

A school of yellow-striped snappers (Lutjanus fulvifasciatus) swimming in clear blue water. The fish have yellow bodies with several horizontal blue stripes. They are arranged in a loose school, swimming towards the left of the frame.

рыбы

Составитель: Русинова Н.В.

ЯрГУ, 2016

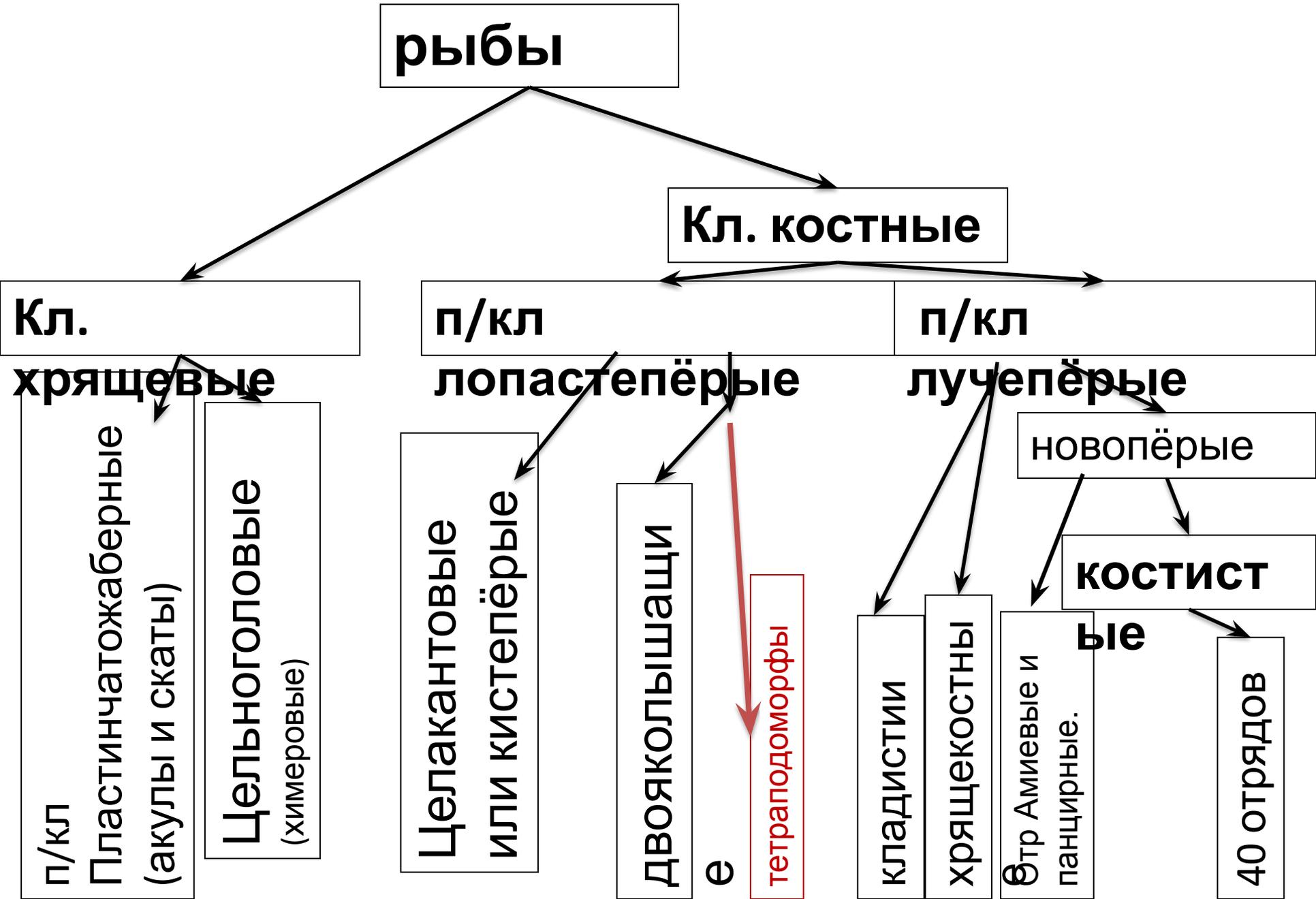
РАЗДЕЛ ПОЗВОНОЧНЫЕ ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ (GNATHOSTOMATA)

- Характерной особенностью представителей данного раздела является наличие костных или хрящевых челюстей. Раздел включает в себя подавляющее большинство ныне живущих хордовых.
- Раздел состоит из
- **НАДКЛАСС РЫБЫ (PISCES)**
- **НАДКЛАСС ЧЕТВЕРОНОГИЕ (TETRAPODA)**

РЫБЫ (PISCES)

- Включает в себя первичноводных представителей, населяющих как морские, так и пресные воды.
- Рот рыб вооружен подвижными челюстями.
- Имеются парные конечности, представленные грудными и брюшными плавниками и их поясами.
- Органами дыхания у большинства пожизненно служат жабры, жаберные лепестки имеют эктодермальное происхождение. Обонятельные органы парные.
- Внутреннее ухо имеет три полукружных канала.
- Тело, как правило, покрыто чешуей.
- **класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes)**
- **класс Костные рыбы (Osteichthyes)**
- **Подкласс лучепёрые рыбы (Actinopterygii)**
- **подкласс мясистолопастные (Sarcopterygii)**

Систематика рыб



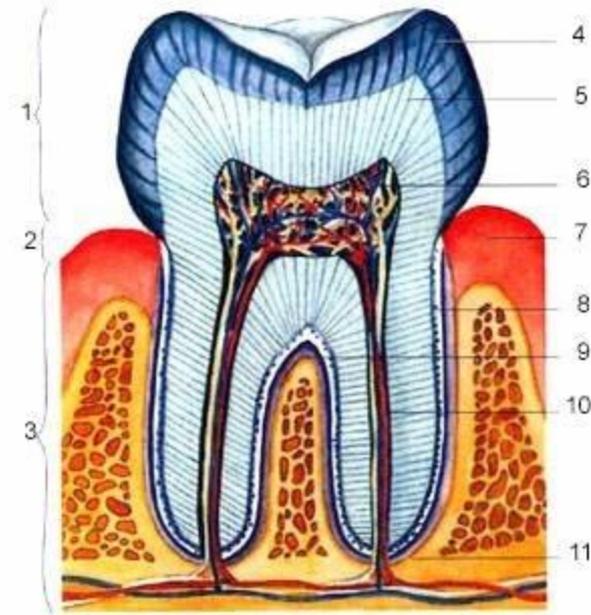
Кожные покровы рыб

содержат эпидермис и кутикс (или кориум). Эпидермис многослойный, с **многочисленными одноклеточными железистыми клетками**, выделяющими свой секрет на поверхность кожи. Кориум плотный, волокнистый. Кожа покрыта чешуями. **Чешуя** покрывает все тело рыбы или только отдельные участки, у

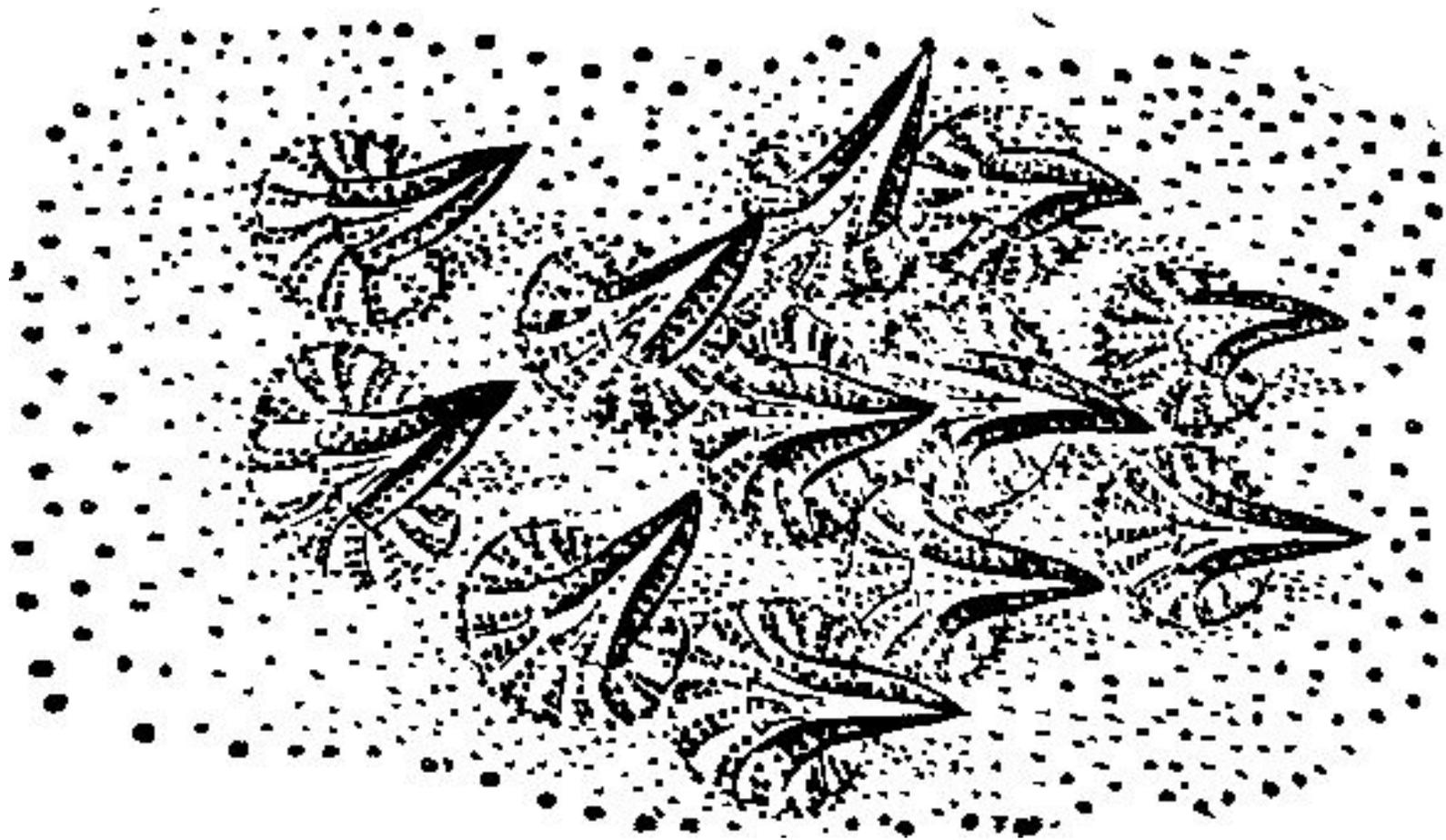
Хрящевых рыб – плакоидная чешуя

Она состоит из лежащей в кориуме дентиновой пластинки и сидящего на ней шипа, покрытого чехликом из эмали. Внутри чешуи имеется полость, наполненная пульпой. Чешуя заходит по краям ротовой щели на челюсти. Здесь она крупнее, чем на других частях тела, и выполняет функцию **зубов**. Зубы всех позвоночных – видоизменённые плакоидные чешуи.

У **костистых** рыб чешуя формируется за счет собственно кожи (кориума) и может быть **космоидной, ганоидной или костной**. **Костная чешуя подразделяется на циклоидную и ктеноидную**. Снаружи чешуйчатый покров покрыт тончайшим слоем эпидермиса.



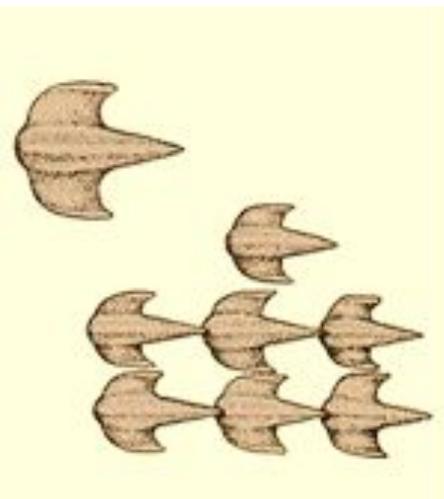
1. Коронка зуба
2. Шейка зуба
3. Корень зуба
4. Зубная эмаль
5. Зубная кость (дентин)
6. Зубная пульпа
7. Десна
8. Зубной цемент
9. Надкостница зуба
10. Нервы и сосуды
11. Зубная альвеола



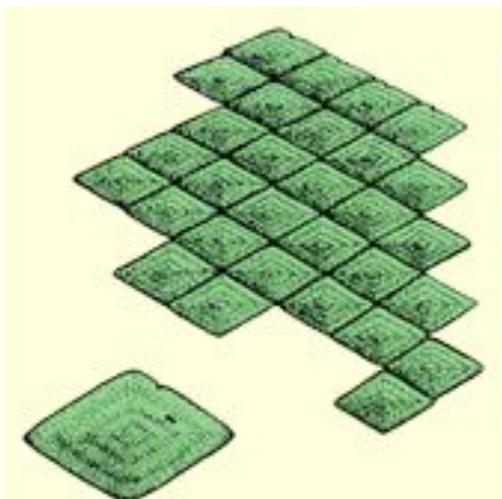
Плакоидная чешуя



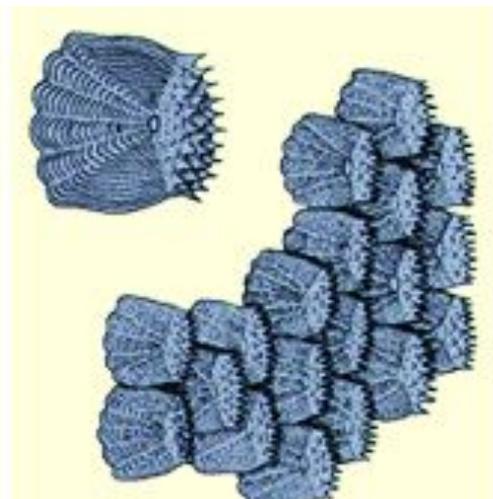
Космоидная чешуя (фотография чешуи латимерии)



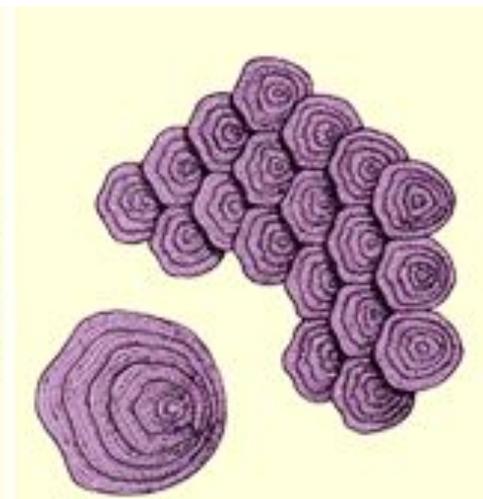
Плакоидная чешуя



Ганоидная чешуя



Ктеноидная чешуя



Циклоидная чешуя

В коже рыб расположена боковая линия, представляющая собой парный канал, идущий по бокам тела и сообщаящийся с наружной средой рядом отверстий, прободающих чешую.

**Продольный разрез
через канал боковой линии
костистой рыбы:**

**1 — боковой нерв; 2 — органы бо-
ковой линии; 3 — канал; 4 — на-
ружное отверстие канала.**

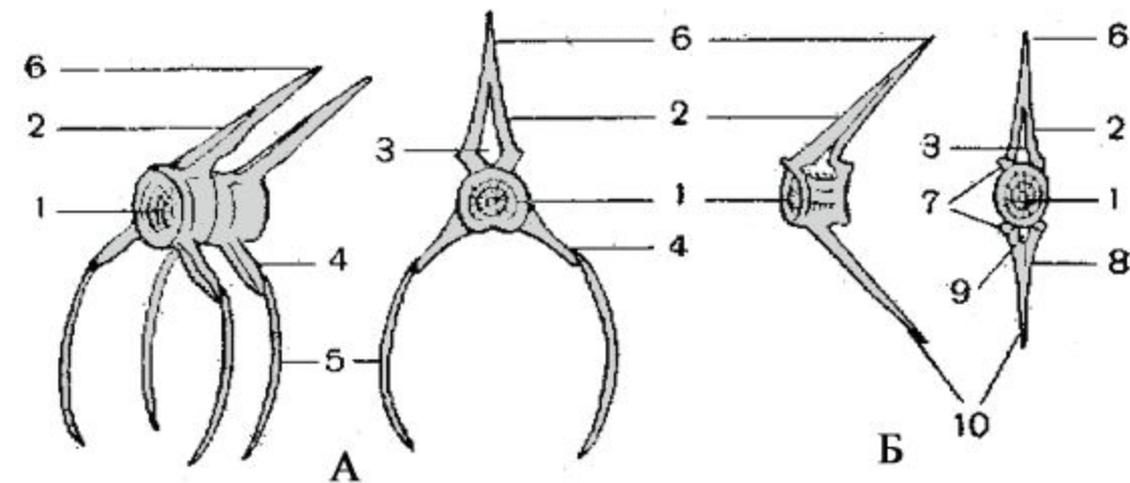


- **Скелет позвоночных** представляет собой опорную и защитную структуру, вместе с мышцами формирует **опорно-двигательную систему**. В скелете выделяют следующие части:
 - Осевой скелет (хорда и позвоночник)
 - Череп
 - Скелет парных конечностей
 - Скелет поясов конечностей
 - Скелет хрящевых рыб полностью состоит из хряща, у остальных частично или полностью – из костной ткани
 - Часть костей формируется в покровах, а затем опускаются вглубь тела – **кожные или покровные кости**, другие формируются путём окостенения хрящей – **замещающие или хрящевые кости**

Осевого скелет .

У позвоночных хорда формируется на ранних стадиях развития, а затем полностью или частично заменяется позвонком. Ткань позвонков закладывается и развивается по бокам от хорды, в её соединительной оболочке и охватывает её. Позвончик состоит из отдельных позвонков. У круглоротых и рыб окружённая позвонками хорда сохраняется всю жизнь, хоть и не несёт опорной функции

Каждый позвонок состоит из тела и двух пар отростков: верхней и нижней. Внутри позвонка у рыб, амфибий находится полость, в которой лежат остатки хорды. Верхняя пара отростков соединяются в верхнюю дугу, внутри которой проходит спинной мозг. Нижние отростки также могут срастаться и образовывать нижнюю дугу или к ним причленяются рёбра.



Строение туловищного (А) и хвостового (Б) **позвонков** костистой **рыбы** (сбоку и спереди): 1 - тело **позвонка**; 2 - верхняя дуга; 3 - спинномозговой канал; 4 - поперечные отростки; 5 - рёбра. 6, 10 – остистые отростки, 9 – гемальный канал

Между позвонками лежат хрящевые пластинки, обеспечивающие подвижность позвоночника. По форме тела позвонки рыб

Амфицельные - двояковогнутые

У рыб выделяют всего два отдела: **туловищный и хвостовой**. К поперечным отросткам позвонков туловищного отдела причленятся **рёбра**, а в хвостовом – они срастаются в **нижний остистый отросток**.

Череп Хрящевых. У **Хрящевых рыб** в крыше черепа остаётся крупное отверстие – **фонтанель**, затянутое соединительной тканью, в остальном сам мозговой череп представляет единую хрящевую капсулу, у акул - с вытянутым вперёд отростком – **ростром**., в котором также вычленяются капсулы органов чувств.

Висцеральный скелет разделяюи на челюстную дугу, подъязычную (гиоидную) дугу и жаберные дуги.

Жаберных дуг от 5 до 7 пар, каждая состоит из 4 подвижно-сочленённых парных элементов и одного непарного – копулы. От переднего края жаберных дуг отходят отростки – тычки, служащие опорой для межжаберных перегородок.

Челюстная дуга образована двумя парными хрящами, левые и правые части которых соединены (срастаются) Верхняя часть (челюсть) – представлена нёбно-квадратным хрящём, а нижняя – Маккелевым хрящём. На них располагаются зубы. Спереди могут лежать 1-2 пары губных хрящей.

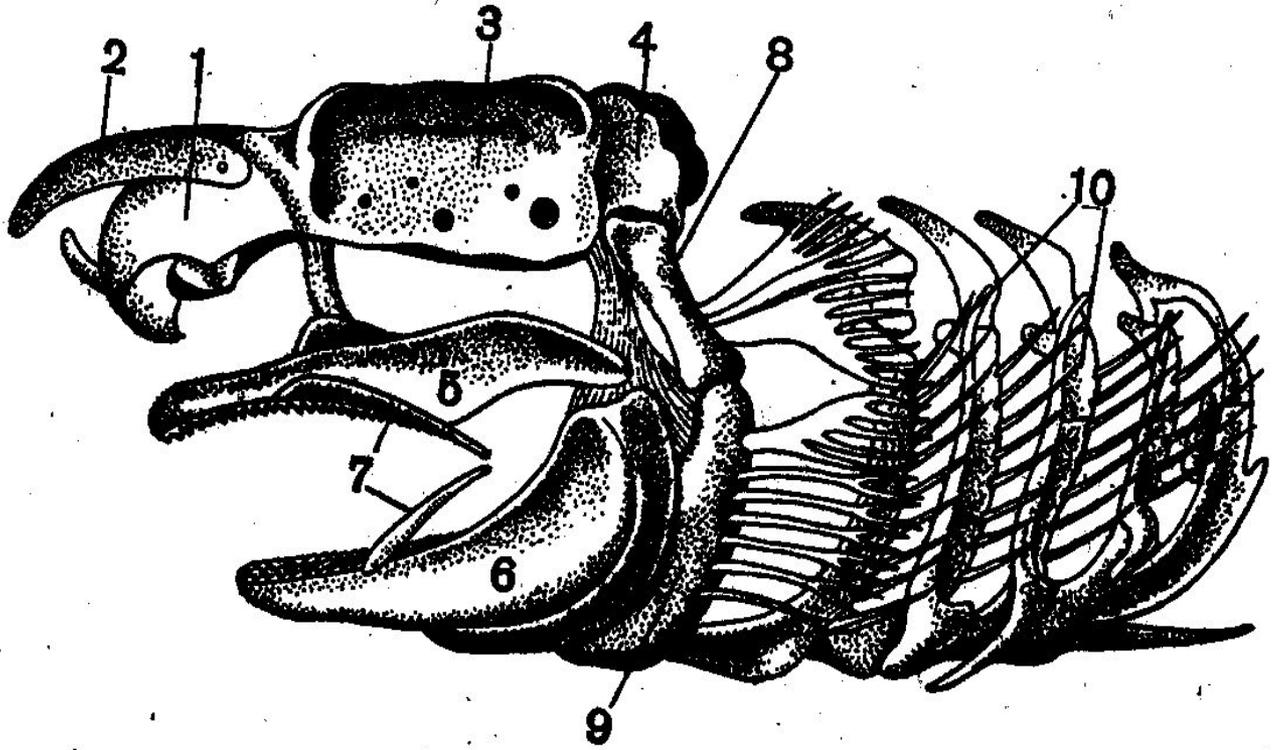
Подъязычная дуга лежит за челюстной и состоит из 2 парных (подвески и гиоиды) и 1 непарного хряща - копулы.

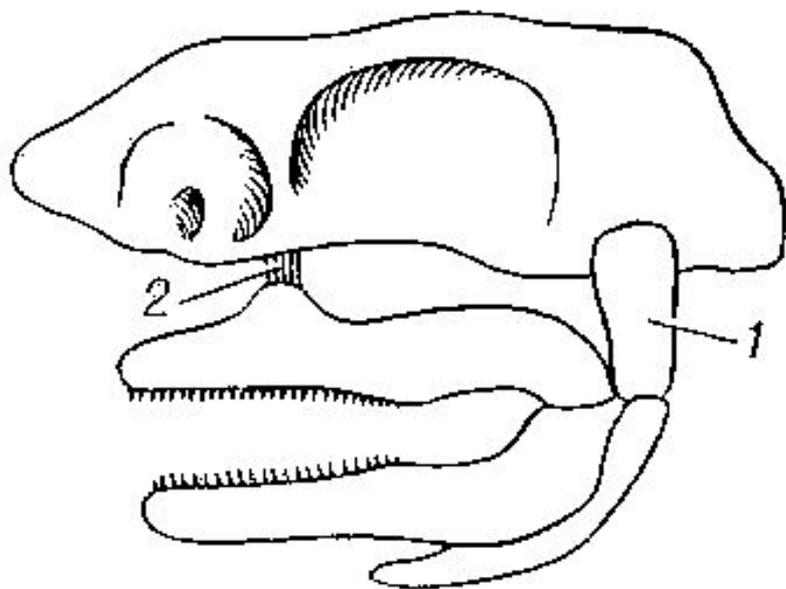
С помощью подвесок к мозговому черепу крепятся верхняя и нижняя челюсти. Такой тип крепления челюстей называется **ГИОСТИЛИЯ**

У некоторых древних акул наблюдается **АМФИСТИЛИЯ**, когда кроме

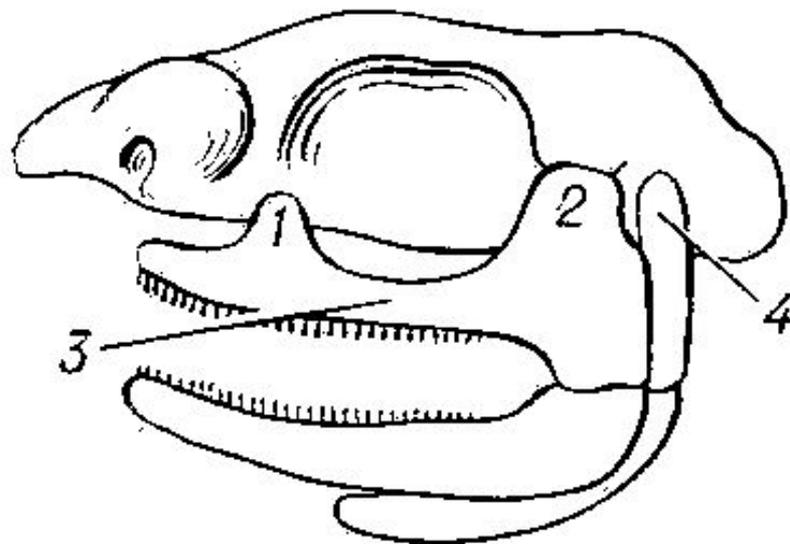
Череп акулы:

1 — носовая капсула; 2 — носовой вырост (рострум); 3 — орбита; 4 — затылочная капсула; 5 — нёбно-квадратный хрящ; 6 — меккелев хрящ (нижняя челюсть); 7 — губные хрящи; 8 — подвесок (гиомандибуляре); 9 — гионд; 10 — жаберные дуги.





ГИОСТИЛИЯ



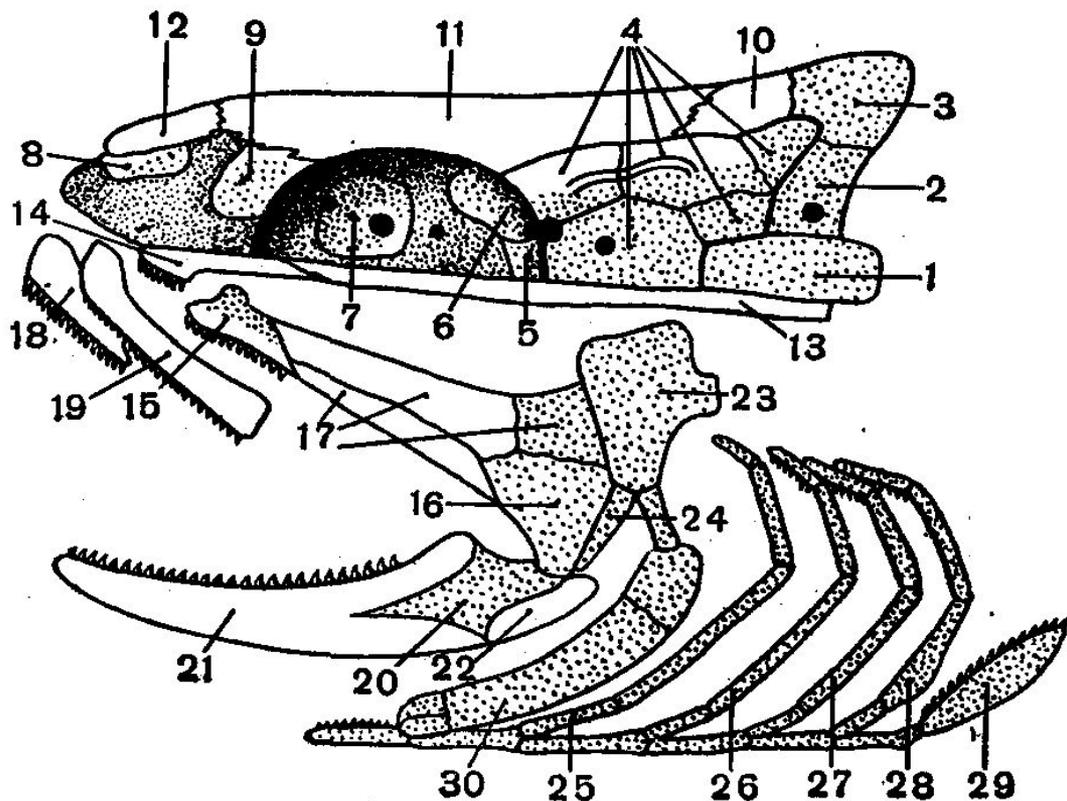
АМФИСТИЛИЯ

- **Череп Костных рыб** – происходит частичное окостенение черепа, что ведёт к расчленению черепной капсулы на множество костей. Это объясняется особенностями роста хрящевой и костной тканей.
- **Затылочная часть** – основная, две боковые, верхняя – затылочные кости
- **Боковая стенка** – 5 ушных костей
- **В области глазницы** – глазоклиновидная, основная клиновидная и боковая клиновидная
- **Обонятельный отдел** - непарная средняя и парные боковые обонятельные кости (этмоидные)
- **Крыша черепа** (дерматокраниум - из покровных костей) – носовые, лобные, теменные.
- **Дно черепа** (покровные кости) – парасфеноид, сошник (непарные)

- **Висцеральный отдел костных рыб** состоит из тех же частей (5 жаберных дуг, челюстной и подъязычной), но они также окостеневают
- В **жаберных дугах** появляются четыре покровные парные кости, которые образуют **жаберную крышку**.
- **Челюстная дуга** также заменяется покровными костями (вторичные челюсти). Сверху – **предчелюстная и верхнечелюстная кости**, несущие зубы. Снизу – **зубная кость**. Вторичные челюсти частично срастаются или соединяются связками с окостеневшими первичными.
- Из нёбноквадратного хряща образуются **нёбная, задняя крыловидная и квадратная кости**. Из маккелева хряща – **сочленовная кость**.
- Сочленовная и квадратная кости образуют **челюстной сустав**.
- Для большинства костных рыб характерна **гиостилия**.
- Только у двокодышащих рыб – верхняя челюсть срастается с мозговым отделом, а подвесок сильно редуцируется и теряет свою функцию. Такой способ крепления называется **АУТОСТИЛИЯ** и характерен также для всех четвероногих

Схема черепа костистой рыбы. Жаберная крышка и окологлазничное кольцо удалены. Хрящевые кости обозначены пунктиром:

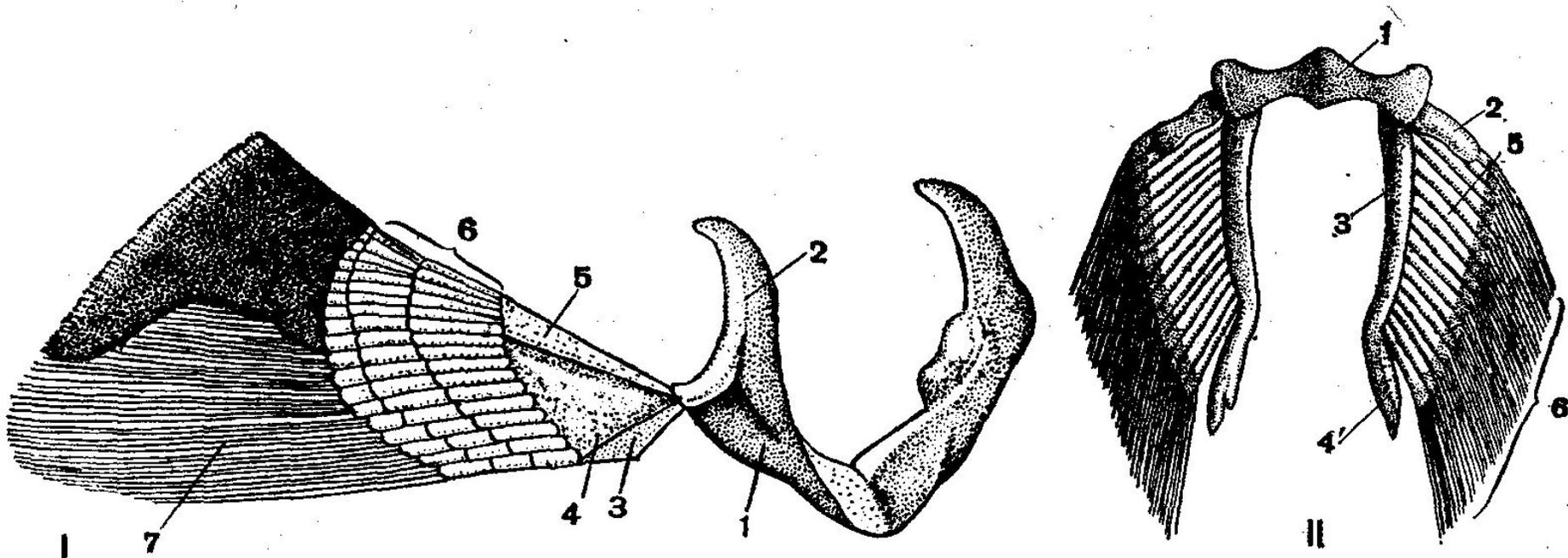
1 — нижневатылочная кость; 2 — боковая ватылочная; 3 — верхневатылочная; 4 — ушные; 5 — основная клиновидная; 6 — крылоклиновидная; 7 — глазоклиновидная; 8 — межобонятельная; 9 — боковая обонятельная; 10 — теменная; 11 — лобная; 12 — носовая; 13 — парасфеноид; 14 — сошник; 15 — нёбная; 16 — квадратная; 17 — крыловидные; 18 — межчелюстная; 19 — верхнечелюстная; 20 — сочленовная; 21 — зубная; 22 — угловая; 23 — гиомандибуляре; 24 — симплектикум; 25—29—I—V — жаберные дуги; 30 — гиоид,



• Скелет конечностей.

- У Рыб развиваются органы движения – плавники (парные и непарные).
- Скелетом непарных плавников (хвостовой, спинной, анальный) являются различные по длине радиальные палочковидные хрящи или костные лучи, погружёнными в толщу мышц.
- Парные конечности представлены **грудными и брюшными** плавниками.
- Скелет плавников состоит из **радиалий** - тонких лучей, лежащих в основании плавника и соединяющихся с его поясом. Внешняя часть плавника опирается на **лепидотрихии** (у костных рыб) или **эластотрихии** (у хрящевых) – опорные элементы, возникающие в коже. Иногда они могут сразу присоединятся к поясу конечности, а радиалии исчезают.
- **У хрящевых радиалии соединяются с поясами через базальный элемент.**
- У **лопастепёрых** рыб скелет парных конечностей состоит из **центральной расчленённой оси**, к которой прирастают радиалии и лепидотрихии
- Пояс передних парных конечностей закладывается в виде **хрящевой дуги**. У всех костистых рыб он окостеневаает и делится на две парные кости – **лопатку и коракид**. К нему присоединяется вторичный пояс – из кожных костей – **клейтрумов**. Они соединяются между собой и с черепом.

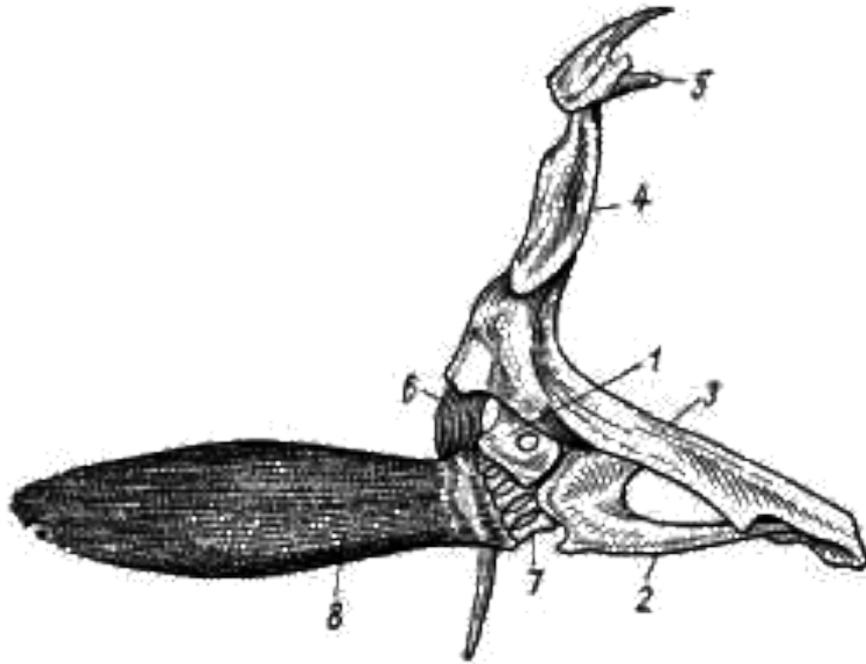
• После брюшных плавников развит слабо, представлен хрящевой или



Скелет поясов и парных конечностей самца акулы:

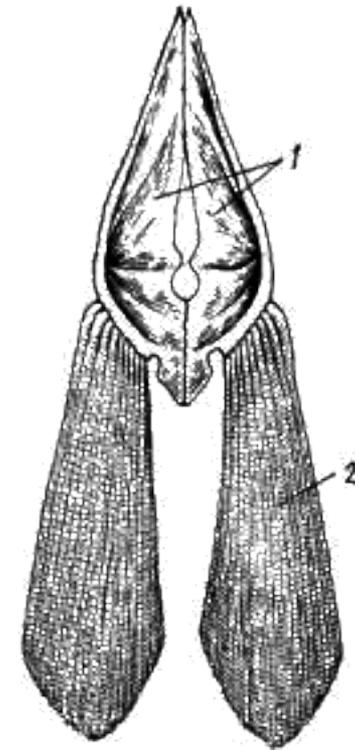
I — плечевой пояс и грудные плавники: 1 — коракоидный отдел; 2 — лопаточный отдел; 3, 4, 5 — базалии; 6 — радиалии; 7 — эластоидиновые нити.

II — пояс задних конечностей и брюшные плавники: 1 — пояс; 2, 3, 4 — базалии; 5 — радиалии; 6 — эластоидиновые нити.



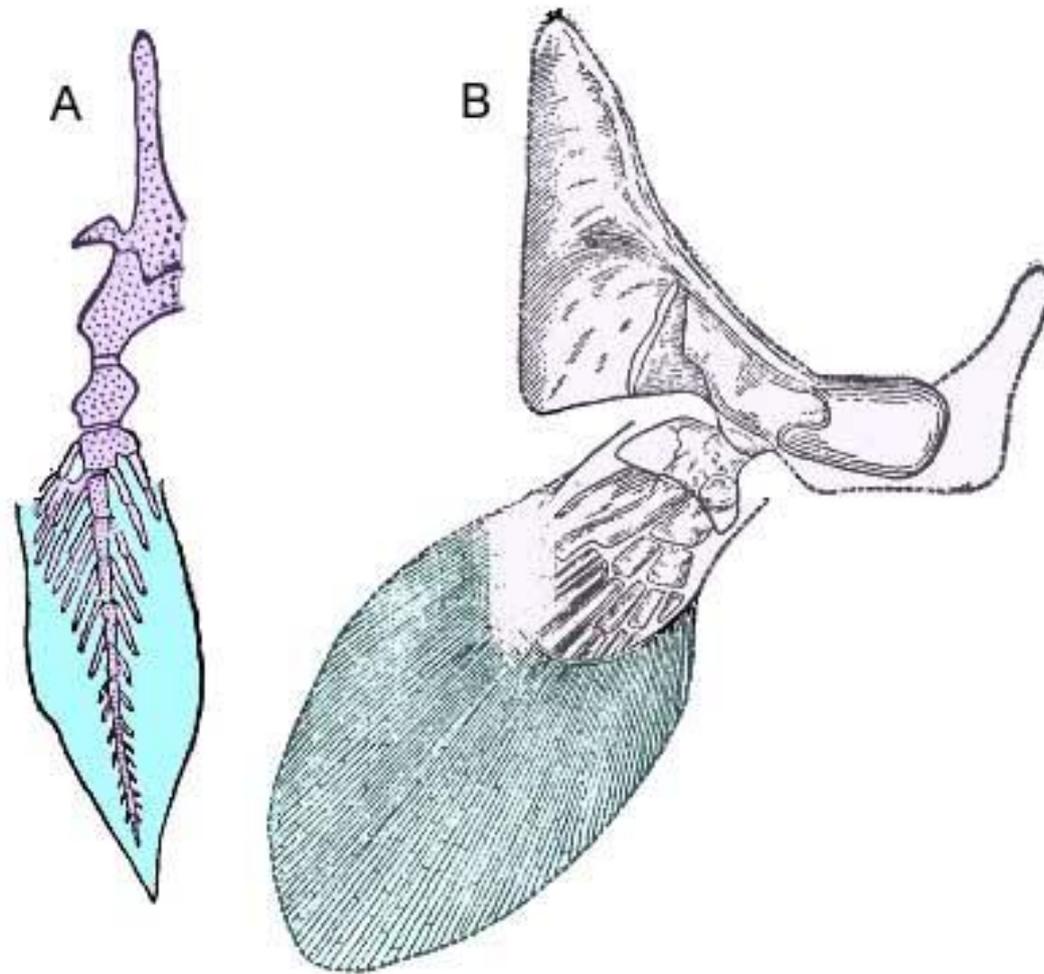
Плечевой пояс и грудной плавник судака:

1 — лопатка, 2 — коракоид, 3 —
 клейтрум, 4 — надклеитрум, 5 —
 заднетеменная кость,
 6 — заднеключичная кость, 7 —
 радиалии, 8 — костные кожные
 лучи (лепидотрихии)

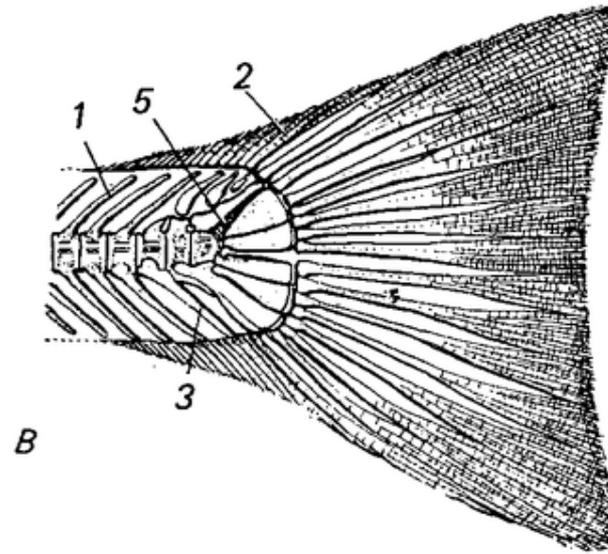
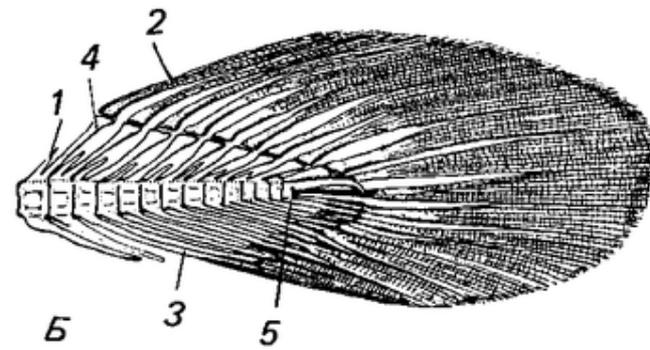
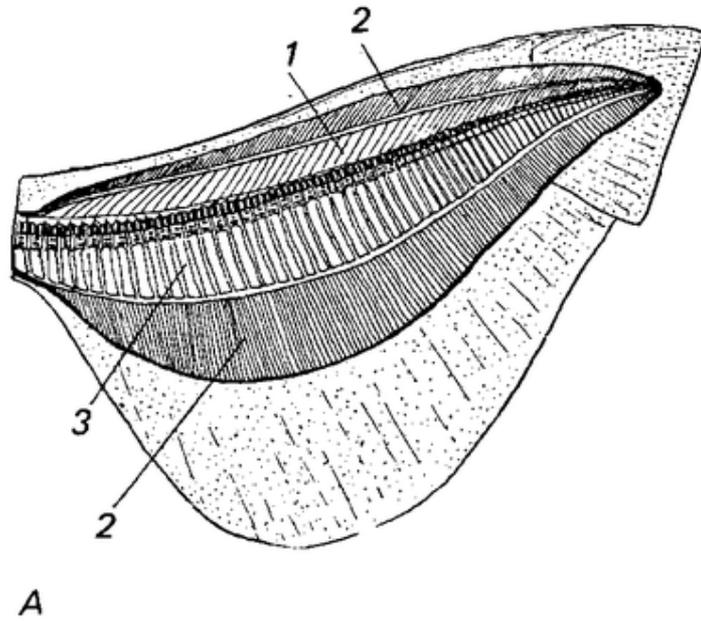


Тазовый пояс и брюшной плавник судака:

1 — тазовые кости,
 2 — кожные
 костные лучи -
 лепидотрихии



Плавники лопастеперых рыб. А - плечевой пояс и бисериальный плавник неоцератода - *Neoceratodus* (двоякодышащие); В - плечевой пояс и унисериальный плавник ископаемой кистеперой рыбы *Sauripterus*



Хвостовые плавники. А. Гетероцеркальный тип, характерный для акул (сходное строение наблюдается у осетров и веслоноса). Б. Дифицеркальный тип, характерный для многопёра (*Polypterus*). В. Гомоцеркальный тип костистых рыб. 1 - невральные дуги; 2 - кожные лучи плавника; 3 - гемальные дуги; 4 - радиальные элементы плавника; 5 - уростиль. На В увеличенные элементы позади 3 - это гипуральные кости.

Пищеварительная система позвоночных формируется из первичной кишки - **энтодермы**. Из эктодермы образуются очень небольшие начальный и конечный участки кишечной трубки – ротовая полость и анальное отверстие. Все органы ПС подвешены в полости тела на **брызжейке**. (выросте стенки целома)

В пищеварительной системе выделяют следующие отделы

- **Рот** и ротовая полость

- **глотка**

- **пищевод**

- **желудок**

- **Тонкий кишечник**, в котором выделяют начальный отдел – **двенадцатиперстную кишку**

- **толстый кишечник** и его конечные отдел – **прямая кишка**, заканчивающаяся **анальным отверстием или клоакой**.

- Кроме того в кишечную трубку впадают протоки желёз.

- **слюнных** - в ротовую полость

- в двенадцатиперстную кишку – **печени и желчного пузыря, поджелудочной железы**.

Особенности пищеварительной системы Хрящевых рыб:

- **Зубы** подвижно закреплены на челюсти с помощью связок, постоянно развиваются новые, старые выпадают. Расположены на верхней и нижней челюстях
- **печень** имеет очень крупные размеры, до 25% массы тела. Кроме пищеварительной функции, за счет накопления в ней лёгких жиров выполняет **гидростатическую функцию** (повышает плавучесть), так как нет плавательного пузыря.
- **кишечник короткий**, равен длине тела, не имеет петель. Для увеличения всасывательной поверхности имеется **спиральный клапан**.
- В заднюю кишку впадает **ректальная железа** – дополнительный орган солевого обмена.
- заканчивается кишечник **клоакой**, куда также впадают протоки выделительной и половой системы.

Особенности ПС костных рыб

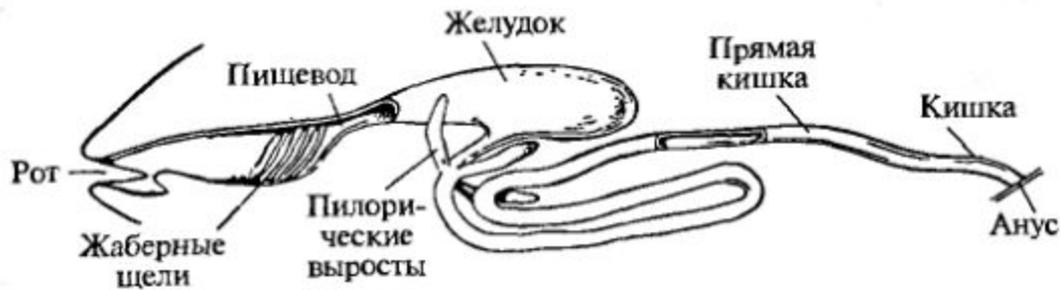
- **зубы** расположены не только на челюстях, также на небной кости, сошнике, на первой жаберной дуге (глочные зубы). У некоторых видов отсутствуют
- **желудок** не у всех морфологически выражен. У некоторых развиваются **пилорические выросты** кишечника.
- **Поджелудочная железа** часто не выражена морфологически, её клетки раскиданы в протоках печени или стенке кишечника.
- **кишечник** относительно длиннее, имеет несколько петель. Спиральный клапан не развивается, кроме лопастепёрых.
- У костистых рыб кишечник заканчивается **отдельным анальным отверстием**.



Минога



Акула



Окунь

Строение
желудочно-
кишечного тракта
рыб. (слюнные
железы, печень –
не показаны)

Дыхательная система рыб

Основным органом дыхания являются **жабры**

Дыхательная система у всех позвоночных закладывается в виде **жаберных щелей** по бокам глотки.

У рыб на перегородках между щелями развиваются **жабры**. Они поддерживаются **жаберными дугами** – костными элементами висцерального черепа. Изначально жаберных дуг – 7 пар, но жабры у рыб развиваются лишь на 4 (первые две - челюсти, 3 дуга сохраняется, но жабр не несёт). В полость глотки от жаберных дуг отходят костные или хрящевые выросты – **жаберные тычинки**. Они создают решётку, препятствующую проникновению пищи из глотки в жаберную полость.

Жабры состоят из тонких выростов слизистой оболочки, пронизанных кровеносными сосудами – **жаберных лепестков**. Каждая жабра несёт 2 ряда лепестков.

•У Хрящевых рыб

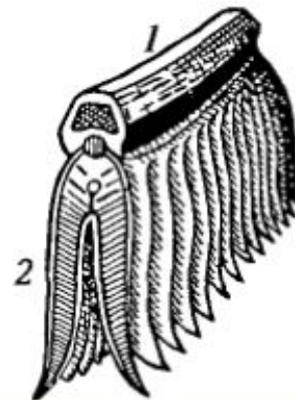
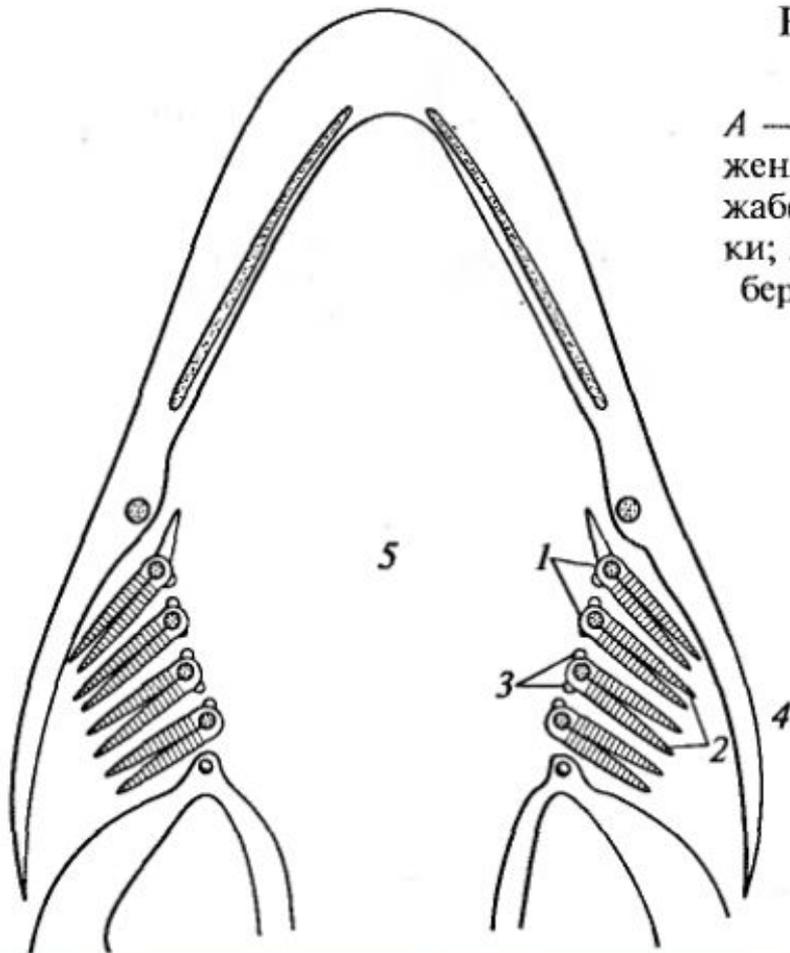
- – к жаберным дугам крепятся кожистые межжаберные перегородки, а сами жабры сидят на этих перегородках – по бокам.
- Между перегородками образуется 5 самостоятельных жаберных щелей.
- Ток воды обеспечивается движением всей рыбы или работой рото-глоточной помпы.

•У костных рыб –

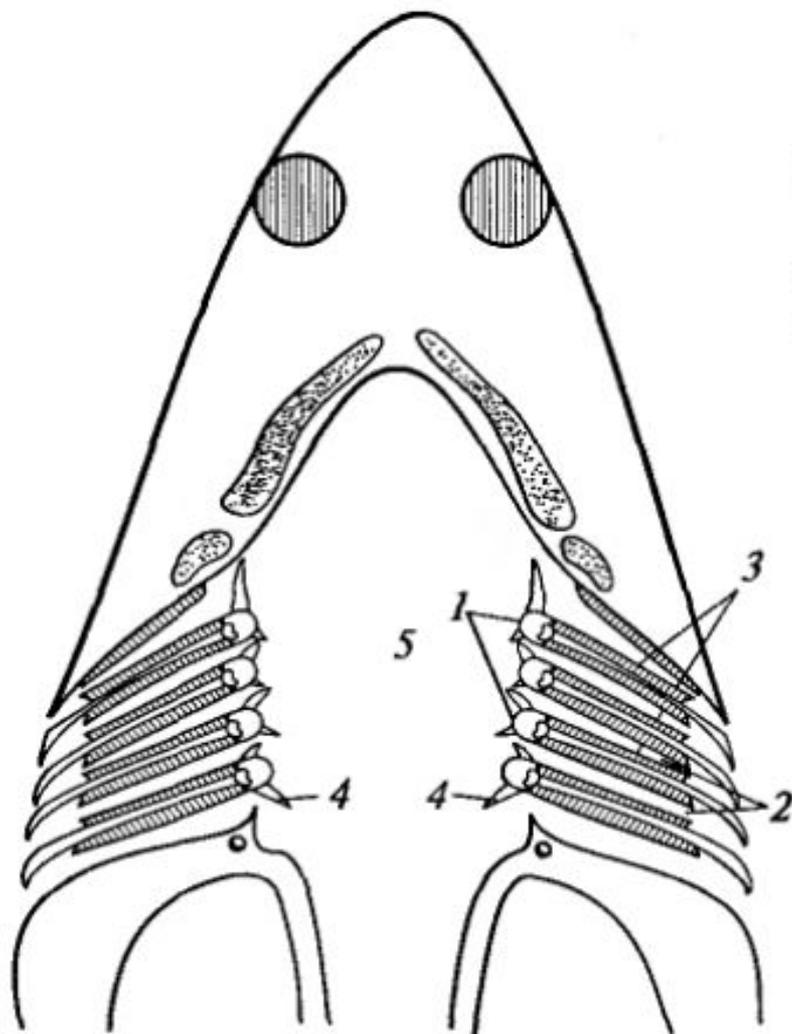
- жаберные лепестки сидят непосредственно на жаберных дугах.
- Межжаберных перегородок нет.
- Снаружи жабры закрыты костной жаберной крышкой и жаберная полость открываются наружу единой щелью.
- Ток воды обеспечивается работой жаберных крышек.

Рис. 113. Жаберный аппарат
костной рыбы:

А — разрез через голову; *Б* — положение жабр на жаберной дуге; *1* — жаберная дуга; *2* — жаберные лепестки; *3* — жаберные тычинки; *4* — жаберная крышка; *5* — полость глотки



У хрящевых рыб – жаберные лепестки представляют выросты слизистой оболочки межжаберных перегородок глотки.



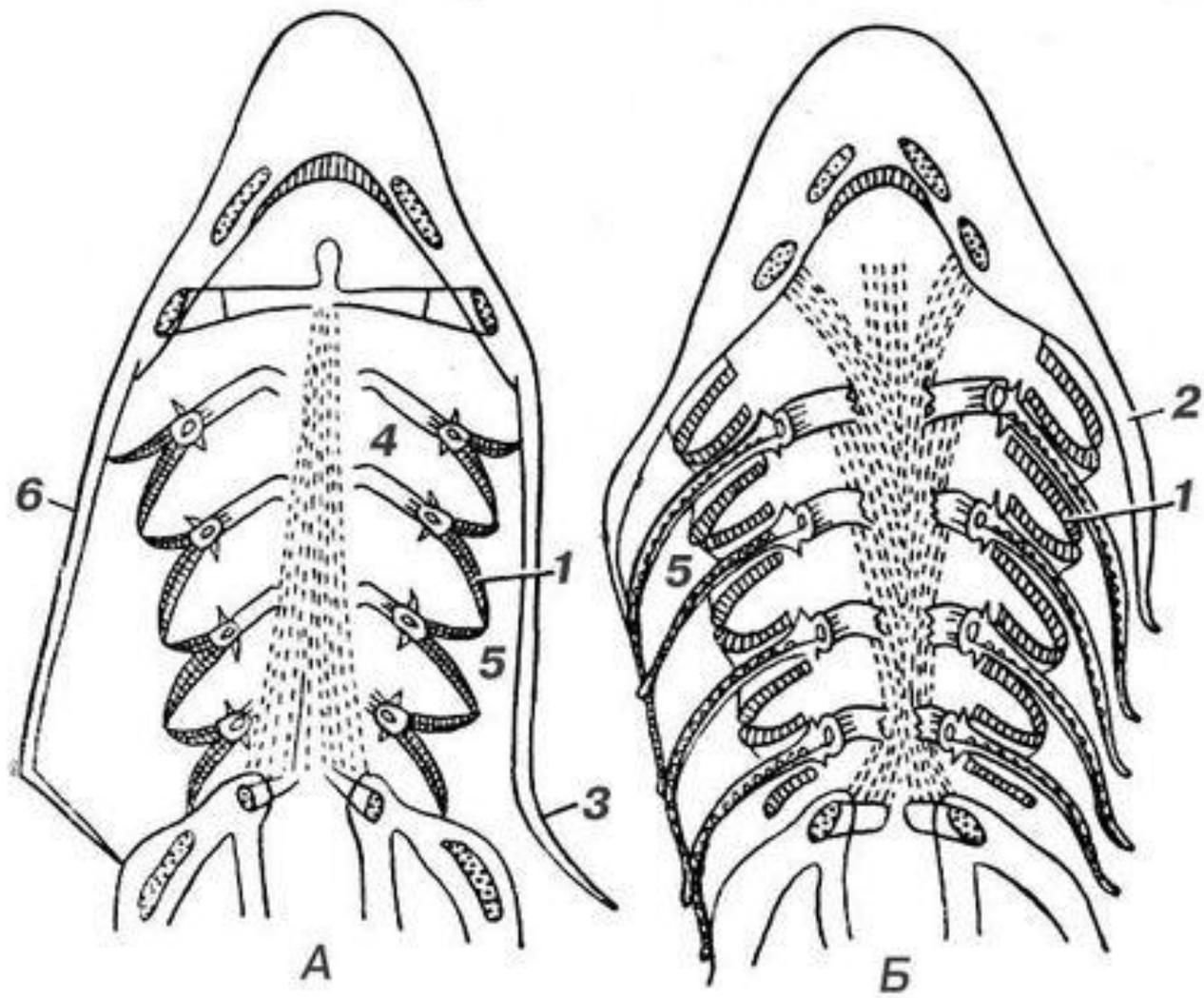
А

Рис. 112. Жаберный аппарат акулы:

А — разрез через голову; *Б* — положение жаберных лепестков на перегородке; *1* — жаберная дуга; *2* — межжаберная перегородка; *3* — жаберные лепестки; *4* — жаберные тычинки; *5* — глотка

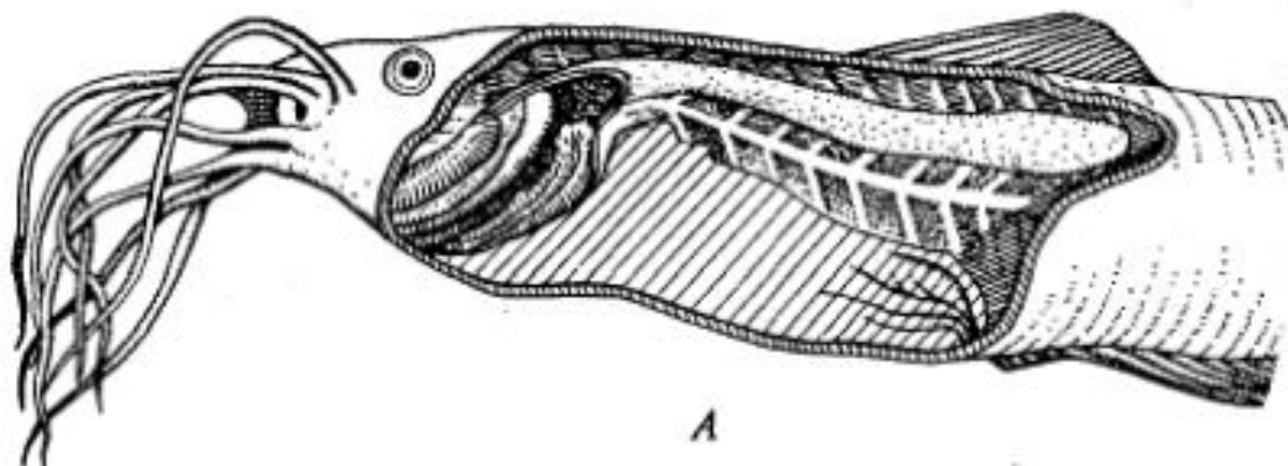


Б

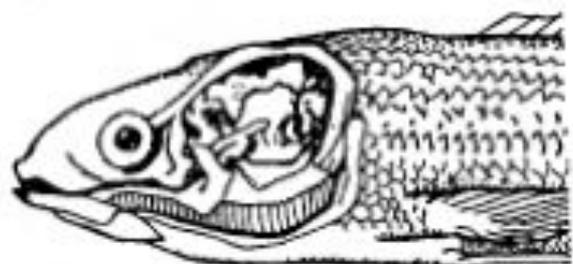


Схематические горизонтальные разрезы головы костистой рыбы (А) и акулы (Б). Слева - положение клапана при вдохе, справа - при выдохе; 1 - жаберные лепестки; 2 - гиоидный клапан (первая кожная складка); 3 - клапан жаберной крышки; 4 - рото-жаберная полость; 5 - околожаберные полости; 6 - жаберная крышка

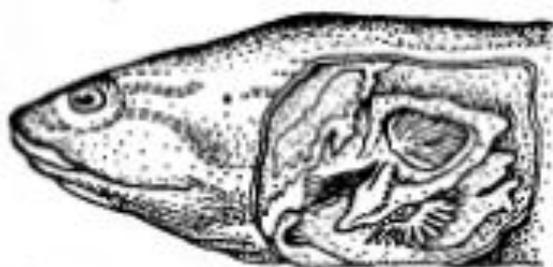
- У костных рыб развиваются различные механизмы **дополнительного дыхания воздухом**. Используются видами, обитающими в воде с низким содержанием кислорода.
- **Кишечное дыхание** - участки слизистой оболочки кишечника, где происходит всасывание кислорода из заглоченных пузырьков воздуха.
 - **Наджаберные органы** – полости и лабиринты в наджаберной области, где развивается сеть кровеносных сосудов. Туда набирается воздух и происходит газоомен (некоторые сомы, змееголовы)
 - **Плавательный пузырь** – сохраняет связь с пищеводом, приобретает ячеистую структуру, туда поступает заглоченный воздух. (многопёры, амии, панцирные щуки, костеязычные и др.)
 - у двоякодышащих рыб развиваются **прямитивные лёгкие**. Парные или непарные лёгочные мешки отходят от нижней части пищевода.



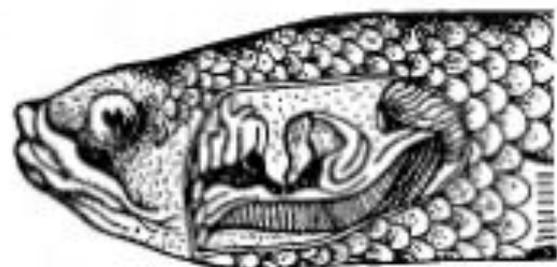
A



Б



В



Г

Рис. 114. Дополнительные органы дыхания у костистых рыб:

A — тропический сом; *Б* — анабас; *В* — кучия; *Г* — змееголов

Плавательный пузырь рыб

- Возникает **только у костных** рыб.
- Основная функция плавательного пузыря **гидростатическая** (поддержание плавучести тела)
- **** У хрящевых рыб (акул) основным гидростатическим органом является печень, которая может достигать огромных размеров. В ней откладываются жиры, имеющие низкую плотность.*
- Плавательный пузырь формируется из энтодермы, как **вырост пищевода**. В мальковом периоде у всех рыб он сохраняет связь с пищеводом.
- У ряда видов он всю жизнь **сохраняет связь с пищеводом** посредством тонкого протока (**незамкнутый пузырь**). Рыба может заглатывать воздух, который поступает в плавательный пузырь. Также могут удаляться через проток избытки газа из плавательного пузыря.
- Незамкнутый пузырь может служить **органом дополнительного дыхания**.
- У других видов **связь с пищеводом утрачивается**, проток исчезает. Такой плавательный пузырь называется **замкнутым**. Объём газа в нём регулируется при выделении его из крови или поглощения кровью.
- Для этого в плавательном пузыре есть два участка (окошка) с развитой капиллярной сетью, где и происходит выделение или поглощения газа.
- **Газовая железа** – окошко, в котором газ из крови поступает в пузырь.
- **Констриктор** – участок, где идёт обратный процесс.

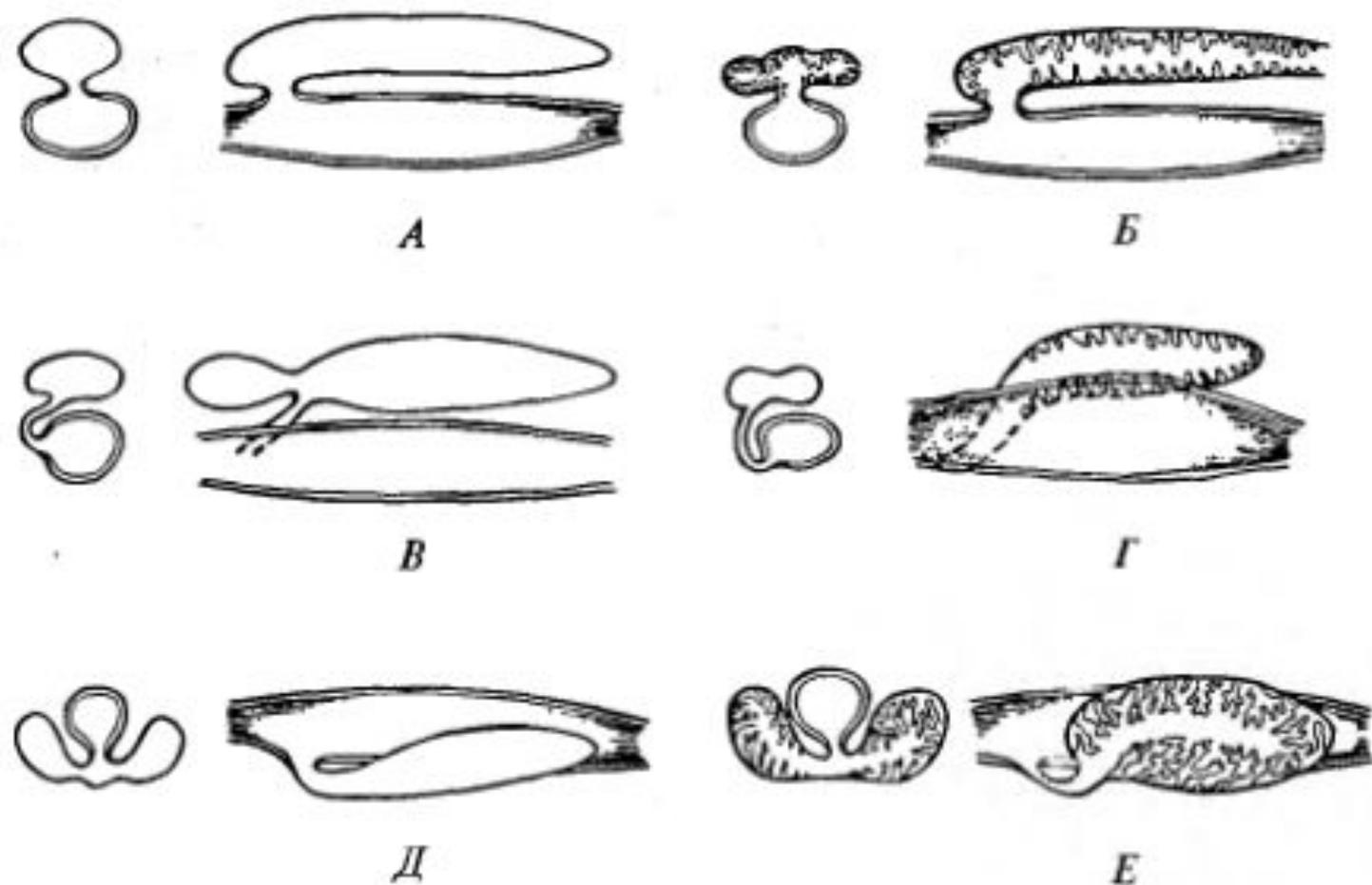


Рис. 115. Схемы положения плавательного пузыря и легких у различных рыб и тетрапод (по А. Ромеру, Т. Парсонсу):

A — осетровые и многие костистые рыбы; *B* — *Lepidosteus* и *Amia*; *B* — *Erythrinus*,
Г — *Neoceratodus*; *Д* — *Polypterus*; *Е* — тетраподы

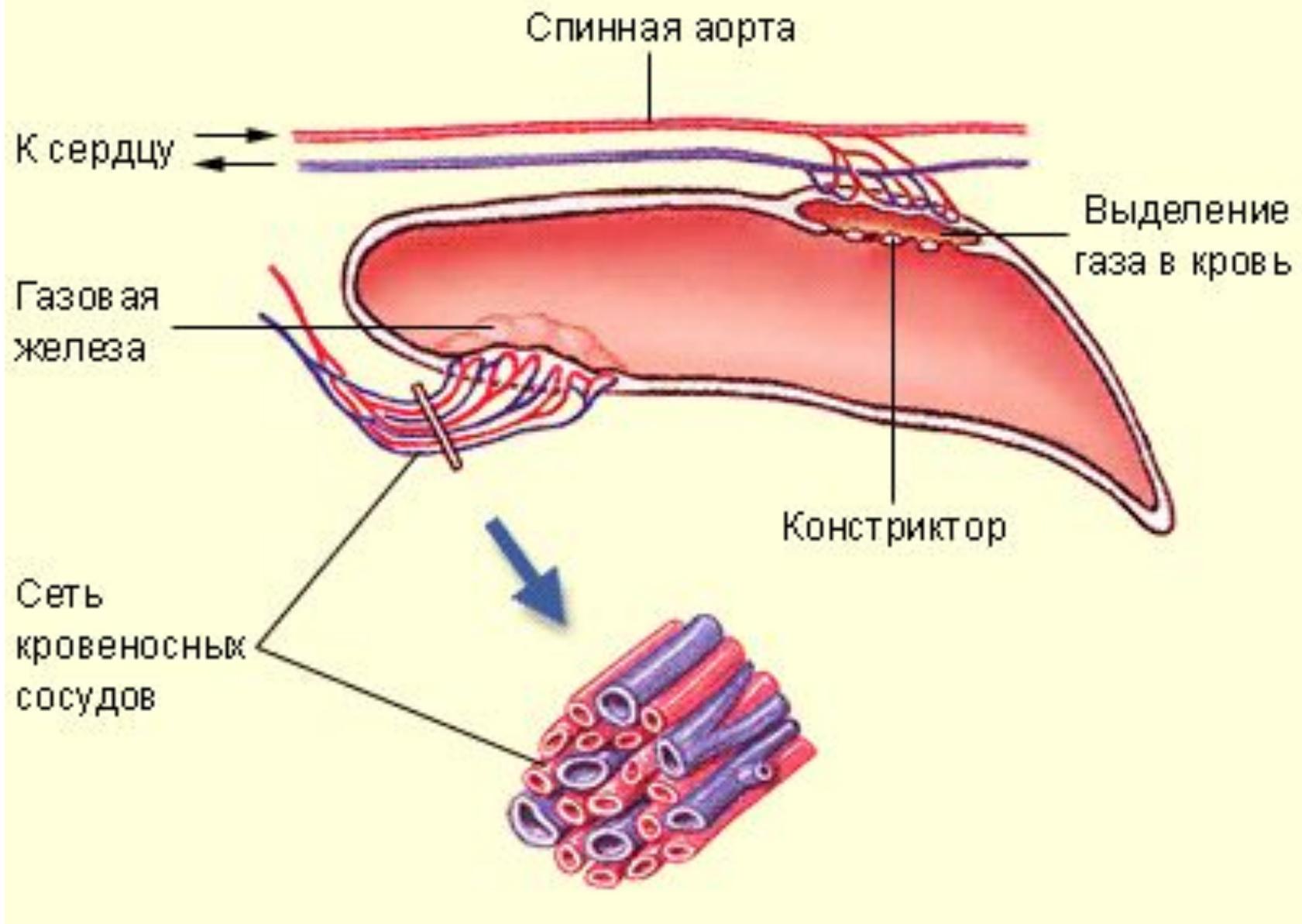


Схема газообмена в плавательном пузыре костных рыб

- Все позвоночные обладают **замкнутой** кровеносной системой.
- На брюшной стороне тела, ближе к головному концу есть пульсирующий орган – **сердце**.
- Сердце рыб **имеет 2 камеры** (1 **желудочек**, 1 **предсердие**), Также ему предшествует **венозный синус**, а после сердца может находиться **артериальный конус (у хрящевых рыб) или артериальная луковица (у костных)**.
- Сердце лежит в **перикарде** – специальном отделе целома.
- От сердца кровь течёт по **артериям**.
- К сердцу кровь поступает по **венам**.
- Путь крови от сердца по артериям через капилляры в вены и снова к сердцу называется **кругом кровообращения**.
- У круглоротых и большинства Рыб имеется только **1 круг** кровообращения (большой, через внутренние органы и жабры)
- у двоякодышащих рыб появляется **второй круг – через лёгкие. (Малый)**
- Кровь обогащенная кислородом называется **артериальной**. Кровь, ненасыщенная кислородом и насыщенная углекислым газом, называется **венозной**.
- В большом круге кровообращения возникают **воротные системы почек и печени**, когда вены вторично распадаются на капилляры, а затем снова объединяются.

Система кровообращения рыб.

Артериальная система

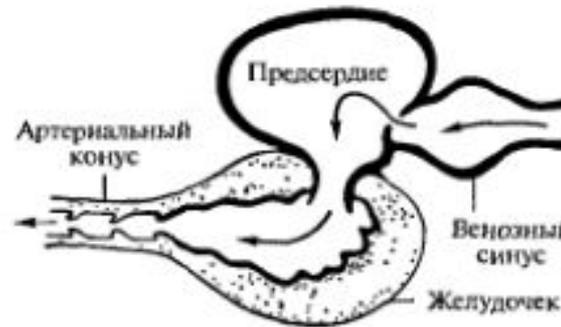
От сердца кровь движется вперёд по **брюшной аорте**. От неё отходят **4 пары приносящих жаберных артерий** (по числу жаберных дуг, имеющих жабры). Каждая из них распадается на сеть капилляров в жабре и обогащается кислородом. Затем сосуды собираются в **4 пары выносящих жаберных артерий**. С каждой стороны они объединяются в **корни аорты** – два крупных артериальных сосуда. Вперёд от них отходят **сонные артерии**, снабжающие кровью голову и мозг. Позади жабр корни аорты сливаются, образуя **спинную аорту**, проходящую вдоль всего тела рыба по спинной стороне под позвоночником.

Аорта распадается на ряд более мелких артерий, затем на капилляры и приносит кровь ко всем органам тела.

Венозная система

Затем капилляры собираются в вены, по которым венозная кровь движется к сердцу. Наиболее крупные вены – **хвостовая, подкишечная, передние и задние кардиальные вены, печёночные**. Образуются **воротные системы почек и печени**. Передние и задние кардинальные вены попарно соединяются и через короткие **кювьеровы протоки** впадают в **венозный синус**, предшествующий сердцу.

Кровеносная система хрящевых рыб (акула)



А

Рис. 136. Кровеносная система акулы:

А — схема движения крови в сердце;
Б — схема расположения основных сосудов



Б

Кровеносная костных система рыб

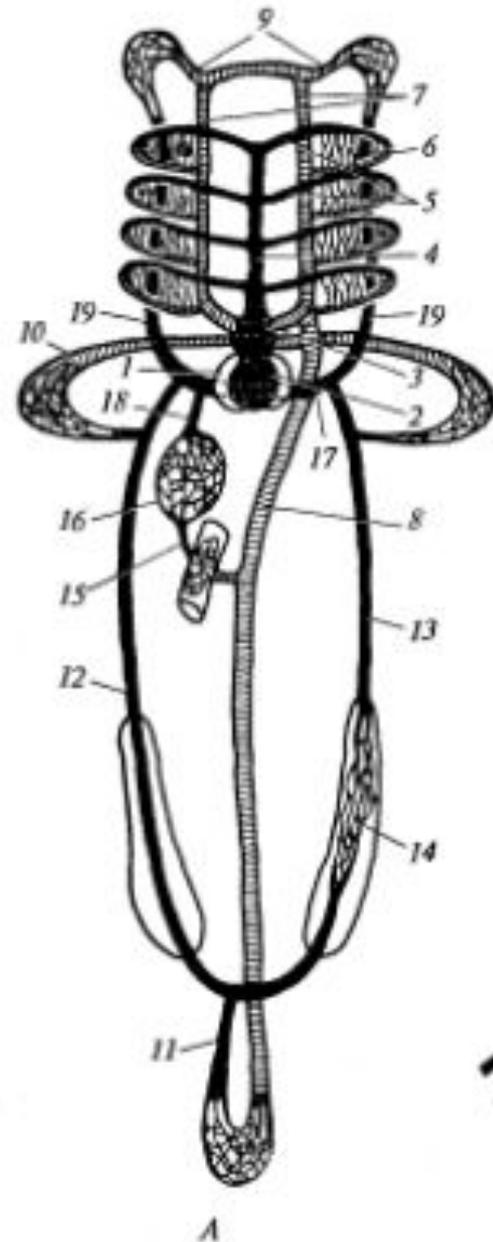
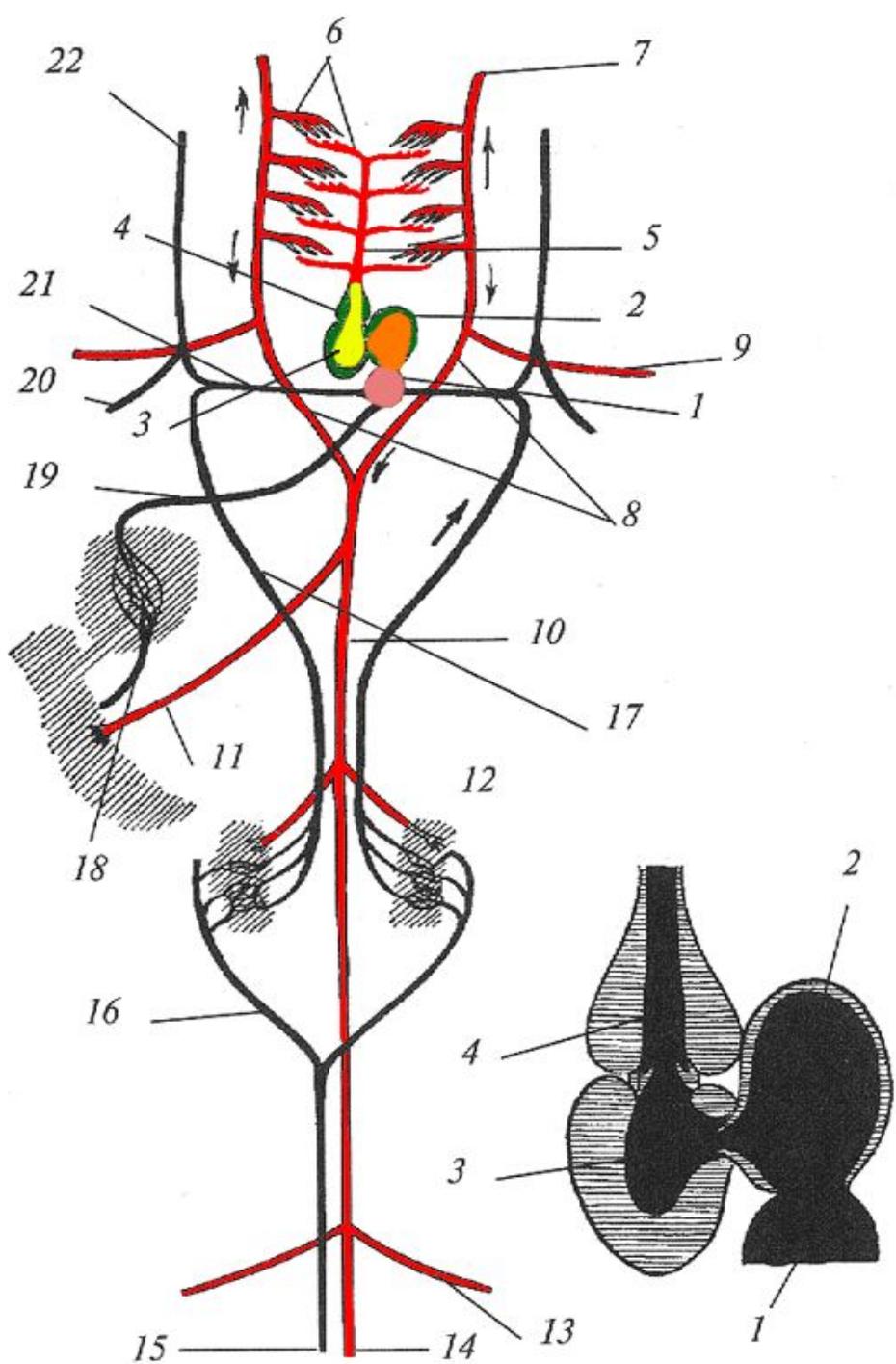


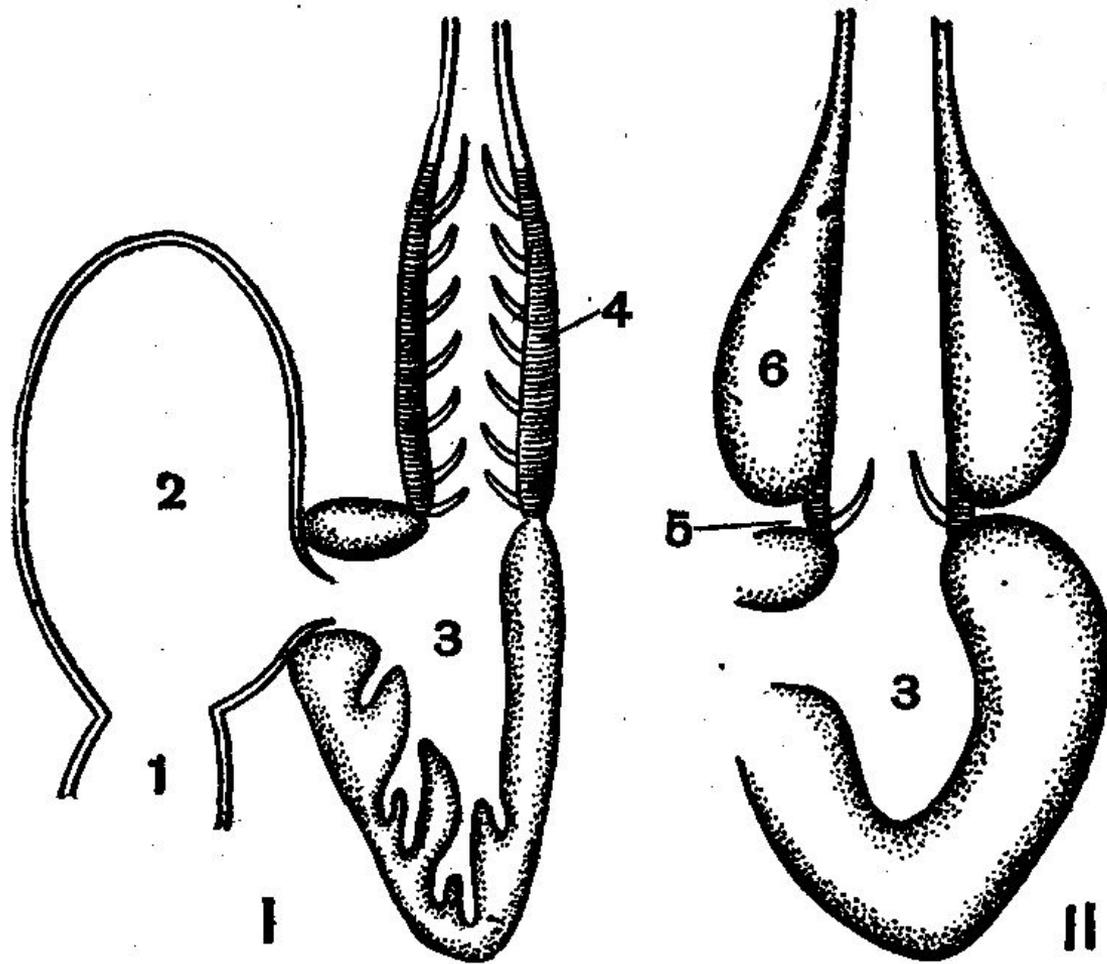
Рис. 137. Схема кровеносной системы костистой рыбы:

А — схема расположения основных сосудов: 1 — предсердие; 2 — желудочек; 3 — луковичка аорты; 4 — брюшная аорта; 5 — приносящие жаберные артерии; 6 — выносящие жаберные артерии; 7 — корни аорты; 8 — спинная аорта; 9 — сонные артерии; 10 — подключичные артерии; 11 — хвостовая вена; 12 — правая задняя кардинальная вена; 13 — левая задняя кардинальная вена; 14 — воротная система левой почки; 15 — подкишечная вена; 16 — воротная система печени; 17 — кювьеров проток; 18 — печеночная вена; 19 — передние кардинальные вены; *Б* — схема движения крови в сердце





Строение кровеносной системы и сердца лучеперой рыбы: 1 - венозный синус; 2 - предсердие; 3 - желудочек; 4 - луковица аорты; 5 - брюшная аорта; 6 - жаберные сосуды; 7 - левая сонная артерия; 8 - корни спинной аорты; 9 - левая подключичная артерия; 10 - спинная аорта; 11 - кишечная аорта; 12 - почки; 13 - левая подвздошная артерия; 14 - хвостовая артерия; 15 - хвостовая вена; 16 - правая воротная вена почек; 17 - правая задняя кардинальная вена; 18 - воротная вена печени; 19 - печеночная вена; 20 - правая подключичная вена; 21 - правый кювьеров проток; 22 - правая передняя кардинальная вена



**Строение сердца акулы (I)
и костистой рыбы (II):**

- 1** — венозная пазуха; **2** — предсердие;
3 — желудочек; **4** — артериальный конус;
5 — рудимент артериального конуса;
6 — луковица аорты.

- **Выделительная система рыб**
- Главными органами выделения являются парные **мезонефрические (туловищные) почки**. Они лежат на спинной стороне тела, под позвоночником, длинные и неширокие по форме.
- От почек идут **вольфовы каналы**, выполняющие роль мочеточников.
- У хрящевых и лопастепёрых рыб они впадают **в клоаку**, у костистых – открываются наружу **самостоятельным отверстием в мочеполовом синусе**.
- Может формироваться **мочевой пузырь** как вырост клоаки или расширение основания вольфовых каналов.
- У хрящевых рыб основным выводимым продуктом является **мочевина**, у костных – **аммиак** и в меньшей степени мочевина
- Кроме почек есть ряд других органов и механизмов, участвующих в экскреции и поддержании водно-солевого баланса.
- Часть продуктов азотистого обмена выводится **через жабры**
- У хрящевых рыб есть **ректальная железа** в прямой кишке, выводящая избыток солей
- У хрящевых рыб в тканях тела **содержится высокий уровень мочевины**, что препятствует проникновению избытка солей в организм

Нервная система рыб

Центральная нервная система состоит из головного и спинного мозга. Головной мозг защищён черепом, от него отходит 10 пар черепных нервов. Спинной мозг лежит в спинномозговом канале, образованном верхними дугами позвонков. От спинного мозга между позвонками отходят парные спинномозговые нервы.

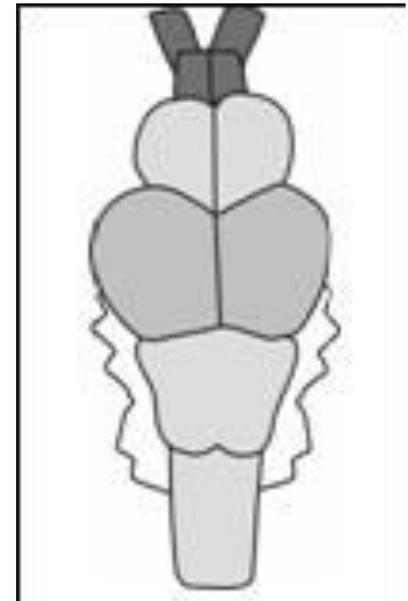
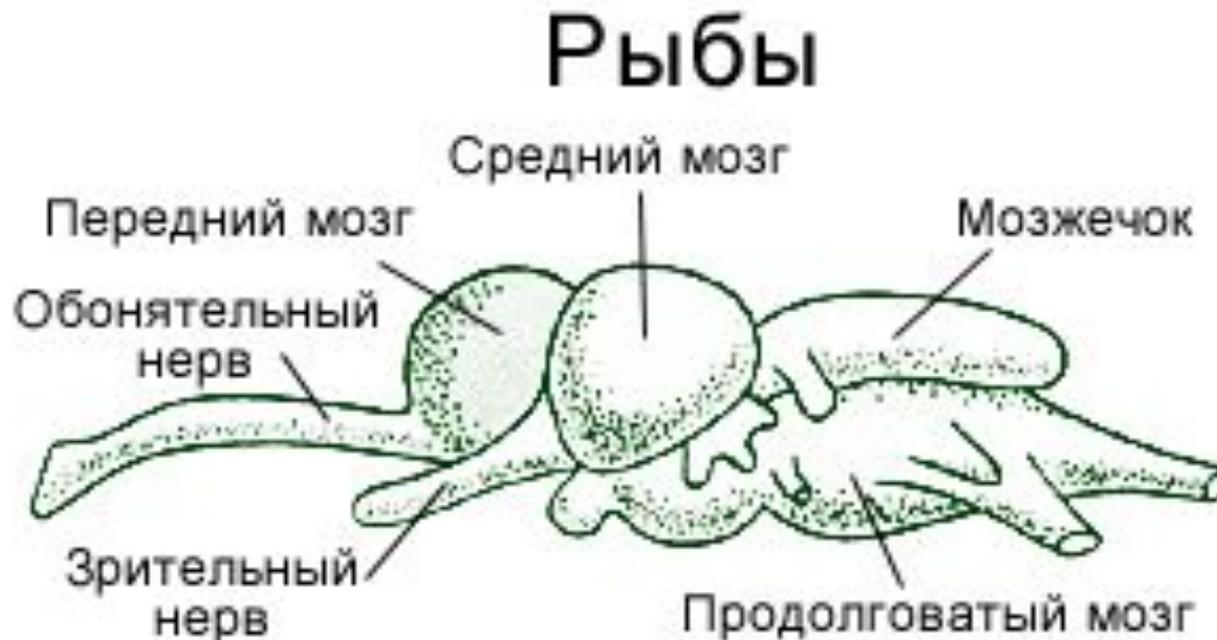


рис. 1
мозг
рыб

Передний мозг –

основная масса серого вещества в нём сосредоточена в полосатых телах, и на дне - в парных выпячиваниях - обонятельных долях. От них отходит обонятельный тракт, имеющий в начале расширение – обонятельные луковицы. (1 пара)

Верх переднего мозга – мантия у рыб не имеет серого вещества

Промежуточный мозг-

образует зрительные бугры, от которых отходят зрительные нервы. (2-я пара) На дне промежуточного мозга образуется – гипофиз (нейросекреторная железа). А крыше формируются два выроста: передний – теменной орган, задний – эпифиз. Эпифиз также выполняет нейросекреторную функцию, а теменной орган, развитый у рыб– светочувствительный орган.

Средний мозг-

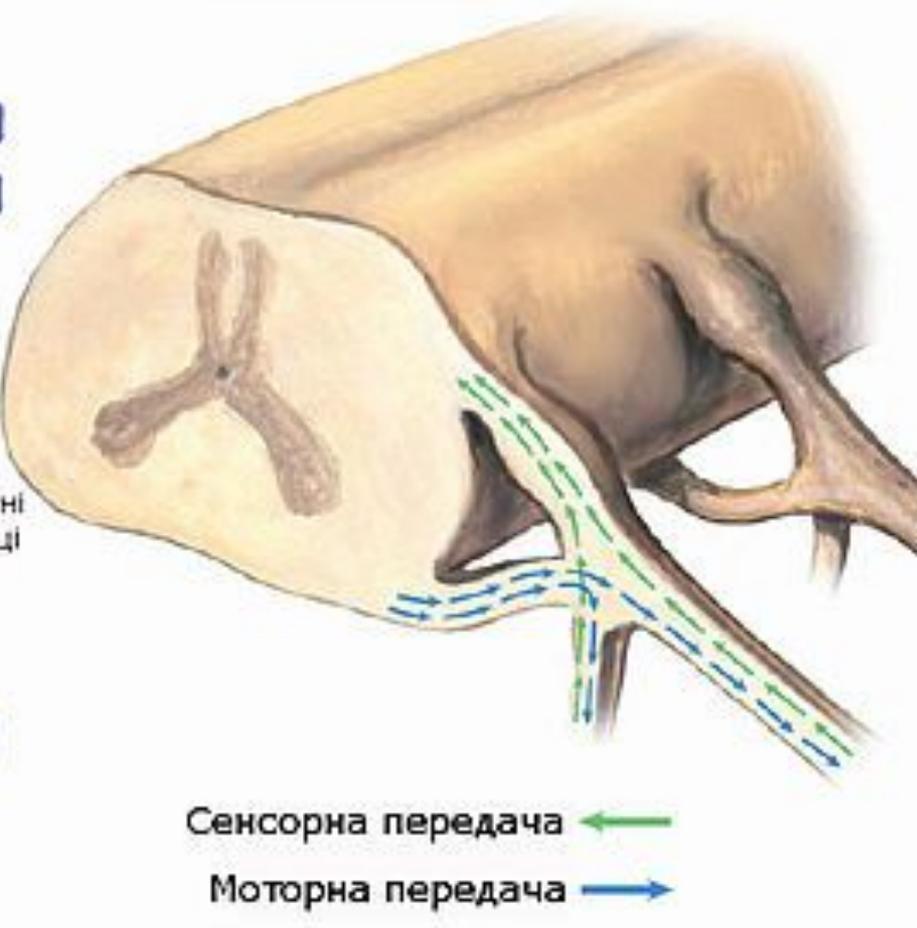
в крыше образуется двуххолмие, центр обработки зрительной информации. От него отходят 3 и 4 пары мозговых нервов

Мозжечок –

у круглоротых, большинства рыб, имеет вид небольшой складки над продолговатым мозгом, ограничивающей крышу его желудочка. У хрящевых рыб его относительные размеры возрастают, его кора приобретает складки. В этом отделе находятся центры координации движения и равновесия, регулирует тонус мышц.

Продолговатый мозг-

Большую его часть составляет – белое вещество – проводящие пути. Его разрастания образуют пирамиды на дне П М. Серое вещество находится в верхней части дна и стенок, от него отходят с 5 по 10, пары мозговых нервов. Крыша образована только тонким эпителием. ПМ без видимых границ переходит в спинной.



Спина́й мозг

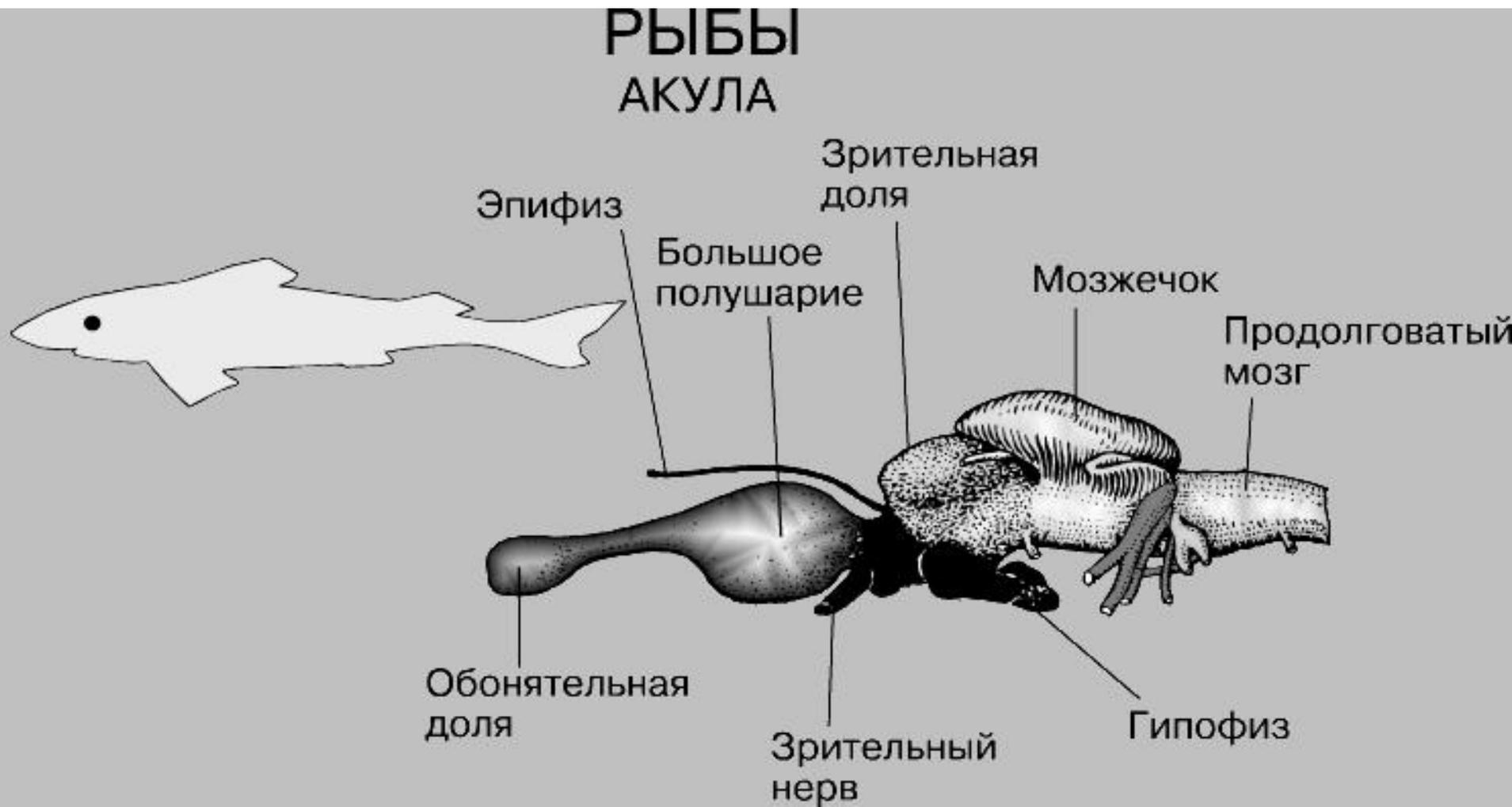
Представляет трубку, лежащую в канале, образованном верхними отростками позвонков.

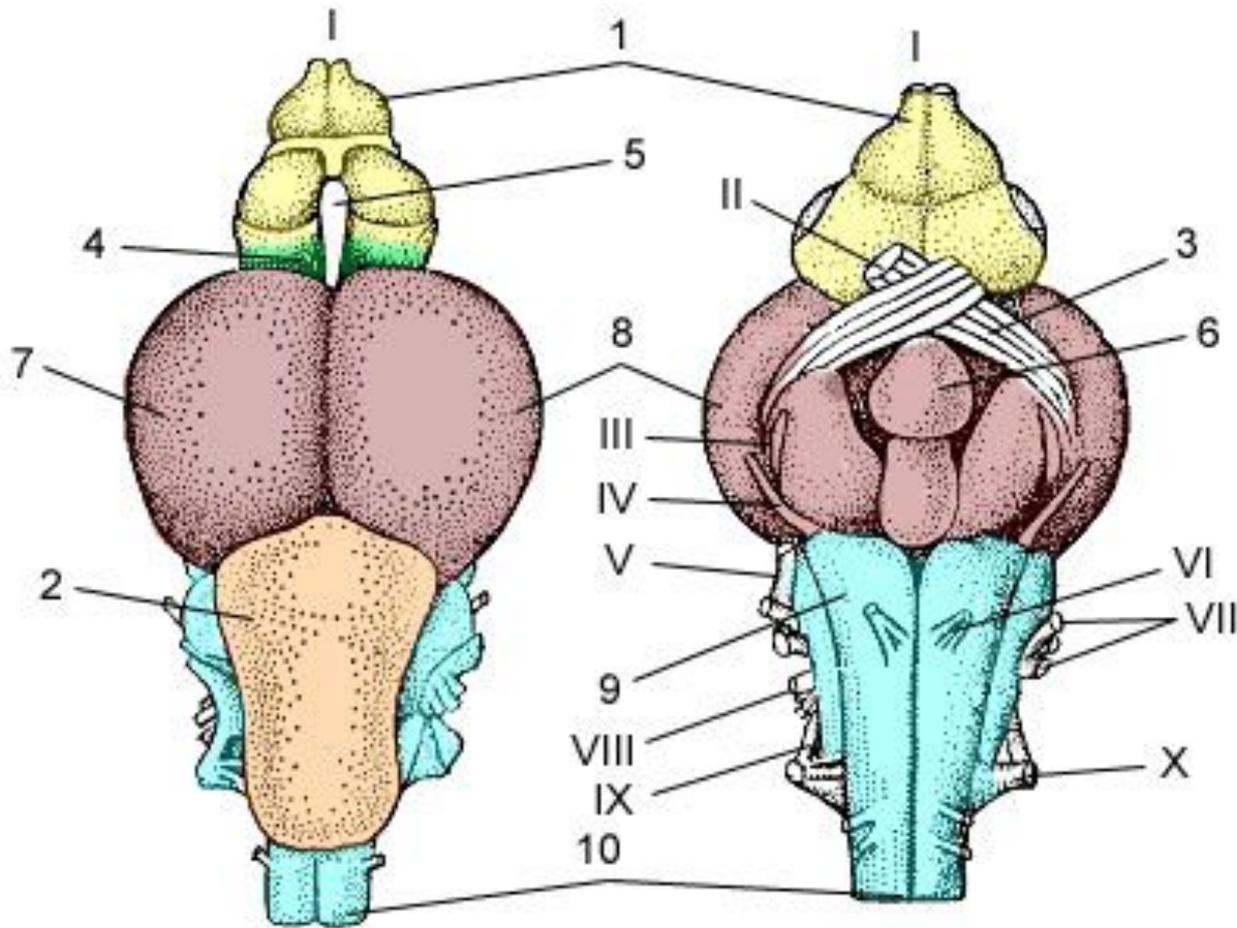
Серое вещество сосредоточено внутри, а снаружи окружено белым.

От боковой поверхности СМ метамерно отходят спинномозговые нервы, имеющие спинной (чувствующий) и брюшной (двигательные) корешки, которые затем сливаются.

По бокам от позвоночного столба образуются цепочки ганглиев **вегетативной нервной системы**, связанные между собой нервным тяжом. ВНС не подчиняется контролю сознания и может работать автономно, без контроля ЦНС.

Головной мозг хрящевых рыб (акулы)

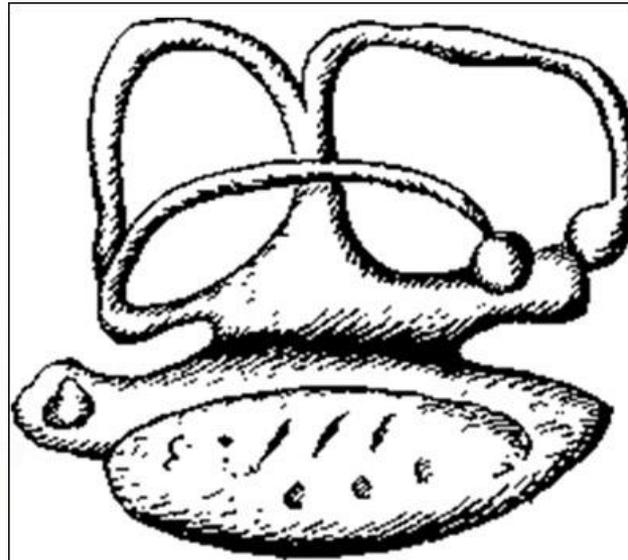
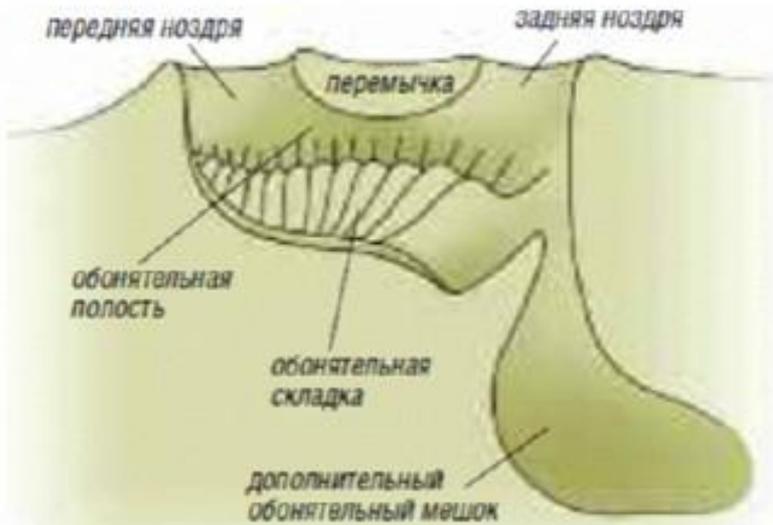




Головной мозг костных рыб 1 – передний мозг с обонятельными долями, 2 - мозжечок, 3 – хиазма зрительного нерва, 4- промежуточный мозг, 5 – эпифиз, 6 – гипофиз, 7 – средний мозг, 8 - зрительные доли среднего мозга (двуххолмие), 9 – продолговатый мозг, 10 – спинной мозг. I – X - пары черепных нервов.

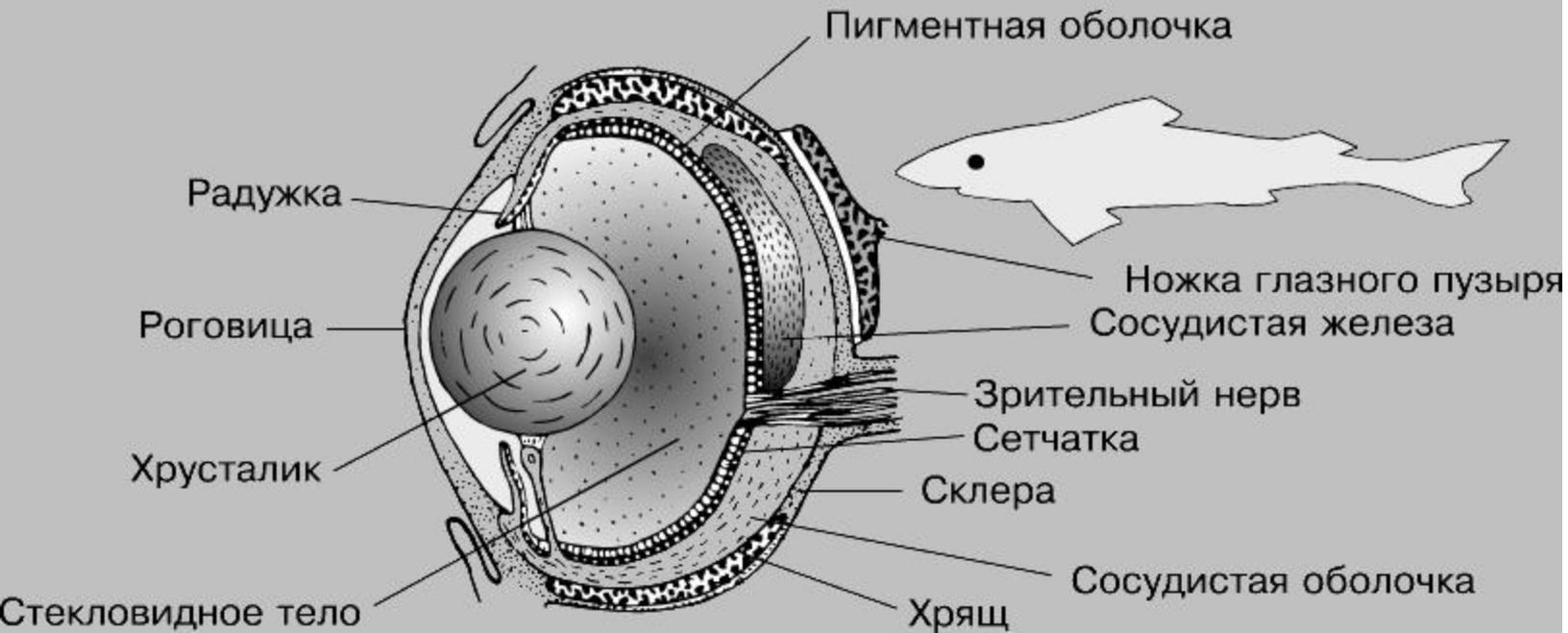
• **Органы чувств рыб**

- Ведущую роль играет обоняние. **Обонятельный мешок** находится в передней части головы, в него ведут парные ноздри, каждая из которых имеет входное и выходное отверстие. Иннервируется 1-й парой черепных нервов
- **Глаза** – парные органы на голове, имеющие сложное строение, аккомодация производится за счет изменения кривизны роговицы, а не за счет изменения формы хрусталика. Иннервируется 2-й парой черепных нервов, образующих хиазму – нервы левой и правой половины частично перекрещиваются, что позволяет создавать в мозге единую зрительную картину от обоих глаз.
- **Боковая линия** – механорецепторы, расположенные в коже (строение смотри в разделе о покровах).
- **Уши** – развивается только внутреннее ухо, состоящее из лагены, примыкающей к полукружным канальцам – органу равновесия. Находятся внутри черепа.
- **Ампулы лоренцини** – органы чувств, улавливающие изменения электрических полей, развиты в основном у хрящевых рыб.

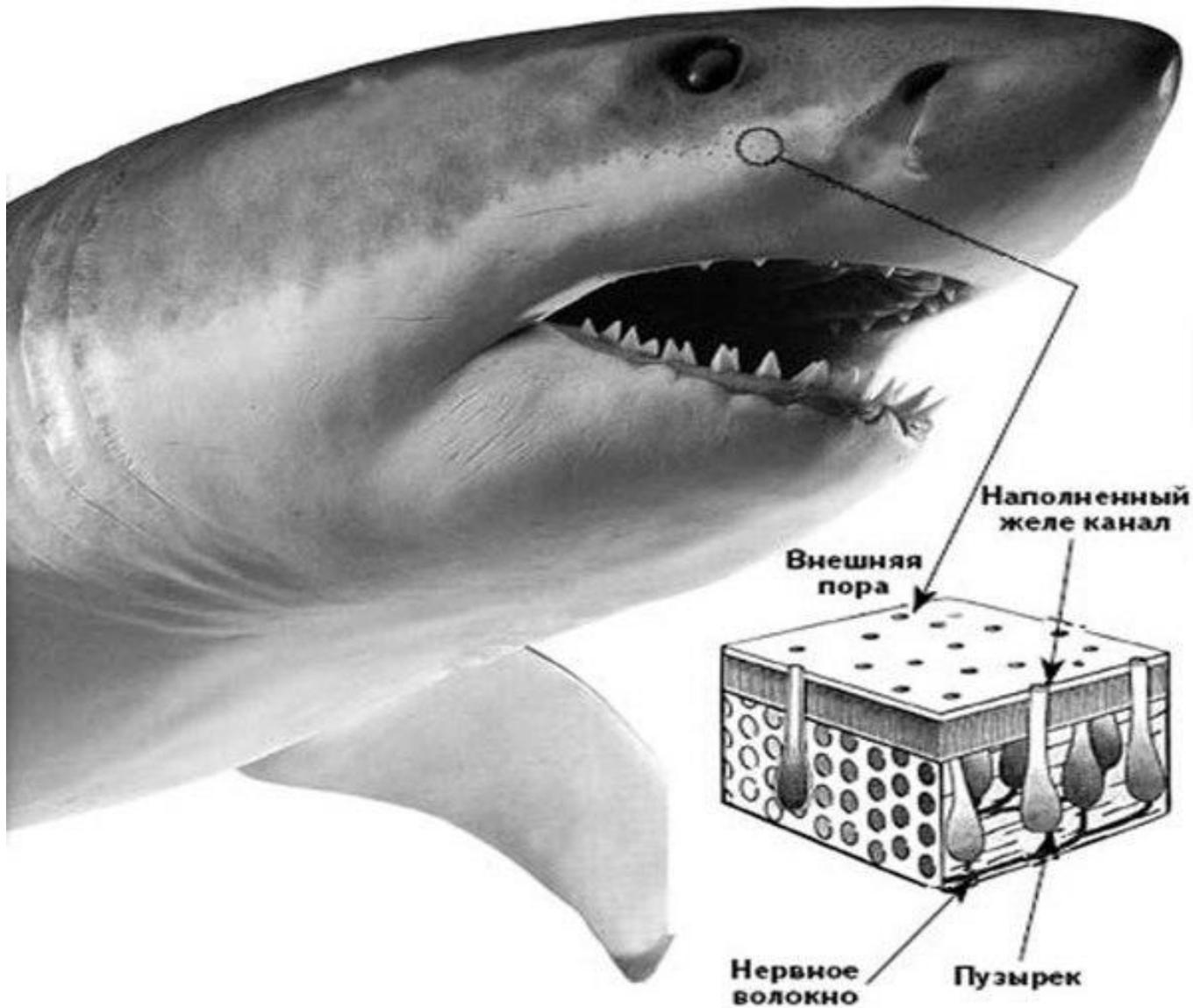


Орган слуха и равновесия рыбы (схема).

Строение обонятельного мешка, уха и глаза рыб.



Строение ампул Лоренцини у акул



Особенности половой системы рыб

Половые железы (семенники или яичники) парные. Большинство видов раздельнополы, хотя у костистых рыб встречаются случаи последовательного гермафродитизма.

- У большинства костистых рыб Мюллеровы протоки самок не развиваются, а оболочка яичника продолжается в короткий канал, открывающийся в мочеполовой синус или самостоятельным отверстием в клоаку
- У Хрящевых, лопастепёрых и костных ганоидов у самцов вольфовы канала выполняют роль семяпроводов, у костистых рыб – семенник имеет самостоятельный выводной проток.
- У немногих других (лососевые, угреобразные, муреновые) есть очень короткие Мюллеровы каналы. У хрящевых – мюллеровы каналы – яйцеводы хорошо развиты.
- У Хрящевых рыб – расширения в средней части яйцеводов образуют скорлуповые железы - формируют оболочки яйца.
- Нижние части яйцеводов хрящевых рыб образуют мускулистое расширение – матку, где развиваются яйца или даже образуется желточная плацента и развиваются зародыши
- Оплодотворение наружное или внутреннее. При внутреннем – развиваются мужские совокупительные органы- гоноподии (видоизменённые плавники) или выросты клоаки.

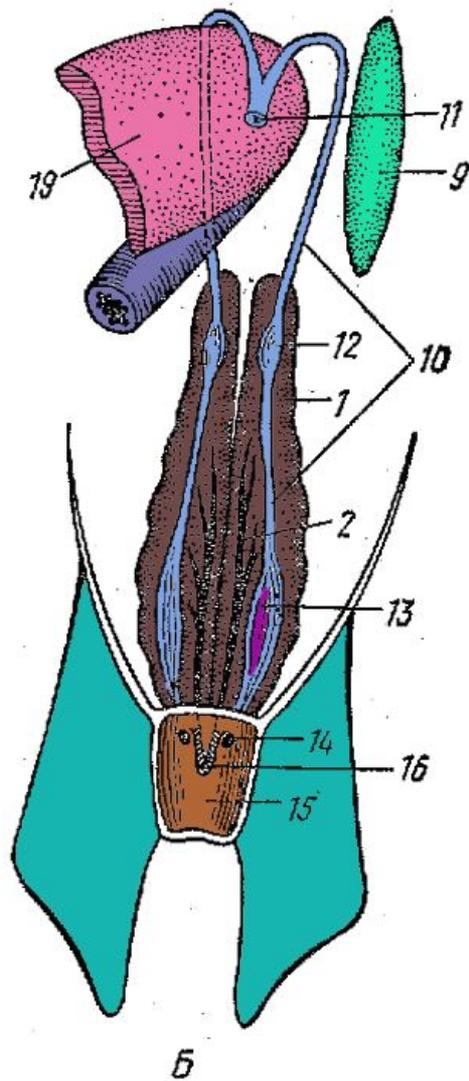
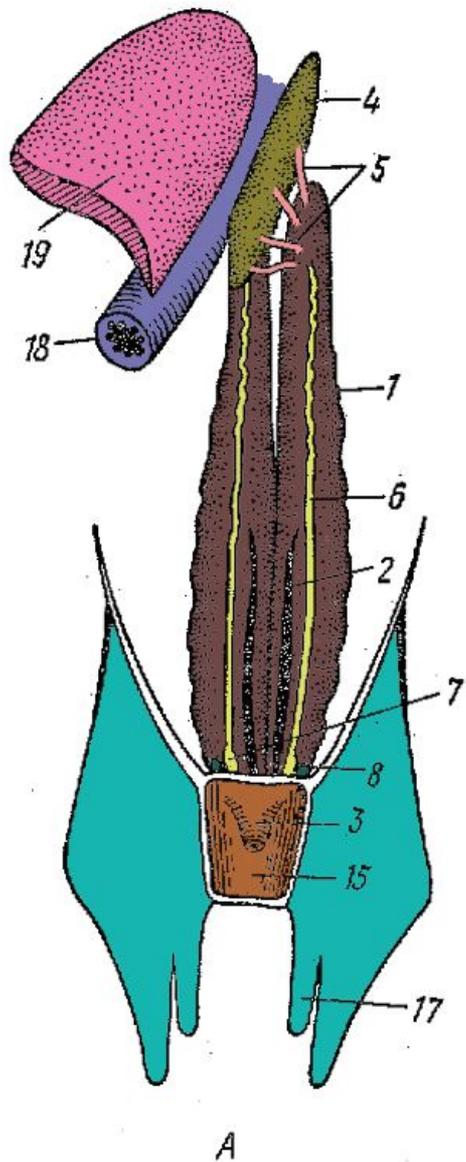


Схема мочеполовой системы хрящевых рыб. А - самец; Б - самка: 1 - почка; 2 - мочеточник; 3 - мочеполовой сосочек; 4 - левый семенник (правый семенник не изображен); 5 - семявыносящие каналы; 6 - семяпровод; 7 - семенной пузырек; 8 - семенной мешок; 9 - левый яичник (правый яичник не изображен); 10 - яйцевод; 11 - общая воронка обоих яйцеводов; 12 - скорлуповая железа; 13 - матка; 14 - отверстие яйцевода; 15 - полость клоаки; 16 - мочевой сосочек; 17 - копулятивный отросток брюшного плавника; 18 - пищевод; 19 - печень

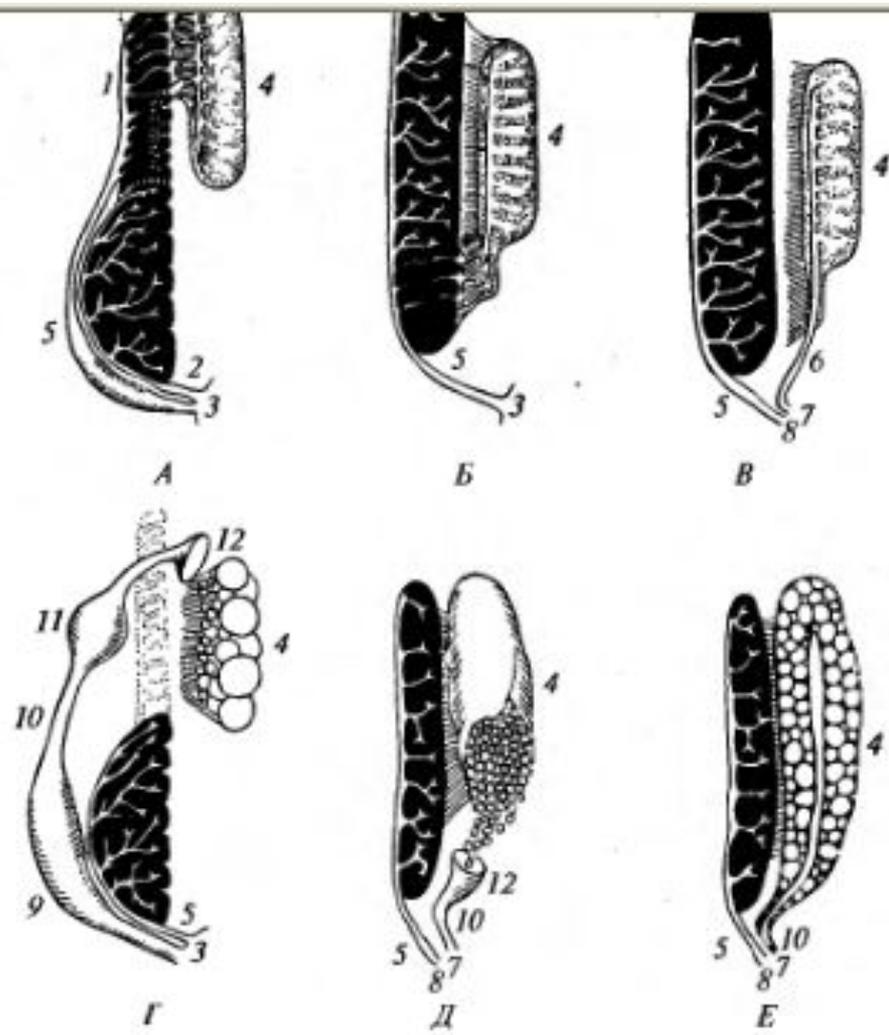
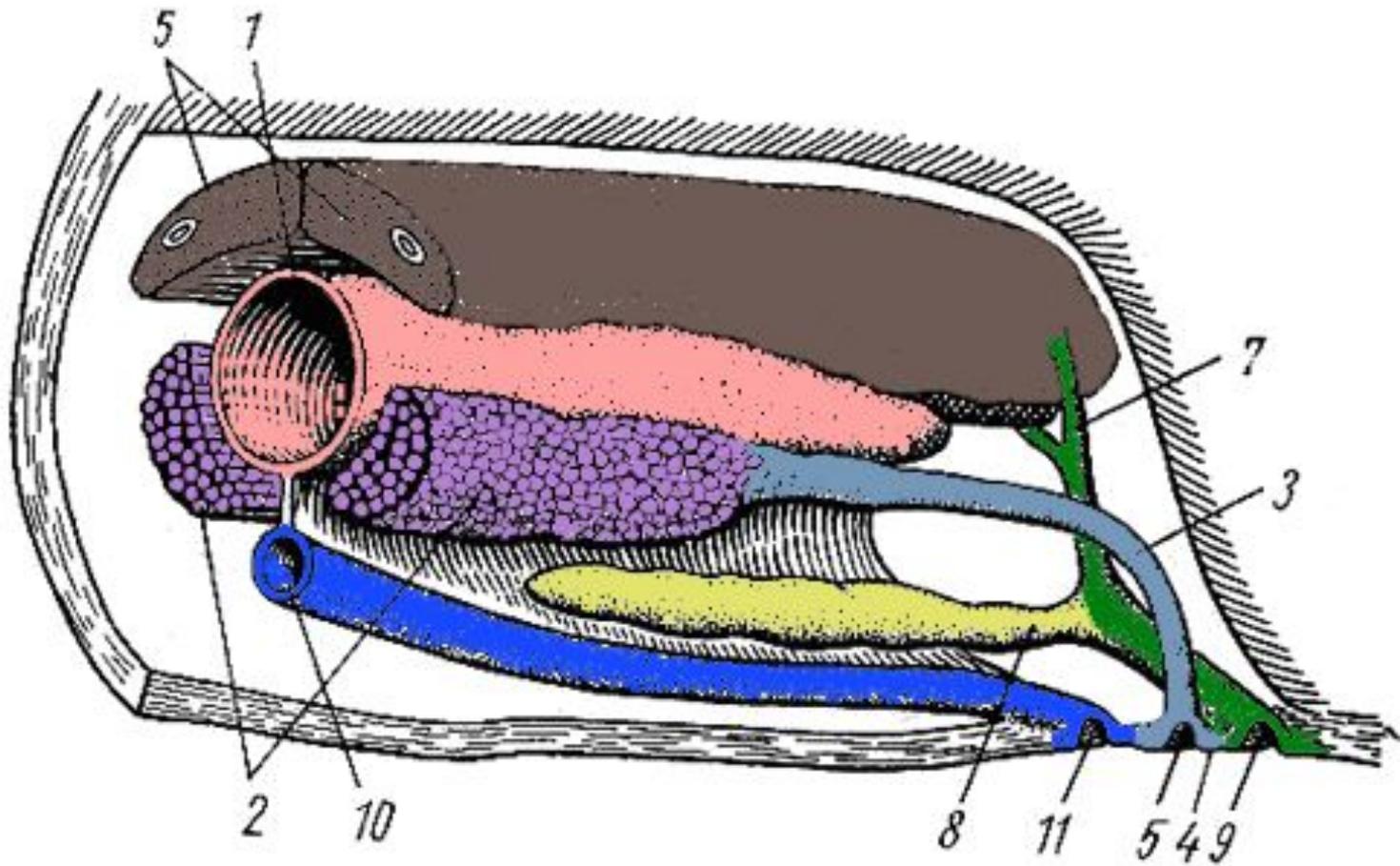


Рис. 207. Мочеполовая система рыб (по А. Ромеру, Т. Парсонсу, 1994):
 А, Б, В — самцы акулы, южноамериканской двоякодышащей рыбы (*Lepidosireia*) и костистой рыбы соответственно; Г, Д, Е — самки акулы, лосося и костистой рыбы соответственно; 1 — передняя часть почки акулы, сравнимая с придатком семенника; 2 — мочеточник; 3 — клоака; 4 — гонада; 5 — вольфов канал; 6 — семяпровод; 7 — половое отверстие у костистых рыб; 8 — выделительное отверстие у костистых рыб; 9 — яйцевая капсула, или «матка», у акул; 10 — яйцевод; 11 — скорлуповая железа; 12 — воронка яйцевода



Задний участок мочеполовой системы самки щуки: 1 - плавательный пузырь; 2 - яичник; 3 - выводной проток яичника; 4 - мочеполовой сосочек; 5 - половое отверстие; 6 - почки; 7 - мочеточник; 8 - мочевого пузырь; 10 - кишечник; 11 - анальное отверстие

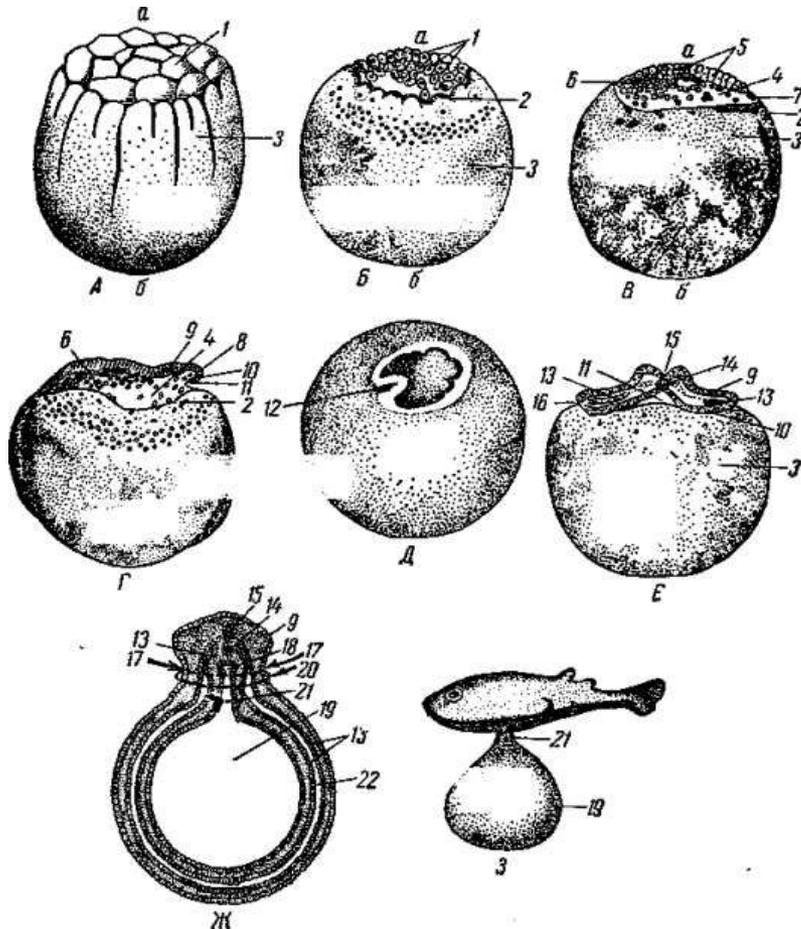
Особенности развития позвоночных

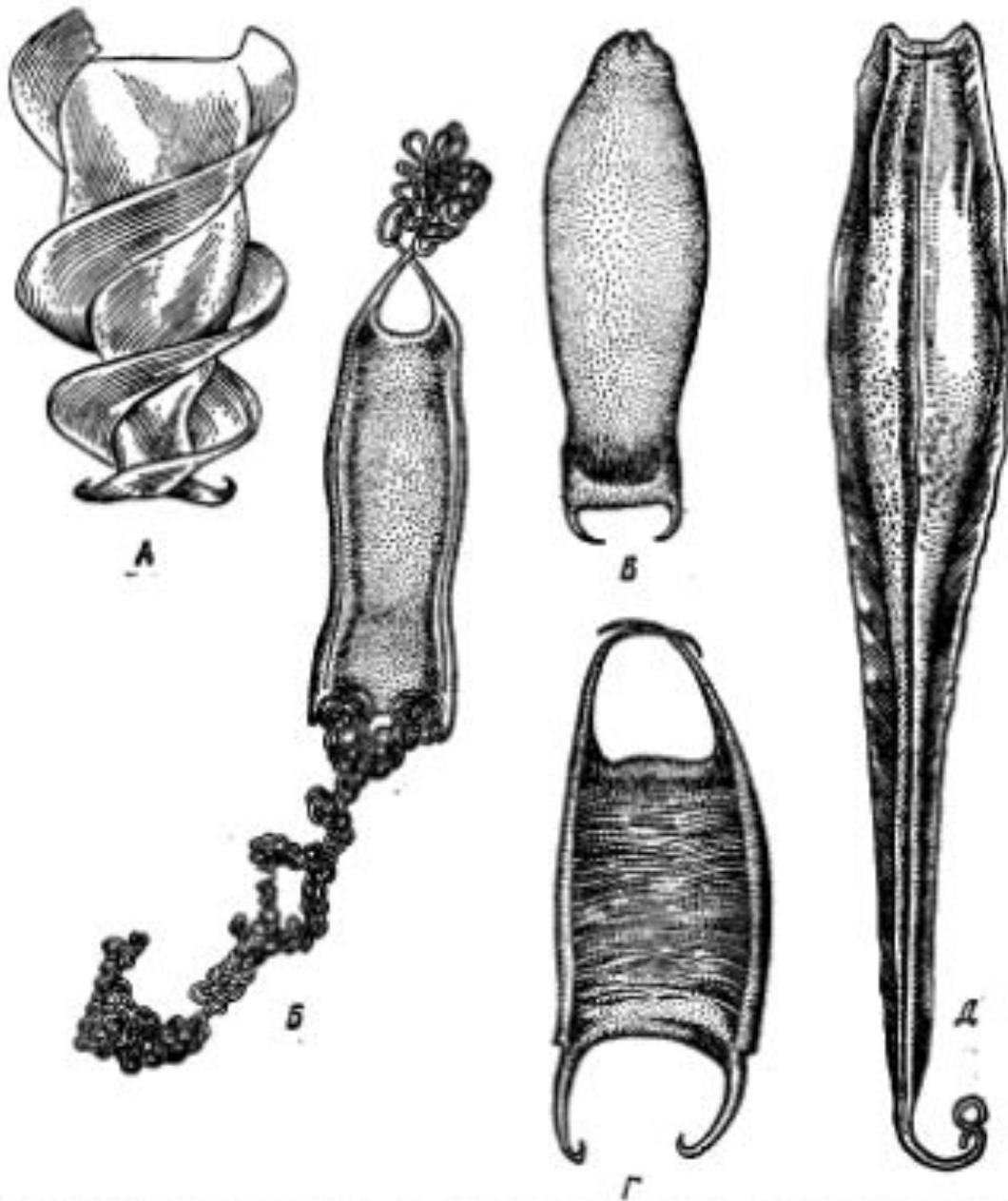
Все позвоночные делятся на две группы анамнии и амниоты.

АНАМНИИ - первичноводные организмы, к ним относятся хрящевые и костные рыбы и амфибии.

Их яйца развиваются в водной среде, имеют водопроницаемую оболочку, желтка мало. Дробление полное.

У хрящевых рыб в яйце проходит полное развитие. У костистых рыб и амфибий из яйца выходит личинка, имеющая желточный мешок и наружные жабры





У некоторых видов акул наблюдается живорождение – зародыши развиваются в матке, оболочка яйца исчезает, формируется плацента – сплетение сосудов матери и плода, через которые осуществляется питание и обмен веществ.

Рис. 91. Яйца хрящевых рыб. А – разнозубая акула; Б – кошачья акула; В – пилонос; Г – снат; Д – химера

подкласс Лопастепёрые рыбы

- Класс низших костных рыб, объединяющий кистеперых и двоякодышащих, известны с середины раннего девона. Основу их осевого скелета составляет упругая хорда. Нет тел позвонков, тело рыб покрыто космоидной чешуей, в кишечнике есть спиральный клапан, в сердце - артериальный конус. Одновременно для них характерны и прогрессивные черты: легочные мешки, сквозные ноздри, Парные плавники имеют мясистую лопасть. Уже в начале формирования этой группы рыб у них разделение в двух разных направлениях: Двоякодышащие (*Dipnoi*, или *Dipneustomorpha*) и надотряд цефалокантовые.

Двоякодышащие (*Dipnoi*, или *Dipneustomorpha*)

- Хрящевые окостенения развиты слабо. Имеются хоаны. Череп аутостиличный. Зубы слиты в зубные пластинки. Хорда имеется в течение всей жизни, имеются верхние и нижние дуги. Парные плавники бисериального типа. Чешуя космоидная или костная. Имеются 1 или 2 легких. Существуют зачатки малого круга кровообращения. Имеется 6 ныне живущих видов.

Целокантовые (Кистеперые) (*Crossopterygii*)

- Мозговой череп разделен на 2 части – обонятельную и собственно мозговую. Степени окостенения черепа варьируют. Череп амфистиличный. Вторичные челюсти развиты сильно. Имеются зачатки тел позвонков. Парные плавники с укороченной центральной осью и сильно развитым базальным элементом. Преимущественно вымершая группа. Имеются 2 ныне живущих вида.

Латимерия
(целокантовые)



Австралийский
Рогозуб
(двоякодышащие)