

1. Эволюция систем организма.

1.1 Эволюция покровов.

1.2 Эволюция опорно-двигательной системы.

1.3 Эволюция опорной системы.

- Развитие опорных элементов свойственно любому организму - растительному и животному. У многих растений опорные функции несут толстые целлюлозные стенки, вырабатываемые каждой клеткой, у древесных растений эти стенки для большей прочности пропитаны сложным химическим соединителем - лигнином, у других растений этой же цели служит тургорное давление. У наземных растений клетки образуют ткани, которые также выполняют опорную функцию, и эти ткани располагаются во всех его частях - корне, стебле, листе. Ксилема и флоэма, находящиеся в центре растительного организма, как бы берут на себя функции внутренней опоры и вместе с корой помогают растению находиться в вертикальном положении и противостоять внешним воздействиям.
- Скелет животного может быть расположен на поверхности (наружный скелет, или экзоскелет) или внутри тела (внутренний скелет, или эндоскелет). Скелетные структуры появляются уже у простейших, например у радиолярий - они обладают сложным и красивым внутренним скелетом, состоящим из кремнезема, а у раковинных амёб - наружный скелет из углекислого кальция. Твердые панцири раков и крабов, раковины устриц, мидий, улиток - примеры экзоскелетов. Однако экзоскелеты затрудняют рост. Улитки и двустворчатые моллюски решают эту проблему, достраивая свои раковины, а членистоногие (большинство) сбрасывают старые покровы и взамен них образуют новые, более просторные, впоследствии также отвердевающие. У головоногих моллюсков формируется внутренний хрящевой скелет - головная капсула, защищающая головной мозг животных. У более высокоорганизованных животных формируется внутренний скелет, не ограничивающий рост внутренних органов. У кишечноротовых эту функцию берет на себя мезогля (неклеточное вещество), в которой располагаются отдельные скелетные элементы. Появление третьего зародышевого листка - мезодермы предопределило появление внутреннего скелета, выполняющего опорную и защитную функции.
- Позвоночным животным (и человеку) свойственно наличие внутреннего скелета. Скелет акул и скатов состоит из хряща, но у высших рыб и у других позвоночных большая часть хряща заменилась костью. Скелет человека состоит примерно из двухсот костей, число их варьирует в разные периоды роста, так как некоторые кости сначала разъединены, а впоследствии постепенно срастаются. Скелет наземных животных служит для передвижения и поддерживает тело над поверхностью земли. Одновременно он служит надежной основой для прикрепления мышц, связок и сухожилий, тем самым создавая возможность для движения тела.

1.4 Эволюция двигательной системы.

1.4.1.1 Движения у растений.

ТАКСИСЫ - движения целого самостоятельного организма, проявляющиеся в его пространственном перемещении относительно раздражителя.

ВИДЫ ТАКСИСОВ:

- Фототаксис
- Термотаксис
- Хемотаксис

2. ТРОПИЗМЫ - двигательная реакция органов и частей растения на односторонне ориентированное воздействие фактора окружающей среды. Они осуществляются медленно и не требуют наличия специальных эффекторных клеток. Цветки многих растений регулярно раскрываются и закрываются в определенное время суток или в ответ на внешние раздражения, что также связано с изменениями тургорного давления в специальных клетках лепестков.

ВИДЫ ТРОПИЗМОВ:

- Геотропизм:
 - **положительный** - у стеблей;
 - **нулевой (диагеотропизм)** - у боковых ветвей, боковых корней, корневых волосков и корневищ;
 - **отрицательный** - у корней.
- Фототропизм
- Магнитотропизм
- Хемотропизм
- Термотропизм
- Травматропизм

3. НАСТИИ- двигательные реакции частей растения на диффузно направленные раздражители.

ВИДЫ НАСТИЙ:

- Эпинастии - изгиб вниз (лист мимозы в ответ на увеличение тургорного давления);
- Гипонастии - изгиб вверх (у душистого табака листья на ночь поднимаются вверх);
- Никтинастии - ночной сон у растений (закрытие чашечки венчика);
- Фотонастии - раскрытие лепестков при увеличении освещенности;
- Термонастии - раскрытие лепестков венчика в ответ на увеличение температуры (у тюльпана и мака);
- Сейсмонастии - изменение положения листьев в ответ на удар или сотрясение (у мимозы и кислички);

4. НУТАЦИИ - способность растений к маятникообразным и круговым движениям (у лазящих, вплетающихся и насекомоядных растений).

5. БЫСТРЫЕ ДВИЖЕНИЯ.

Однако некоторые растения способны к более быстрому движению, что связано с наличием особых клеток - эффекторов. Такие клетки есть у мимозы, листья которой складываются в течение 1-2 с. Складывание листочков обусловлено изменением тургорного давления в специализированных клетках, расположенных

у основания черешка. Быстрые реакции свойственны и другому растению - венериной мухоловке, есть и другие примеры.

1.4.1.2 Движения у животных.

Движение цитоплазмы в некоторых клетках растений, у простейших и у миксомицетов, биение ресничек и жгутиков - также движения, совершающиеся в ответ на стимул, они не связаны с работой мышц, однако химическая природа этих движений сходна с работой мышц. У простейших появляются сократительные волокна, которые у кишечнорастворных становятся более мощными, как например у медуз. Мышцы животных (от плоских червей до человека) сходны, поскольку они состоят из волокон, содержащих сокращающиеся белковые нити. У большинства беспозвоночных имеется только гладкая мускулатура, но у членистоногих - уже поперечнополосатая. Для позвоночных животных характерно преобладание поперечнополосатой мускулатуры, но стенки сосудов и многих внутренних органов (в частности, пищеварительная система) имеют гладкую мускулатуру, что свойственно и человеку. Все мышечные сокращения сопровождаются электрическими явлениями - потенциалами действия. Как правило, мышечные волокна «включены» в мышце параллельно, поэтому разность потенциалов даже в самой большой мышце не больше той, которую создает отдельное волокно. Но в электрических органах рыб видоизмененные мышечные клетки (электрические пластинки) соединены последовательно. Если в каждой отдельной пластинке разность потенциала около 0,1 В, то при разряде электрического органа, состоящего из нескольких тысяч таких пластинок, напряжение может достигать сотен вольт. Так, электрический орган угря может создать потенциал в 400 В и больше.

1.5 Эволюция пищеварительной системы.

- Растительные организмы синтезируют сами все необходимые им органические вещества и поэтому не нуждаются в пищеварительной системе. Водоросли поглощают все питательные вещества из окружающей среды (воды) без помощи каких-либо специальных приспособлений. Наземные растения получают двуокись углерода из воздуха, главным образом с помощью листьев, а воду и минеральные вещества всасывают из почвы с помощью корней. Существует несколько видов насекомоядных растений. Они не имеют особой пищеварительной «системы», но выделяют ферменты, сходные с ферментами животных. Транспорт веществ по растению осуществляется по системам тканей (главным образом флоэме и ксилеме), вода и газы могут транспортироваться по межклетникам. Поступление веществ осуществляется путем простой диффузии, облегченной диффузии или путем активного переноса. Растворы, движущиеся по флоэме и ксилеме, представляют собой сложные смеси органических и неорганических веществ, состав которых различен у разных растений, а также в различных его органах и в разное время года. Сок растений содержит до 98% воды, а также соли, сахара, аминокислоты, ферменты и другие белки, органические кислоты (лимонную, яблочную и др.) и гормоны (например индолилуксусную кислоту). Растительный

сок имеет несколько кислую реакцию (рН - 7-4,6). Синтезируемые питательные вещества растения могут запасать, поскольку производимое количество значительно превышает потребность самого растения в питательных веществах на текущие процессы жизнедеятельности (до 20 раз).

- Пищеварение у простейших происходит в одной клетке (тело простейших состоит из одной клетки). Поступление веществ осуществляется также путем диффузии и активного переноса, но у них существует пиноцитоз (поступление жидких питательных веществ) и фагоцитоз (захват крупных органических веществ и бактерий с помощью ложноножек). Переваривание происходит в пищеварительных вакуолях: пищеварительные ферменты, образующиеся в цитоплазме, поступают внутрь вакуоли и переваривают пищу, затем расщепленные вещества через стенку вакуоли всасываются в цитоплазму, где ассимилируются или используются для получения энергии. У гидры нет пищеварительной системы, хотя она и многоклеточна, переваривают пищу клетки энтодермы (внутреннего слоя клеток). Они выделяют пищеварительные ферменты в просвет полости, где пища размельчается (внеклеточное переваривание) и затем всасывается внутрь энтодермальных клеток, в которых происходит окончательное внутриклеточное переваривание. Непереваренные остатки пищи выбрасываются через то же отверстие в полости, через которое пища поступает. У плоских червей (имеющих три зародышевых листка) имеется пищеварительная система, состоящая из рта, глотки и желудка, но нет анального отверстия: поступление пищи внутрь и выход остатков наружу происходит одним и тем же путем, желудок сильно разветвлен, а его ветви заходят почти во все части тела, что облегчает распределение всосавшейся переваренной пищи. Планарии, при голодании могут частично переваривать свои собственные органы и таким образом долгое время обходиться без пищи. У круглых червей впервые появляется анус, что создает предпосылки для последовательной обработки пищи различными ферментами с различными оптимумами рН.
- Дождевые черви обладают полной пищеварительной системой: она состоит из рта, мышечной глотки, пищевода, зоба с мягкими стенками, где пища сохраняется про запас, твердого мышечного желудка, в нем пища измельчается при помощи мелких камешков, поступивших вместе с пищей, прямой и длинной кишки, в которой осуществляется внеклеточное переваривание пищи, и анального отверстия, через которое удаляются переваренные остатки пищи. У других беспозвоночных строение пищеварительной системы примерно такое же, но имеет свои особенности. У некоторых беспозвоночных - червей, головоногих моллюсков, ракообразных и морских ежей - имеются твердые зазубренные ротовые части, которыми животное может отрывать и измельчать пищу. У насекомых в связи с разнообразием используемой пищи формируется различный ротовой аппарат (сосущий, грызущий, лижущий, лакающий и т.д.), продукты переваривания всасываются путем простой диффузии или активного переноса.
- На ранних этапах эволюции позвоночных животных их пищеварительная система постепенно усложнялась, в ней появлялись новые органы. У всех современных животных - от рыб до человека - эта система построена по единому плану: за желудком следует тонкая кишка, в которой переваривается большинство видов пищи, там же происходит и всасывание, за тонкой кишкой следует толстая кишка, где процессы переваривания и всасывания завершаются. У позвоночных - более совершенные пищеварительные железы -

печень и поджелудочная железа (пищеварительные железы есть у моллюсков, часто пищеварительная железа несет функции печени и поджелудочной железы одновременно). Пищеварительные железы являются выростами пищеварительного тракта, а в процессе онтогенеза превращаются в самостоятельные органы. Связь с тонкой кишкой они сохраняют с помощью протоков, открывающихся в кишку. У позвоночных животных в связи с их приспособленностью к обитанию в различных экологических условиях и использованием разнообразной пищи выработались свои характерные особенности: усложнилось строение зубов, появился многокамерный желудок (например у жвачных), удлиняется кишечный тракт (у растительноядных) и др. Тем не менее, у всех животных, от самых низших до наиболее организованных, химия пищеварения и участвующих в нем ферментов очень сходны. Таким образом, в ходе эволюции пищеварительная система постепенно усложнялась, добавлялись новые органы и, наконец, выработался сложный механизм, который достиг наибольшей сложности у человека.

1.6 Эволюция выделительной системы.

- Растения, в отличие от животных, выделяют лишь небольшие количества азотистых продуктов, которые выводятся в виде аммиака путем диффузии. Водные растения выделяют продукты метаболизма путем диффузии в окружающую среду. Наземные же растения накапливают ненужные вещества, например, соли и органические вещества - кислоты в листьях и освобождаются от них при листопаде, или стеблей и листьев. За счет изменения тургорного давления в клетках растения могут переносить сдвиги в осмотической концентрации окружающей жидкости до тех пор, пока она остается ниже осмотической концентрации внутри клеток. Если же концентрация растворенных веществ в окружающей жидкости выше, чем внутри клеток, то происходит плазмолиз и гибель клеток.
- Простейшие освобождающиеся от продуктов метаболизма путем диффузии их через мембрану, если концентрация выделяемых веществ в окружающей воде ниже, чем в клетке. Для удаления излишка воды простейшие, обитающие в пресной воде, имеют сократительные вакуоли, у морских простейших, обитающих в среде, изотоничной по отношению к содержимому их клеток, сократительных вакуолей обычно не бывает. Губки и кишечнополостные не имеют специальных органов выделения - продукты обмена удаляются путем диффузии. Первые выделительные органы самого простого строения появляются у плоских червей и немуртин - протонефридии, или пламенные клетки. Пламенные клетки в основном регулируют содержание воды в организме, продукты же обмена выводятся путем диффузии через кожу или выстилку пищеварительной полости. У кольчатых червей в каждом сегменте тела имеется по паре специализированных выделительных органов - метанефридиев. Метанефридий - это каналец, открытый с обоих концов: внутренний конец его открывается в целомическую полость предыдущего сегмента воронкой, снабженной ресничками, а другой конец открывается наружу выделительной порой. Биением ресничек продукты обмена удаляются из организма, а вода и глюкоза всасываются в капилляры, оплетающие нефридий. Дополнительным экскреторным органом кольчатых червей служат хлорогеновые клетки, блуждающие по целому. Эти клетки фагоцитируют

твердые частицы отходов метаболизма и откладывают их затем в коже как пигмент.

- Органами выделения ракообразных являются зеленые железы, расположенные у основания антенн и представляющие собой целомический мешок с зеленоватой железистой камерой и каналом, идущим в мочевой пузырь. Моча накапливается в мочевом пузыре, а затем изливается наружу. У насекомых имеются мальпигиевы трубочки, открывающиеся в пищеварительный тракт. Они располагаются в гемоцеле, из которой продукты обмена (путем диффузии или активного переноса) поступают в трубочки, а затем в пищеварительный тракт. Вода всасывается в трубочках или пищеварительном тракте, а основной продукт обмена - мочевая кислота по мере всасывания воды осаждается и выделяется в виде сухой пасты. Таким образом организм насекомого сберегает воду.
- У моллюсков главными органами выделения являются почки, по своему строению напоминающие метанефридии. Кроме того, они имеют особые железы, поглощающие продукты диссимиляции. Выделительная система у всех позвоночных в основных чертах одинакова: она состоит из почечных канальцев - нефронов, с помощью которых из крови удаляются продукты метаболизма. У низших позвоночных нет боуменовой капсулы, как у высших, поэтому канальцы открываются в полость тела. Эти пронефрические канальцы занимают промежуточное положение между метанефридиями кольчатых червей и мезонефрическими и метанефрическими канальцами высших позвоночных. У некоторых костных рыб почка утратила почечные клубочки (агломерулярная - бесклубочковая почка) и отфильтровывает из крови очень мало воды, а так как жидкости тела и кровь костных рыб гипертоничны по отношению к морской воде, то для восполнения воды морские костные рыбы пьют воду, а избыток солей удаляют с помощью специализированных солевых желез, расположенных в жабрах. Акуловые рыбы решают эту проблему другим путем: аммиак, образующийся в результате обмена веществ, в их организме превращается в мочевины, накапливающуюся в крови, способствуя тем самым повышению осмотического давления внутри тела. Почки у акуловых выделяют гипертоническую мочу (они не пьют морскую воду), часть воды поступает осмотическим путем через покровы. Пресноводные рыбы редко пьют воду, а их жабры поглощают соли путем активного переноса почки же выделяют обильную малоконцентрированную мочу для удаления излишка воды, которая всасывается через жабры и выстилку ротовой полости.
- Морские черепахи и чайки имеют в голове специализированные солевые железы, выделяющие избыток солей, полученных с морской водой. Морские же млекопитающие избыток солей удаляют скорее всего через почки.
- Амфибии имеют почечные канальцы примитивного строения, способные выделять обильную, малоконцентрированную мочу. Лягушка может терять ежедневно с мочой и через кожу до 1/3 массы тела. Роговой покров рептилий способствует сохранению воды в теле: клубочки почек очень мелкие и отфильтровывают воды из крови меньше, чем крупные клубочки пресноводных рыб и амфибий. У птиц и млекопитающих клубочки тоже не очень велики, но у них развивается петля Генле, в которой осуществляется обратное всасывание воды, и они выделяют гипертоническую (высококонцентрированную) мочу. Млекопитающие, обитающие в пустыне, должны обходиться малым количеством воды, поэтому у них петля Генле очень длинная и воды всасывается много больше, чем у других животных. У птиц и млекопитающих в

процессе эволюции выработалась почка третьего типа - метанефрос, канальцы которой имеют два сильно извитых участка (как и у человека) и длинную петлю Генле. В длинных участках почечного канальца происходит обратное всасывание воды и выделяется сильноконцентрированная моча. Все это позволило животным успешно приспособиться к жизни на суше и экономно расходовать воду.

- Эволюция мочевыделительной системы усложняется тем, что у многих животных некоторые ее части тесно связаны с системой размножения, поэтому обе эти системы рассматриваются вместе под названием мочеполовой системы.

ПОДРОБНО о позвоночных:

Выделительные органы всех позвоночных представлены почками, .Однако строение и механизм функционирования почек у разных групп позвоночных неодинаковы. У низших позвоночных первоначально закладывается система выделительных канальцев, которые открываются воронками — нефростомами — в полость тела и служат для непосредственного транспорта продуктов выделения. Близ воронок находятся небольшие вздутия со сплетением кровеносных сосудов — сосудистые клубки, играющие роль при транспорте продуктов выделения путем их фильтрации из крови. Противоположный конец каждой выделительной трубочки впадает в общий выводящий проток. Такой тип выделительного органа носит название головной почки или предпочки (пронефрос). Ее выводной проток именуется пронефрнческим каналом. Предпочки функционируют у низших позвоночных в зародышевом состоянии.

У взрослых особей низших позвоночных развивается другой тип почки — туловищная, или первичная, почка (мезонефрос). Мезонефрос закладывается позади предпочки. Его выделительные канальцы почти теряют связь с полостью тела и получают продукты выделения непосредственно из крови. Нефросомы поэтому рудиментарны. Наоборот, упомянутые выше сосудистые клубки образуют сложное сплетение кровеносных сосудов. Они располагаются в особых выростах выделительных канальцев — боуменовых капсулах.

Ко времени формирования туловищной почки пронефрос редуцируется. Пронефрический канал расщепляется на два. С одним из них сообщаются канальцы мезонефроса, а он функционирует как мочеточник и именуется вольфовым каналом. Другая часть пронефрического канала остается некоторое время связанной с пронефросом, а после редукции такового он или исчезает (у самцов), или функционирует как половой проток (у самок) и именуется мюллеровым каналом.

У высших позвоночных пронефрос не развивается и в качестве зародышевого выделительного органа функционирует мезонефрос. Во взрослом состоянии мезонефрос замещается тазовой почкой, или метанефросом, развивающимся позади туловищной почки. В этом случае почечные канальцы вовсе не имеют воронок, открывающихся в полость тела, а начинаются мадъпнгиевым тельцем, т.е. боуменовой капсулой с сосудистым клубком (рис. 19).

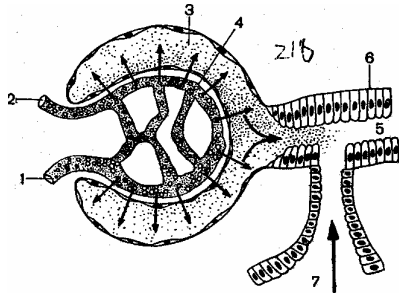


Рис. Боумова кввсуя а сосудистым кяубком (по а. и П. Клегг, с дополнениями):

1 — приносящий кровеносный сосуд; 2 — выносящий кровеносный сосуд; 3 — боуменова капсула; 4 — сосудистый клубок; 5 — первичная моча; 6 — почечный каналец; 7 — воронка почечного канаяца (нефростом), открывающаяся в полости тела.

Канальцы открываются в особый общий выводной проток — метанефрической капал, который отщепляется от заднего отдела вольфива канала. Меаииефрос после формирования тазовой почки исчезает нацело (у самок), или от него остаются прсредию его участки (у самцов), через которые приходят канальцы, соединяющие половую железу (семенник) с вольфовым каналом. Таким образом, вольфов канал у самцов высших позвоночных остается, но выполняет функцию полового протока. У самок эту роль выполняет тот же канал, что и у низших позвоночных, т.е. мюллеров канал (рис. 20).

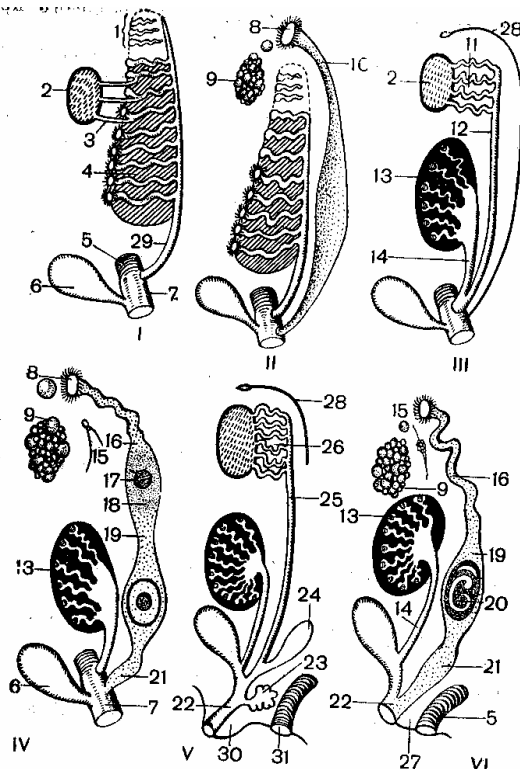


Рис. 20' Схема мочеполовой системы позвоночных:

I (самец) и II (самка) — акуловые я амфибии; III (самец) и IV (самка) — рептилии и птицы; V (самец) и VI (самка) — млекопитающие; 1 — proneфрос (предпочка); 2 — семенник; 3 — семявыносящий проток; 4 — мезонефрос

(первичная почка); 5 — задняя кишка; 6 — мочевой пузырь; 7 — клоака; 8 — воронка;

9 — яичник; 10 — мюллеров канал; 11 — придаток семенника (остаток передней части мезонефроса); 12 — семяпровод; 13 — метанефрос (вторичная почка); 14 — вторичный мочеточник; 15 — рудимент мезонефроса; 16 — яйцевод; 17 — яйцеклетка; 18 — белок, выделяемый железами стенки яйцевода; 19 — матка;

20 — зародыш в матке; 21 — влагалище; 22 — половой синус; 23 — предстательные железы; 24 — семенной пузырек; 25 — семяпровод; 26 — придаток семенника; 27 — промежность; 28 — рудимент мюллерова капала; 29 — канал мезонефроса (первичной поток); 30 — копулятивный орган (penis); 31 — анальное отверстие.

1.7 Эволюция репродуктивной системы.

- Для животных характерно развитие целого организма из одного оплодотворенного яйца (зиготы), который снова производит яйца или сперматозоиды. Однако этот цикл (от зиготы до зиготы следующего поколения) может включать две или большее число форм. Некоторые паразитические черви проходят в цикле своего развития две или три различные формы, заражающие разных хозяев. У круглоротых рыб и амфибий молодые особи не похожи на родителей, так как организм проходит в своем развитии стадию личинки. Личинка лягушки, называемая головастиком, проходит метаморфоз, превращаясь во взрослую форму. У насекомых превращение происходит еще более сложным путем: появившаяся из яйца личинка несколько раз линяет, становясь все крупнее, а последняя личиночная стадия путем метаморфоза превращается в куколку, куколка, пройдя вторичный метаморфоз, превращается во взрослую особь. Причем у амфибий и насекомых личиночные формы обитают в иной среде, чем взрослые организмы. Личинки и взрослые особи имеют разный тип питания. Большинство рыб развиваются, проходя личиночную стадию, но есть и живородящие. Живорождение встречается и у беспозвоночных. Развитие позвоночных животных - рептилий, птиц, млекопитающих происходит без метаморфоза.
- Системы органов размножения у различных животных построены по единому плану, хотя и с многочисленными вариациями. Половые железы могут быть одиночными, парными или множественными. Сперматозоиды, образующиеся в семенниках, выходят по протоку во внешнюю среду. У многих позвоночных выработался ряд добавочных органов для переноса спермы из мужской половой системы в женскую и создающих условия для развития оплодотворенного яйца. Эти органы в процессе эволюции развивались из частей мочевыделительной системы или в тесной связи с ними. У самцов млекопитающих семявыносящие протоки впадают в мочеиспускательный канал, по которому моча выводится наружу. В яичниках самки образуются яйца, которые при овуляции выходят в брюшную полость, попадают в воронкообразное расширение на конце яйцевода и продвигаются по нему. У птиц желток яйца образуется в яичнике, а, проходя по яйцеводу, яйцо одевается оболочками. Яйцеводы открываются либо наружу (у птиц сначала в клоаку), либо образуют расширение - матку, в которой развивается зародыш (у млекопитающих). У последних матка соединена с влагалищем, в которое при копуляции вводится половой член. В период эмбрионального развития формируются органы выделения и половой системы: образуются парные

канальца предпочки, или головной почки (пронефроса), из нефункционирующих протоков которой развиваются вольфовы каналы. Затем образуется вторая группа канальцев - первичная, или туловищная почка (мезонефрос), соединяющиеся с вольфовыми каналами. Вторичная, или тазовая почка (метанефрос), образуется из нефрогенного тяжа. От заднего конца вольфова протока по направлению к нефрогенному тяжу вырастает проток - мочеточник. Зачаток мочеточника на конце разветвляется и образует собирательные трубочки почки, вокруг которых затем образуются почечные канальца и клубочки. Рядом с вольфовыми протоками развиваются мюллеровы протоки, из которых позже образуются яйцеводы (фаллопиевы трубы) и часть влагалища. Гонады возникают из мезодермального эпителия целома. У эмбрионов мужского пола семенные канальцы соединяются с системой тонких трубочек, а через них с вольфовым протоком (будущим семявыводящим каналом). У зародышей женского пола вольфовы протоки дегенерируют, а мюллеровы протоки превращаются в яйцеводы. Формируется перегородка, разделяющая клоаку на мочеполовой синус и лежащую дорзально от него прямую кишку, открывающуюся наружу анальным отверстием. Задние концы мюллеровых протоков перекрещиваются с вольфовыми протоками и сливаются друг с другом, образуя тело и шейку матки, а вместе с частью мочеполового синуса они образуют также влагалище. Вентральная часть мочеполового синуса, в который впадают мочеточники, и часть ножки аллантаоиса расширяются и вместе образуют мочевой пузырь. Задний отдел вентральной части синуса превращается в мочеиспускательный канал. К наружному отверстию мочеполового синуса примыкают половые складки, спереди сходящиеся с образованием полового бугорка. У особи мужского пола из бугорка развивается половой член, у особи женского пола бугорок превращается в клитор, а половые складки, не сливаясь, сохраняются в виде малых срамных губ. Внешняя пара складок превращается в большие срамные губы, гомологичные коже мошонки.

ПОДРОБНО о позвоночных.

Половые железы позвоночных, как правило парные. -Они развиваются из отдела мезодермы, где происходит подразделение этого зачатка на сомит и боковую пластинку.

Первоначально (у бесчелюстных) половые железы не имели выводных протоков и половые продукты выпадали через разрывы стенок гонад в полость тела, откуда выводились в наружную среду через специальные поры. Впоследствии возникли половые пути, которые в известной мере связаны с выделительными органами. Так, у самок всех позвоночных (кроме круглоротых, не имеющих половых путей, и костистых рыб» половые пути которых совершенно своеобразны) в качестве яйцевода функционирует мюллерив канал, т. е. один из остатков пронефрического канала. У самцов (за теми же исключениями) половым путем является вольфов канал. который у низших представителей одновременно служит и мочеточником (при мезонефрической почке), а у высших в связи с обособлением метанефрического канала выполняет роль полового протока рис. 20).

Половые продукты самок практически всегда выпадают перво-начально в полость тела, а затем уже поступают в мюллеров канал (как как последний не связан с гонадой). У самцов созревшие половые клетки по семявыносящим канальцам транспортируются через передний отдел мезонефрической почки в

вольфов канал. Так бывает у низших позвоночных. У высших представителей с метанефрической почкой указанная передняя часть мезонефроса не редуцируется и выполняет ту же функцию связи между семенником и вольфовым каналом. Это так называемый придаток семенника или эпидидимис. В итоге принципиальной разницы в характере транспортировки половых продуктов в указанных случаях нет. Отличие лишь в том, что у низших вольфов канал выполняет двойную функцию — мочеточника и семяпровода, а у высших — только семяпровода. Исключение представляют круглоротые, не имеющие половых протоков, и костистые рыбы с их своеобразными половыми путями.

Гермафродитизм — редкое среди позвоночных явление. Все высшие представители этого подтипа раздельнополы, и гермафродитизм как нормальное состояние свойствен лишь немногим видам низших позвоночных.

1.8 Эволюция нервной системы, органов чувств и поведения.

- Растения, в частности наземные, ведут преимущественно прикрепленный образ жизни. Специальной нервной системы они не имеют, но также реагируют на внешние воздействия - свет, температуру, давление и т.д. Эти реакции носят название тропизмов (фототропизм, геотропизм, хемотропизм и пр.). Эти реакции есть, но осуществляются они очень медленно. Однако у некоторых растений возможны гораздо более быстрые движения, например у мимозы, венериной мухоловки и др. Все основные движения растений обусловлены главным образом изменением тургорного давления в клетках. Водоросли перемещаются в толще воды в основном пассивно, т.е. их перемещения обеспечиваются токами воды, хотя некоторые перемещаются за счет движения цитоплазмы или при помощи жгутов и ресничек. Одноклеточные животные не имеют нейронов, так как их тело состоит из одной клетки. Однако туфелька, тело которой покрыто многочисленными ресничками, перемещается. Это осуществляется системой тончайших нитей, так называемых нейромоторных волокон, которые тянутся от переднего конца тела ко всем ресничкам. Их (одноклеточных животных) реакции на внешние воздействия носят название таксисов (хемотаксис, фототаксис, термотаксис и др.). У некоторых одноклеточных, как например у эвглены, появляются уже органоиды для восприятия раздражений из внешней среды (стигма, или глазок, у эвглены, хламидомонады и др.). Низкоорганизованные многоклеточные животные - губки - тоже не имеют нервной системы. Впервые в эволюции специализированные нервные клетки появляются у гидры и других кишечнополостных. Нервные клетки кишечнополостных не отделены друг от друга синапсами и не объединены в нервную систему, а либо представляют собой отдельные разветвленные клетки, либо образуют нервную сеть, состоящую из клеток, соединенных между собой ветвистыми отростками. Импульс, возникший в одной части тела, может распространяться по всем направлениям во все остальные части организма. Нервные клетки гидры не дифференцированы на чувствительные, вставочные и двигательные нейроны, а просто одни ветви нервной сети направляются к рецепторным клеткам, а другие - к сократимым.

Однако у медуз и актиний отмечается тенденция к группировке нейронов в нервные цепочки. Нейроны, как правило, соединены синапсами, наблюдается дифференцировка нервных клеток не сенсорные, ганглиозные и двигательные нейроны. В дальнейшем эволюционном ряду нейроны, синапсы и нервно-мышечные соединения мало изменились.

- У различных беспозвоночных нейроны и синапсы устроены в основном так же, как и у человека. Эволюционное развитие нервной системы выразилось в увеличении числа нервных клеток (нейронов), в дифференциации формы нейронов и их функциональной специализации, в усложнении межнейронных связей, в группировке нейронов с образованием узлов и, наконец, в централизации нервной ткани. Среди беспозвоночных наиболее развита нервная система у членистоногих (насекомых, пауков, крабов, омаров) и у головоногих моллюсков (у кальмаров и осьминогов наблюдается цефализация, т.е. развитие головной капсулы, в которой сконцентрированы нейроны, управляющие поведением организма). У этих животных, кроме головного мозга, развивается нервный тяж, аналогичный спинному мозгу позвоночных. У кольчатых червей и у примитивных представителей членистоногих имеется по паре ганглиев в каждом сегменте тела, а у более высокоорганизованных ганглии сливаются в общий ганглий. Особенно высокого развития у членистоногих достигают органы чувств - сложные глаза, органы химического чувства, механорецепторы, органы слуха и др. Головной мозг и ганглии включают огромное число вставочных нейронов, выполняющих интегративные функции. Существует даже подсистема, аналогичная вегетативной нервной системе позвоночных, иннервирующая сердце, пищеварительный тракт и главные эндокринные органы.
- В связи с выходом на сушу и разнообразием форм поведения у позвоночных животных продолжается усложнение нервной подсистемы. У позвоночных нервный тяж расположен на спинной стороне тела и имеет центральную полость, тогда как у беспозвоночных нервная цепочка расположена на брюшной стороне, под пищеварительным трактом и не имеет полости внутри. У рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих нервная трубка заключена в позвоночный столб, а из переднего отдела нервной трубки образуются отделы головного мозга, заключенные в черепную коробку. У амфибий сформирована кора головного мозга. Наибольшего развития она достигла у млекопитающих, особенно у человека. Основной план развития и строения нервной системы у всех позвоночных сходен, различия же касаются, главным образом, развития отдельных частей головного мозга и размеров последнего по отношению к размерам спинного мозга, формирования тесной связи между гипоталамусом и гипофизом.

1.9 Эволюция эндокринной системы.

- Гормоны растений (фитогормоны) представляют собой органические соединения, которые даже в очень малых количествах оказывают сильное влияние на обмен веществ и рост клеток. Гормоны растений образуются преимущественно в активно растущих тканях, особенно в меристематических тканях точек роста на верхушках стеблей и корней. Гормоны растений оказывают различного рода воздействия на обмен веществ и деление клеток:

- регулируют рост клеток в длину в растущей части растений;
 - вызывают образование новых корней, особенно придаточных;
 - вызывают развитие цветков и развитие плодов;
 - стимулируют клеточные деления в камбии;
 - задерживают развитие пазушных почек или даже подавляют их развитие;
 - задерживают образование отделительного слоя, предотвращая тем самым опадание листьев или плодов.
- Существует три группы природных химических веществ, которые регулируют рост и развитие цветковых растений:
 - индолсодержащие ауксины,
 - цитокинины,
 - гиббереллины.
 - Содержание ауксинов в активно растущих тканях ничтожно мало. Ростовые реакции корней, почек и стеблей наступают при различных, специфических для каждого из этих органов, концентрациях ауксина. Низкие концентрации ауксина стимулируют рост, а более высокие - тормозят его. Для каждого органа и растения пределы концентрации ауксина будут строго определенными. Ауксины, как и другие фитогормоны, координируют рост различных частей растения. Гиббереллины могут стимулировать рост стебля в длину, вызывают увеличение размеров плодов, способствуют прорастанию семян, образованию цветков и др. Цитокинины стимулируют рост клеток в культурах растительных тканей или органов и повышают скорость клеточного деления, изменяют строение растительных клеток, выращиваемых в культуре.
 - Обычно в растении действуют фитогормоны двух типов, а в регуляции специфических биологических явлений чаще всего участвуют все три типа главных фитогормонов. Цитокинины и гиббереллины играют ведущую роль в регуляции роста и развития клеток на ранних этапах развития, ауксины выступают на первый план позже, регулируя удлинение клеток. Существует еще гормон цветения - флориген, каким-то образом регулирующий влияние длины дня на процесс цветения.
 - В процессе эволюции органического мира - от одноклеточных до многоклеточных организмов - выработались различные механизмы регуляции их жизненного цикла. Наличие фитогормонов подтверждено и у одноклеточных водорослей. Для нормальной жизнедеятельности любого организма необходима координация между множеством возможных метаболических реакций. Ферменты являются основными регуляторами метаболизма, а при наличии гормонов эти реакции могут ускоряться или замедляться. Наиболее полно гормональная регуляция изучена у некоторых насекомых, проходящих в своем развитии ряд последовательных линек. У насекомых и других членистоногих линька находится под гормональным контролем. Они имеют уже специальные железы, выделяющие эти гормоны. Причем, существует поразительное сходство между некоторыми гормонами насекомых и гормонами человека, например, между гормоном насекомых, заставляющим эпидермис выделять личиночный секрет, и действием гормона АКТГ, оказывающим влияние на выработку стероидов надпочечниками. В настоящее время известны вещества, выделяемые не во внутреннюю среду, а во внешнюю - феромоны. С помощью феромонов животные способны передавать информацию во внешнюю среду. Информация воспринимается с помощью органов обоняния или вкуса. К феромонам относятся половые аттрактанты

(привлекающие вещества), метчики следов и факторы тревоги. Феромоны встречаются не только у насекомых, но и у млекопитающих, а также и у других животных.

У общественных животных, в частности у насекомых, феромоны играют важную роль в регуляции состава колонии и координации деятельности ее членов. Вопрос о существовании феромонов у человека остается открытым. Но есть интересные данные о том, что запах 14-окситетрадекановой кислоты ясно различают только женщины, достигшие половой зрелости, причем наибольшая чувствительность к нему отмечается в период овуляции! Мужчины и девочки сравнительно мало чувствительны к запаху этого вещества: мужчины становились более восприимчивыми к нему после введения им эстрогена.

1.10 Эволюция кровеносной системы.

- Снабжение каждой клетки необходимыми исходными материалами происходит путем простой диффузии, в некоторых случаях дополняемой облегченной диффузией и активным переносом. У крупных и более сложно организованных сосудистых растений развивается транспортная система, в основном она состоит из сосудов ксилемы и флоэмы. По сосудам ксилемы передвигаются вода и минеральные вещества (от корней в листья), а по сосудам флоэмы - питательные вещества (от листьев через стебель в корни). Передвижение воды по ксилеме и питательных веществ по флоэме называют транслокацией. У простейших перенос веществ происходит путем диффузии, этому способствуют движения цитоплазмы. У кишечнорастворимых центральная полость выполняет как пищеварительную, так и транспортную функции. У планарии полости тела нет, она заполнена рыхлыми клетками мезодермы, между которыми располагается тканевая жидкость (напоминает тканевую жидкость человека), сокращение мышц (как и у кишечнорастворимых) приводят в движение жидкое содержимое тканевой жидкости, которая и транспортирует питательные вещества по всему организму.
- Замкнутая кровеносная система впервые появляется у немуртин. Она состоит из двух боковых кровеносных сосудов и одного спинного, соединенных между собой поперечными сосудами. У дождевого червя и других кольчатых червей кровеносная система устроена сложнее: она состоит из спинного сосуда, по которому кровь течет от заднего конца тела к переднему, брюшного и субневрального сосудов, по которым она течет назад, и пяти пар пульсирующих трубок («сердце»), расположенных на переднем конце тела и перегоняющих кровь из спинного сосуда в брюшной. Кроме того, в каждом сегменте есть кольцевые сосуды и сеть тонких капилляров (крупный прогресс). У членистоногих и моллюсков кровеносная система незамкнута: кровеносные сосуды открываются в полость тела - гемоцель. Кровь, совершая полный оборот, проходит часть своего пути в этой полости. У них уже есть сердце, которое лежит в полости и омывается этой кровью. Сердце членистоногих в типичном случае представляет мышечную трубку, лежащую ближе к спинной поверхности, а кровь поступает в него через отверстия - остии и перекачивается в артерии, несущие кровь от сердца к органам. У разных животных детали строения кровеносной системы могут варьировать, но функция ее всегда состоит в снабжении тканей кислородом и питательными веществами и удалении продуктов обмена. В большинстве случаев кислород не просто растворен в плазме, а соединен с тем или иным гемопротеедом

(гемоглобин у дождевого червя содержит белок и пигмент железопорфирин, а у краба - гемоцианин, содержащий медь, есть и другие дыхательные пигменты). У моллюсков уже многокамерное сердце: одно или два (иногда больше) предсердий и один желудочек. Сердце заключено в перикардальную сумку и нагнетает кровь под очень малым давлением (всего лишь несколько миллиметров ртутного столба). Замкнутой кровеносной системе позвоночных требуется гораздо большее давление (порядка 100-120 мм), чтобы проталкивать кровь через бесчисленное количество узких капилляров. В процессе эволюции сформировался мощный мышечный орган с толстыми стенками - сердце. Наиболее мощными стенками обладает желудочек сердца, более совершенное строение которого свойственно млекопитающим.

- Кровеносная система позвоночных животных построена по одному принципу: имеются сердце, аорта, артерии, капилляры и вены. Главные эволюционные изменения в системе кровообращения связаны с переходом от жаберного дыхания к легочному. Сердце рыб состоит из четырех отделов, расположенных друг за другом: венозного синуса, предсердия, желудочка и артериального конуса. Кровь из вен поступает в брюшную аорту, а затем в жабры. Насыщенная кислородом в жабрах кровь по спинной аорте распределяется по всему телу, т.е. через сердце проходит венозная кровь. Одна порция крови проходит через сердце только один раз - таким образом у рыб существует один круг кровообращения. У двоякодышащих рыб уже появляется второе предсердие (в связи с развитием легочного дыхания) и два круга кровообращения. Однако перегородка в предсердии неполная, а второй круг кровообращения работает в определенные сезоны, при обитании в воде, когда рыбы дышат жабрами, функционирует один круг кровообращения.
- У амфибий уже полная перегородка в предсердии, а венозный синус открывается в правое предсердие. Вена, несущая кровь от легких, впадает в левое предсердие. У амфибий в сердце происходит смешение аэрированной и неаэрированной крови. Кровь из вен переходит в венозный синус, правое предсердие, затем в желудочек, из него в легочную артерию, легкие, легочные вены, левое предсердие, снова в желудочек и, наконец, к клеткам тела. Однако в желудочке происходит некоторое перемешивание крови, и часть крови из венозного синуса может попасть вместо легочных артерий в аорту. Особенность состоит в том, что кровь из правого предсердия поступает в желудочек раньше, чем из левого, и поэтому оказывается ближе к выходу. В результате неаэрированная кровь первой выходит из желудочка и заполняет легочные артерии, а аэрированная - последней и направляется к клеткам тела, в первую очередь к голове. Поэтому каждая порция крови может пройти через сердце один, два и даже большее число раз.
- У рептилий эволюционный процесс пошел дальше: образование, хотя и неполная, перегородка в желудочке сердца и разделение артериального конуса. У крокодилов перегородка в сердце - полная, однако, как и у остальных рептилий, в большом круге кровообращения у них происходит перемешивание аэрированной и неаэрированной крови (у крокодилов по выходе из сердца). Окончательное разделение аэрированной и неаэрированной крови произошло у птиц и млекопитающих, остатки венозного синуса у них сохранились в виде синусного узла, расположенного в месте соединения полой вены с правым предсердием. Синусный узел возбуждает сокращения сердечной мышцы и регулирует их частоту. Кровь при каждом обороте вследствие полного отделения левой половины сердца от правой проходит через сердце дважды.

Кровь в аорте птиц и млекопитающих содержит больше кислорода, чем кровь в аорте других позвоночных. Если у амфибий и рептилий две дуги аорты, то у птиц только правая дуга, а у млекопитающих (и у человека) - левая. Благодаря лучшему снабжению кислородом ткани тела у млекопитающих и птиц способны поддерживать обмен на более высоком уровне, что обуславливает их «теплокровность», т.е. способность сохранять постоянную температуру тела даже в холодной среде. Насыщению крови кислородом способствуют клеточные элементы - эритроциты. Первые клеточные элементы появляются у беспозвоночных, но часто они бесцветны. У позвоночных эритроциты ядерные и их кислородная емкость увеличивается по эволюционной цепочке. И только у млекопитающих эритроциты не содержат ядер, что значительно увеличивает их кислородную емкость. Кроме того, у большинства млекопитающих они имеют двояковогнутую форму, увеличивающую поверхность газообмена.

1.11 Эволюция дыхательной системы.

- Мелкие растения и животные, обитающие в воде, получают кислород и выделяют углекислоту путем диффузии. При дыхании, происходящем в митохондриях, концентрация кислорода в цитоплазме снижается, поэтому кислород диффундирует в клетку из окружающей воды, где его концентрация выше: из-за диффузии кислорода из воздуха и выделения его фотосинтезирующими организмами, обитающими в воде. Углекислота, образующаяся в результате обменных процессов, диффундирует по градиенту концентрации в окружающую среду. У простых растительных и животных организмов отношение поверхности тела к его объему достаточно велико, поэтому скорость диффузии газов через поверхность тела не является фактором, лимитирующим интенсивность дыхания или фотосинтеза. У более крупных животных отношение поверхности тела к объему меньше, и глубоко расположенные клетки уже не могут достаточно быстро обмениваться с окружающей средой газами путем диффузии. Поэтому глубоко лежащие клетки получают кислород и выделяют углекислый газ через внеклеточную жидкость, которая обменивается ими с окружающей средой.
- Высшие растения не имеют специальных органов газообмена. Каждая клетка растения (корня, стебля, листа) самостоятельно обменивается с окружающим воздухом углекислым газом и кислородом путем диффузии. Интенсивность клеточного дыхания у растений обычно значительно ниже, чем у животных. Кислород легко диффундирует из воздуха в промежутки между мелкими частицами почвы, в окружающую их пленку воды и в корневые волоски, далее в клетки коры и, наконец, в клетки центрального цилиндра. Образующаяся в клетках углекислота также диффундирует в обратном направлении и выходит из корня наружу через корневые волоски. Кроме того, газы легко диффундируют через чечевички на корнях и стволах старых деревьев и кустарников. В листьях газообмен осуществляется через устьица по градиенту концентрации. Листья наземных растений сталкиваются с той же проблемой, что и клетки дыхательных поверхностей наземных животных: они должны обеспечивать достаточный газообмен, не теряя при этом слишком много воды. Растения этого достигают тем, что их листья (например у растений засушливых мест обитания), более толстые и мясистые, имеют толстую кутикулу с

устыцами, расположенными в углублениях (толстая кутикула с погруженными устыцами имеется и у хвойных).

- Внешнее дыхание у большинства водных животных осуществляется при помощи специализированных структур, называемых жабрами. Специализированные жабры впервые появились у кольчатых червей. У губок и кишечнополостных газообмен осуществляется путем диффузии через поверхность тела. Дождевые черви, находясь в подземных ходах, получают достаточное количество кислорода, путем его диффузии через влажную кожу. Морские черви, обитающие в песке или трубочках из песка, совершают волнообразные движения, чтобы создавать вокруг себя ток воды, иначе им не хватает растворенного в морской воде кислорода (в литре морской воды содержится около 5 мл кислорода, пресной - около 7 мл, воздуха - около 210 мл), поэтому у морских червей (полихет) развились жабры - специализированные органы дыхания (выросты покровного эпителия). У ракообразных также появились жабры, обеспечивающие процесс дыхания в водной среде. Зеленый краб, способный жить в воде и на суше, имеет жабры, расположенные в полости тела на границе карапакса и места прикрепления ног. В этом месте движется скафогнатит (веслообразная часть второй максиллы), обеспечивающий непрерывный ток воды к жабрам. Если скафогнатит не будет гнать воду, то краб быстро погибнет в морской воде, тогда как в воздушной среде он может жить неопределенно долго, поскольку скорость диффузии кислорода из воздуха достаточна для удовлетворения всех потребностей его организма.
- Жабры имеются также у моллюсков, рыб и некоторых амфибий. Газы диффундируют через тонкий жаберный эпителий в кровь и разносятся по всему организму. Каждое животное, дышащее при помощи жабр, имеет какое-либо приспособление, обеспечивающее непрерывное омывание их током воды (открывание рта рыбами, движение жаберных крышек, постоянное движение всего тела и др.). У двустворчатых моллюсков движение воды обеспечивается работой жаберных тычинок. Членистоногие решают проблему снабжения кислородом клеток организма иным путем: в каждом сегменте тела у них имеется пара дыхалец - отверстий, ведущих в разветвленную систему трубочек - трахей, по которым воздух доставляется ко всем внутренним органам. Трахеи заканчиваются микроскопическими разветвлениями - трахеолами, наполненными жидкостью, через их стенки кислород диффундирует в соседние клетки, а углекислый газ - в обратном направлении. Работа мышц брюшка обеспечивает продувку трахей воздухом. Трахейная система насекомых и паукообразных обеспечивает поступление кислорода и выделение углекислого газа, поэтому они обходятся без быстрого течения крови, необходимого позвоночным для снабжения их клеток кислородом.
- Развитие легочного дыхания имеет свою длительную эволюцию. Примитивные легочные мешки появляются у паукообразных. Развиваются они (простые мешки) и у наземных брюхоногих моллюсков (легочные мешки образованы мантией). Развитие легких намечается у некоторых рыб, у ископаемых предков которых был вырост на переднем конце пищеварительного тракта. У той ветви рыб, которая впоследствии дала начало наземным позвоночным животным, из этого выроста развилось легкое. У других рыб он превратился в плавательный пузырь, т.е. в орган, который в основном служит для облегчения плавания, хотя иногда несет и дыхательную функцию. Некоторые рыбы обладают даже рядом костей, соединяющих этот орган с внутренним ухом и играющих, по-видимому,

роль прибора для определения глубины. Кроме того, плавательный пузырь служит для издавания звуков. Близкими родичами той группы рыб, от которых произошли наземные позвоночные, являются двоякодышащие рыбы: они имеют жабры, с помощью которых дышат в воде. Поскольку эти рыбы живут в периодически пересыхающих водоемах, в засушливое время года они остаются в иле пересохшего русла, где дышат при помощи плавательных пузырей и имеют легочную артерию. Легкие большинства примитивных амфибий - тритонов, амблестом и др. - имеют вид простых мешков, покрытых снаружи капиллярами. Легкие лягушек и жаб имеют внутри складки, увеличивающие дыхательную поверхность. Лягушки и жабы не обладают грудной клеткой и у них нет межреберных мышц, поэтому у них существует нагнетательный тип дыхания, основанный на действии клапанов в ноздрях и мышц в области горла. Когда открыты носовые клапаны, дно ротовой полости опускается (рот закрыт) и в нее входит воздух. Затем носовые клапаны закрываются и мышцы горла, сокращаясь, уменьшают размеры ротовой полости и вытесняют воздух в легкие.

- Эволюция дыхательной системы происходила в направлении постепенного расчленения легкого на более мелкие полости, так что строение легких у рептилий, птиц и млекопитающих постепенно усложняется. У ряда рептилий (например у хамелеона) легкие снабжены придаточными воздушными мешками, которые раздуваются при наполнении воздухом, животные принимают угрожающий вид - это играет роль защитного приспособления для отпугивания хищников. Легкие птиц также имеют воздушные мешки, распространяющиеся по всему телу. Благодаря им воздух может проходить через легкое и полностью обновляться при каждом вдохе. У птиц при полете существует двойное дыхание, когда воздух в легких насыщается кислородом при вдохе и выдохе. Кроме того, воздушные мешки играют роль мехов, продувающих воздух через легкие за счет сокращения летательных мышц.
- Легкие млекопитающих и человека имеют более сложное и совершенное строение, обеспечивающие достаточное насыщение кислородом всех клеток тела, и тем самым, обеспечивают высокий обмен веществ. Поверхность их органов дыхания во много раз превышает площадь поверхности тела. Совершенный газообмен поддерживает постоянство внутренней среды организма, что дает возможность млекопитающим и человеку обитать в различных климатических условиях.

Строение (Внешний вид)

Покровы

Опорно-двигательная

Пищеварительная

Выделительная

Размножение, развитие и

регенерация.

Нервная и органов чувств.

Кровеносная

Дыхательная

Эндокринная.