

Зоология позвоночных

Chordata

Для представителей группы характерны:

- Хорда – упругий хрящевой тяж.
- Нервная трубка.
- Жаберные щели в глотке.
- Исходно – метамерные организмы, метамерия проявляется в строении мускулатуры.



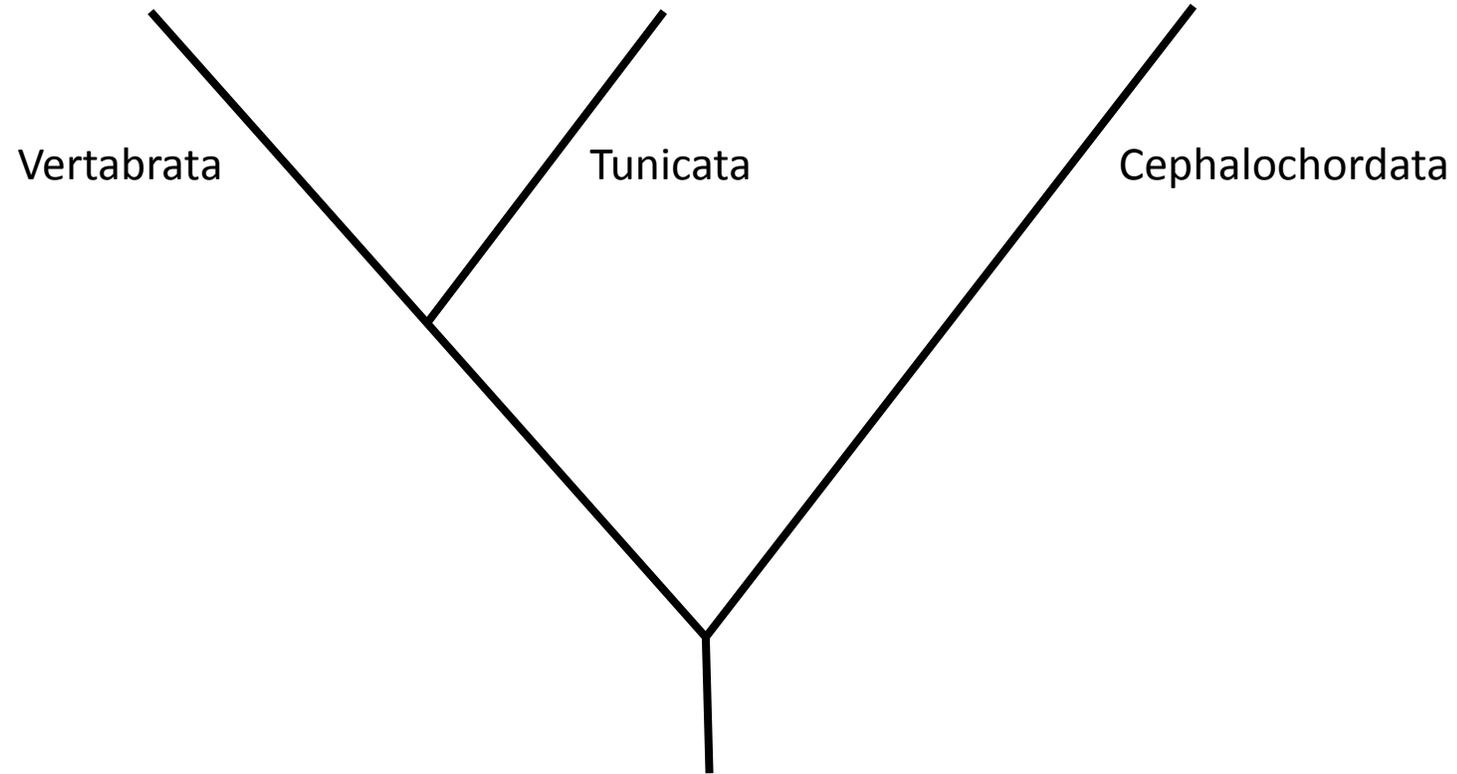
Систематика



Vertabrata

Tunicata

Cephalochordata



Cephalochordata

- Свободноживущие фильтраторы.
- Внешне напоминают небольших рыб.
- Питаются, зарываясь в песок вентральной стороной вверх.



План строения

- Тело сплюснуто с боков.
- На спинной стороне – спинной плавник с камерами.
- На брюшной стороне – метаплевральные складки.
- Хвост оканчивается хвостовым плавником.
- Мускулатура метамерная, разделяется миосептами на миомеры.
- Локомоция при помощи ундуляционного плавания.

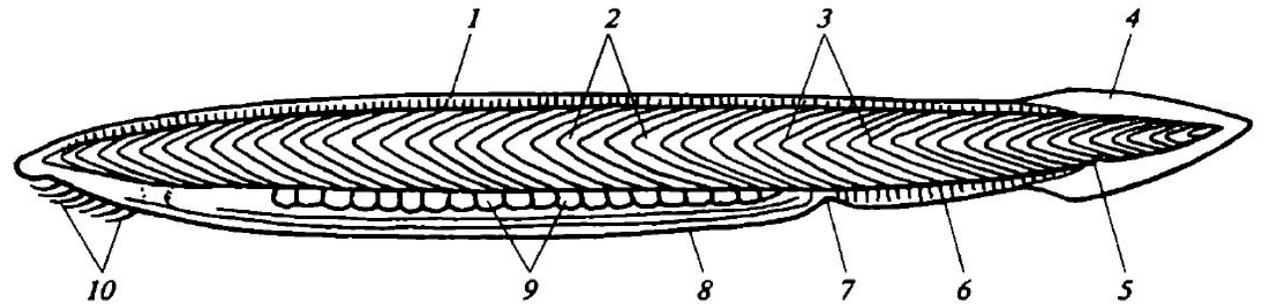
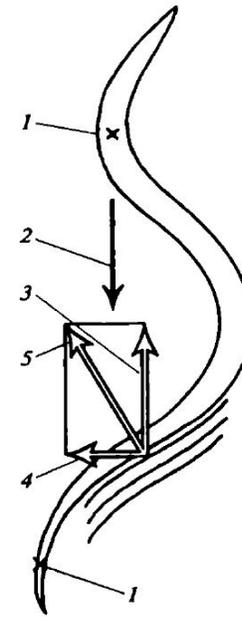


Рис. 1. Внешний вид ланцетника. Вид слева:

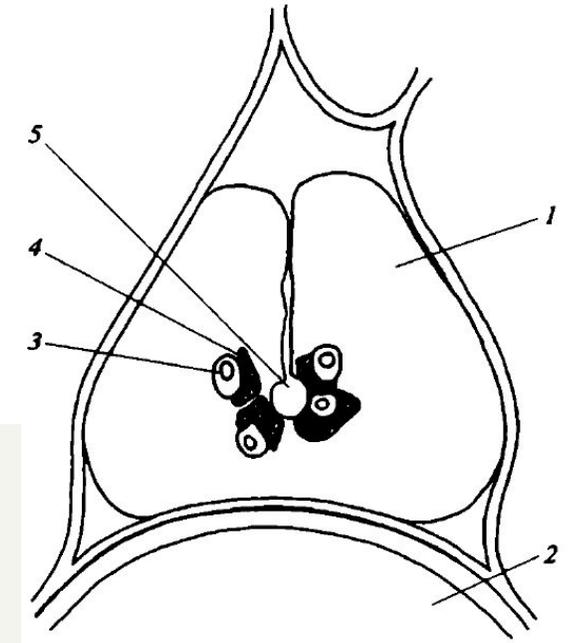
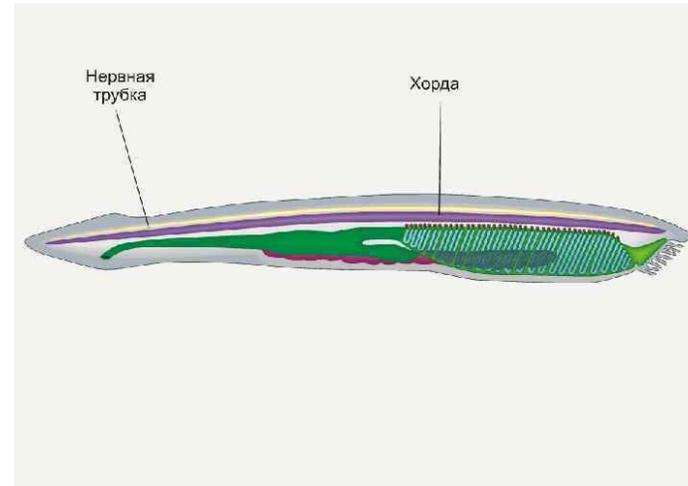
1 – спинной плавник с камерами; 2 – миомеры; 3 – миосепты; 4 – хвостовой плавник; 5 – анальное отверстие; 6 – подхвостовой плавник; 7 – положение атриопора; 8 – метаплевральная складка; 9 – гонады; 10 – щупальца предротовой воронки

Нервная система

- Представляет собой не замкнутую до конца нервную трубку.
- Нет головного мозга.
- В стенке спинномозгового канала – светочувствительные рецепторы (глазки Гессе).
- Ямка Келликера – хеморецептор.
- Хеморецепторы имеются и в глотке.

Рис. 4. Схема расположения глазков Гессе на поперечном срезе нервной трубки:

1 – спинной мозг; 2 – хорда; 3 – светочувствительная клетка; 4 – пигментная клетка; 5 – невроцель



Кровеносная система

- Нет сердца, кровь циркулирует благодаря сокращениям сосудов.
- Эндотелий сосудов прерывист, кровеносная система почти замкнута.
- Кровь не имеет дыхательных пигментов.
- Кровеносная система похожа на систему круглоротых и рыб.

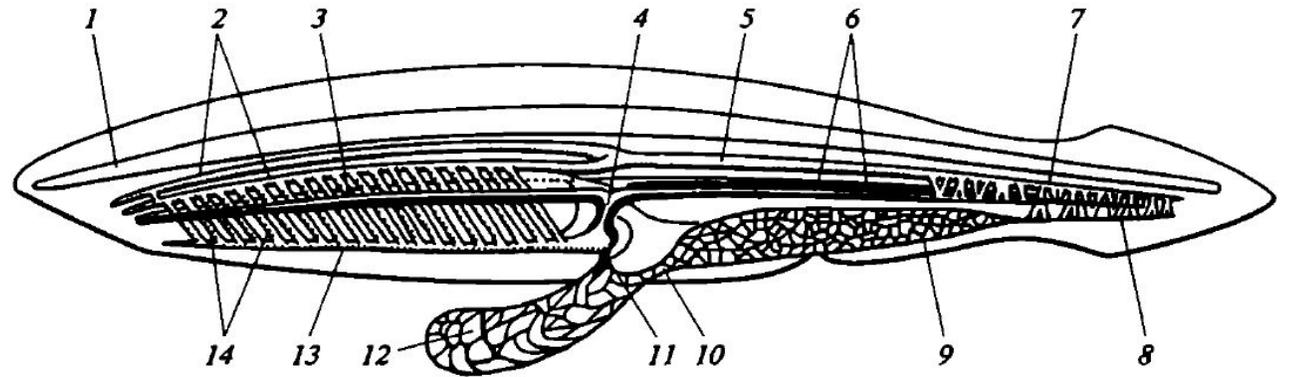
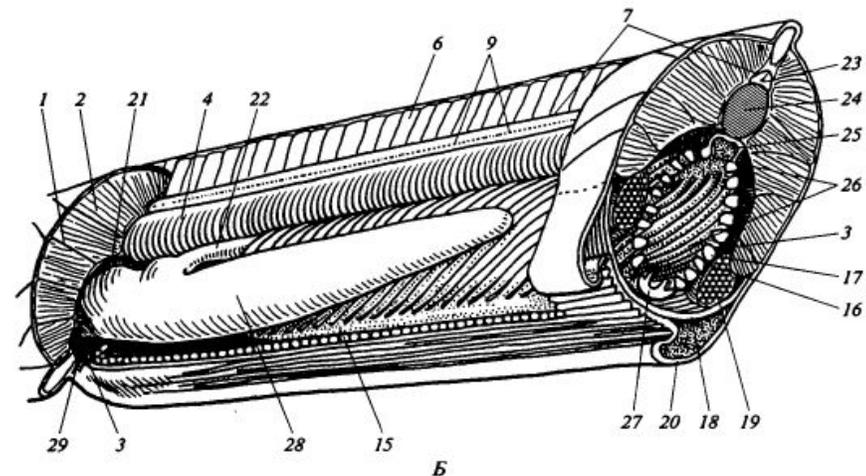
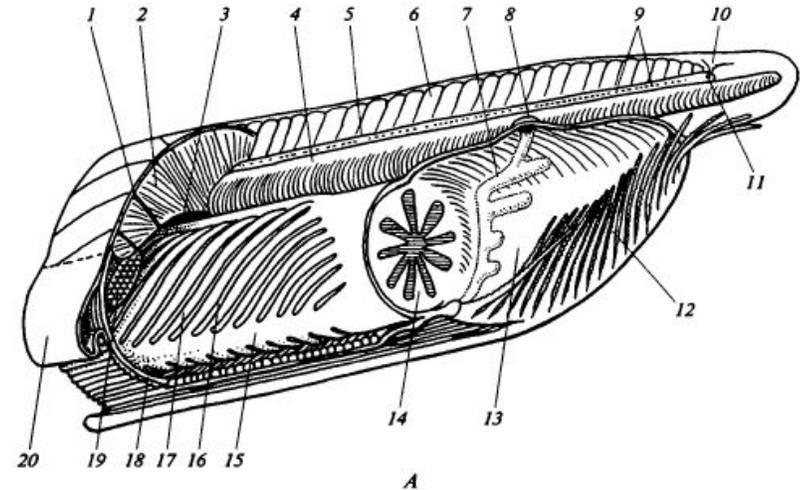


Рис. 5. Схема кровеносной системы ланцетника. Вид слева; печёночный вырост искусственно отогнут вниз за пределы контура тела:

1 — хорда; 2 — корни спинной аорты; 3 — левая передняя кардинальная вена; 4 — левый кьюьеров проток; 5 — спинная аорта; 6 — задние кардинальные вены; 7 — хвостовая артерия; 8 — хвостовая вена; 9 — подкишечная вена; 10 — воротные вены печени; 11 — печёночная вена; 12 — воротная система печени; 13 — брюшная аорта; 14 — жаберные артерии

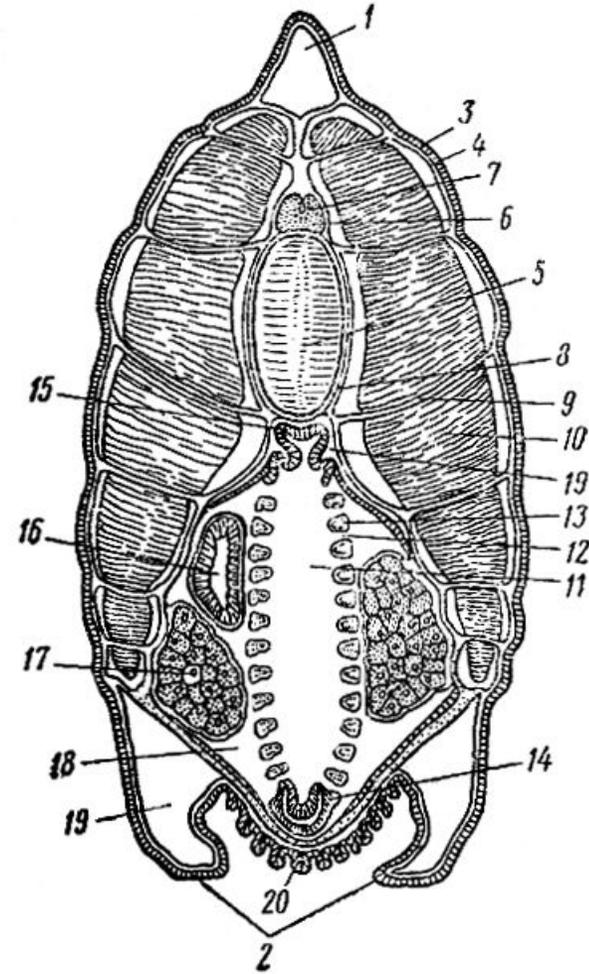
Пищеварительная система

- Имеют предротовую воронку, обрамленную щупальцами.
- Мерцательная выстилка глотки гонит потоки пищи ко рту.
- Рот окружен перепонкой – парусом.
- Глотка имеет большое количество жаберных щелей, покрытых ресничками.
- Имеется брюшная ресничная бороздка – эндостиль (предшественник щитовидной железы).
- Верхняя ресничная бороздка – наджаберная бороздка.
- Кишечник – прямая трубка с печеночным выростом.



Атриальная полость

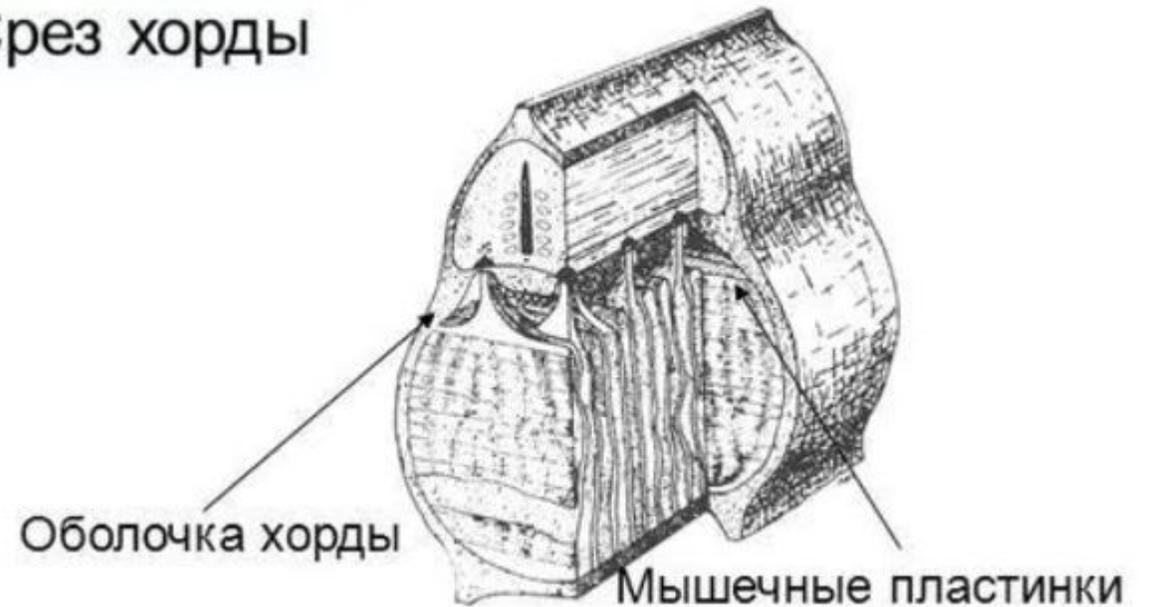
- Жаберные щели у молодых особей открываются во внешнюю среду.
- Взрослый ланцетник имеет атриальную полость.
- Полость сообщается с внешней средой через атриопор.
- В атриальной полости развиваются гонады.



Хорда

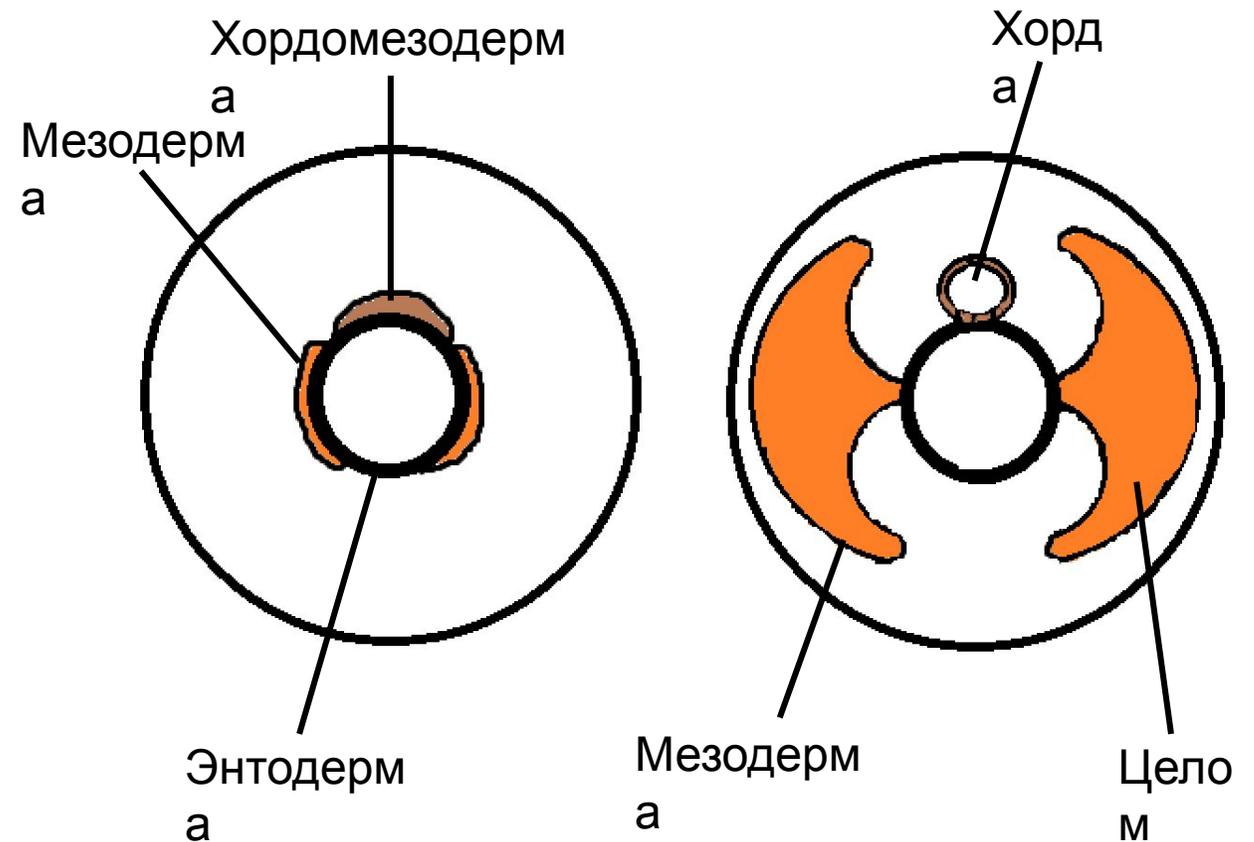
- Столб полужидкой ткани, заключённый в оболочку из прочных кольцевых волокон.
- Клетки вакуолизированы.
- Выполняет роль гидроскелета.
- У ланцетников перегороджена поперечными мышечными пластинками.
- Развивается как выпячивание первичной кишки зародыша.

Срез хорды



Развитие

- Оплодотворение наружное.
- Дробление радиальное.
- Нервная система образуется впячиванием эктодермы.
- Целом и хорда отпочковываются от первичной кишки.



Tunicata

- Взрослые организмы – сидячие фильтраторы или планктонные организмы.
- Хорда сохраняется у подвижной личинки.
- Нервная и кровеносная системы редуцированы.



Строение на примере *Ascidia*

- Покровы из целлюлозы.
- Продукты обмена накапливаются в почках накопления.
- В атриальной полости имеется обширная глотка с сеткой жаберных щелей.
- Вода попадает через ротовой сифон в глотку, фильтруется при помощи жаберных щелей и выходит через выводной сифон.

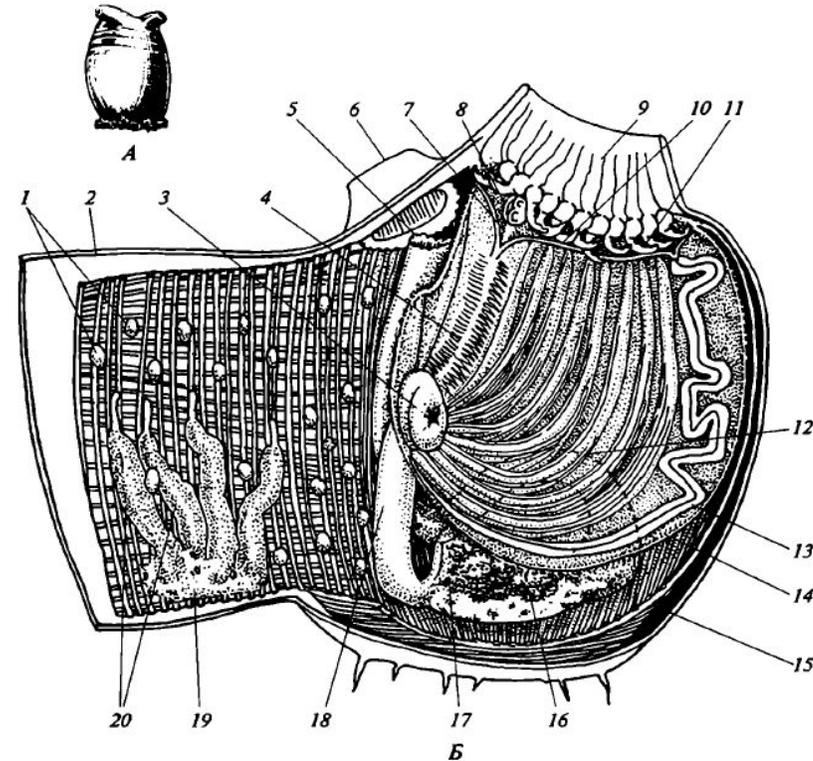


Рис. 10. Асцидия *Halocynthia aurantium*:

A — общий вид; *B* — особь, вскрытая с правой стороны; правая половина мантии отвёрнута, правая стенка глотки удалена; 1 — почки накопления; 2 — туника; 3 — отверстие пищевода; 4 — наджаберная пластинка; 5 — анальное отверстие; 6 — клоакальный сифон; 7 — нервный ганглий; 8 — подмозговая железа; 9 — ротовой сифон; 10 — окологлоточное кольцо; 11 — щупальца ротового сифона; 12 — кишечник; 13 — эндостиль; 14 — глотка; 15 — мантия; 16 — «печень»; 17 — желудок; 18 — пищевод; 19 — семенники; 20 — яичники

Развитие

- Гермафродиты.
- Оплодотворение наружное.
- Сальпы способны к почкованию.
- Личинка подвижная, имеет хорду, нервный ствол и органы чувств.

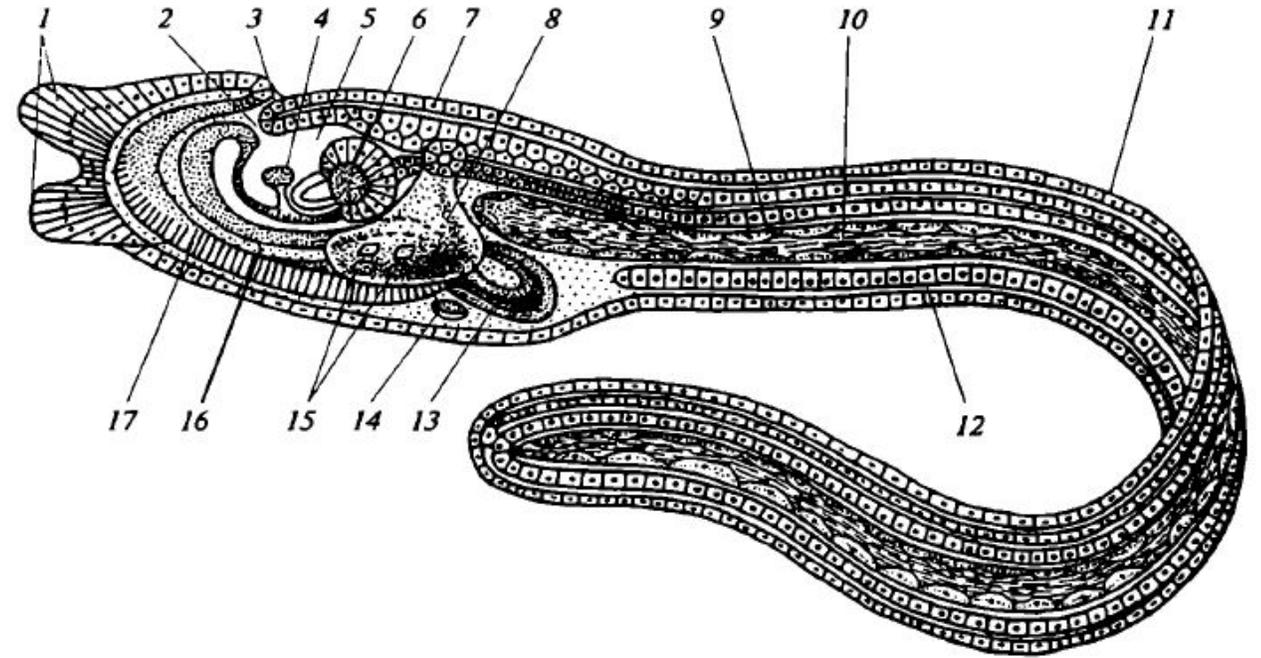


Рис. 11. Личинка асцидии:

1 — «присоска» для фиксации на грунте; 2 — невропор; 3 — ротовое отверстие; 4 —статоцист; 5 — головное расширение нервной трубки; 6 — глазок; 7 — туловище; 8 — зачаточная атриальная полость; 9 — нервная трубка; 10 — хорда; 11 — хвост; 12 — мускулатура хвоста; 13 — кишка; 14 — сердце; 15 — жаберные щели; 16 — полость глотки; 17 — эндостиль

Appendicularia

- Хорда сохраняется во взрослом состоянии
- Живут в слизистых домиков, которые участвуют в фильтрации.
- Глотка редуцирована.
- Вероятно произошли от личинок оболочников.



Vertebrata

- Нервная трубка имеет терминальное утолщение – МОЗГ.
- Имеется череп, защищающий мозг и обеспечивающий питание.
- Хорошо развиты органы чувств.
- Исходно – активные хищники.

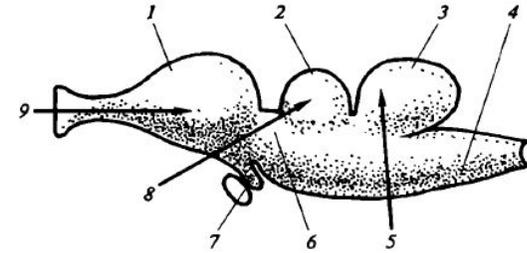
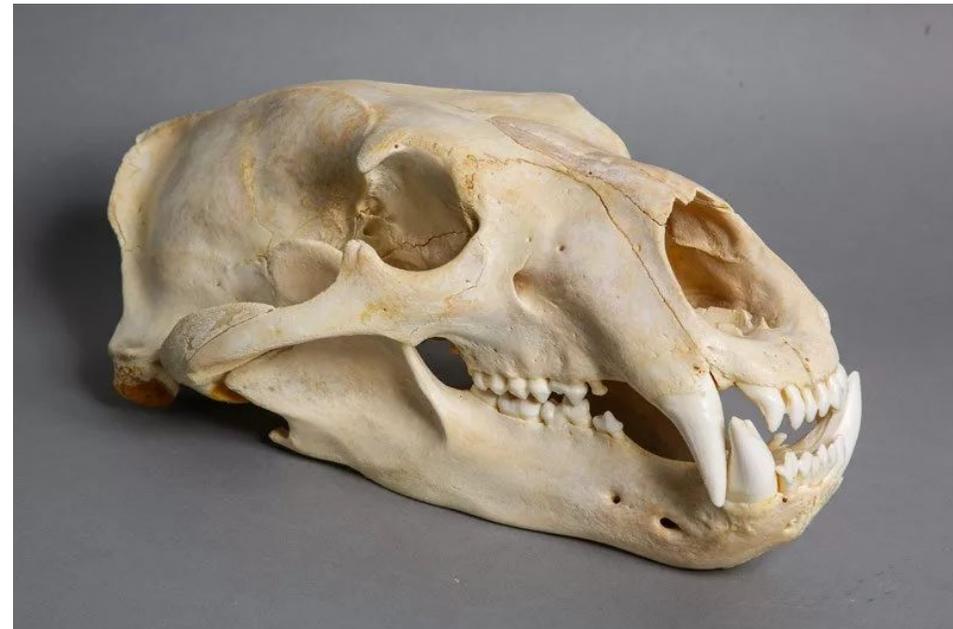


Рис. 35. Схема головного мозга, показывающая связь его основных частей с тремя высшими органами чувств, т.е. участие в его формировании трёх анализаторов. Вид сбоку:
1 – конечный мозг; 2 – зрительные бугры среднего мозга; 3 – мозжечок; 4 – продолговатый мозг; 5 – вход от боковой линии и внутреннего уха; 6 – промежуточный мозг; 7 – воронка с гипофизом; 8 – вход от глаз; 9 – вход от носа

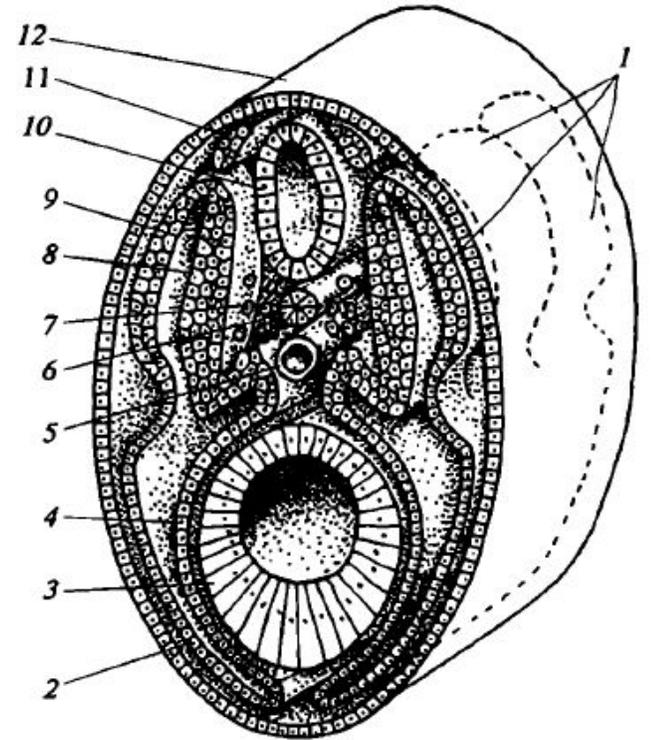


Эмбриогенез

- Происходит инвагинация эктодермы с образованием нервной трубки.
- Имеется нервный гребень.
- Есть сомиты – зачатки сегментов.
- Сенсорные эпидермальные утолщения на поверхности головы – плакоды.

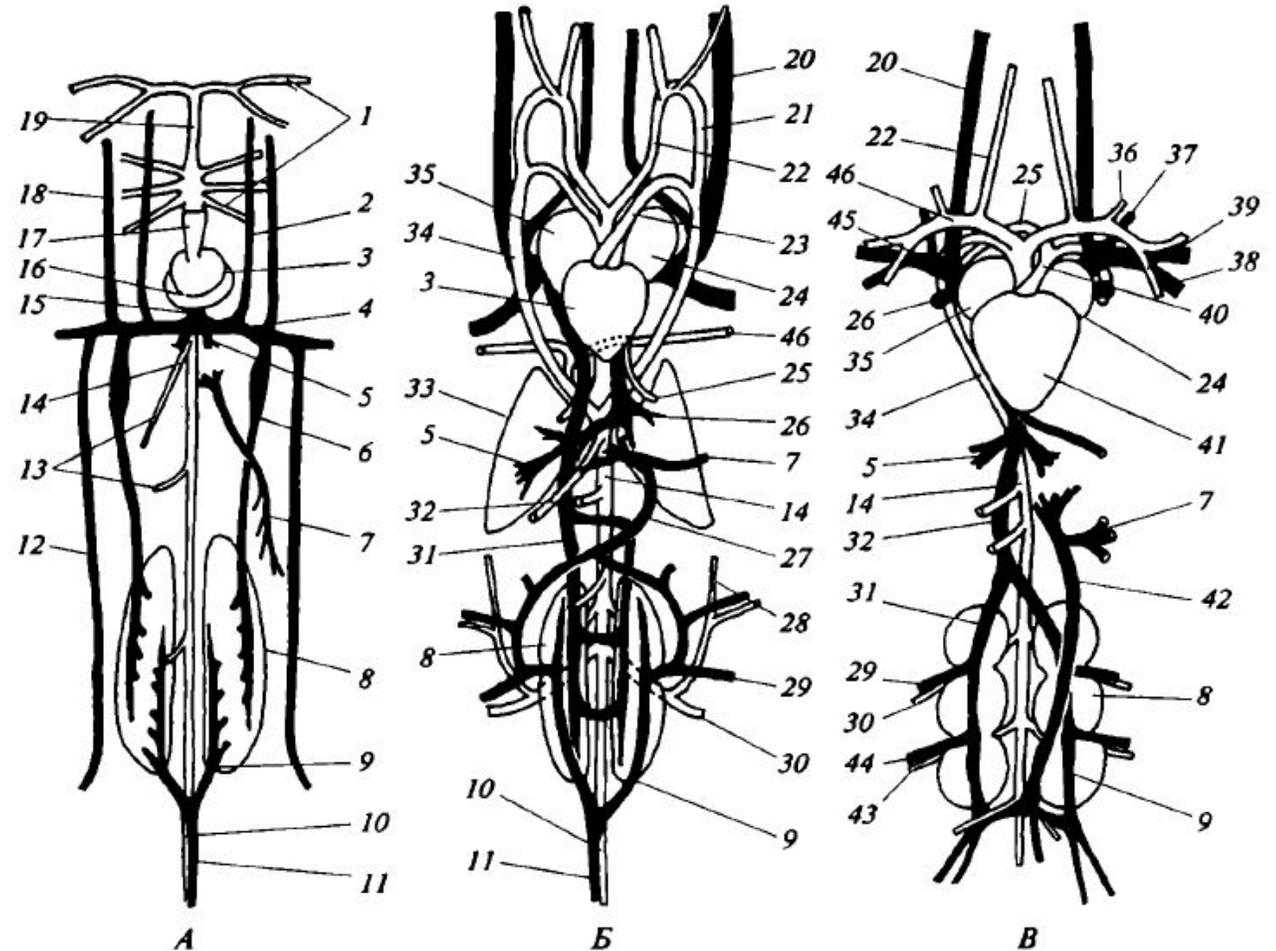
Рис. 31. Схематический поперечный разрез зародыша амфибии после дифференцировки основных компонентов мезодермы и нервной системы:

1 – сомиты (эпимер); 2 – париетальный листок мезодермальной боковой пластинки (гипомера); 3 – кишка; 4 – висцеральный листок мезодермальной боковой пластинки (гипомера); 5 – спинная аорта; 6 – хорда; 7 – склеротом; 8 – миотом; 9 – дерматом; 10 – нервная трубка; 11 – нервный гребень; 12 – эктодерма



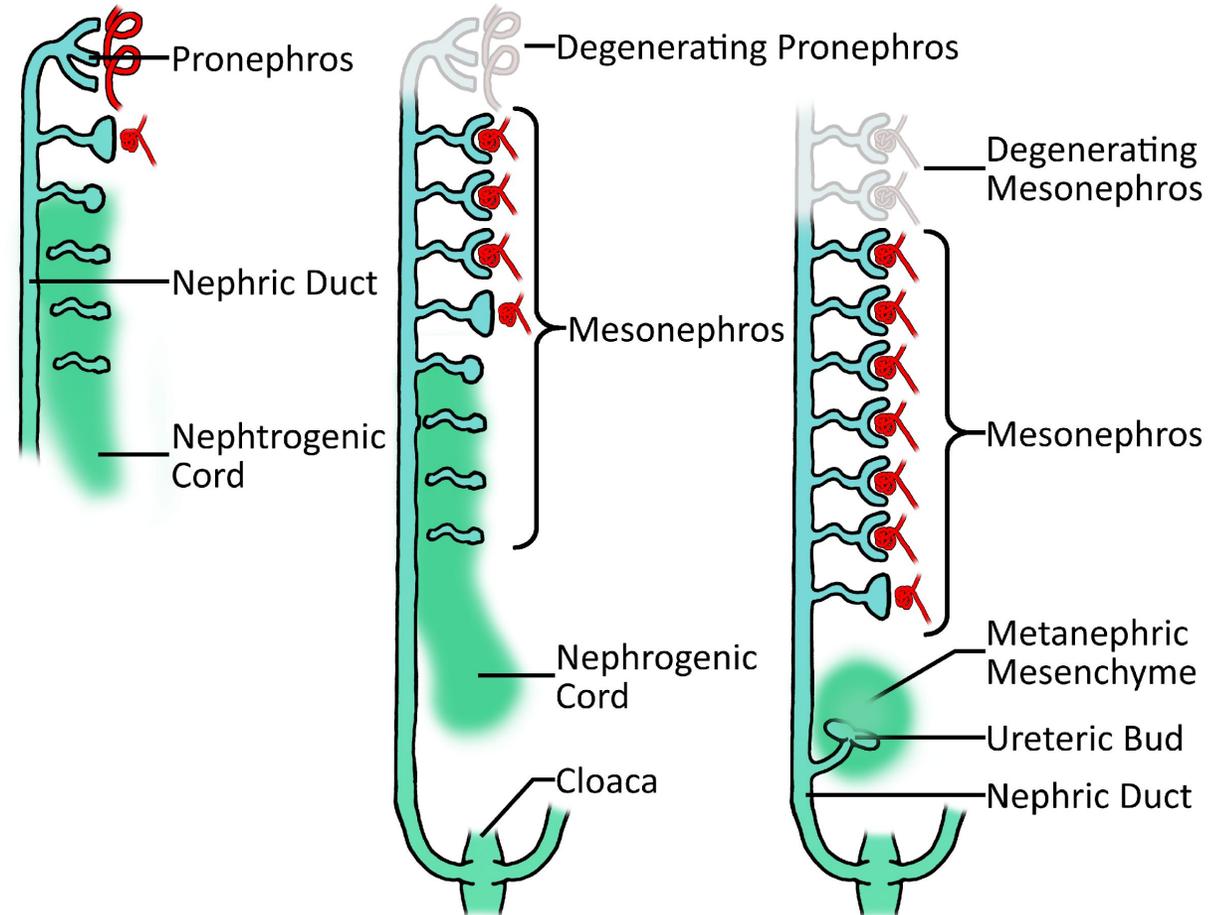
Кровеносная система

- Появляется сердце в основании брюшной аорты.
- Кровь содержит гемоглобин.



Органы выделения

- Головная почка – пронефрос – наиболее примитивна, имеет по одному канальцу на сегмент.
- Туловищная почка – мезонефрос – имеющая по несколько канальцев на сегмент.
- Метанефрос – наиболее прогрессивна, нефроны имеют петли для реабсорбции воды, имеется вторичный мочеточник.



Agnatha

- На данный момент включает только круглоротых.
- Не имеют челюстей.
- Нет парных плавников.
- На голове – непарная ноздря.
- Не имеют позвоночника.



Petromyzones

- На голове круглая присасывательная воронка.
- Хорошо развиты глаза.
- Семь пар жаберных щелей.
- Имеют два спинных и один хвостовой плавник.



Череп

- Опорные элементы из хряща.
- Мозговая капсула не имеет верхнего свода.
- Отделы мозга в капсулах.
- Скелет предротовой воронки включают хрящ языка и кольцевой хрящ.
- Висцеральный скелет – ажурная жаберная решетка.

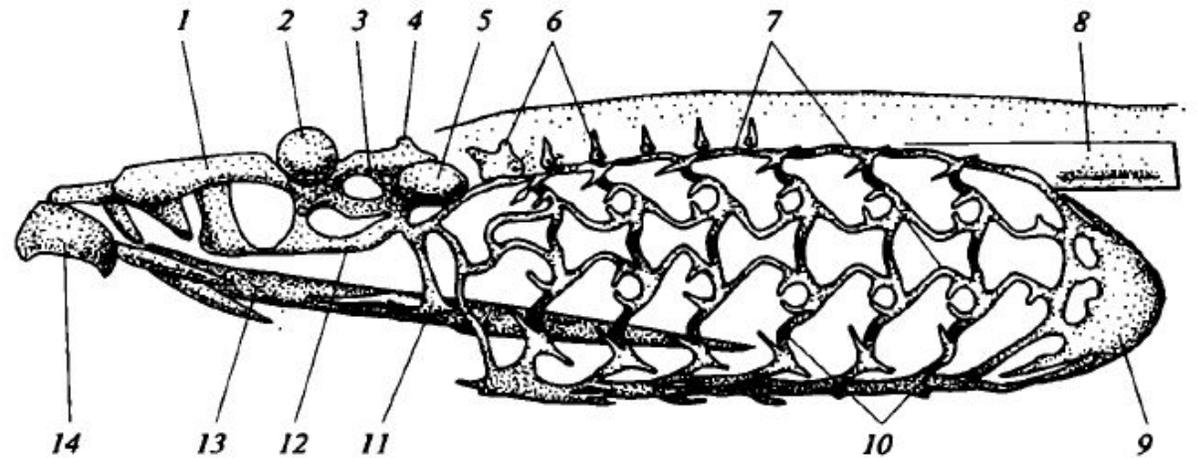


Рис. 49. Скелет головы миноги. Вид сбоку:

1 — задний верхний (трабекулярный) хрящ; 2 — обонятельная капсула; 3 — мозговая капсула; 4 — зачаточная крыша мозговой капсулы; 5 — слуховая капсула; 6 — элементы позвоночника, верхние дуги; 7 — продольные комиссуры жаберной решётки; 8 — хорда; 9 — сердечный хрящ; 10 — жаберные дуги; 11 — мандибулярный хрящ; 12 — подглазничная дужка; 13 — язычный хрящ; 14 — кольцевой хрящ

Нервная система

- Наибольшую массу имеет продолговатый мозг.
- Мозжечок почти отсутствует.
- В районе среднего мозга нервная трубка разворачивается.
- Крыша промежуточного мозга несет два глазоподобных органа – пинеальный орган и теменной глаз.
- Отсутствует зрительный перекрест.
- От мозга отходят 8 пар черепномозговых нервов.

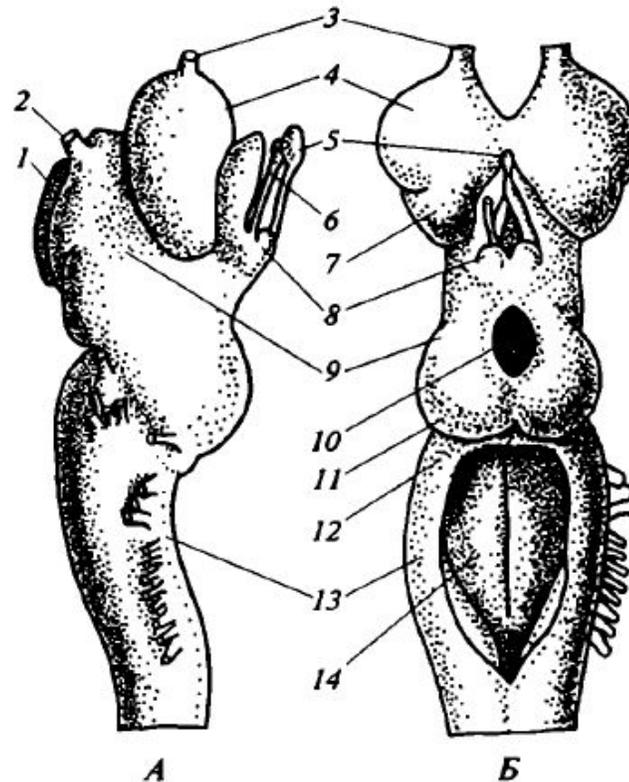


Рис. 51. Головной мозг миноги. Вид сбоку (А) и сверху (Б):

1 — гипофиз; 2 — зрительный нерв; 3 — обонятельный нерв; 4 — обонятельная луковица; 5 — пинеальный орган; 6 — парапинеальный (париетальный) орган; 7 — конечный мозг; 8 — габенулярные ганглии; 9 — промежуточный мозг; 10 — зрительный желудочек; 11 — зрительная доля среднего мозга; 12 — локализация специфических нейронов мозжечка; 13 — продолговатый мозг; 14 — ромбовидная ямка

Пищеварительная система

- Начинается предротовой воронкой с роговыми зубцами.
- Глотка разделена на пищевод и дыхательную трубку.
- Дыхательная трубка ведет в семь пар жаберных мешков, в которых происходит газообмен.
- Не имеют поджелудочной железы.
- Кишечник имеет спиральный клапан.

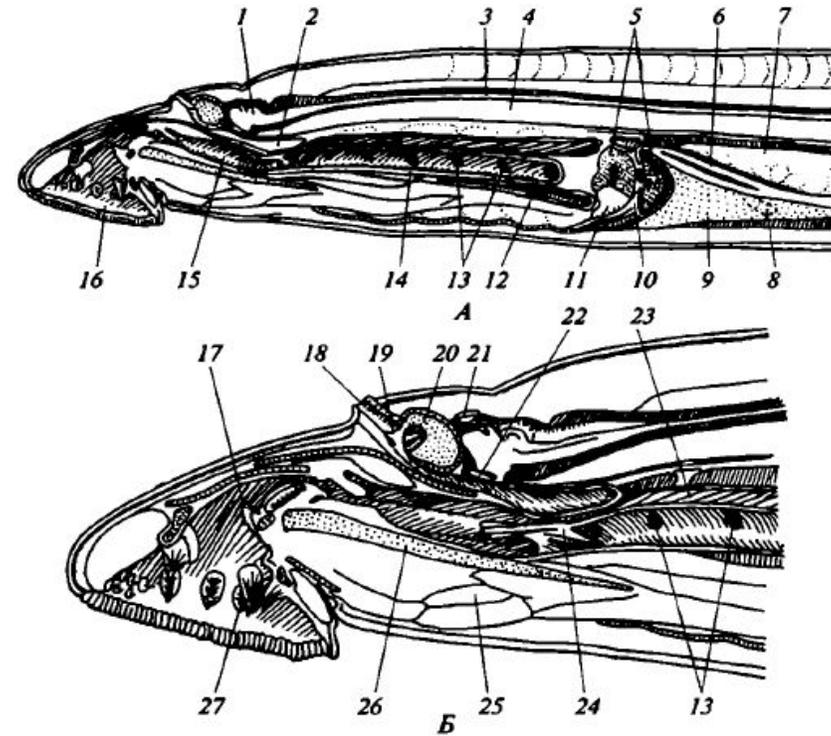


Рис. 48. Сагиттальный разрез передней части тела миноги (А), Б — фрагмент в крупном масштабе:

1 — головной мозг; 2 — назогипофизарный мешок; 3 — спинной мозг; 4 — хорда; 5 — предсердие; 6 — кишка; 7 — гонада; 8 — печёночный дивертикул кишки; 9 — печень; 10 — венозная пазуха сердца; 11 — желудочек сердца; 12 — брюшная аорта; 13 — внутренние отверстия жаберных мешков; 14 — дыхательная трубка; 15 — ротовая полость; 16 — предротовая воронка; 17 — роговые зубцы языка; 18 — ноздря; 19 — клапан ноздри; 20 — обонятельный мешок; 21 — пинеальный и парапинеальный органы; 22 — гипофиз; 23 — пищевод; 24 — парус; 25 — язычная мускулатура; 26 — хрящ языка; 27 — роговые зубцы воронки

Кровеносная система

- Один круг кровообращения.
- Сердце включает три отдела: венозную пазуху, предсердие и желудочек.
- Из сердца кровь ведётся по брюшной аорте к приносящим артериям жаберных мешков.

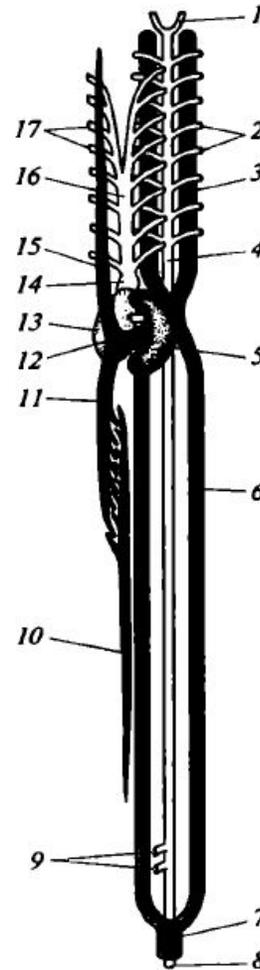


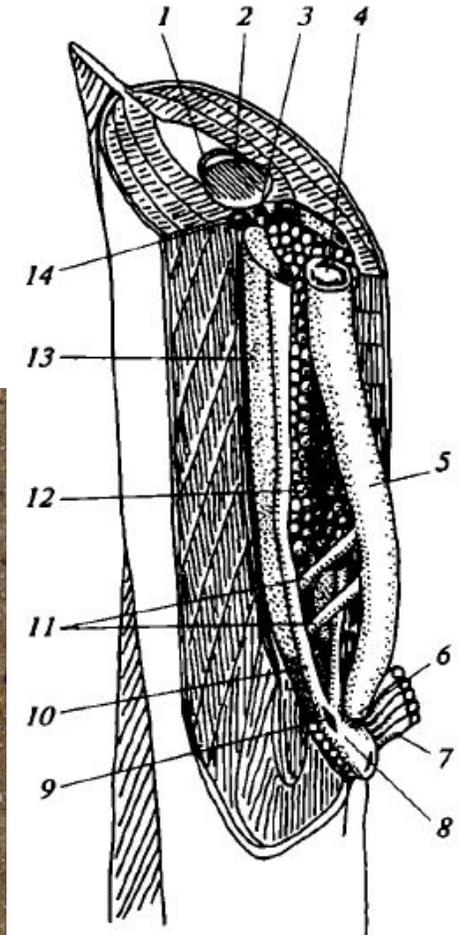
Рис. 53. Схема кровеносной системы миноги. Вид в поперечном разрезе с брюха и сбоку (с левой стороны):

1 — общая сонная артерия; 2 — выносящие жаберные артерии; 3 — передняя кардинальная вена; 4 — спинная аорта; 5 — предсердие; 6 — задняя кардинальная вена; 7 — хвостовая вена; 8 — хвостовая артерия; 9 — артерии к кишке; 10 — воротная вена печени; 11 — печёночная вена; 12 — венозная пазуха сердца; 13 — желудочек сердца; 14 — луковица аорты; 15 — нижняя яремная вена; 16 — брюшная аорта; 17 — приносящие жаберные артерии

Мочеполовая система

- Органы выделения – мезонефрические почки.
- Отверстия мочеточников и задней кишки открываются в мочеполовой синус.
- Во время нереста стенки гонад разрываются, они попадают в брюшную полость и выводятся через половые поры.
- После нереста миноги погибают.
- Личинка – пескоройка.

Рис. 54. Органы мочеполовой системы самки миноги на вскрытии. Вид вполоборота с брюха и сбоку:
1 – спинной мозг; 2 – хорда; 3 – спинная аорта; 4 – спиральный клапан; 5 – кишечник; 6 – анальное отверстие; 7 – сжимающий область мочеполового синуса и анального отверстия кольцевой мускул (разрезан); 8 – мочеполовой синус; 9 – половая пора; 10 – мочеточник; 11 – остаток брыжейки с сосудами к кишечнику; 12 – яичник; 13 – почка; 14 – задняя кардинальная вена



Мухіні

- Глаза не развиты.
- Глотка не разделяется на пищевод и дыхательную трубку.
- Внутренняя среда по составу похожа на морскую воду.
- Большое количество слизистых желез.
- До 15 пар жаберных мешков.



Ископаемые формы

- Известны с позднего Кембрия.
- Рыбообразные организмы с костным панцирем.



Gnathostomata

- Появились челюсти, гомологичные жаберным дугам.
- Жаберные мешки имеют эктодермальное происхождение.
- Имеются конечности, туловищный скелет.



Типы позвонков

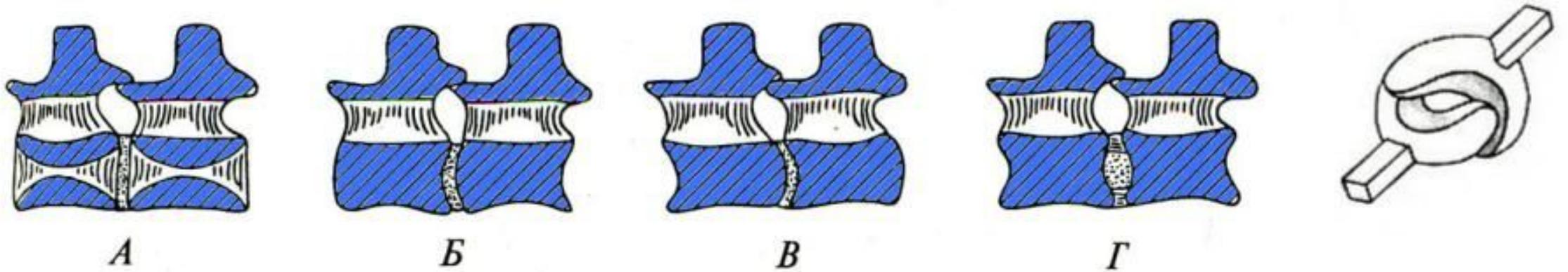


Рис. 45. Различные типы позвонков у позвоночных (схемы сагиттальных разрезов; передние концы обращены влево):

A — примитивный амфицельный; *B* — опистоцельный; *B* — процельный; *Г* — ацельный (предшественник платицельного)

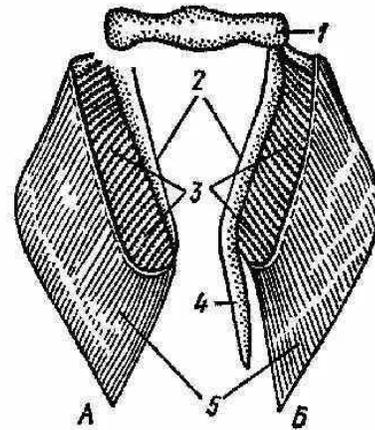
Pisces

- Система плавников включает несколько непарных и дополнена двумя типами парных плавников – грудными и брюшными.
- Тело покрыто чешуей.
- Имеются зубы.



Плавники

- У хрящевых рыб есть эластотрихии – эластиновые тяжи, укрепляющие плавник.
- Костные рыбы имеют костные структуры – лепидотрихии.



Тазовый пояс и скелет брюшного плавника акулы. А — плавник самки; Б — плавник самца:

1 — тазовая пластинка, 2 — базальный хрящ брюшного плавника, 3 — радиальные хрящи, 4 — копулятивный вырост базального хряща плавника самца, 5 — эластотрихий

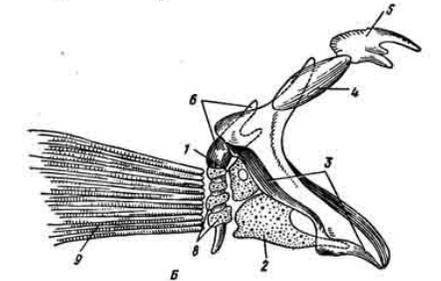
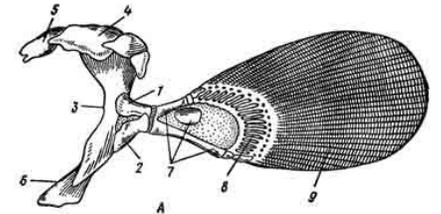
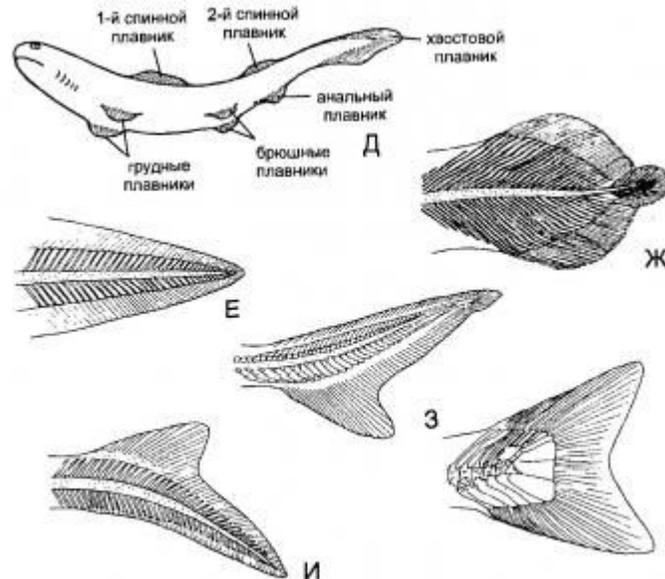


Рис. 113. Пояс грудных плавников и грудные плавники лучеперых рыб. А — многопера — Polypterus (многоперообразные); Б — судака (окунеперообразные):

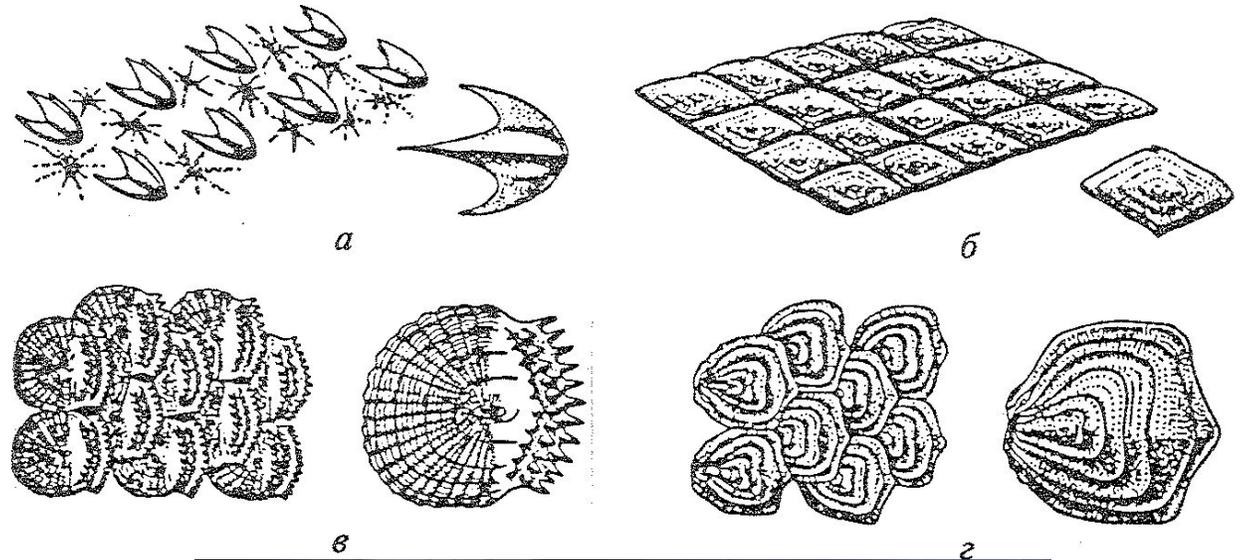
первичный пояс: 1 — лопатка, 2 — коракоид; вторичный пояс: 3 — клейтрум, 4 — супраскапуляр, 5 — остистая кость, 6 — подсайтрум; скелет плавника: 7 — базали, 8 — радиали, 9 — лепидотрихии (кожные костные лучи)



Е — протоцеркальный, Ж — дифицеркальный, З — гетероцеркальный (эпидеркальный), И — гипоцеркальный, К — гомоцеркальный

Чешуя

- Имеет кожное происхождение, часто включает костную ткань.
- Образуются в эпидермесе эмалевым органом.
- Плакоидные чешуи дали начало зубам.



Chondrichthyes

- Характерна плакоидная чешуя.
- Нет плавательного пузыря.
- 5-7 жаберных щелей.
- В кишечнике присутствует спиральный клапан.
- Совокупительные органы на плавниках – птеригоподии.



Череп

- Осевой череп состоит из черепной коробки, капсул органов чувств и роострума.
- Висцеральный череп включает в себя челюстную дугу с губными хрящами, гиоидную дугу и 5 жаберных дуг.
- Экстрабранхиальные хрящи – гомологи жаберной решетки круглоротых.

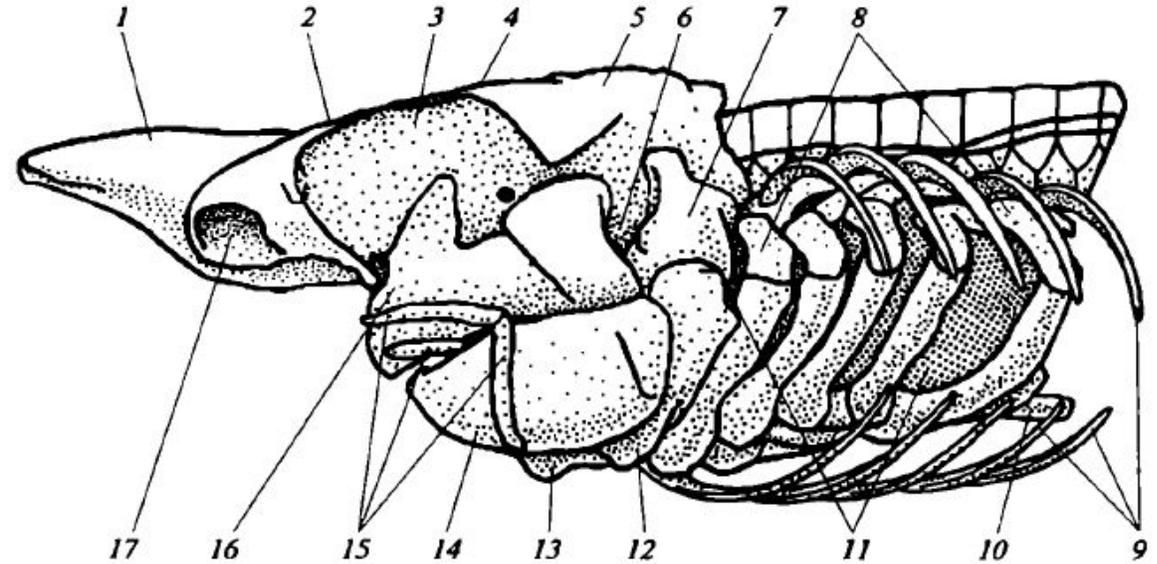
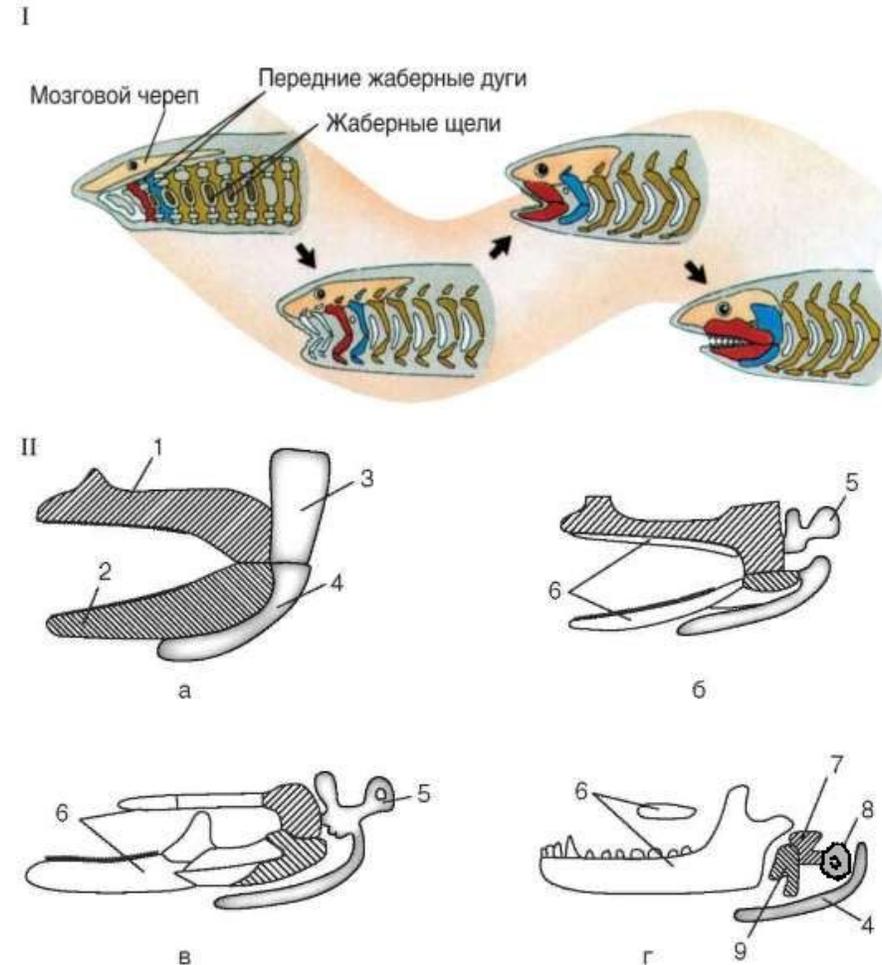


Рис. 63. Скелет головы колючей акулы, или катрана (*Squalus acanthias*). Вид сбоку:
1 — роострум; 2 — мозговой череп; 3 — глазница; 4 — мозговая капсула; 5 — слуховая капсула; 6 — положение брызгальца; 7 — гиомандибуляре; 8 — лежащие в стенке глотки жаберные дуги; 9 — лежащие под кожей экстрабранхиальные хрящи; 10 — задний конец копулы жаберных дуг; 11 — положение I—V жаберных щелей; 12 — гиоид; 13 — базигиале; 14 — меккелев хрящ; 15 — губные хрящи; 16 — нёбноквадратный хрящ; 17 — обонятельная капсула

Эволюция висцерального черепа

- Губные хрящи – остатки предротовой воронки.
- Челюстная дуга – гомолог первой челюстной дуги.
- Гиоидная дуга соответствует второй челюстной дуге.
- Жаберные мешки имеют наружный и внутренний скелет.



Кровеносная система

- Сердце включает 4 отдела: венозный синус, предсердие, желудочек и артериальный конус.
- Кровь не смешивается в сердце.
- Основа венозной системы – кардинальные вены, впадающие в кювьеровы протоки.

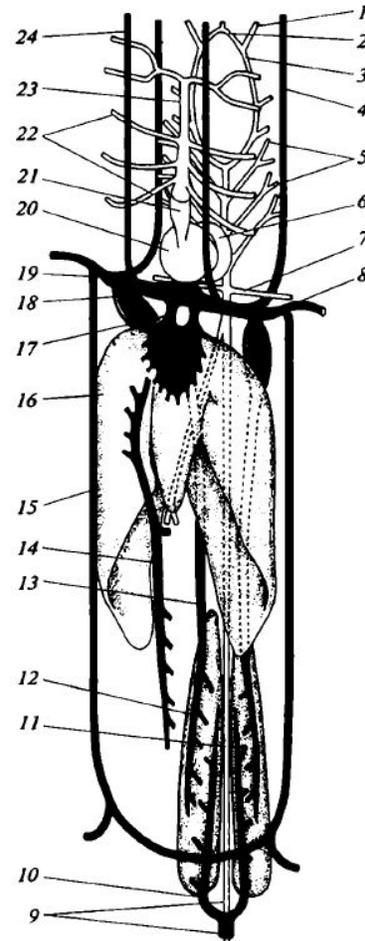


Рис. 68. Схема кровеносной системы акулы. Вид вполоборота с брюха, сбоку и немного спереди. Вены зачернены:

1 – наружная сонная артерия; 2 – внутренняя сонная артерия; 3 – общая сонная артерия; 4 – передняя кардинальная вена; 5 – выносящие жаберные артерии; 6 – предсердие; 7 – подключичная артерия; 8 – подключичная вена; 9 – хвостовые артерия и вена; 10 – воротная вена почки; 11 – спинная аорта; 12 – почка; 13 – задняя кардинальная вена; 14 – воротная вена печени; 15 – боковая вена; 16 – печень; 17 – печёночная вена; 18 – венозная пазуха; 19 – кювьеров проток; 20 – желудочек сердца; 21 – артериальный конус; 22 – приносящие жаберные артерии; 23 – брюшная аорта; 24 – нижняя яремная вена

Дыхание

- С каждой стороны жаберных дуг имеется полужабра.
- Одна полужабра располагается на гиоиде.
- Дыхание гулярного типа: вода прогоняется при помощи движения мускулатуры глотки.

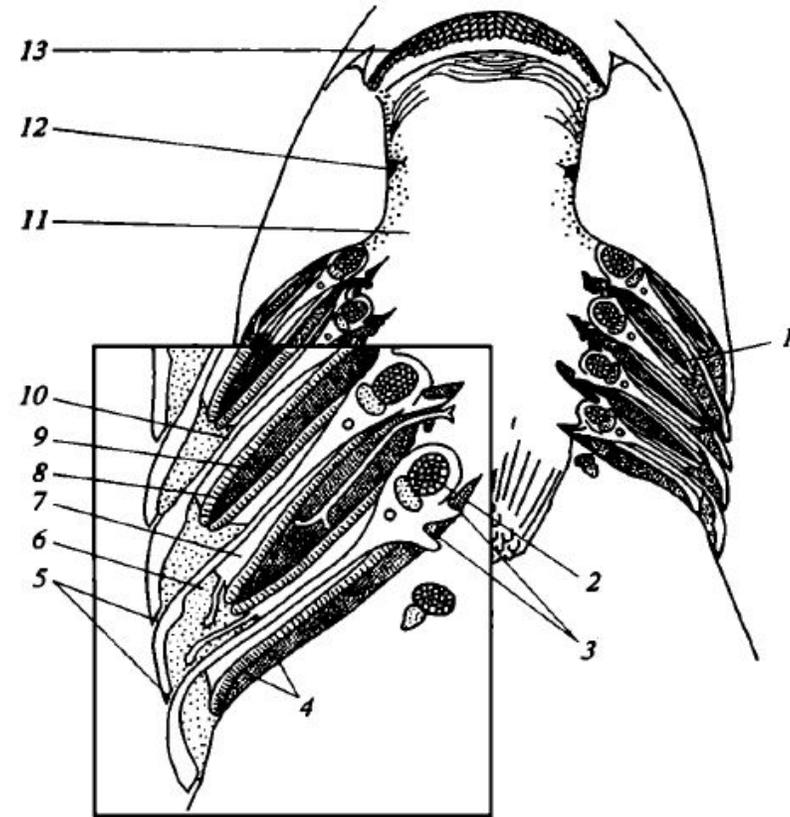


Рис. 67. Дыхательная система акулы. Фронтальный (горизонтальный) разрез глотки и жаберного аппарата. Вид снизу:

1 — вторая левая жабра; 2 — разрез жаберной дуги; 3 — жаберные тычинки; 4 — лепестки второго порядка; 5 — наружные жаберные щели; 6 — парабранхиальная полость; 7 — краевой канал полужабры; 8 — жаберный лепесток первого порядка; 9 — жаберный мешок; 10 — жаберная перегородка; 11 — полость глотки; 12 — вход из глотки в брызгальце; 13 — верхняя челюсть с зубами. На выноске показаны более крупно жабры правой стороны. Белыми стрелками показаны потоки воды, омывающие лепестки второго порядка

Нервная система

- 10 пар черепномозговых нервов.
- Хорошо развиты отделы мозга.

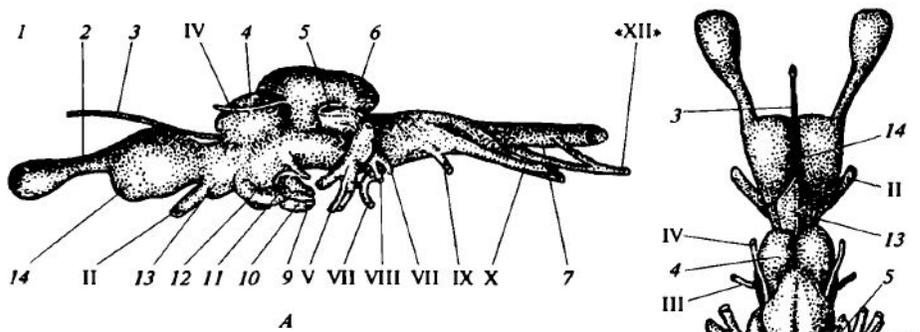
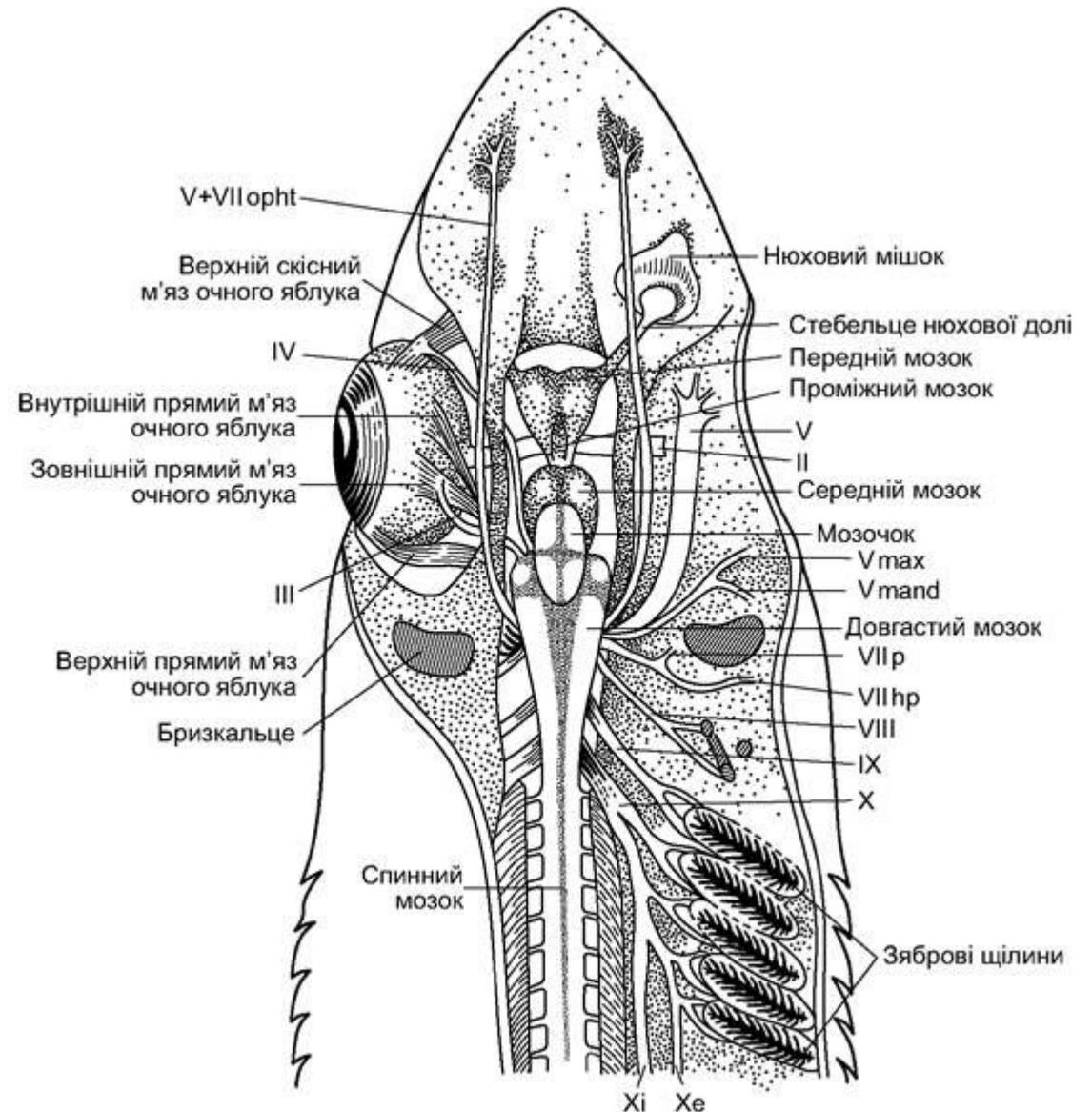


Рис. 64. Головной мозг колючей акулы, или катрана (*Squalus acanthias*). Вид сбоку (А) и сверху (Б):

1 — обонятельная луковица; 2 — обонятельный стебелек; 3 — эпифиз; 4 — зрительная доля среднего мозга; 5 — ушко мозжечка; 6 — тело мозжечка; 7 — спинной мозг; 8 — продолговатый мозг; 9 — сосудистый мешок; 10 — нижняя доля; 11 — воронка; 12 — гипофиз; 13 — промежуточный мозг; 14 — конечный (или передний) мозг; 15 — ромбовидная ямка; II—V, VII—X и «XII» — головные нервы



Мочеполовая система

- Почка – мезонефрос со вторичными мочеточниками.
- Начальные отделы мезонефроса играют роль придатка семенника.
- Продукт выделения – мочевины.
- Ректальная железа – орган осморегуляции.

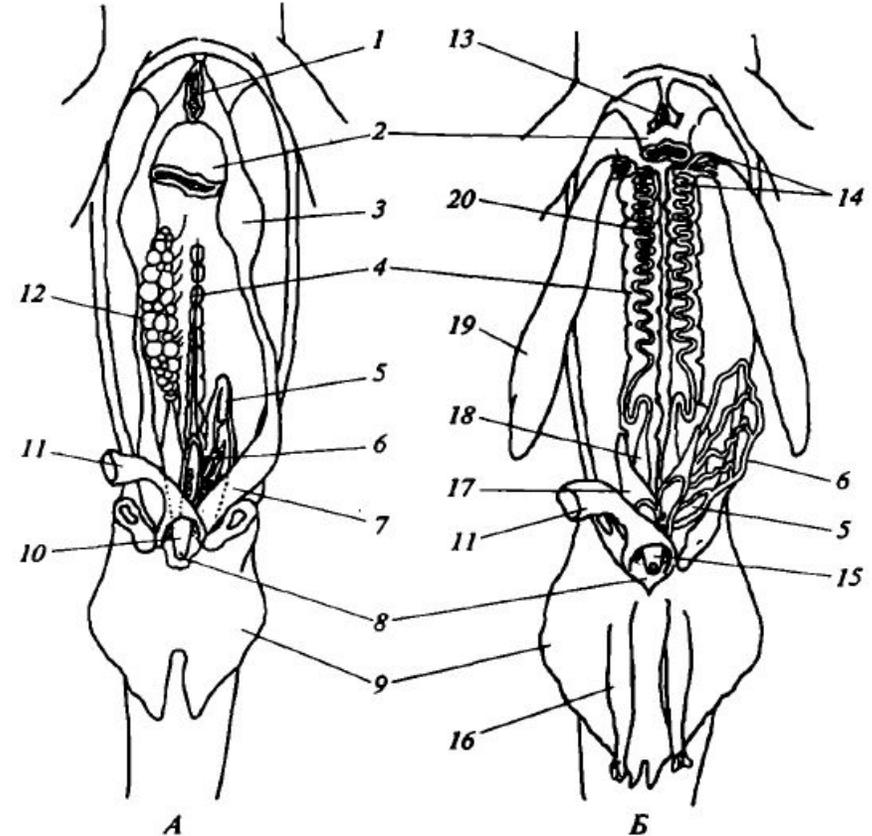
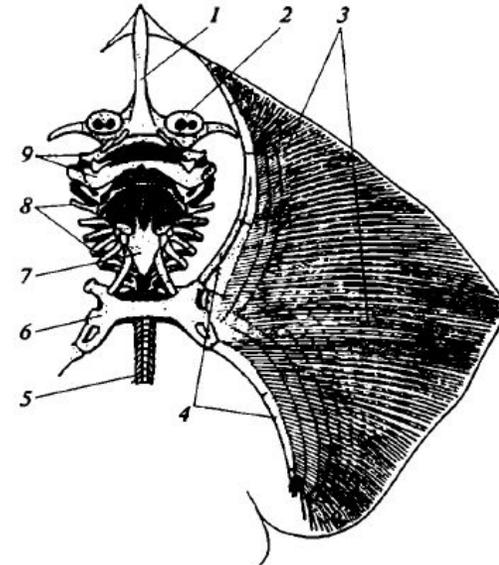
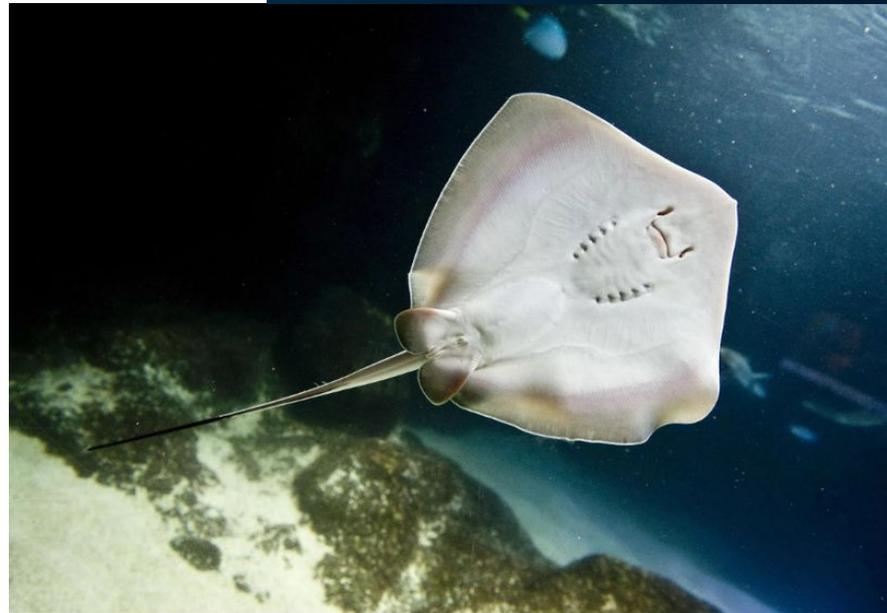


Рис. 69. Органы мочеполовой системы самки (А) и самца (Б) собачьей акулы (*Scyliorhinus canicula*). Основная часть печени, кишечник и левый яичник удалены:
1 – воронка яйцеводов; 2 – обрезок пищевода; 3 – скорлуповая железа; 4 – рудиментарная передняя часть почки; 5 – выделительный отдел почки; 6 – вторичный мочеточник; 7 – маточный отдел яйцевода (мюллерова канала); 8 – клоака; 9 – брюшной плавник; 10 – мочевого сосочек; 11 – прямая кишка; 12 – яичник; 13 – рудиментарные яйцеводы; 14 – придаток семенника; 15 – мочеполовой сосочек; 16 – копулятивный придаток; 17 – семенной мешок; 18 – семенной пузырек; 19 – семенник; 20 – семяпровод (вольфов канал)

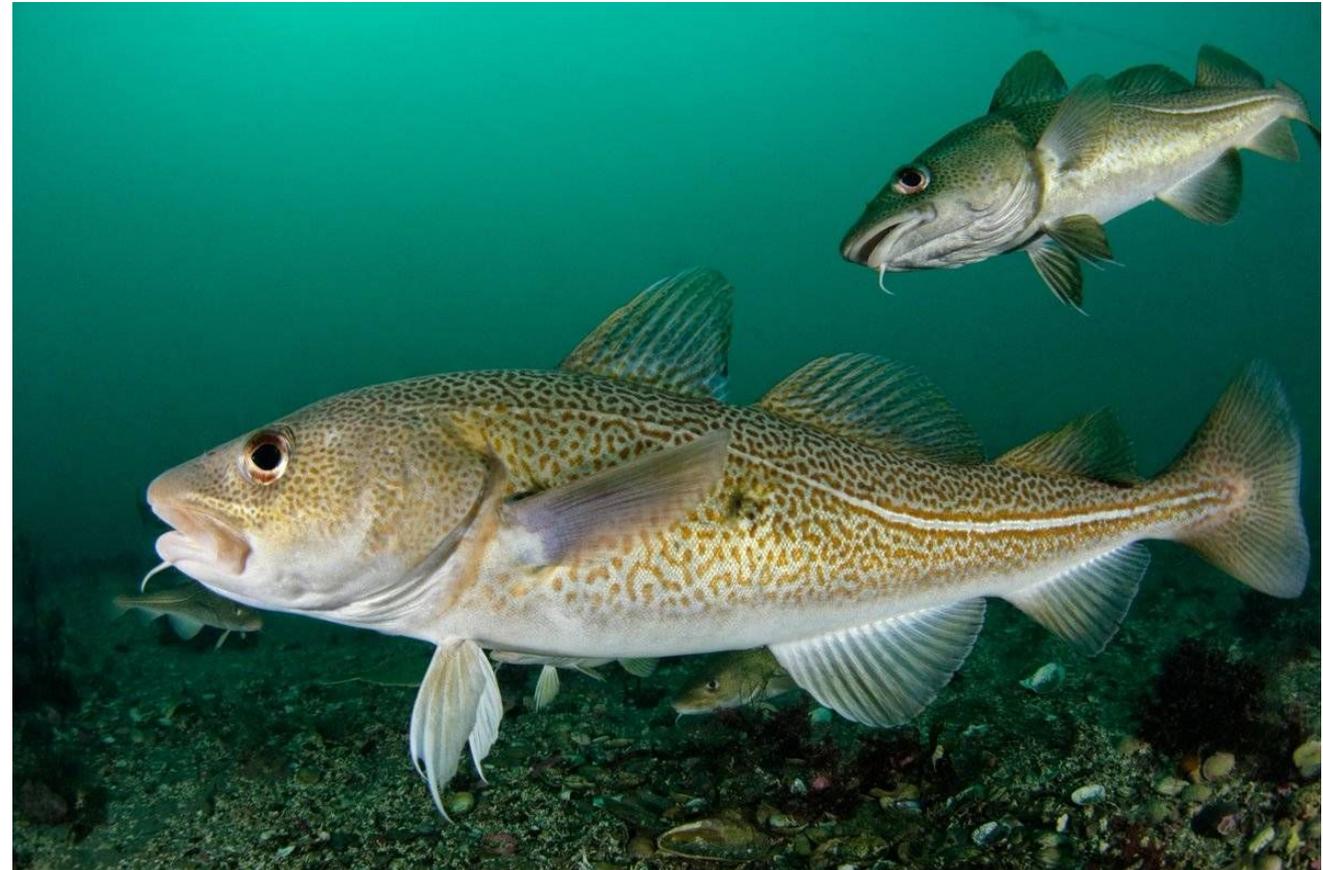
Разнообразие

- Две группы: акулы (Selachii) и скаты (Batoidea).
- Акулы: обтекаемое тело, хорошо развитый хвост.
- Скаты: плоское тело, хвостовая нить, жабры на брюшной стороне, пояс конечностей связан с осевым скелетом.
- Химеры – глубоководные обитатели, характерна аутостилия.



Osteichthyes

- Наличие в покровах костных чешуй.
- Присутствие костной жаберной крышки и четырех жаберных дуг с рудиментарными жаберными перегородками или без них.
- Накладные и замещающие кости, укрепляющие скелет головы и туловища.
- Тенденция редукции мясистой лопасти парных плавников и.
- У современных видов почти исключительно равнолопастный хвостовой плавник (ромбоцеркального типа).
- Нейтральная плавучесть достигается за счёт плавательного пузыря.
- Лишь в редких случаях - половые протоки почечного происхождения.
- Как правило, наружное оплодотворение.



Череп

- В состав вошло большое количество покровных окостенений.
- Характерна этмогиостилия, передний край верхней челюсти присоединен к обонятельной капсуле.
- Тропибазальный череп, в котором мозг располагается позади тесно сближенных глаз.
- Появилась вторичная верхняя челюсть.

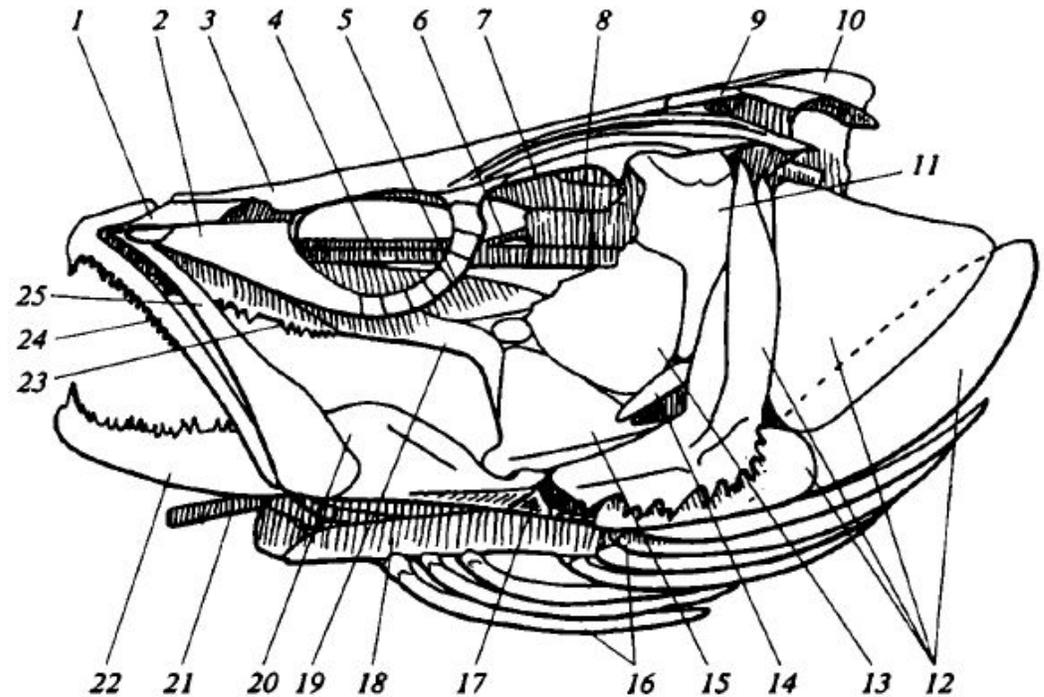


Рис. 73. Череп костистой рыбы (судака):

1 — носовая; 2 — слёзная; 3 — лобная; 4 — парасфеноид; 5 — внутренняя крыловидная; 6 — основная клиновидная; 7 — боковая клиновидная; 8 — переднеушная; 9 — теменная; 10 — верхнезатылочная; 11 — гиомандибуляре; 12 — кости жаберной крышки; 13 — задняя крыловидная; 14 — симплектикум; 15 — квадратная; 16 — лучи жаберной перепонки; 17 — угловая; 18 — гиоид; 19 — наружная крыловидная; 20 — сочленовная; 21 — базигиале; 22 — зубная; 23 — нёбная; 24 — предчелюстная; 25 — верхнечелюстная

Скелет

- Позвоночник разделен на туловищный отдел с рёбрами и хвостовой с гемальными дугами на позвонках.
- Мясистая лопасть плавников отсутствует, есть только кожная лопасть.
- Хвостовой плавник гомоцеркальный.

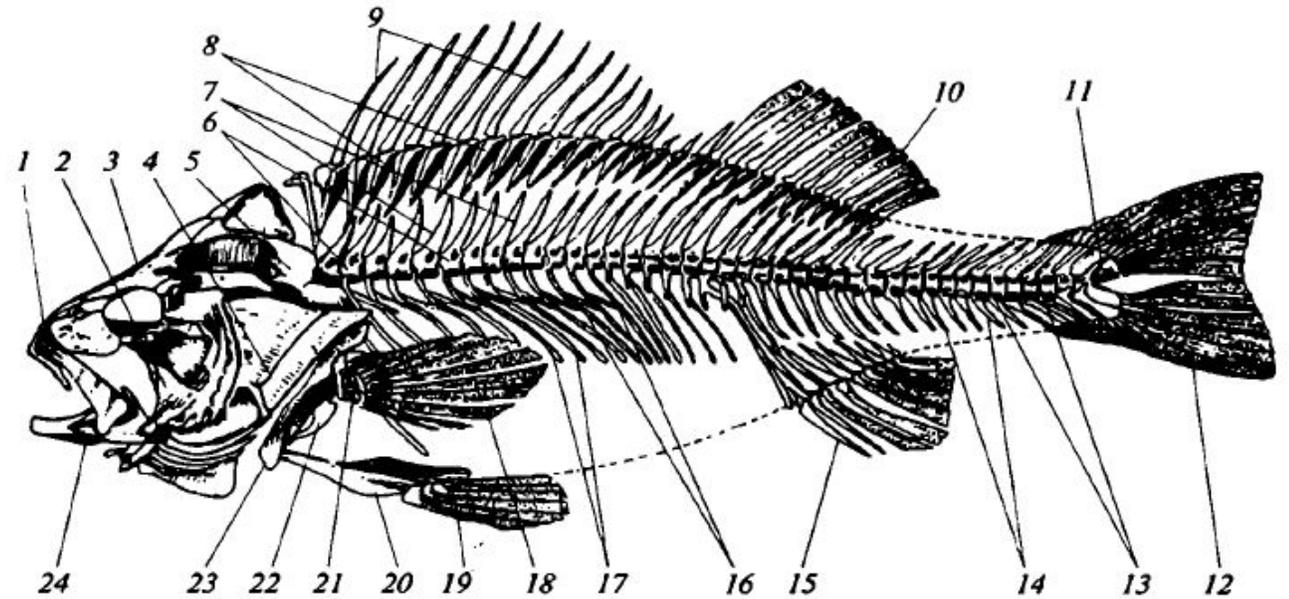
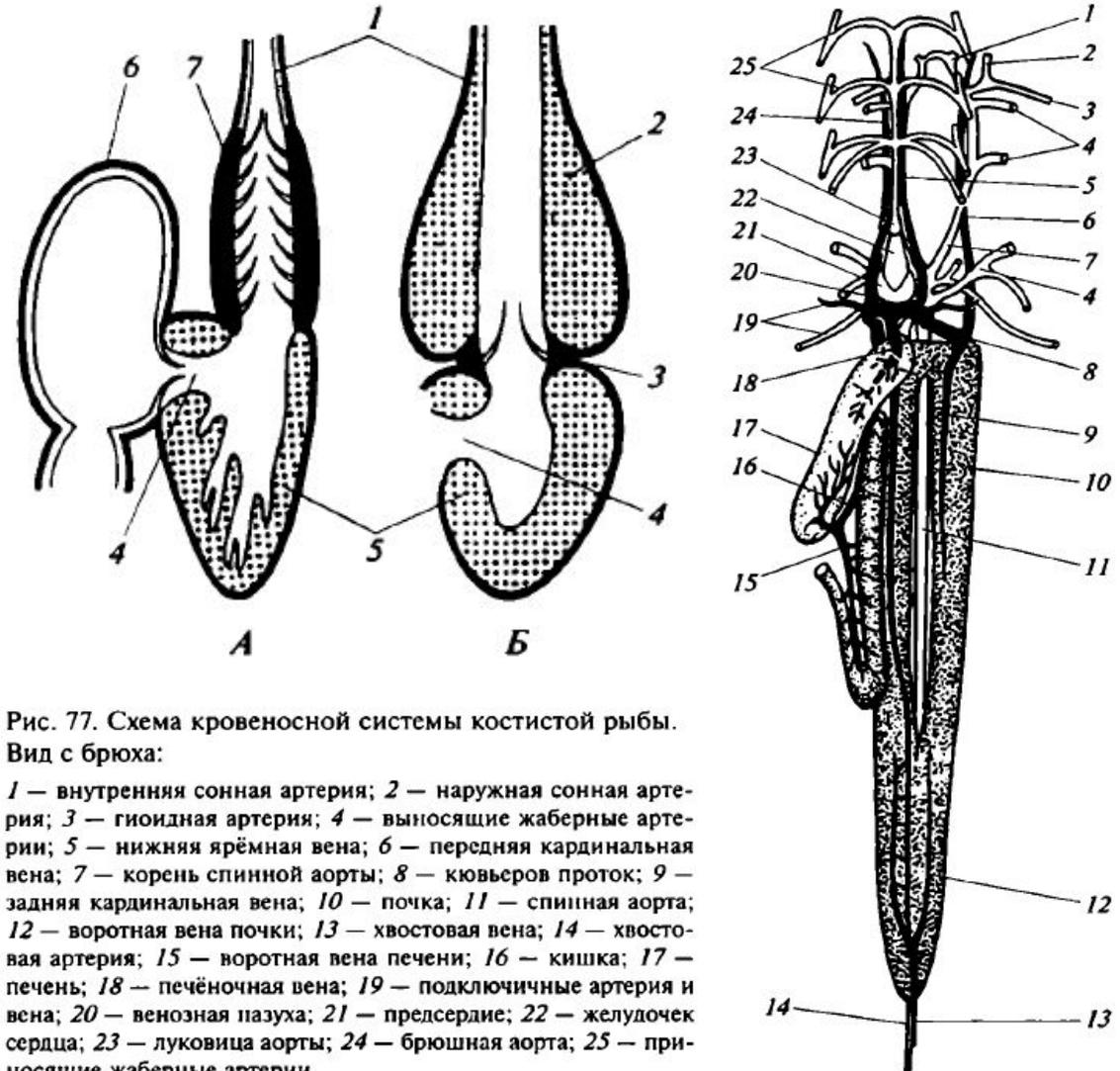


Рис. 72. Скелет костистой рыбы (окуня):

1 — вторичная верхняя челюсть; 2 — первичная верхняя челюсть; 3 — мозговой череп; 4 — жаберная крышка; 5 — задневисочная кость; 6 — туловищные позвонки; 7 — остистые отростки невральных дуг; 8 — птеригофоры (радиальные элементы); 9 — лепидотрихии переднего спинного плавника; 10 — задний спинной плавник; 11 — уростиль; 12 — гомоцеркальный хвостовой плавник; 13 — хвостовые позвонки; 14 — остистые отростки гемальных дуг; 15 — анальный плавник; 16 — верхние рёбра; 17 — нижние рёбра; 18 — грудной плавник; 19 — брюшной плавник; 20 — тазовый пояс; 21 — радиальные элементы грудного плавника (скелет остаточной мясистой лопасти); 22 — коракоид; 23 — клейтрум; 24 — нижняя челюсть

Кровеносная система

- Сердце включает венозную пазуху, предсердие и желудочек.
- Аорта имеет утолщение – луковицу аорты.
- В почке не происходит полного разделения вен.



Дыхание

- Дыхательные движения жаберной крышки способствуют оперкулярному дыханию.
- Первые четыре жаберные дуги несут по полной жабре.

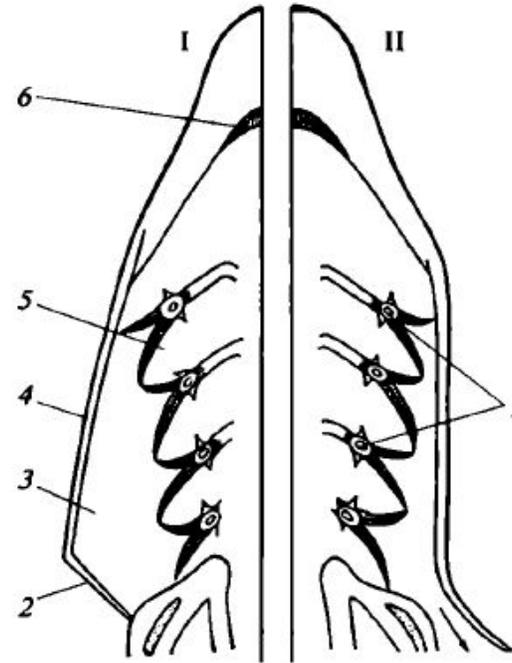


Рис. 76. Схематический горизонтальный (фронтальный) разрез ротоглоточной полости и жаберного аппарата костистой рыбы, показывающий механизм оперкулярного дыхания: 1 — жабры в поперечном разрезе; 2 — эластичная кожная оторочка жаберной крышки в роли клапана; 3 — оперкулярная полость; 4 — костная жаберная крышка; 5 — ротоглоточная полость; 6 — ротовая щель. На правой половине головы (на рисунке слева) показана фаза набирания воды в оперкулярную полость (I), на левой половине — выпускание (II; струя обозначена стрелкой)

Выделительная система

- Лентовидные туловищные почки над плавательным пузырем.
- Мочеточники – вольфовы каналы.
- Выделение ионов осуществляется также жабрами.
- Продукт обмена – аммиак.

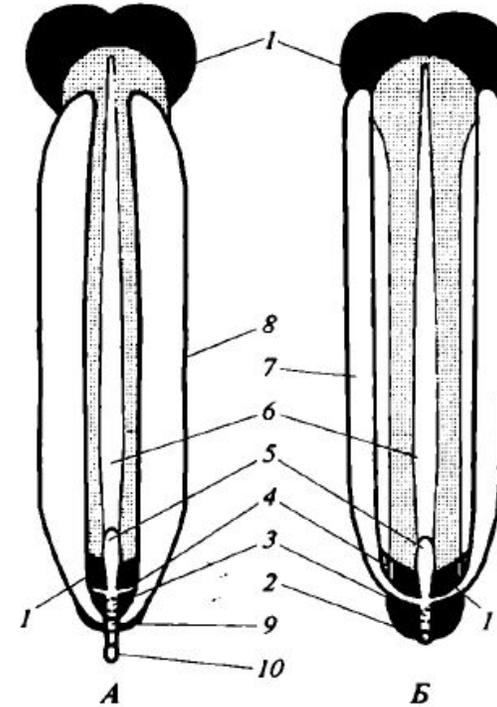


Рис. 79. Особенности мочеполовой системы костистых рыб (на примере щуки); там, где почки прикрыты плавательным пузырем, их силуэт показан точечной штриховкой:

А – самка; *Б* – самец; *1* – почка; *2* – мочеполовое отверстие; *3* – анальное отверстие; *4* – мочеточник; *5* – мочевого пузыря; *6* – плавательный пузырь; *7* – семенник; *8* – яичник; *9* – половое отверстие; *10* – мочевого отверстия

Развитие

- Икринки имеют большой запас желтка.
- Характерна дискобластула.
- Из икринок часто вылупляются личинки с желточными мешками.

Клеточные компартменты поздней бластулы костистых рыб

