

Лекция 10. Тип Хордовые (Chordata), Подтип Бесчерепные (Acrania) Класс Головохордовые (Cephalochordata)

Общая характеристика типа

Характерными особенностями общего плана строения хордовых животных являются: вторичноротовость, расположение пищеварительной системы под осевым скелетом (хордой или позвоночником) (рис. 152). Жаберные щели в глотке сохраняются в течение всей жизни или на одной из стадий эмбрионального развития, нервная трубка всегда располагается над хордой, сердце – на брюшной стороне и прокачивает кровь по брюшному сосуду к голове.

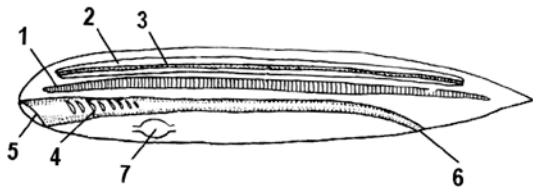


Рис. 152. План строения хордовых животных:

1 – хорда; 2 – нервная трубка; 3 – неврочель; 4 – жаберные щели; 5 – ротовое отверстие; 6 – анальное отверстие; 7 – сердце.

Хордовые относятся к вторичноротым животным, у которых из первичного рта образуется анальное отверстие, а рот образуется на другом конце тела вторично. Кроме хордовых к вторичноротым относятся иглокожие (морские звезды и другие) и полухордовые.

В настоящее время известно около 42 000 видов этих животных, обитающих как в водной среде, так и на суше. Тип Хордовые включает: Подтип Личиночдохордовые (Urochordata), подтип Бесчерепные (Acrania): класс Головохордовые; подтип Позвоночные (Vertebrata): класс Круглоротые, класс Хрящевые рыбы, класс Костные рыбы, класс Земноводные, класс Пресмыкающиеся, класс Птицы, класс Млекопитающие.

Покровы. Кожа представлена эпидермисом и дермой. Эпидермис может быть представлен однослойным и многослойным эпителием, дерма – волокнистая соединительная ткань. Чешуйки, перья, волосы, ногти, когти и другие роговые образования – производные эпидермиса. В коже образуются различные железы: образующие слизь, сальные, потовые, пахучие.

Опорно-двигательная система. Скелет внутренний, представлен хордой, у позвоночных хорда замещается позвоночником. Для позвоночных животных характерно развитие двух пар конечностей. Мышечная система представлена гладкой и поперечно-полосатой мускулатурой.

Пищеварительная система. У головохордовых в виде прямой трубки, слабо развиты пищеварительные железы. У позвоночных хорошо развиваются железы, лежащие за пределами пищеварительного тракта – поджелудочная железа и печень. Пищеварительный канал дифференцируется на ротовую полость, глотку, пищевод, желудок и кишечник.

Дыхательная система образована жабрами у низших хордовых, легкими – у взрослых амфибий и наземных позвоночных, часть газообмена у хордовых животных происходит через кожу.

Кровеносная система замкнутая. У головохордовых сердце отсутствует, у остальных, в связи с увеличением интенсивности метаболизма, происходит появление и усложнение сердца.

Выделительная система. У ланцетников – нефридии, у остальных хордовых – почки, мочеточники и мочевой пузырь.

Нервная система подразделяется на центральную и периферическую. У позвоночных животных, вследствие активного образа жизни, передняя часть нервной трубки превращается в головной мозг, усложняются органы чувств, формируется спинной мозг. Периферическая нервная система представлена нервами, отходящими от центральной нервной системы.

Половая система. Половые железы – семенники у самцов и яичники у самок, выводные пути – яйцеводы и семяпроводы. Большинство хордовых – раздельнополые животные

Филогения. Палеонтология не располагает материалами о предках современных бесчерепных. Вероятно, предками хордовых были свободноплавающие, двусторонне-симметричные животные палеозойской эры, которые, вероятно, дали две ветви – одна стала вести малоподвижный образ жизни и от нее произошли личиночно-хордовые и ланцетники, другая дала позвоночных животных. Одной из особенностей эволюции хордовых явилось использование самого заднего отдела тела как органа активного движения. В связи с активной двигательной функцией этого органа в нем происходит полная сегментация мускулатуры и развивается хорда (у личинок оболочников хорда локализована именно в хвосте). Другой важный момент эволюции хордовых – это инверсия (переворот) сторон тела, переворот с брюшной на спинную сторону. Конкретные причины этого переворота восстановить трудно, такой переворот мог совершиться при переходе от улавливания с помощью щупальцевого аппарата взвешенных в толще воды пищевых частиц к их сбору из поверхностного слоя грунта, как это делают современные ланцетники.

Заметим, у личинок асцидии рот располагается на той же стороне, что и нервная трубка, то есть на исходно брюшной стороне (рис. 153), а у ланцетника (так же, как у позвоночных) – на противоположной стороне. У бесчерепных и позвоночных рот располагается на противоположной стороне. Такое положение рта не может быть первичным и возникло уже после переворота. Удивительно, но в индивидуальном развитии бесчерепных сохранились следы постепенного перемещения рта со спинной стороны на брюшную по левой стороне тела. Хордовые рассматриваются не как перевернутые кольчатые черви и членистоногие, но как перевернутые вторичноротые.

Организация личинок асцидий рекапитулирует (то есть повторяет в сжатой, видоизменной форме) в индивидуальном развитии определенный филогенетический этап в историческом развитии хордовых, а именно строение предков хордовых до их переворота.

Появление хордовых сопровождалось важнейшими ароморфозами: 1. Появился осевой скелет, хорда. Хорда представляет собой упругий тяж из хрящевидной ткани, образованный из энтодермы и окруженный соединительно-тканной оболочкой. У низших хордовых хорда сохраняется в течение всей жизни, у высших – заменяется позвоночником. 2. Центральная нервная система приобретает вид трубки с каналом (невроцелем) внутри и расположена на спинной стороне тела. Невроцель образуется в результате того, что нервная пластинка, закладывающаяся в эктодерме, свертывается в трубку. Передняя часть нервной трубки у позвоночных усложняется и превращается в головной мозг. Такое трубчатое строение нервной системы способствует обмену веществ не только с поверхности, но и изнутри, что дает возможность увеличить массу мозга. 3. Характерная особенность хордовых проявляется в том, что стенки глотки пронизаны жаберными щелями, что обеспечивает активный газообмен при прокачивании воды ротовым аппаратом через жаберные щели.

Ланцетник

К подтипу Бесчерепные относится единственный класс Головохордовые, который насчитывает всего около 30 видов морских животных, обитающих на мелководье. Типичным представителем является ланцетник (*Branchiostoma lanceolatum*), размеры которого достигают 8 см. Тело ланцетника овальное, суженное к хвосту, сжатое с боков. На задней части тела расположен хвостовой плавник в форме ланцета – древнего хирургического инструмента. Парные плавники отсутствуют, имеется слабо выраженный спинной плавник. По бокам тела

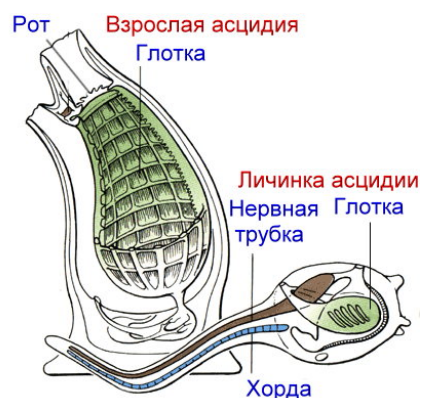


Рис. 153. Подтип Личиночнохордовые. Асцидия и ее личинка.

с брюшной стороны свисают две складки, которые срастаются на брюшной стороне и образуют околожаберную полость, сообщающуюся с глоточными щелями и открывающуюся отверстием наружу.

Покровы. Представлены кожей, состоящей из однослойного эпидермиса и тонкого слоя дермы.

Опорно-двигательная система. Вдоль всего тела тянется хорда, утончаясь в передней и задней частях тела. Хорда заходит в переднюю часть тела дальше, чем нервная трубка, отсюда и название единственного класса – головохордовые. Хорда заключена в соединительнотканый футляр, который образует опорные элементы для спинного плавника и разделяет мышечные пласты на сегменты с помощью соединительнотканых прослоек. Мышцы образованы поперечно-полосатой мускулатурой.

Пищеварительная система. На передней части тела имеется ротовое отверстие, окруженное щупальцами (до 20 пар). Ротовое отверстие ведет в обширную глотку, цедильный аппарат. Через щели в глотке вода выходит в атриальную полость, пищевые частицы улавливаются ресничным эпителием и направляются на дно глотки, где расположен эндостиль – бороздка, имеющая ресничный эпителий, который гонит слизь вперед, затем по спинной бороздке – к кишке. Желудка нет, имеется печеночный вырост, гомологичный печени позвоночных животных. Кишечник не делает петель и открывается анальным отверстием у хвостового плавника. Переваривание пищи происходит в кишечнике и в полом печеночном выросте, который направлен к головному концу тела. Интересно, что у ланцетника сохранилось внутриклеточное пищеварение, клетки кишечника захватывают пищевые частицы и переваривают их в своих пищеварительных вакуолях. Такой способ пищеварения у позвоночных животных отсутствует.

Дыхательная система. В глотке более 100 пар жаберных щелей, ведущих в околожаберную полость. Стенки жаберных щелей имеют кровеносные сосуды, в которых происходит газообмен. С помощью ресничного эпителия глотки вода прокачивается через жаберные щели в околожаберную полость и через отверстие (атриопор) выводится наружу. Кроме того, в газообмене принимает участие и кожа.

Кровеносная система. Кровь ланцетника бесцветная, не содержит дыхательных пигментов. Транспорт газов осуществляется в результате их растворения в плазме крови. Кровеносная система замкнутая, один круг кровообращения. Сердце отсутствует, и кровь движется благодаря пульсации жаберных артерий (рис. 154), которые прокачивают кровь через сосуды в жаберных щелях. Артериальная кровь попадает в спинную аорту, от которой по сонным артериям кровь течет в переднюю часть, а по непарной спинной аорте – в заднюю часть тела. Затем по венам кровь вновь возвращается в венозный синус и по брюшной аорте направляется к жабрам. Вся кровь от пищеварительной системы попадает в печеночный вырост, затем в венозный синус. Печеночный вырост, так же, как и печень, обезвреживает ядовитые вещества, попавшие в кровь из кишечника, и, кроме того, выполняет другие функции печени. Та-

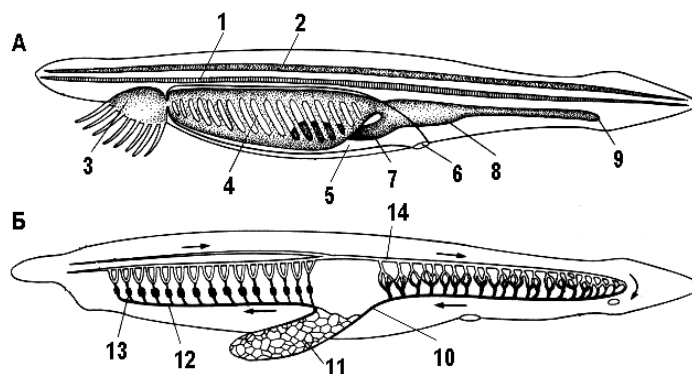


Рис. 154. Строение ланцетника. А – нервная трубка, хорда и пищеварительная система; Б – кровеносная система:

1 – хорда; 2. – нервная трубка; 3 – ротовая полость; 4 – жаберные щели в глотке; 5 – околожаберная полость; 6 – атриопор; 7 – печеночный вырост; 8 – кишка; 9 – анальное отверстие; 10 – подкишечная вена; 11 – капилляры воротной системы печеночного выроста; 12 – брюшная аорта; 13 – луковички артерий, прокачивающих кровь через жаберные щели; 14 – спинная аорта.

кое строение кровеносной системы принципиально не отличается от кровеносной системы позвоночных животных и часто рассматривается как ее «прототип».

Выделительная система. Органы выделения ланцетника называются нефридии и напоминают органы выделения плоских червей – протонефридии. Многочисленные нефридии (около ста пар, по одному на две жаберные щели), расположенные в области глотки, представляют собой трубочки, открывающиеся одним отверстием в полость целома, другим – в околожаберную полость (рис. 155).

На стенках нефридия расположены булавовидные клетки – соленоциты, каждая из которых имеет узкий канал с мерцательным волоском. За счет биения этих волосков, жидкость с продуктами метаболизма выводится из полости нефридия в околожаберную полость.

Центральная нервная система образована нервной трубкой с полостью внутри. Выраженного головного мозга у ланцетника нет. В стенках нервной трубки, вдоль ее оси, располагаются светочувствительные органы – глазки Гессе. Каждый из них состоит из двух клеток – светочувствительной и пигментной, они способны воспринимать интенсивность освещения. К расширенной части нервной трубки прилегает орган обоняния.

Размножение и развитие. Ланцетники раздельнополы, половые железы (гонады, до 26 пар) расположены в полости тела в области глотки. Половые продукты выводятся в околожаберную полость через временно образующиеся половые протоки. Оплодотворение внешнее, зигота претерпевает дробление и превращается по классической схеме в морулу, бластулу, гаструлу, нейрулу. Имеется личиночная стадия. Личинка активно передвигается с помощью ресничек, покрывающих все тело, затем – за счет боковых изгибов тела. Личинка до трех месяцев ведет пелагический образ жизни, затем переходит к жизни на дне.

Особенности строения, особенности эмбрионального развития, характерные для хордовых животных, были изучены русским ученым А. О. Ковалевским. Но достаточные основания считать ланцетников прямыми предками позвоночных животных отсутствуют. Ланцетники развивались по пути адаптаций к придонному образу жизни с фильтраторным типом питания.

Бесчерепные животные сохранили ряд признаков беспозвоночных предков: выделительную систему нефридиального типа; отсутствие в пищеварительной системе дифференцированных отделов и сохранение внутриклеточного пищеварения; фильтрующий способ питания с образованием околожаберной полости для защиты жаберных щелей от засорения; метамерию (повторяющееся расположение) половых органов и нефридиев; отсутствие сердца в кровеносной системе; слабое развитие эпидермиса, он однослойный, как у беспозвоночных животных.

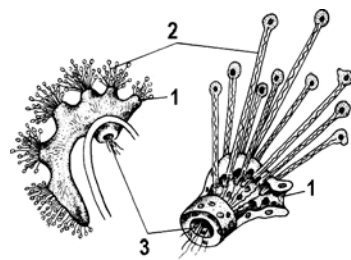


Рис.155. Нефридий ланцетника:

1 – отверстие в целом; 2 – соленоциты; 3 – отверстие в околожаберную полость.