.

### 1 этап. История становления эволюционных идей

Стихийный материализм – признание принципа развития всего живого.

("Лестница природы" Аристотеля; "О природе вещей – живое из неживого" Лукреция Кара; труды философов Индии, Китая, Египта и др.)

Креационизм – (creatio – творю) – представления о возникновении живого в результате акта творения, о постоянстве и неизменности всего живого (представители различных религий и их сторонники).

Трансформизм – смелые идеи 18 века, допускающие изменяемость всего живого (Ж. Бюффон, М.В. Ломоносов, К.Ф. Вольф).

Эволюционизм – (evolutio – развертываю) - признание идеи исторического развития живого.

Органическая (биологическая) эволюция – это совокупность всех преобразования живого населения нашей планеты от протобиосферы до образования ноосферы и современности.

### 2 этап. Взгляды Ж.Б. Ламарка на развитие органического мира.

В 1809 году Ж. Б. Ламарк в работе "Философия зоологии" опубликовал первую эволюционную теорию.

Причины эволюции по Ж.Б. Ламарку:

- 1) Внутреннее стремление организма к усложнению – "принцип градации"
- 2) Влияние факторов внешней среды

### Законы Ж.Б. Ламарка:

1) Упражнение укрепляет и развивает орган, неупражнение – ослабляет или даже вызывает его исчезновение.

2) Все, что приобретено постоянным упражнением или утрачено неупражнением, сохраняется путем передачи потомкам при размножении.

### 3 этап.

#### Общественно-экономические и научные предпосылки возникновения дарвинизма:

- интенсивное развитие капитализма
- спрос промышленности на сырье
- повышение потребностей на продукты питания в связи с увеличением численности населения в городах
- развитие селекции
- многочисленные экспедиции по нахождению новых источников сырья и рынков сбыта готовой продукции
- создание палеонтологии и основ геохронологии (Ж. Кювье),
- исследования сравнительной морфологии (И.В. Гете, Г. Бронн), сравнительной эмбриологии (К. Бэр)
- создание клеточной теории (Т. Шванн)
- разработка теории эволюции Земли (Ч. Лайель).

### 4 этап. Эволюционное учение Ч. Дарвина.

#### Ч. Дарвин в 1859 г. опу

Заслуга Ч. Дарвина в том, что он дал систематическое, полное изложение доказательств эволюции и сделал успешную попытку вскрыть сущность эволюционного процесса.

По Ч. Дарвину в основе эволюции лежит взаимодействие таких природных явлений, как:

- 1) изменчивость
- 2) наследственность
- 3) борьба за существование
- 4) естественный отбор
- 5) дивергенция признаков

#### Формы изменчивости (по Ч. Дарвину):

1. Наследственная (неопределенная) – появляется внезапно, случайно. С ней связана эволюция.
2. Ненаследственная (определенная) – вызывается воздействиями известной природы. Эти изменения не наследуются.

#### Формы борьбы за существование

- внутривидовая (наиболее острая)
- межвидовая
- с неблагоприятными условиями неорганической природы (конституциональная)

#### Значение эволюционного учения Ч. Дарвина

- дарвинизм представляет собой стройную систему логических рассуждений и доказательств
- дарвинизм – это учение, вскрывающее причины эволюции и объясняющее многие явления природы
- дарвинизм опирается на многочисленные факты из селекции, что доказывает неразрывность этого учения с практической деятельностью человека
- со времен Ч. Дарвина в науке утвердился исторический метод познания
- на базе дарвинизма возникли новые биологические дисциплины (сравнительная анатомия, сравнительная физиология, сравнительная эмбриология и др.)

### 5 этап: Дарвинизм, этапы его развития

- I. Знакомство с учением Ч. Дарвина – 1859-1864 гг. (выход в свет работы "Происхождение видов путем естественного отбора ...", публичные выступления Т. Гексли, А. Грея, К. А. Тимирязева и др.).
- II. Появление разновидностей дарвинизма и антидарвиновских направлений – 1865 – 1900 гг.

#### Разновидности дарвинизма

- классический дарвинизм (теория Ч. Дарвина сформулированная в 1859 г., затем детализированная и отшлифованная автором и его последователями – Т. Гексли, А. Уоллесом, Владимиром и Александром Ковалевскими, Н.А. Северцовым, И.И. Мечниковым, К.А. Тимирязевым и др.)
- геккелевский дарвинизм (Э. Геккель, Н. Майр)

– прямое приспособление как механизм эволюции может действовать наряду с естественным отбором, а иногда по значению и приравниваться к нему).

- неодарвинизм (А. Вейсман, Ф. Гальтон):
  - а) наследование приобретенных признаков "не только не доказано, но и немыслимо теоретически",
  - б) естественный отбор – всемогущ, т.е. управляет эволюцией без участия прямого приспособления и действует не только среди организмов, но и внутри каждого (молекулярный отбор; тканевой отбор)
- сегрегациоселекционизм (Р. Вагнер, Д. Роменс)
- теория естественного отбора дополняют учением об изоляции).

#### Антидарвиновские направления в биологии

- социал – дарвинизм (Э. Геккель, Д.И. Писарев) переносили законы развития органического мира на человеческое общество; деление общества на классы объясняли естественным отбором; классовую борьбу считали борьбой за существование; низкий экономический и культурный уровень слабо развитых стран – биологической неполноценностью. Улучшить общество можно лишь используя биологические законы
- неомальтузианство – оправдывали пороки человеческого общества перенаселением за счет "излишне низкой смертности" (виновата медицина). Мальтус считал перенаселение за счет высокой рождаемости.
- неоламаркизм – конгломерат разных доктрин; их объединяли те или иные положения Ж.Б. Ламарка, на которые они опирались.  
Разновидности: механоламаркизм, ортоламаркизм, психоламаркизм.
- телеогенез – телеологическая концепция эволюции – органический мир является результатом развития, стремящегося к высшей цели и руководимого разумом "причины возникновения распознать нельзя".
- мутационизм – единственный способ эволюции – возникновение и накопление мутаций (Э. Зюсс, В. Бэтсон и др.)

#### Итоги 2-го этапа развития дарвинизма

1. Низвергнута доктрина неизменяемости видов
2. Эволюционная идея внесла в биологию исторический метод, на основе которого возникают новые отрасли науки
3. Учение Ч. Дарвина стимулировало формирование новых наук, - таких как экология, биоценология и т.д.
4. Сформировался фронт антидарвинизма
5. Появились новые методы для изучения эволюционных процессов

### III. Отрицание дарвинизма генетиками – 1900 – 20-е годы XX столетия.

#### Основные процессы III-го этапа развития дарвинизма

- обостряется борьба между сторонниками дарвинизма и менделизма
- началось движение к синтезу дарвинизма и генетики (с 20-х годов XX столетия) (А.Н. Северцов, М.А. Мензбир; А.С. Серебровский, С.С. Четвериков, Н.К. Кольцов и др.)

### IV. Сближение дарвинизма и генетики – конец 20-х – конец 30-х гг XX века.

#### Итоги IV этапа развития дарвинизма

- распад генетического антидарвинизма
- переход к изучению эволюционных процессов в популяциях
- начало экспериментальных исследований борьбы за существование и естественного отбора

### V. Период творческого дарвинизма – 40-е годы XX в. до настоящего времени формирование и развитие СТЭ

#### Основные положения СТЭ

- материал эволюции – мутации, они носят случайный и ненаправленный характер,
- основной направляющий фактор эволюции – естественный отбор,
- наименьшая единица эволюции – популяция
- эволюция имеет дивергентный характер
- эволюция имеет постепенный и длительный характер
- вид состоит из множества соподчиненных морфологически, биохимически, экологически, генетически отличных, но репродуктивно не изолированных единиц – подвидов и популяций
- обмен аллелями, "поток генов" возможны лишь внутри вида, т.е. вид – это генетически целостная и замкнутая система
- макроэволюция идет лишь путем микроэволюции; не существует закономерностей макроэволюции отличных от микроэволюционных, хотя есть явления, которые легче изучать на макроэволюционном уровне (параллелизм, конвергенция, аналогия, гомология и др.)
- любой реальный таксон имеет монофилетическое происхождение
- эволюция непредсказуема, имеет ненаправленный к некой конечной цели характер

#### 6 этап

### Основные методы изучения эволюционного процесса

- палеонтологический
- биогеографический
- морфологический
- эмбриологический
- экологический
- биохимический
- молекулярной биологии
- систематики
- моделирования

## **Лекция №25 Принципы эволюции органов. Эволюция покровов, скелета, нервной системы.**

1. Основными принципами эволюции в строении органов являются: дифференциация и интеграция.

Дифференциация – это процесс деления однородной структуры на части, которые в силу различного положения, связей с другими органами и различных функций приобретают специфическое строение. Дифференцированный орган имеет сложное строение и выполняет несколько функций. Например, кожа.

Интеграция – это соподчинение, зависимость отдельной части дифференцированного органа, от других частей и организма в целом.

Принципы эволюции функций:

- а) Расширение и смена функций. Например: конечности млекопитающих разных отрядов.
- б) Активация функций. Например: малоподвижные плавники хрящевых рыб и активные органы движения у костистых рыб.
- в) Интенсификация функций. Например: строение легких позвоночных животных.

2. Покровы тела у организмов выполняют функции: защитную, двигательную (у некоторых), участвуют в обмене веществ (дыхание, выделение), рецепторную.

Простейшие (PROTOZOA). Саркодовые не имеют специального покрова, его функцию выполняет слой эктоплазмы, обеспечивающий фаго- и пиноцитоз. Другие классы простейших имеют наружную оболочку - пелликулу, которая определяет постоянную форму тела, содержит органоиды движения.

Кишечнополостные (COELENTERATA). Наружные покровы представлены слоем клеток эктодермы.

У червей (группа VERMES) эволюция шла от мерцательного эпителия у ресничных червей к плоскому эпителию у других плоских червей, круглых и кольчатых. Эпителий принимает участие в формировании тегумента, кутикулы - наружного слоя кожно-мускульного мешка.

У членистоногих (ARTHROPODA) тело покрыто хитинизированной кутикулой, которая пропитывается солями кальция и образует панцирь ракообразных. Кроме защитной функции он выполняет роль наружного скелета.

У моллюсков (MOLLUSCA) кожная складка - мантия образует раковину, состоящую из 3х слоев рогового, известкового, перламутрового.

3. У хордовых животных (CHORDATA) наружные покровы представлены кожей, состоящей из 2-х слоев: верхнего - эпидермиса (эктодермального происхождения) и нижнего - кориума или дермы (мезодермального происхождения). Эволюция шла путем перехода от однослойного эпителия к многослойному.

У ланцетников (подтип ACRANIA) наружный слой кожи образован однослойным цилиндрическим эпителием с одноклеточными слизистыми железами. Под эпидермисом лежит тонкая опорная пластинка, а под ней слабо выраженный слой студенистой соединительной ткани - кориум.

У позвоночных (подтип VERTEBRATA) эпидермис становится многослойным. Нижний камбиальный слой воспроизводит новые слои клеток. Верхний слой состоит из ороговевших клеток. Кориум представлен основным веществом, соединительноткан-ными волокнами и клетками. Кожа образует производные - чешую, перья, волосы, железы.

Класс Рыбы (PISCES). Эпидермис содержит одноклеточные слизистые железы. Кориум плотный, волокнистый. Производным кожи является чешуя. У хрящевых рыб чешуя плакоидная, у костных - костная.

Класс Земноводные (AMPHIBIA) имеют кожу голую без чешуи, Она участвует в газообмене. Эпителий образован неороговевающими клетками. Кориум представлен соединительно-тканными волокнами и клеточными элементами. В коже находятся многоклеточные слизистые железы, секрет которых смачивает кожу, предохраняют ее от высыхания. Слизь обладает бактерицидным действием, у некоторых видов она ядовита.

Виды класса Пресмыкающиеся (REPTILIA) имеют сухую кожу. Наружный слой эпидермиса ороговевает, образуя роговые чешуйки или панцирь. Нижний слой эпидермиса образован делящимися клетками. Кожные железы отсутствуют.

Виды класса Птицы (AVES) имеют кожу тонкую, сухую. Нет кожных желез (исключение составляют водоплавающие птицы, имеющие копчиковую железу). Производные кожи: перья, роговой покров клюва, когтей, роговые чешуйки пальцев, цевки.

Виды класса Млекопитающие (MAMMALIA) имеют кожу, образованную многослойным эпидермисом, собственно кожей и подкожно - жировой клетчаткой. Производные кожи: волосы, когти, рога, копыта, потовые, сальные, млечные железы. Кориум значительной толщины и состоит из волокнисто-соединительной ткани.

### **Эволюция скелета**

Скелет выполняет опорную и защитную функции. Различают эндо- и экзоскелет. Эндоскелет может быть построен из органических фибрилл или неорганических соединений.

4. У простейших - У морских корненожек наружный скелет в виде раковины образован минеральными соединениями. Внутренний скелет жгутиковых – аксостиль имеет фибриллярное строение.

У губок - эндоскелет представлен иглами из отложений карбоната кальция.

У кишечнополостных функцию скелета выполняет плотная мезоглия.

Круглые черви имеют гидроскелет. Жидкость под давлением в полости тела выполняет опорную функцию.

Членистоногие имеют хитиновый наружный скелет, к которому прикрепляются суставчатые конечности и поперечно-полосатые мышцы.

У моллюсков наружный скелет представлен 2х створчатой или цельной раковинной.

Скелет иглокожих состоит из известковых пластинок, имеющих иглы и шипы, представляющие собой производные кожи.

5. Скелет хордовых внутренний и состоит из 3-х частей: осевой скелет, скелет головы и скелет конечностей.

Подтип Бесчерепные, класс Ланцетники сохраняют в течение всей жизни осевой скелет в виде хорды, построенной из сильно вакуолизованных клеток, плотно прилегающих друг к другу и покрытых снаружи общими эластической и волокнистой оболочками. Упругость хорды придает тургорное давление клеток и прочность оболочек.

### Эволюция осевого скелета позвоночных животных

У круглоротых хорда сохраняется в течение всей жизни и под хордой возникают парные закладки позвонков в виде хрящевых верхних дуг.

У видов класса Рыбы - хорда заменяется позвоночным столбом, состоящим из позвонков с верхними и нижними дугами. Концы верхних дуг срастаются между собой, образуя спинномозговой канал. К нижним дугам прикрепляются ребра. Позвоночный столб делится на 2 отдела: туловищный и хвостовой.

У земноводных позвоночник состоит из 4 отделов. В шейном отделе 1 позвонок, в грудном - 5 позвонков, к которым прикрепляются ребра, в крестцовом - 1 позвонок, к которому прикрепляются кости таза. Хвостовой отдел имеет разное количество позвонков.

У пресмыкающихся позвоночный столб состоит из 5 отделов: шейный - до 8 позвонков, грудной - 10 позвонков, ребра соединены с грудиной, образуют грудную

клетку. Появляется поясничный отдел он слабо выражен, крестцовый - 2 позвонка, хвостовой.

У птиц шейный отдел позвоночника хорошо развит (до 25 позвонков), соединенных подвижно. Позвонки грудного, поясничного и крестцового отделов срастаются неподвижно. В хвостовом отделе 4 - 6 позвонков.

У млекопитающих в шейном отделе 7 позвонков (один из признаков класса), в грудном от 10 до 20 (чаще 12-13 позвонков), грудная клетка, в поясничном отделе 3-24 позвонков в зависимости от вида, в хвостовом отделе разное количество.

Таким образом, эволюция осевого скелета шла в направлении замены хорды на позвоночный столб и дифференцировки его на отделы.

### **Эволюция скелета конечностей**

Есть два типа конечностей: плавники рыб (парные и непарные) и пятипалая конечность наземного типа.

Представители класса Ланцетники имеют непарные плавники (спинной, брюшной и хвостовой) и опора жаберного аппарата образована стержнями из плотной студенистой ткани.

Конечности у рыб в виде парных плавников (грудных и брюшных) и непарных (хвостовой, спинной, анальный). Скелет плавников, представлен тонкими радиально расположенными костными лучами. Плавники не являются опорой тела, но служат для движения и изменения направления движения. У кистеперых рыб (девонский период 300 млн. лет назад) плавники использовались для передвижения из пересыхающих водоемов. Изменение плавников - укрупнение лучей за счет их слияния. Проксимальный отдел плавника представлен крупным костным элементом, а за ним 2 костных образования, гомологичные костям предплечья наземных животных. Плавники подвижно соединяются с плечевым поясом. Конечности наземного типа впервые появились у амфибий. Эволюция шла в направлении а) уменьшения числа лучей и слияния костных элементов б) замены прочного соединения элементов между собой подвижными (суставами).

У всех наземных животных, начиная с класса Земноводных скелет пятипалой конечности состоит из скелетов поясов конечностей (плечевого и тазового) и скелета свободной конечности передней (кости плеча, две кости предплечья, 3-4 ряда мелких костей запястья, 5 костей пястья и фаланги пальцев (радиально расположенные)) и задней конечности (кости бедра, голени, предплюсны, плюсны, фаланги пальцев).

Эволюция скелета конечностей наземных позвоночных шла в следующих направлениях:

- а) удлинение плечевого отдела и предплечья ,
- б) укорочение среднего отдела (запястья) ,
- в) уменьшение количества костей в запястье (у амфибий 3 ряда, у млекопитающих 2 ряда)
- г) удлинение фаланг пальцев

У разных видов наземных позвоночных животных конечности имеют особенности строения, связанные с выполнением ими разнообразных функций (конечности крота, лошади, человека)

**Скелет головы** состоит из 2-х отделов черепной коробки и висцерального отдела хрящевой или костный. Черепная коробка является продолжением осевого скелета и служитместищем для головного мозга. Эволюция шла по пути уменьшения количества костей за счет редуцирования или слияния с другими костями. Висцеральный отдел преобразуется в ротовой аппарат, он формируется их хрящевых дуг, охватывающих переднюю часть пищеварительной трубки. Причем у низших позвоночных они сохраняются в течении всей жизни, а у высших позвоночных только в зародышевом состоянии. У рыб – 1ая дуга - челюстная, 2ая дуга- подъязычная ( для прикрепления к черепной коробке), 3я-4ая жаберные дуги служат для прикрепления жаберных лепестков. У наземных позвоночных животных висцеральный скелет сильно редуцируется. Верхняя часть челюстной дуги срастается с дном черепной коробки, из подъязычной дуги формируются слуховые косточки - наковальня, молоточек и стремечко. Вторая и третья жаберные дуги образуют щитовидный хрящ (у млекопитающих), из четвертой и пятой жаберных дуг образуются остальные хрящи гортани.

### **Эволюция нервной системы**

6.Функция нервной системы - обеспечивать ответную реакцию организма в ответ на воздействие внешней среды в форме рефлекса.



Впервые диффузная нервная система появляется у типа Кишечнополостные. Она представлена нервными клетками наружного слоя тела, которые расположены по всему телу и соединены между собой отростками.

Дальнейшее развитие нервной системы было связано с переходом от радиальной симметрии к билатеральной и заключалось в концентрации нервных клеток в разных частях тела.

Тяжистая нервная система у плоских червей представлена парными головными нервными узлами и отходящими от них нервными тяжами. У круглых червей уже возникает окологлоточное нервное кольцо с подглоточным и надглоточным ганглиями и отходящими от него парными тяжами.

Брюшная нервная цепочка у кольчатых червей образована нервным ганглием в головном отделе и отходящими от него двумя нервными тяжами, тянущимися по брюшной стороне. В каждом сегменте на нервных тяжах расположены парные нервные узлы. У членистоногих отмечается дальнейшее укрупнение нервных ганглиев в головном отделе (цефализация) и слияние нервных узлов при слиянии сегментов.

Разбросанно-узловая нервная система у моллюсков представлена тремя или пятью парами нервных ганглиев, расположенных в разных частях тела и соединенных между собой тяжами.

Нервная трубка - тип нервной системы, характерный для хордовых животных. У бесчерепных (класс Ланцетники) цнс представлена трубкой, которая сохраняет функции органа чувств, т.к. в ней есть светочувствительные клетки (глазки Гессе). Внутри нервной трубки есть полость - невроцель. В передней части трубки имеется расширение (зачаток головного мозга), а его полость - аналог желудочка мозга. Периферическая нервная система образована отходящими нервами.

У позвоночных животных в онтогенезе закладываются три мозговых пузыря. Из переднего пузыря развиваются передний и промежуточный мозг, среднего пузыря - средний мозг, задний - формирует мозжечок и продолговатый мозг. ЦНС представлена головным и спинным мозгом. Идет дифференциация серого и белого вещества.

У круглоротых головной мозг слабо развит, все пять отделов его располагаются в одной плоскости. Периферическая нервная система представлена 10 пар черепно-мозговых нервов и спинномозговыми нервами.

У рыб идет дифференциация головного мозга. Слабо развит передний мозг, но хорошо развиты зрительные доли среднего мозга и мозжечок. Имеется изгиб в среднем мозге, 10 пар черепно-мозговых нервов.

У земноводных хорошо развит передний мозг, который разделен на два полушария. Появляется серое вещество, образующее первичный мозговой свод. Имеется 10 пар черепно-мозговых нервов. Хорошо развита симпатическая нервная система и органы чувств.

У пресмыкающихся отмечается прогрессивное развитие отделов головного мозга, укрупнение полушарий и мозгового свода, закладывается вторичный мозговой свод. На поверхности полушарий появляются зачатки коры, увеличивается мозжечок, имеется изгиб в продолговатом и среднем мозге. Впервые из головного мозга выходят 12 пар черепно-мозговых нервов.

У птиц продолжается увеличение полушарий и зрительных долей, развитие мозжечка и коры больших полушарий. Имеют 12 пар черепно-мозговых нервов.

У млекопитающих головной мозг достигает наивысшего уровня развития. Увеличение полушарий головного мозга сопровождается формированием коры, образованием в ней извилин и борозд, завершением развития вторичного мозгового свода, прогрессивным развитием мозжечка. Из головного мозга выходят 12 пар черепно-мозговых нервов.

## **Лекция №26 Эволюция кровеносной и выделительной систем.**

### **1. Кровеносная система:**

- 1.1 Эволюция транспортных процессов в организме: транспорт питательных веществ, транспорт газов.
- 1.2 Закладка и эволюционное развитие кровеносной системы.
- 1.3 Сравнительный анализ кровеносной системы у высших Хордовых.
- 1.4 Аномалии развития кровеносной системы.

1.1 Условие и единственный способ существования живых организмов - это постоянный процесс обмена веществ между организмом и средой обитания. Обмен веществ осуществляется при непрерывном транспорте питательных веществ и кислорода к органам и тканям и непрерывного удаления из органов и тканей продуктов метаболизма и углекислого газа.

Транспорт всех этих веществ внутри организма осуществляется разными способами: диффузно или с помощью сосудов, объединяющихся в системы.

Диффузный транспорт: вещества от места их проникновения в организм до клеток тканей перемещаются по законам осмоса и диффузии. Процессы протекают медленно, регулируются градиентом концентрации, осуществляются за счет диффузных токов межклеточной жидкости. Встречаются преимущественно у низших многоклеточных животных: типы Губки, Кишечнополостные, Плоские черви. Процессы могут облегчаться наличием многочисленных разветвлений гастральной (класс Сцифоидные медузы), или кишечной полостей (классы Ресничные черви, Сосальщикообразные).

Дифференцировка токов тканевой жидкости в разнообразных направлениях приводит к формированию путей преимущественной циркуляции – появляются примитивные сосуды.

Развитие органов кровеносной системы происходит из мезодермы.

Эволюция сосудов идет в двух направлениях:

- по пути усложнения сосудистой стенки;
- превращения заполняющей сосуды жидкости в особую ткань – кровь.

В сосудистой стенке кроме эпителиальных элементов (клеток эндотелия сосудов появляются элементы мышечной ткани – стенка сосудов становится способной к сокращению; а затем соединительно-тканевые элементы, образующие внешнюю оболочку крупных сосудов у высших животных.

В жидкой части крови появляются различного типа кровяные клетки. Транспорт кислорода к тканям осуществляется за счет особого типа веществ, которые могут присутствовать в жидкой части крови или быть сосредоточены в клетках крови (гемоглобин, церулоплазмин, биливердин и т.д.). Эти вещества вступают в неустойчивую связь с кислородом и легко отдают его тканям.

## 1.2 В царстве Животных сформировались два типа кровеносных систем:

- замкнутая,
- незамкнутая.

Кровеносная система является замкнутой, если кровь циркулирует только по сосудам.

Кровеносная система является незамкнутой, если кровь из них изливается в пространства между органами (лакуны, синусы).

Впервые кровеносная система формируется у кольчатых червей.

Эта кровеносная система замкнутого типа. В ней выделяют два главных продольных сосуда: спинной и брюшной. Они соединяются кольцевыми сосудами в каждом сегменте тела. От главных сосудистых стволов отходят мелкие сосуды к поверхности тела и, отдельные, к жабрам у класса Многощетинковых червей. Здесь происходит газообмен. Движение крови осуществляется за счет пульсации спинного сосуда и кольцевых сосудов преимущественно в передних сегментах – эти сосуды играют роль сосудистого сердца. По спинному сосуду кровь движется к головному концу тела, а по брюшному к хвостовому концу тела.

У представителей типа Членистоногие кровеносная система незамкнутая. Пульсирующий спинной сосуд может быть разделен на несколько камер – сердец с клапанами между ними. По сосудам кровь изливается в щелевидные пространства между органами, омывает их, циркулирует вокруг органов дыхания, а затем стекает в окологердечную полость. Отсюда кровь всасывается в сердце через парные отверстия, снабженные клапанами.

У представителей типа Моллюски кровеносная система также незамкнутая, но начинается дифференцировка на венозные и артериальные сосуды. Сердце имеет окологердечную сумку – перикард, состоит из нескольких предсердий – в них впадают вены, и одного желудочка – от него отходят артерии.

## 1.3 Тип Хордовые. У всех представителей типа Хордовые

кровеносная система замкнутая, 1-2 круга кровообращения, сердце, либо сосуд его заменяющий находятся на брюшной стороне.

Подтип Бесчерепные. Класс Ланцетники. Замкнутая кровеносная система, 1 круг кровообращения. Функцию сердца выполняет брюшная аорта – она пульсирует. В брюшной аорте находится венозная кровь. Венозная кровь по приносящим жаберным артериям направляется к жаберным перегородкам, а от них по выносящим жаберным сосудам артериальная кровь собирается в корни спинной аорты, затем в спинную аорту. От спинной аорты метамерно отходят артерии к органам и тканям. От органов и тканей венозная кровь по системе вен собирается в передние и задние кардинальные вены, которые сливаются в Кювьеровы протоки. По Кювьеровым протокам кровь возвращается в брюшную аорту. У Ланцетников впервые появляется также система сонных артерий и яремных вен.

У водных позвоночных (класс Рыбы) впервые появляется сердце. Оно имеет две камеры: предсердие и желудочек. В сердце циркулирует только венозная кровь. У рыб один круг кровообращения. Артериальная и венозная кровь в системе кровообращения рыб не смешиваются. Циркуляция крови рыб подобна циркуляции у класса Ланцетники. (Слайд № 1).

Дальнейшая эволюция системы кровообращения связана с выходом животных на сушу и появлением легочного дыхания. В сердце циркулирует как венозная, так и артериальная кровь.

Разделение этих двух токов в сердце связано с появлением перегородки сначала в предсердиях, а затем и в желудочке (сердце становится сначала трехкамерным (класс Земноводные), а затем и четырехкамерным (класс Пресмыкающиеся). (Слайды № 2 – 5).

Класс Земноводные. Кровеносная система замкнутая, имеет 2 круга кровообращения. Сердце трехкамерное. В левом предсердии находится артериальная кровь, в правом – венозная. В желудочке происходит разделение на артериальную, венозную и смешанную кровь с помощью спиралевидного клапана. Желудочек формирует артериальный конус от которого отходят кожно-легочные дуги аорты и сонные артерии. В дугах аорты находится смешанная кровь. Они объединяются в спинную аорту по которой к органам и тканям поступает смешанная кровь. По легочным артериям к легким идет венозная кровь. От органов и тканей кровь собирается в передние и задние полые вены, впадающие в предсердия.

Класс Рептилии. Кровеносная система замкнутая, имеет 2 круга кровообращения, трехкамерное сердце с неполной или полной (отряд Крокодилы) перегородкой. От желудочка отходит 3 сосуда: от левой части желудочка - правая дуга аорты. Несущая артериальную кровь, от середины желудочка – левая дуга аорты, несущая смешанную кровь, от правой части – легочные артерии, наполняемые венозной кровью. Дуги аорты соединяются в одну спинную аорту, несущую смешанную кровь (75% артериальной, 25% венозной крови).

У высших наземных позвоночных (Классы Птиц и Млекопитающих) замкнутая кровеносная система представлена двумя кругами кровообращения (большим и малым). Сердце разделено на 4 камеры: два предсердия и два желудочка. Артериальная и венозная кровь циркулирует в сердце изолировано.

Большой круг кровообращения начинается от левого желудочка. Артериальная кровь по артериям разносится к органам и тканям, где по капиллярам, отдав кислород и превратившись в венозную, переходит в вены и собирается в правое предсердие. Малый круг кровообращения начинается от правого желудочка, от которого венозная кровь по легочным артериям попадает в легкие, где окисляется, а окисленная (артериальная) по легочным венам поступает в левое предсердие. У Птиц и Млекопитающих зеркальное расположение дуг аорты: у Птиц сохраняется правая, а у Млекопитающих – левая дуги аорты.

Дуги аорты у представителей подтипа Позвоночные в эмбриогенезе закладываются впереди от сердца вместе с непарной брюшной аортой и гомологичны дугам кровеносной системы ланцетников. Но у позвоночных происходит редукция дуг аорты. Их число равняется числу висцеральных дуг. (класс Круглоротые – 5 -15 пар, класс Рыбы – 6 -7 пар, наземные позвоночные – 6 пар). 1 – 2 пары дуг аорты у позвоночных полностью или значительно редуцируются. Из третьей пары у Рыб формируются приносящие и выносящие жаберные артерии, а у наземных позвоночных значительно видоизменяясь – сонные артерии. 4 пара дуг – является основой для формирования собственно дуг аорты. У амфибий и рептилий они развиваются симметрично (Слайд № 6), тогда как у Птиц – только правая, а у Млекопитающих – левая дуги аорты, при редукции парных им. Пятая пара дуг редуцирована у всех позвоночных, а шестая пара, утратив связь с брюшной аортой, превращается в легочные артерии. Сосуд, связывающий во время зародышевого развития легочную артерию со спинной аортой, называется боталловым протоком. Во взрослом состоянии он может сохраняться только у низших амфибий и рептилий.

1.4 Нарушениями закладки и развития кровеносной системы являются следующие патологические состояния:

1. аортальное кольцо вокруг трахеи и пищевода, которое формируется при отсутствии частичной редукции четвертой дуги аорты (сохранении правой артерии и ее корня) – при этом формируются обе дуги аорты, которые соединяются в спинную аорту. С возрастом аортальное кольцо сжимается;

2. незаращение межпредсердной перегородки в области овальной ямки (окна);

3. сохранение боталлова протока;

4. нарушение развития межжелудочковой перегородки – формирование трехкамерного сердца;

5. неполное разделение аорты и легочного ствола спиралевидной перегородкой и, следовательно, заброс венозной крови в артериальный кровоток;

6. Формирование прямой перегородки вместо спиралевидной приводит к транспозиции аорты и легочного ствола (декстрапозиция дуги аорты и синистропозиция легочного ствола).

Сочетанные аномалии формирования сердца и отходящих от него сосудов получили название триада, тетрада и пентада Фалло.

## 2. Выделительная система:

### 2.1 Эволюция процессов выделения в организме.

### 2.2 Закладка и эволюционное развитие выделительной системы.

### 2.3 Сравнительный анализ выделительной системы у высших Хордовых.

### 2.4 Аномалии развития выделительной системы.

Процесс выделения продуктов обмена веществ впервые появляется у одноклеточных организмов.

У организмов типа Простейшие выделение осуществляется либо всей поверхностью тела – осмотически, либо (у пресноводных) с помощью специальных органелл – выделительных (сократительных или пульсирующих).

Представители типов Гибки и Кишечнополостные осуществляют процесс выделения также всей поверхностью тела – осмотически и не имеют специальных органов.

У остальных представителей многоклеточных животных впервые развивающиеся органы выделения формируются из мезодермы.

Тип Плоские черви. Впервые появляющаяся экскреторная система образует систему канальцев разветвляющихся по всему телу и открывающуюся наружу одним отверстием. Называется такая система – протонефридиальной. Слайд № 7. От главных каналов отходят мелкие разветвления, которые заканчиваются в паренхиме крупными звездчатыми канальцевыми клетками. Звездчатые клетки всасывают продукты

метаболизма из межклеточной жидкости, окружающей паренхиматозные клетки. Реснички звездчатых клеток направляют ток жидкости в каналец. Поступательный ток жидкости в канальце заставляет ее перемещаться к выделительной поре.

Тип Круглые черви. Сохраняется протонефридиальный тип выделительной системы, но протонефридии редуцированы, в виде двух канальцев по бокам тела, открывающиеся общей выделительной порой позади губ. Имеются дополнительные органы выделения – кожные железы.

Тип Кольчатые черви. Одновременно с развитием целома у Кольчатых червей формируется метанефридиальная выделительная система. Метанефридии (Слайд № 8) представляют собой систему извитых канальцев расположенных в каждом сегменте попарно и метамерно таким образом, что каждый сегмент тела содержит 2 канальца. Каждый каналец начинается от нефростомы – воронки, края которой окружены ресничками, создающими ток жидкости в воронку и каналец, прободающий стенку сегмента и переходящий в следующий сегмент, в котором каналец открывается выделительной порой – нефропорой на боковой поверхности тела. Стенки канальца как и нефростома обладают выделительной функцией.

В связи с редукцией вторичной полости тела у представителей типов Членистоногие и Моллюски метанефридии также редуцируются и видоизменяются. У представителей класса Ракообразные органы выделения представлены парными органами – зелеными железами или целомодуктами, у классов Паукообразные и Насекомые – мальпигиевыми сосудами. Во всех случаях отмечается редукция нефростом, канальцев и уменьшение количества выделительных пор. У Паукообразных и Насекомых появляются дополнительные выделительные железы накопительного типа:

- коксальные железы (Паукообразные),
- жировое тело (Насекомые). Во всех случаях нарушается принцип метамерного расположения органов выделения, но начинается их концентрация.

У представителей типа Хордовых выделительные органы построены по типу нефридиев (Слайд 9). Нефридии у представителей подтипа Бесчерепные, класс Ланцетники расположены попарно и метамерно (100 пар). Один конец нефридия открывается в целом воронками, окруженными ресничками и соленицитами – канальцевыми клетками с ресничками, создающими ток жидкости в воронку и далее в собирательную трубочку нефридия. Второй конец нефридия открывается выделительной порой в околожаберную полость.

Дальнейшая эволюция выделительной системы в типе Хордовых заключается в переходе от нефридиев низших Хордовых к первичной, а затем и вторичной почкам, имеющим большое количество выделительных канальцев, объединенных общим выводным протоком.

У подтипа Позвоночные органы выделения представлены парными почками, снабженные выводными каналами – мочеточниками. В процессе эмбриогенеза позвоночных животных последовательно развиваются: предпочка или головная почка (pronephros), затем первичная или туловищная почка (mesonephros), и образуется вторичная почка (metanephros). Прогрессивное развитие органа показано на Слайде № 10.

Предпочка состоит из 6-12 метамерно расположенных воронок. Каждая воронка (нефростом) по краю несет реснички и открывается в полость тела. От воронок отходит прямой выделительный каналец (пронефрический канал). Сосудистые клубочки находятся вблизи воронок. Продукты метаболизма диффузно мигрируют из сосудов в целомическую жидкость, из нее в воронки почек, а затем в канальцы. Канальцы подобны метанефридиям кольчатых червей. Предпочка является у позвоночных животных исключительно зародышевым органом. У млекопитающих и человека она закладывается в эмбриогенезе, но не функционирует. Только у некоторых представителей подтипа Круглоротых (Миксины) она может функционировать во взрослом состоянии.

Первичная туловищная почка закладывается позади головной почки. Она образована метамерно расположенными парами ресничных воронок, образовавшихся из ножек туловищных сомитов. Канальцы, отходящие от воронок прорастают в сторону протоков пронефроса и пронефрический канал становится мезонефрическим.

Канал туловищной почки расщепляется на два канала: мезонефральный (вольфов) и парамезонефральный (мюллеров канал).

У низших позвоночных:

- у самок – вольфов канал становится мочеточником, а мюллеров яйцеводом;
- у самцов – вольфов канал одновременно и мочеточник и семяпровод, а мюллеров атрофируется.

У высших позвоночных:

- канальцы вторичной почки открываются в мочеточник, сформированный из заднего отдела вольфова канала;
- вольфов канал редуцируется у самок, а у самцов превращается в семяпровод;
- мюллеров канал редуцируется у самцов, а у самок выполняет функцию яйцевода.

Воронки как головной, так и туловищной почки еще открываются в целом, но у туловищной почки на стенке выделительного канальца появляется вырост в виде двухстенной чаши – капсула клубочка. В капсулу врастает сосудистый клубочек и формируется почечное тельце – таким образом в первичной почке устанавливается прямая связь между кровеносной и выделительной системами.

Выделительный каналец первичной почки удлиняется, образует изгибы, дифференцируется на отделы, что делает возможным обратное всасывание воды, глюкозы, аминокислот и др., происходит концентрация мочи. Параллельно происходит редукция воронок нефронов.

Первичная почка функционирует у Рыб и Амфибий в течение всей жизни. У высших позвоночных – Рептилий, Птиц, Млекопитающих она закладывается и функционирует в зародышевом состоянии.

У человека канальцы первичной туловищной почки закладываются на 4 неделе развития, а максимально развиваются в конце второго месяца, после чего начинается ее обратное развитие.

У Пресмыкающихся, Птиц, Млекопитающих параллельно начинает развиваться вторичная почка в тазовом отделе, позади туловищной.

Особенностью вторичной почки является усложнение строения нефрона на фоне редукции воронок.

Можно выделить:

- отсутствие воронок нефрона (нефростом), т.е. полностью утрачена связь с целомической полостью;
- капсула нефрона завершает свое развитие: в нее полностью погружен сосудистый клубочек;
- величина клубочков увеличивается (у человека до 100 капиллярных петель);
- выделительный каналец также полностью дифференцирован на:
  - проксимальный отдел (прямой и извитой),
  - петля,
  - дистальный отдел (извитой и прямой);
- каналец впадает в выделительную трубочку.

В сосудистых клубочках осуществляется фильтрация, в канальцах – реабсорбция, секреция и экскреция.

Одновременно происходит увеличение числа канальцев и нефронов в почках.

Так, например, у человека:

- предпочка – 10 канальцев;
- первичная почка – 100 канальцев;
- вторичная почка – 1 млн канальцев.

Или:

- тритон – 400 нефронов;
- лягушка – 2 тыс. нефронов, кролик 285 тыс. нефронов;
- человек – 1 млн. нефронов.

Трем этапам эмбрионального развития почек у позвоночных животных (предпочка, первичная, вторичная почки) соответствует смена почек в филогенезе разных классов подтипа Позвоночных. Слайд № 10.

У подтипа Круглоротых во взрослом состоянии функционирует первичная почка. У взрослых рыб и амфибий орган выделения первичная почка. У высших позвоночных (Пресмыкающиеся, Птицы, Млекопитающие) во взрослом состоянии функционируют только вторичные почки. У подклассов Клоачные и Сумчатые класса Млекопитающие до наступления половой зрелости функционирует и первичная почка. У большинства Позвоночных, за исключением Птиц, в задней части мочеточников образуется расширение – мочевого пузыря.

Таким образом эволюция почек у высших Хордовых животных идет в направлении увеличения числа нефронов и формировании более тесной связи с кровеносной системой, дифференцировки и усложнения капсулы нефрона, отделения выделительных каналов от половых.

Нарушениями закладки и развития выделительной системы являются следующие патологические состояния:

1. дистопия почек: одна или обе почки могут не подняться в процессе роста зародыша из тазовой области в поясничную, как это характерно для вторичной почки, – формируется «тазовая почка»;

2. при низком положении обеих почек и срастании их нижними полюсами формируется «подковообразная почка»;

3. обе почки могут сместиться в одну сторону от средней линии, формируя общую почечную массу – ассиметричная «удвоенная почка»;

4. число почек может быть меньше нормального (1) или больше нормального (3), с расположением третьей почки в проекции позвоночного столба.

## Лекция №27 Закономерности макроэволюции.

1. Макроэволюция – это эволюционные процессы, происходящие на надвидовом уровне. В результате образуются таксоны рангом выше вида (род, семейство, отряд, класс и т.д.)

Макроэволюция изучает процессы:

- 1) на больших пространствах
- 2) за длительный промежуток времени

**Главные направления эволюции органического мира**

- биологический прогресс
- биологическая стабилизация
- биологический регресс

Биологический прогресс – это: 1) возрастающие приспособленности организмов к окружающей среде, 2) ведущее к увеличению численности вида и 3) более широкому распространению в пространстве. Вид процветает.

Биологическая стабилизация – это 1) поддержание приспособленности организмов к данным условиям среды, 2) ведущее к поддержанию численности вида и 3) постоянного ареала жизни. Вид существует

Биологический регресс – это 1) снижение приспособленности организмов к условиям среды, в результате менее приспособленные организмы погибают, 2) численность вида уменьшается, 3) сокращается территория его проживания. Вид вымирает.

**Главные пути достижения биологического процесса по А. Н. Северцову:**

- **ароморфоз**
- **идиоадаптация**
- **общая дегенерация**

Ароморфозы – морфофизиологический прогресс, изменения, повышающие морфофизиологическую организацию и жизнедеятельность организмов. Это крупные эволюционные изменения. Они обуславливают появление новых групп органического мира – классов, типов и др. Например, выход организмов на сушу, возникновение кровеносной системы.

Идиоадаптации – частные изменения организмов, не повышающие уровень организации, но помогающие лучше приспособиться к условиям среды, а значит выжить и сохранить вид. Например, покровительственная окраска, сходство защищенных и незащищенных животных.

Общая дегенерация – морфофизиологический регресс, изменения, приводящие к упрощению организации и снижению функций органов или даже систем, вплоть до их исчезновения.

### **Направления эволюции групп**

#### **1) аллогенез**

#### **2) арогенез**

При аллогенезе у всех представителей данной группы сохраняются без изменения основные черты строения и функций. Уровень организации не меняется. Возникают одинаковые приспособления по принципу идиоадаптаций.

При арогенезе у некоторых групп внутри таксона появляются морфофизиологические отличия, повышающие уровень организации. Эти группы занимают новые адаптивные зоны. Возникают новые приспособления в связи с освоением новых сред обитания, что соответствует ароморфозам.

Адаптивная зона – совокупность экологической ниш, различающихся в деталях, но сходных по общему действию на организм факторов среды.

### **Формы эволюции групп**

**1. филитическая эволюция** – связана с постепенным длительным изменением древнего таксона, что приводит к изменению вида. Например эволюция парнокопытных.

**2. дивергентная эволюция** – независимое приобретение у родственных таксонов различных признаков. Причина – разные признаки возникают как приспособления к разным условиям среды обитания.

### **Соотносительные формы эволюции**

#### **1. конвергенция**

#### **2. параллелизм**

При конвергенции (схождении признаков) отсутствует генетическое и морфологическое родство. Но при этом две группы особей, находясь в одинаковых условиях среды и приобретают сходные адаптивные признаки (форма тела у акул и рыб, ихтиозавров, китообразных млекопитающих). Независимое приобретение не родственными организмами сходных признаков. Это происходит на основе формирования аналогичных органов. Сходство между организмами объясняется приспособлением к сходной среде. Органы, имеющие различное происхождение и строение, но выполняющие сходные функции, называются аналогичными. Например, крыло птицы и крыло бабочки, форма тела у акул и рыб, ихтиозавров, китообразных млекопитающих.

Параллелизм имеет место в том случае, когда два таксона, происходящие от одной предковой формы в результате дивергенции, в дальнейшем изменяются в сходном направлении. Независимое приобретение родственными организмами гомологичных органов. Сходство признаков объясняется как общностью происхождения, так и приспособлением к сходным условиям среды.

### **Правила эволюции групп**

- **правило необратимости эволюции**
- **правило прогрессивной специализации**
- **правило происхождения новых групп**

Правило необратимости эволюции (Л. Долло, 1893 г.)

"... невозможен возврат любой группы организмов в состояние, пройденное прежде."

Правило прогрессивной специализации (Ш. Делере, 1876 г.)

"... если группа организмов начала эволюционировать в каком – то направлении, то и в дальнейшем она углубляет свою специализацию в в наметившемся направлении."

Правило происхождения новых групп от малоспециализированных предков (Э.Коп, 1904 г)

"...только отсутствие узкой специализации не препятствуют возникновению новых адаптаций."

Биогенетический закон (Э Геккель, 1866 г.)

"Онтогенез есть краткое и быстрое повторение филогенеза." Мюллер сделал вывод о том, что ныне живущие организмы – разнообразные в своем развитии, повторяют путь, пройденный их предками.

Рекапитуляция – повторение структур, характерных для предков, в эмбриогенезе потомков. Рекапитулируют не только морфологические признаки – хорда, закладка жаберных щелей и т. д., но и особенности биохимической организации и физиологии, т.к. у организмов наблюдается единство генетического контроля развития. Но, опираясь на биогенетический закон, невозможно объяснить процесс эволюции: бесконечное повторение не рождает нового. В процессе эволюции конкретные онтогенезы отклоняются от пути, проложенного предковыми формами и приобретают новые черты. к Таким отклонениям относятся, например, ценогенезы – приспособления, возникающие у зародышей или личинок, адаптирующие их к среде обитания. У взрослых форм ценогенезы не сохраняются. Примеры ценогенезов: роговые образования во рту личинок бесхвостых земноводных, облегчающие им питание растительной пищей. У лягушонка в процессе метаморфоза они исчезают. Примеры: зародышевые оболочки, желточный мешок, аллантоис, плацента с пуповиной.

Центогенезы – приспособления, которые появляются только на ранних стадиях онтогенеза, они обеспечивают большую выживаемость потомства.

Другой тип филогенетически значимых преобразований – **филэмбриогенезы**.

Филэмбриогенезы – отклонения от онтогенеза, характерные для предков, проявляющиеся в эмбриогенезе, но имеющие адаптивное значение у взрослых форм (закладка волосного покрова у млекопитающих происходит рано, имеет значение у взрослых форм). В зависимости от того, на каких этапах эмбриогенеза возникают изменения, различают:

#### **Типы филэмбриогенезов**

- **анаболии**
- **девиации**
- **архаллакисы**

Анаболии (надставки) – отклонения от онтогенеза предков, возникающие на поздних стадиях развития зародыша, когда орган практически завершил свое развитие. Они не препятствуют рекапитуляции и проявляются в виде дополнительной стадии развития. Например, появление изгибов позвоночника, сращение швов в мозговом черепе.

Девиации - отклонения, возникающие в ходе морфогенеза органа, отклонения на средних стадиях развития зародыша. Первые стадии развития рекапитулируют, а затем развитие идет в новом направлении. Например, развитие сердца в онтогенезе млекопитающих: сначала сердце проходит стадию трубки, затем 2 - х, 3 – х, 4 – х камерного сердца.

Архаллакисы – изменения, обнаруживающиеся на уровне зачатков, на ранних стадиях развития, появляются новые закладки, выражающиеся в нарушении ранних дифференцировок или появлении принципиально новых закладок (закладка волос с самого начала отличается от закладок других придатков кожи позвоночных, развитие волос у млекопитающих отмечается на ранних стадиях развития).

Гетеротропии - отклонения места закладки органов в онтогенезе. У рыб сердце располагается под глоткой, а у наземных позвоночных оно функционирует и развивается вместе с легкими.

Гетерохронность – разновременность образования закладок органов и различная интенсивность их развития. Например:

- головной конец у всех хордовых развивается быстрее, чем органы, расположенные позади него.
- у человека зачаток верхних конечностей развивается быстрее, чем зачаток нижних.
- все структуры спинного и стволовой части головного мозга развиваются быстрее, чем нейроны полушарий.

## **Лекция №28 Введение в антропологию.**

### **1) Антропология – наука о человеке**

#### Разделы антропологии

- 1.Антропогенез
- 2.Морфология человека
- 3.Этническая антропология (расоведение)

#### 4. Физиологическая антропология

Антропогенез – раздел антропологии, изучающий процесс возникновения и становление человека, его место в системе животного мира.

Морфология человека – наука, изучающая вопросы индивидуальной изменчивости физического типа человека, возрастные и половые различия и т.д.

Расоведение – дисциплина, изучающая антропологический состав народов земного шара в прошлом и настоящем; формирование рас; историю расселения народов на Земле и др.

Физиологическая антропология – исследует физиологические и биохимические особенности и их вариации у человека (распределение групп крови в популяциях, вариации гемоглобина и т.д.)

##### Методы антропологии:

1. Антропоскопия – описание качественных признаков. Применяется в тех случаях, когда измерительная техника сложна, или еще не сконструирована (например: спина – прямая, сутулая; грудная клетка – плоская, коническая, цилиндрическая). Для описания признаков используют схему или шкалу. Примером схемы может служить составление словесного портрета в судебной медицине или криминалистике; или для описания цвета кожи предложена шкала из 12 оттенков; есть цветовая таблица для описания цвета радужной оболочки глаза.

2. Антропометрия – измерения от определенных участков тела (антропометрических точек). Например, измеряют размеры таза (в акушерстве); рост; длину конечностей; размеры черепа и т.д. На основе антропометрических данных разработаны стандартные размеры одежды, обуви, головных уборов.

В России антропология как самостоятельная наука сформировалась во второй половине 19 века благодаря трудам таких ученых, как К.М. Бэр, Н.Н. Миклухо-Маклай, А.П. Богданов, Д.Н. Анучин.

В 1919 году по инициативе Д.Н. Анучина в Московском университете была организована кафедра антропологии, а в 1922 году – институт антропологии. С 1923 г. кафедру и институт почти 60 лет возглавлял ученик Д.Н. Анучина – В.В. Бунак. В настоящее время базовым учреждением антропологической науки в нашей стране является НИИ и музей антропологии имени Д.Н. Анучина в Москве.

Значительный вклад в развитие антропологии внесли отечественные ученые – Алексеев В.П., Богданов А.П., Зубов А.А., Кочеткова В.И., Рогинский Я.Я., Урысон М.И., Якимов В.П. и др.

Первые идеи естественного происхождения человека возникли на основе материалистического мировоззрения философов античного мира. (Анаксимандр, Эмпедокл, Лукреций Кар).

Римский врач Гален, изучая анатомию обезьян, подчеркивал ее близость к человеческой анатомии.

В средние века сторонники естественного происхождения человека преследовались церковью. Так, в 1619 году был сожжен на костре итальянский философ Лючио Ванине за то, что осмелился сказать о возможном родстве человека и обезьян. К. Линней в своей классификации животного мира поместил человека в отряд Приматы, класс Млекопитающих.

В XVIII веке русский натуралист Афанасий Каверзнев признает идею происхождения человека от обезьян. В книге "О перерождении животных" (1778 г.) он пишет, что все животные произошли от одного ствола.

Ж.Б. Ламарк в 1809 году в книге "Философия зоологии" изложил свой взгляд. По его мнению, предком человека была древесная порода обезьян, которые пришли к двуногому хождению в результате упражнений и передаче по наследству приобретенных признаков.

Научная разработка вопроса происхождения человека была дана Ч. Дарвином. В 1871 году он публикует работу "Происхождение человека и половой отбор", в которой излагает данные естественных наук, подтверждающих животное происхождение человека.

Особое внимание Ч. Дарвин уделил общности эмоций и способов их выражения у человека и антропоидов (человекообразных обезьян). Он публикует работу "Выражение эмоций у человека и животных", в ней делает два вывода:

1) человек связан с обезьянами чертами элементарной психики

2) среди человеческих рас нет психических различий

Ч. Дарвин считал, что происхождение человека от древних антропоидов связано с естественным и половым отбором.

Значение социальных факторов в становлении современных людей было рассмотрено Ф. Энгельсом в работе "Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека" (1871 г.)

##### **Доказательства животного происхождения человека.**

1. Рудименты (органы, утратившие функции – копчик, аппендикс, третье веко).

2. Атавизмы (органы, признаки, имеющиеся у далеких предков – волосатость, хвостатость, многососковость, баталов проток, остаток заостренного уха).

3. Сходства в развитии зародыша (хрящевой скелет, жаберные дуги, симметричное отхождение сосудов от сердца, гладкая поверхность мозга и др.).

4. Мимика, общие паразиты, группы крови по системе АВО, общие болезни, 92% общих белков с шимпанзе, при молекулярной гибридизации общность ДНК с шимпанзе 92%, с гиббоном – 76% с макакой – 61%.



5. Левосторонняя дуга аорты, наличие диафрагмы, молочные и постоянные зубы, зрелые эритроциты без ядра и др.

#### **Отличия человека от животных.**

1. Приспособления к прямохождению (позвоночник S-образной формы, куполообразная стопа, большой палец имеет функцию опоры таз широкий)

2. Мозговой отдел черепа преобладает над лицевым. Отсутствуют надбровные дуги; челюсти и жевательная мускулатура развиты слабее.

3. Хорошо развиты мышцы – ягодичные, четырехглавые, икроножные.

4. Наличие гибкой кисти – органа труда.

5. Значительно развиты височные, лобные и теменные доли мозга. Появилась речь (вторая сигнальная система), абстрактное мышление, сознание.

4. Кожа лишена шерсти, стала гигантским рецепторным полем, способным приносить в мозг дополнительную информацию. Это послужило фактором интенсивного развития мозга.

#### **2) . Эволюция приматов и рода Homo.**

Первые следы жизнедеятельности приматов известны с конца мезозоя. Произошли они от насекомоядных млекопитающих. Ранние приматы образовали подотряд полуобезьян (Антропоидные, человекоподобные). В начале палеоцена эта группа приматов разделилась на две секции: широконосые и узконосые обезьяны. Они обладали рядом антропоидных черт: значительное развитие головного мозга, хватательные конечности; наличие ногтей, одной пары сосков и др. От узконосых обезьян произошла группа парапитеков, живших 25-45 млн. лет назад. Костные останки их найдены в Египте. Парапитеки вели древесный образ жизни, но могли передвигаться и по земле. В дальнейшем появились проплиопитеки (35 млн. лет назад), давшие начало гиббонам, орангам и дриопитекам, останки которых найдены в Африке, Индии, Европе. От одного из видов дриопитеков 14 млн. лет назад произошли обезьяны – рамапитеки. Они были всеядны, передвигались на задних ногах, имели рост 110 см, жили в различных географических зонах, объем головного мозга был менее 350 см<sup>3</sup>. Сокращение площади лесов, в связи с изменением климата, привело к появлению, у антропоидов нового способа передвижения – двуногого хождения, а освободившиеся передние конечности стали использоваться для взятия камней, палок и добычании пищи.

Рамапитеки дали начало нескольким видам австралопитеков, останки которых были обнаружены в Африке. Жили они 4 млн. лет назад. В черепе австралопитеков меньше был развит лицевой отдел; челюсти имели крупные коренные зубы, короткие клыки и резцы. Объем мозга составлял 450-550 см<sup>3</sup>, рост 120 см, вес 35-55 кг. Ходили вертикально. Питались растительной и мясной пищей. Для охоты объединялись в стада. Один из видов (австралопитек массивный) дал начало первому человеку – Homo habilis, жившему 2-3 млн. лет назад. Эти примитивные люди отличались от австралопитеков увеличением объема мозга до 700 см<sup>3</sup>, строением костей таза, укорочением лицевой части черепа. При раскопках рядом с костными останками человека умелого обнаружены примитивные каменные орудия из гальки (галечная культура).

Около 2 млн. лет назад произошло расселение человека умелого по Африке, Азии и образовались отдельные изолированные формы, которые сменяли друг друга и жили в период с 2 млн. до 140 тысяч лет назад. Их отнесли к виду Homo erectus (человек прямоходящий). К этой группе древнейших людей (архантропов) относят питекантропов, синантропов, Гейдельбергского человека. Останки питекантропа были обнаружены на острове Ява, синантропа – в Китае, Гейдельбергского человека – в Германии. Объем мозга их достигал 800-1000 см<sup>3</sup>, а строение бедренной кости свидетельствовало о прямохождении. Рост 170 см, вес 70 кг.

Древнейшие люди имели низкий, покатый лоб, с выраженным надбровным валиком, массивную челюсть. Они готовили орудия труда из камня (щельская культура), жили стадами в пещерах, использовали огонь, питались мясной и растительной пищей. Успешно охотились на буйволов, носорогов, оленей, птиц. Эволюция архантропов направлялась биологическими факторами, включающими жесткий естественный отбор и внутривидовую борьбу за существование. Наиболее перспективные направления эволюции архантропов это: 1) увеличение объема головного мозга 2) развитие общественного образа жизни 3) совершенствование орудий труда 4) использование огня для защиты от холода, хищников, приготовления пищи.

Древнейших людей сменили древние люди – палеоантропы (неандертальский человек), жившие 300-40 тыс. лет назад. Неандертальцы были неоднородной группой и их эволюция шла в двух направлениях. Подвид Homo sapiens neanderthalensis появился в результате мощного физического развития архантропов. У них были мощные надглазничные валики и массивная нижняя челюсть, больше похожая на челюсть человека, чем обезьяны, с зачатком подбородочного выступа. Неандертальцы жили в пещерах, охотились на крупных животных, общались между собой с помощью жестов, нечленораздельной речи.

На всех стоянках обнаружены следы костров и обгоревшие кости животных, что свидетельствует об использовании огня для приготовления пищи. Орудия труда их гораздо совершеннее, чем у предковых форм. Масса мозга неандертальцев около 1500 г, причем сильное развитие получили отделы, связанные с логическим мышлением. Рост 160 см. Костные останки неандертальца из Сен-Сезер (Франция) были найдены вместе с орудиями труда, свойственными верхнепалеолитическому человеку (мустьерская культура), что свидетельствует об отсутствии резкой интеллектуальной грани между неандертальцем и современным человеком. Имеются данные о ритуальных захоронениях неандертальцев на территории Ближнего Востока.

В конце 60-х годов XX столетия ученые выделили второй подвид H.s. sapiens (неоантропы). Представитель этого подвида - кроманьонец, останки которого были обнаружены на юге Франции в гроте Кро-Маньон. Наиболее древние ископаемые останки его, возрастом 100 тыс. лет, обнаружены также на территории Северо-Восточной Африки. Многочисленные находки палеоантропов и неоантропов на территории Европы, датирующиеся 37-25 тыс. лет, свидетельствуют о существовании обоих подвидов в течение нескольких тысячелетий. Неоантропы имели высокий рост до 190 см, объем мозга до 180 см<sup>3</sup>, тонкие черты лица, узкий нос, прямой лоб. Нижняя челюсть имела большой подбородочный выступ. Кроманьонцы были охотниками-собираателями, искусно делали каменные и костяные орудия труда, шили одежду, рисовали животных, сцены охоты, строили постоянные жилища из бивней и шкур мамонтов. Кроманьонцы образовывали семьи, родовые общины, у них была своя религия, членораздельная речь.

В тот же период неоантропы обитали уже не только в Европе и даже в Америке. Эти данные указывают на необычайно быстрый процесс расселения современного человека, что может быть доказательством "взрывного", скачкообразного характера антропогенеза в этот период как в биологическом, так и в социальном смысле. H.s. neanderthalensis в виде ископаемых остатков не обнаруживается позже рубежа в 25 тыс. лет. Быстрое исчезновение палеоантропов может быть объяснено вытеснением их людьми с более совершенной техникой изготовления орудий труда и метисацией с ними.

С возникновением человека современного физического типа роль биологических факторов в его эволюции свелась к минимуму, уступив место социальной эволюции. Об этом отчетливо свидетельствует отсутствие существенных различий между ископаемым человеком, жившим 30-25 тыс. лет назад, и нашим современником.

Движущие факторы антропогенеза:

I. Биологические:

- 1) борьба за существование,
- 2) естественный отбор, половой отбор
- 3) наследственная изменчивость,
- 4) мутационный процесс
- 5) популяционные волны
- 6) дрейф генов
- 7) изоляция

II. Социальные:

- 1) труд
- 2) общественный образ жизни
- 3) сознание
- 4) мышление
- 5) речь
- 6) огонь
- 7) мясная пища

### 3). Соотношение биологического и социального в современном человеке.

В органическом мире планеты люди занимают уникальное место, что обусловлено приобретением ими в процессе антропогенеза социальной сущности, которая «... в своей действительности есть совокупность общественных отношений». Это означает, что именно общество и производство, а не биологические механизмы обеспечивают выживание, всеветное и даже космическое распространение, процветание людей. Из социальной сущности людей вытекают также закономерности и главные направления исторического развития человечества. Человек включен в систему органического мира, которая складывалась на протяжении большей части истории планеты независимо от социального фактора и породила этот фактор в ходе своего развития. Человек и человечество составляют своеобразный, но обязательный и неотъемлемый компонент биосферы: «Человек должен понять, ... что он не есть случайное, независимое от окружающего (биосферы или ноосферы) свободно действующее природное явление. Он составляет неизбежное проявление большого природного процесса, закономерно длящегося в течение по крайней мере двух миллиардов лет». Благодаря животному происхождению жизнедеятельность человеческого организма основывается на фундаментальных биологических механизмах, которые составляют биологическое наследство людей.

Особенности развития жизни в одной из ее ветвей привели к соединению в человеке социального и биологического. Такое соединение отражает объективный результат биологической предыстории и настоящую историю вида Человек разумный. Характер взаимодействия социального и биологического в человеке нельзя представлять как их простое сочетание в некоторой пропорции или прямое подчинение одного другому. Особенность человеческого биологического заключается в том, что оно проявляется в условиях действия законов высшей, социальной формы движения материи.

Биологические процессы с необходимостью происходят в организме человека, и им принадлежит фундаментальная роль в определении важнейших сторон жизнеобеспечения и развития. Однако в популяциях людей эти процессы не приводят к результатам, обычным для остального мира живых существ. В качестве примера рассмотрим процесс

эволюции, которому в конечном итоге подчинены механизмы, функционирующие на всех основных уровнях организации жизни — молекулярно-генетическом, клеточном, онтогенетическом и др. Генофонды популяций людей вплоть до настоящего времени испытывают давление мутаций, комбинативной изменчивости, избирательного скрещивания, дрейфа генов, изоляции, некоторых форм естественного отбора. Вместе с тем благодаря действию социальных факторов естественный отбор утратил функцию видообразования. Это делает невозможным достижение закономерного биологического результата — появление новых видов рода *Homo*. Одно из необычных последствий действия элементарных эволюционных факторов в таких условиях заключается в выраженном наследственном разнообразии людей, которое в таких масштабах среди животных не наблюдается.

Приобретение социальной сущности и сохранение биологических механизмов жизнеобеспечения изменило процесс индивидуального развития людей. В онтогенезе человека используется информация двух видов. Первый вид представляет собой биологически целесообразную информацию, которая отбиралась и сохранялась в процессе эволюции предковых форм и зафиксирована в ДНК клеток в виде генетической программы. Благодаря ей, в индивидуальном развитии складывается уникальный комплекс структурных и функциональных признаков, отличающих человека от других животных. Возникновение этого комплекса служит необходимой предпосылкой становления человека как социального существа. Второй вид информации представлен суммой знаний, которые создаются, сохраняются и используются поколениями людей в ходе развития общества и производственной деятельности. Это программа социального наследования, освоение которой человеком происходит в процессе его воспитания и обучения.

#### 4). Положение человека в системе животного мира.

Тип	Chordata (Хордовые)
Подтип	Vertebrata (Позвоночные)
Класс	Mammalia (Млекопитающие)
Подкласс	Placentalia (Плацентарные)
Отряд	Primates (Приматы)
Подотряд	Anthropoidea (Человекоподобные)
Секция	Cattarchini (Узконосные обезьяны)
Надсемейство	Hominoidea (Высшие узконосные обезьяны)
Семейство	Hominidae (Люди)
Род	Homo (Человек)
Вид	Homo sapiens (Человек разумный)

#### 5). Понятие о расах

Расы – исторически сложившиеся в определенных географических условиях группы людей, обладающие общими наследственно-обусловленными морфологическими и физиологическими признаками.

Внутри человечества выделяют три основные большие расы:

- 1)европеоидная
- 2)австрало-негроидная
- 3)монголоидная

Расовые типы отличаются цветом кожи, структурой волос, разрезом глаз. По остальным признакам не отличаются, так как относятся к одному виду – *Homo sapiens sapiens*.

Для европеоидной расы характерны: светлая пигментация кожи, мягкие волосы (прямые или волнистые), обильное развитие бороды и усов, глаза от голубых до карих и черных.

Для монголоидной расы характерны; жесткие темные волосы, темные глаза, желтоватая кожа, уплощенное лицо, с выделяющимися скулами, плоское переносье, совкообразные резцы, эпикантус.

Для негроидной расы характерны: темные курчавые волосы, темная кожа и глаза, полные губы, широкий нос, слабое или среднее развитие волосяного покрова, лицевая часть черепа выступает в вертикальной плоскости.

Одни антропологи считают, что расовая дифференцировка складывалась у древнейших людей, проживавших в Азии, Африке, Европе.

Другие считают, что расовые типы возникли позднее в Восточном Средиземноморье. В среднем палеолите, когда жили неандертальцы, возникли два очага расообразования: западный и восточный.

Многие расовые признаки возникали первоначально вследствие появления мутаций. Под давлением отбора на разных этапах расогенеза эти признаки, имеющие приспособительное значение, закреплялись в поколениях.

В результате социально-экономических и культурных взаимоотношений между народами роль смешения рас (метисация) увеличивалась, а роль отбора и изоляции уменьшалась. Границы расовых ареалов становились расплывчатыми.

Доказательством единства человечества могут служить локализация у представителей всех рас кожных узоров типа дуг на втором пальце, одинаковый характер расположения волос на голове, способность вступать в брак с представителями других рас и давать плодовитое потомство.

## Лекция №29 Молекулярная генетика. Доказательства роли ДНК в передаче наследственной информации.

Научные доказательства участия молекул ДНК в передаче наследственной информации. Открытия:

- а) Вирусы, строение, особенности жизнедеятельности.
- б) трансформация у бактерий.
- в) Конъюгация у бактерий.
- г) Трансдукция у бактерий.
- д) Лизогения у бактерий.
- е) Свойства ДНК.

Краткое изложение лекционного материала.

а) Вирусные частицы – это органические кристаллы, состоящие из ДНК или РНК и белковой оболочки – капсида. В эксперименте было обнаружено, что в клетку-хозяина проникает не вся вирусная частица, а лишь ДНК (РНК), а капсид остаётся снаружи. Проводили опыт: помечали ДНК вируса радиоактивным фосфором, а капсид – радиоактивной серой. В клетке-хозяине обнаруживали ДНК вируса, которая встраивалась в ДНК клетки-хозяина, реплицировалась (самовоспроизводилась) и за счет этого собирались новые вирусные частицы, содержащие ДНК, помеченную радиоактивным фосфором. Затем частицы выходили из клетки и поражали другие клетки.

Далее было выяснено, что чистая ДНК вируса табачной мозаики вызывала все типичные признаки болезни. Более того, создали гибриды из вирусов, в которых капсид от одного вируса, а ДНК – от другого. В таких случаях генетическая информация гибрида всегда соответствовала тому вирусу, чья ДНК входила в состав гибрида.

Гибель бактериальных клеток могут вызвать бактериофаги – вирусы избирательно поражающие только бактерии. Пример: фаг  $T_2 \lambda$ , поражающий *Escherichia coli*:

1. Фаг фиксируется на клеточной оболочке бактерии;
  2. Лизует с помощью ферментов, содержащихся в капсиде оболочку бактерии;
  3. ДНК фага проникает внутрь клетки;
  4. ДНК встречается в геном. (слайд 1).
  5. Происходит репликация ДНК фага, синтез фаговых белков и сборка фаговых частиц за счет структур бактериальной клетки.
  6. Фаги покидают клетку бактерии, разрушая ее. Проявляется такое их свойство как вирулентность.
- б) В 1928 году Гриффит открыл явление трансформации у пневмококков в системе *in vivo* (слайд8 – опыт с бескапсульными и капсульными бактериями на мышах). Почему так происходило, Гриффит не мог объяснить.

Лишь в 1944 г. О.Эйвери и М.Карти установили, что веществом, трансформирующим штамм пневмококков в другой штамм является ДНК. Но и после этого высказывались сомнения, что не ДНК, а примесь белка ответственна за трансформацию. Очистка препарата была доведена до того, что на 1мг ДНК приходилась 1 молекула белка. При этом, если в препарат ввести фермент ДНК-полимеразу (т.е. разрушить ДНК), то трансформирования не происходило.

С другой стороны, введение ферментов, разрушающих белки, не влияло на трансформацию. На этом свойстве основана устойчивость бактерий к антибиотикам.

- в) В 1946 г. Д.Ж.Ледерберг и Э.Татум обнаружили половой процесс у бактерий, названный конъюгацией (слайды 3, 4, 5)
- г) В 1952 г. Д.Ж.Ледерберг и Н.Зиндер в опытах на профагах (умеренных бактериофагах) доказали возможность фрагментарного переноса ДНК клетки хозяина вирусом в другую клетку, в результате чего клетка - реципиент приобретает некоторые новые признаки. Это явление назвали трансдукцией. В этом же году Д.Херши и М.Чейз на модели с радиоактивно-меченой ДНК вируса получили новые доказательства роли ДНК в передаче наследственной информации (слайд 6, 7, 10).
- д) Явление лизогении- носительство умеренного фага с последующим множественным выходом вирусных частиц и гибелью клетки. Вирус в мутантных клетках приобретает лизогенные свойства. Вирусная ДНК становится рекомбинативной, может содержать новые фрагменты – "прыгающие элементы" (слайд 2, 10)
- е) В 1953 Дж. Уотсон, Ф. Крик подвергли ДНК химическому гидролизу с денатурацией (утратой) ее нативной структуры. Свойства ДНК при этом исчезали.

Особые свойства нативной ДНК как носителя наследственной информации:

- 1) реплицирование – образование новых цепей комплиментарно;
- 2) самокоррекция – ДНК-полимераза отщепляет ошибочно реплицированные участки ( $10^{-6}$ );
- 3) репарация - восстановление;

Осуществление этих процессов происходит в клетке с участием специальных ферментов.

Организация наследственного материала у прокариот и эукариот.

Прокариоты:

- 1) Наследственный материал в единственной кольцевой молекуле ДНК.
- 2) ДНК располагается во внутренней части цитоплазмы – эндоплазме.
- 3) Ген целиком состоит из кодирующих последовательностей экзонов, регуляторные участки расположены на его концах.
- 4) Созревание ДНК происходит за счет отсечения концевых участков молекул, нет сплайнинга.
- 5) Транскрипция и трансляция идут на ДНК одновременно.
- 6) Транскрипция катализируется одним ферментом – РНК -полимеразой.

Эукариоты:

- 1) Наследственный материал в линейных структурах - хромосомах , их число – видовой признак.
- 2) Наследственного материала у эукариот больше по объему, чем у прокариот.
- 3) Хромосомы отделены от остальных компонентов клетки ядерной оболочкой.
- 4) Гены у эукариот содержат как кодирующие нуклеотидные последовательности коллинеарные белковым структурам - экзоны, так и некодирующим, регуляторные фрагменты – неколлинеарные белкам – интроны. Поэтому первичная ядерная РНК-про и-РНК обладает большей молекулярной массой, чем матричная и-РНК.
- 5) Для эукариот характерен процессинг:
  - а) удаление интронов с помощью ферментов- рестриктаз;
  - б) сшивание экзонов – сплайтинг – осуществляется за счет ферментов – лигаз.
  - в) выход зрелой матричной и-РНК в цитоплазму и связывание с рибосомами и полисомами.
- 6) Транскрипция и трансляция осуществляется на хромосомах в разное время.
- 7) Процессы образования различных видов РНК катализирует различные РНК – полимеразы. Внеядерная транскрипция осуществляется РНК – полимеразами оргanelл.