**Надкласс Рыбы**

Рыбы – группа организмов, которые находятся на стадии биологического прогресса.

Возникновение рыб связано с появлением ароморфозов:

* появление *черепа,* в котором располагается головной мозг;
* появление *челюстей,* которые обеспечивают захват и удержание добычи;
* появление *парных плавников*, которые обеспечивают подвижность;
* прогрессивное *развитие ЦНС*

**Тело:** голова, туловище, хвост, конечности в виде парных плавников (грудных и брюшных) и непарных плавников (спинной, подхвостовой, хвостовой).

**Покровы:** кожа с одноклеточными железами и чешуей – твердыми кожными структурами, которые обуславливают защиту.

**Особенности внутреннего строения**

**Опорно-двигательная система**

***Скелет:*** хрящевой или костный

*череп:* мозговой отдел (челюсти, обеспечивают активный захват добычи) и

висцеральный отдел

*позвоночник:* туловищный и хвостовой отдел

*скелет парных конечностей*

*пояса парных конечностей:* плечевой и тазовый

***Мышцы*** в основном сегментированы, появляются сегментированные мышцы.

**Пищеварительная система** слабо дифференцирована на отделы: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкая кишка с протоками печени и поджелудочной железы, задняя кишка с анусом.

**Дыхательная система** жабры с *жаберными лепестками эктодермального* происхождения. Кровеносная система замкнутая, сердце двухкамерное, один круг кровообращения (исключение составляют двоякодышащие),

**Выделительная система** представлена *туловищными почками.*

**Нервная система** делится на ЦНС и ПНС; головной мозг состоит из: переднего, промежуточного, среднего, заднего (мост и мозжечок) и продолговатого мозга.

**Органы чувств** представленыорганами зрения, слуха, обоняния, вкуса, тактильной чувствительности, равновесия и боковой линии.

**Размножение** половое. Рыбы, в основном, раздельнополые, оплодотворение *внутреннее* (у хрящевых рыб) и *внешнее* (у костных рыб).

**Развитие** *прямое* **(у** хрящевых рыб) и *непрямое* (у костных рыб)

**Надкласс Рыбы**

***Класс Хрящевые рыбы***

*Подкласс Пластинчатожаберные*

Отряд Акулы: *катран, рыба-молот, кархародон, китовая, тигровая акулы*

Отряд Скаты: *шиповатый скат (морская лисица), хвостокол*

*Подкласс химеры: европейская химера*

***Класс Костные рыбы***

*Подкласс Хрящекостные*

Отряд Осетровые: *белуга, стерлядь, севрюга*

*Подкласс Лучеперые*

Отряд Лососеобразные: *хариус, форель, кета, горбуша, омуль, семга*

Отряд Сельдеобразные: *килька, тюлька, анчоус или хамса, сельдь*

Отряд Окунеобразные: *тунец, ставрида, скумбрия, судак, окунь речной*

*Подкласс Кистеперые: латимерия*

*Подкласс Двоякодышащие: неоцератод, протоптерус, лепидосирен*

**Класс Хрящевые рыбы – *позвоночные животные, имеющие хрящевой скелет.***

**Тело:**

*голова* передняя часть удлиняется и образуется *рострум (рыло)*

*глаза*

*ноздри парные*

*ротовое отверстие* в виде поперечной щели

*жаберные щели* 5-7 пар по бокам тела, жаберных крышек нет

*брызгальца* – недоразвитая первая пара жаберных щелей, через которую

во время дыхания ротоглоточную полость попадает вода

*туловище* имеет плавники

парные: *грудные и брюшные* играют роль руля, а у ♂ внутренняя часть

брюшных плавников превращаются в *органы оплодотворения;*

непарные: спинной (передний и задний) обеспечивают равновесие

*хвост* заканчивается *гетероцельным* хвостовым плавником – основным органом

движения, боковые движения которого определяют поступательные движения;

у скатов хвостовой плавник редуцируется, а скат манта передвигается за счет

движений сильно развитых грудных плавников.

**Покровы** представлены гладкой кожей

*эпидермис многослойный с одноклеточными железистыми*  клетками, выделяющими

слизь, которая препятствует проникновению бактерий и уменьшает трение;

*дерма (кутис)* – плотная соединительная ткань, в которой развивается *плакоидная*

*чешуя* – состоящая из дентиновой пластинки и тонкого слоя эмали (так устроены

зубы всех позвоночных животных).

**Особенности внутреннего строения и процессов жизнедеятельности**

**Скелет** хрящевой и не окостеневает в течение жизни

*осевой* ***–*** *позвоночный столб*, состоящий из хрящевых амфицельных (двояковогнутых)

позвонков, между телами которых находятся остатки хорды;

*скелет головы* - *череп*

*мозговой отдел:* мозговая коробка, хрящевые капсулы органов чувств, отделы

(рострум, затылочный, слуховой, глазница, обонятельный, дно, крыша);

функция – защита головного мозга

*висцеральный отдел:* челюстной аппарат, подъязычная дуга (гиомандибуляре,

гиоид, копула), позади нее – брызгальце, жаберные дуги, которых 5 пар, что

соответствует числу жаберных щелей;

*скелет плавников*

*базалии* - хрящи,

*радиалии* – палочковидные хрящи, расположенные в мышцах тела,

*эластотрихии* – эластичные нити кожного происхождения;

*скелет поясов конечностей* не соединяется с осевым скелетом, свободно лежит в мышцах

*грудной (плечевой) пояс -* лопаточный и коракоидный отдел,

*брюшной (тазовый) пояс –* палочковидный хрящ, лежащий поперек тела перед

клоакой, к краю которого крепятся радиалии брюшного плавника.

**Мышечная система** представлена поперечнополосатой скелетной мускулатурой и гладкой мускулатурой сосудов и внутренних органов; состоит из метамеров(миомеров), разделенных прослойками из соединительной ткани; хорошо дифференцированы только мышцы плавников и челюстей.

**Пищеварительная система:** пищеварительный тракт и пищеварительные железы:

*поджелудочная* в брыжейке тонкой кишки, синтезирует липазу, протеазу, амилазу,

*печень* (25% массы тела) активно участвует в пищеварении (эмульгация жира солями

желчных кислот), обезвреживает яды, регулирует концентрацию глюкозы, запасает

жир (плавучесть)

***Пищеварительный тракт:***

*рот* = челюсти + зубы (из плакоидных чешуй в 5-6 рядов, имеют коническую форму,

обращены назад, в течение жизни могут несколько раз меняться),

*глотка* сообщается с внешней средой через жаберные щели в ее стенке,

*пищевод* служит для перемещения пищи,

*кардиальный и пилорический желудок,* в стенках которого железы, секретирующие

пепсин и HCl, происходит химическая переработка пищи,

*тонкая кишка* очень короткая, в нее впадают протоки печени и поджелудочной

железы, содержимое имеет щелочную среду,

*толстая кишка* со *спиральным клапаном*, которая увеличивает поверхность

всасывания, что компенсирует, небольшую длину кишки; заканчивается

химическая переработка пищи и происходит всасывание

*прямая кишка* – расширение заднего отдела кишечника, в которое открываются

половые протоки и мочеточники, заканчивается анусом.

**Дыхательная система**

***Жабры*** тесно связаны с пищеварительной системой

*жаберные дуги* хрящевые, несут по одной жабре

*межжаберные перегородки*, по обеим сторонам которых располагаются жаберные

лепестки, отделяют жаберные щели;

*жаберные лепестки* эктодермального происхождения, все лепестки, на одной

стороне межжаберной перегородки составляют *полужабру,* две полужабры

на одной жаберной дуге образуют одну жабру; пронизаны кровеносными

сосудами, в них происходит газообмен,

*жаберные тычинки* располагаются с внутренней стороны жабр, их совокупность

образует цедильный аппарат: чем мельче пища, тем плотнее прилегают

жаберные тычинки друг к другу,

*подъязычная дуга* имеет одну *полужабру.*

Газообмен происходит, когда вода выходит через жаберные щели, омывая жаберные лепестки, которые оплетены кровеносными сосудами, несущими венозную кровь. После насыщения кислородом от жабр оттекает артериальная кровь. У акул газообмен осуществляется *пассивно.* При снижении скорости движения, вода перестает поступать в рот и газообмен замедляется. Поэтому акулы должны постоянно двигаться, чтобы «не захлебнуться». Скаты *активно* засасывают воду. Мышцы ротовой полости и стенок глотки, сокращаясь, выдавливают воду, которая омывает жаберные лепестки из глотки через жаберные щели (рот при этом закрыт).

**Кровеносная система**

***Сердце*** возникает из 2 петель брюшной аорты, выполняет роль насоса, перекачивая только

венозную кровь.

*венозный синус* тонкостенный

*предсердие*, предсердно-желудочковый клапан препятствует обратному току крови,

*желудочек* толстостенный, миокард которого образован исчерченной мускулатурой,

*артериальный конус,* в стенке его исчерченная мышечная ткань, поскольку является

частью желудочка, сокращается вместе с ним, в его стенке – клапаны

***Артериальная система:*** артериальный конус → брюшная аорта → 5 пар приносящих жаберных сосудов (в соответствии с количеством жабр) → выносящие жаберные артерии (равно числу полужабр) → 5 пар общих выносящих жаберных артерий → корни спинной аорты → спинная аорта: по сонным артериям кровь идет к голове, по спинной аорте – к хвосту, по пути отдавая более мелкие сосуды, кровоснабжающие все внутренние органы .

***Венозная система:*** венозная кровь от головы → 2 передние кардинальные вены, от задней части тела – в задние кардинальные вены, которые сливаются → кювьеровы протоки → венозный синус. Образование задних кардинальных вен связано с *воротной системой почек*: хвостовая вена → воротные вены почек – воротная система почек → задние кардинальные вены + передние кардинальные вены → кювьеровы протоки. Венозная кровь от органов пищеварения → *воротная вена печени* → печеночная вена → венозный синус.

***Кровь***: плазма и клетки всех типов, эритроциты ядерные, дыхательный пигмент – гемоглобин.

**Нервная система** анатомически подразделяется на центральную и периферическую, а физиологически – на соматическую и вегетативную. ЦНС: спинной и головной мозг.

***Спинной мозг*** находится в позвоночном канале, от него отходят спинномозговые нервы**.**

***Головной мозг*** *ихтиопсидного типа* – высший центр интеграции нервной деятельности –

мозжечок

*конечный мозг* разделен на два полушария, обонятельные луковицы – первичный

обонятельный центр, участвует в регуляции двигательной активности и поведения,

*промежуточный мозг*: зрительные бугры (таламусы), в которые поступает информация от

всех органов чувств, гипоталамус, имеются два придатка: эпифиз и гипофиз

*средний мозг:* 2 крупные зрительные доли; является интегрирующим центром, в области

среднего мозга образуется изгиб мозга, характерный для других позвоночных,

*мозжечок:* его функция – координация и регуляция движений, поэтому у быстрых плавцов

акул – он достигает больших размеров,

*продолговатый мозг –* здесь сосредоточены центры безусловных рефлексов

**Органы чувств**

*органы обоняния –* обонятельные мешки с чувствительным эпителием, акулы запах

добычи улавливают за 500 метров

*органы зрения -* плоская роговица, шарообразный хрусталик, у акул есть мигательная

перепонка, закрывающая глаз наподобие век;

о*рганы слуха* – внутреннее ухо: слуховые пятна и гребни, воспринимающие звуки,

*органы равновесия -* 3 полукружные каналы, овальный и круглый мешочек, в эндолимфе

содержатся отолиты, которые давят на чувствительные клетки, возбуждая их,

*органы боковой линии –* рецепторы на дне ямок, располагающиеся на голове и по бокам

тела, воспринимают колебания воды, разницу давления,

*электрические органы* – видоизмененные поперечнополосатые мышцы + нервы, у скатов

вырабатывают разряды до 220 вольт.

**Выделительная система:** парные *туловищные почки***→** мочеточники → клоака.

Н*ефрон* - структурная и функциональная единица почки **-**

*клубочек капилляров* - приносящий и выносящий сосуды с артериальной кровью;

*боуменова капсула* – слепые расширения, окружающие клубочек капилляров, внутренняя

стенка которого образована плоским эпителием (*ультрафильтрация*);

*почечный каналец –* выстлан железистым эпителием, оплетен кровеносными сосудами

(происходит *реабсорбция* воды, сахаров и других нужных организму веществ

из первичной мочи и *извлечение* из крови веществ, подлежащих удалению),

*воронка (нефростом) –* открывается в полость тела, функциональная нагрузка невелика.

***Внимание!***Туловищная почка обеспечивает *фильтрацию крови*, а не полостной жидкости,

как это происходит в головной почке.

Первичная моча, проходя по канальцу нефрона , освобождается от нужных веществ (они возвращаются в кровь), но обогащается продуктами жизнедеятельности, превращаясь во вторичную мочу. Из нефрона вторичная моча → в собирательные трубочки → парные мочеточники → соединяются и впадают в клоаку. Конечный продукт обмена – *мочевина*.

***Внимание!***В туловищной почке мочеточник – протонефрический канал протонефроса –

*мезонефральный (вольфов) канал.* У ♂ протоки мочевыделительной системы и половой

системы связаны между собой.

**Половая система**

*♂* ***анатомически связана с половой системой***: парные удлиненные *семенники* проходят через почку → парные *вольфовы протоки* (мочеточник + семяпровод), мюллеровы протоки редуцируются → *мочеполовой синус* → *клоака*

♀ ***полностью отделена от мочевыделительной:*** *яичники* → гаметы в полость тела → *мюллеровы протоки* (возникают в результате расщепления протонефридиального протока на вольфов и мюллеров канал) = *воронка яйцевода* (соответствует нефростому головной почки) + *яйцевод* (в его стенках скорлуповые железы) + *«матка»* (расширенный отдел) → *клоака*

**Размножение***половое,* оплодотворение *внутреннее; яйца* имеют запас питательных веществ, окружены кожистыми оболочками.

**Развитие** *прямое,* характерно *откладывание яиц и живорождение* (развитие яйца и зародыша происходит внутри материнского организма за счет его питательных веществ)

**Разнообразие хрящевых рыб**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Надотряд** | **Особенности** | **Представители** |
| ***Подкласс Пластинчатожаерные*** | | |
| Акулы | На голове 5-7 пар жаберных щелей, *рострум, брызгальца* – недоразвитые первые жаберные щели; рот в виде поперечной щели, окружен зубами. Кожа покрыта *плакоидной* чешуей, которая заходит и на челюсти, где превращается в зубы. Основной орган движения – хвостовой плавник. Активные хищники, добычу проглатывают целиком, или раздирают с помощью зубов. Печень крупная, в ней много жира, что увеличивает плавучесть. *Раздельнополые* с *внутренним оплодотворением*, яйцеклетки богаты желтком, яйца покрыты кожистой оболочкой. Встречается *живорождение* (зародыш развивается в организме самки) и *яйцеживорождение* (формируется яйцо, зародыш освобождается от оболочек в материнском организме, но питается за счет желтка яйца). Плодовитость | *Акулы гигантская, китовая, тигровая, рыба-молот, катран кархародон* |
| Скаты | Обитатели морей (морской кот) и пресных водоемов (рыба-пила, речные хвостоколы). Тело сплюснутое, обычно дисковидное (исключение – пилоносы); 5 пар жаберных щелей на брюшной стороне головы. Кожа покрыта чешуей с шипами или голая. Грудные плавники срастаются с боками головы и туловищем и волнообразно двигаются, *хвостовой плавник развит слабо*. Для охоты и защиты имеют *электрические органы.* Бентофаги. Размножаются *откладыванием яиц,* *яйцеживорождением и живорождением*. | *электрический скат, манта, рыба-пила, морская лисица*  *(шиповатый скат), морской кот (хвостокол)* |
| ***Подкласс Цельноголовые или Химеровые*** | | |
| Химеры | Тело удлиненное, веретенообразное, заметно утончается к хвосту, чешуи почти нет, брызгальце отсутствует. У высокого первого спинного плавника острый шип, у его основания может быть ядовитая железа. Имеются кожистые жаберные крышки, поэтому межжаберные перегородки редуцируются. Морские, преимущественно глубоководные, мощными зубами легко разгрызают панцири раков и иглокожих, раковины моллюсков. Плавают за счет волнообразных движений грудных плавников и боковых изгибов хвоста. Откладывают 1-2 яйца с роговой капсулой, развитие - 9-12 месяцев, у зародыша образуются кожные выросты для всасывания желтка и О2, перед вылуплением они исчезают, молодая химера отличается от взрослых размерами. | *Химера европейская, каллоринх* |

**Значение хрящевых рыб**

* *объект промысла:* из акулы гигантской получают жир, полярной и голубой – мясо;
* *сырье для промышленности:* кожу акул используют для пошива сумок, обуви;
* *опасны для человека:* белые акулы, хвостокол;
* *могут вредить рыбным хозяйствам*: сельдевая акула.

**Класс Костные рыбы – *позвоночные животные, имеющие костный скелет.***

**Тело:**

*голова* передняя часть удлиняется и образуется *рострум (рыло)*

*глаза* обычно по бокам, могут смещаться вверх или на одну из сторон

*ноздри парные* на верхней стороне

*ротовое отверстие* в виде поперечной щели

*жаберные дуги*, прикрыты жаберными крышками

*брызгальца* – только у осетровых,

*туловище* имеет плавники

парные: *грудные и брюшные* играют роль органов движения и руля

непарные: *спинной, анальный и хвостовой* обеспечивают равновесие,

дополнительные: у трески 3 спинных, у скумбриевых за спинным и анальным много

плавничков, у лососевых – жировой, у рыбы- прилипалы он изменяется в присоску;

*хвост* заканчивается *симметричным*, *гетероцеркальным, или ложносимметричным*

хвостовым плавником – основным органом движения

**Покровы**: кожа с чешуей, проницаемая для воды и растворенных в ней веществ

*эпидермис многослойный с одноклеточными железистыми*  клетками, выделяющими

слизь, которая препятствует проникновению бактерий и уменьшает трение,

участвует в выделении «отходов» и водно-солевом обмене, ускоряет

свертывание крови, содержит феромоны и «вещество страха»,

содержит пигментные клетки чувствующие концевые почки,

*дерма (кутис)* – плотная соединительная ткань, содержит пигментные клетки и костные

чешуи: *ганоидную, циклоидную и ктеноидную;* в глубоких слоях образуются

покровные кости черепа и грудных плавников

**Особенности внутреннего строения и процессов жизнедеятельности**

**Скелет** образован костями, лишь у осетровых сохраняет значительное количество хрящей

*осевой* ***–*** *позвоночный столб*, состоящий из костных амфицельных (двояковогнутых)

позвонков, верхние дуги всех позвонков срастаются и образуют позвоночный

канал, нижние дуги не срастаются, к ним прикрепляются длинные ребра

*скелет головы* - *череп*

*мозговой отдел: первичные кости -*  затылочный отдел (4), ушные (по 5), глазница

(клиновидная, 2 крыловидные, 2 глазоклиновидные), обонятельный отдел (3);

*вторичные кости -* крыша (носовые (2), лобные (2), теменные (4)), дно

(парасфеноид, сошник), функция – защита головного мозга

*висцеральный:* челюстная дуга

верхняя челюсть: *первичные -*  небные (2),крыловидные (3),

квадратные(2), *вторичные –* верхнечелюстная (2), предчелюстная,

нижняя челюсть: сочленованная (из меккелева хряща), *вторичные –*

зубная, угловая,

*костная* подъязычная дуга, *костные* жаберные дуги (4), жаберная крышка

*скелет плавников* устроен проще, чем у хрящевых рыб

*костные радиалии* прикрепляются к костям пояса,

*лепидотрихии* – костные лучи кожного происхождения;

*скелет поясов конечностей* не соединяется с осевым скелетом, свободно лежит в мышцах

*грудной пояс –* лопатка, коракоид (роль базалий), клейтрум (+ к затылочному

отделу и соединяются между собой, обеспечивая более прочную фиксацию пояса),

*брюшной пояс –* хрящевая или костная тазовая пластинка в толще мышц

**Мышечная система** представлена поперечнополосатой скелетной мускулатурой и гладкой мускулатурой сосудов и внутренних органов; состоит из миомеров, разделенных прослойками из соединительной ткани - миосептами; количество миомеров соответствует числу позвонков.

Мышцы: *красные* (длительные сокращения) и *белые* (мощные сокращения)

***Мышцы***

туловища: волнообразные изгибы тела

*большая боковая мышца* разделена горизонтальной перегородкой,

*прямая боковая поверхностная* над большой, у лососей в ней много жира,

*прямая брюшная мышца* у угрей отсутствуют,

*косые мышцы* располагаются между прямой боковой и прямой брюшной,

головы (висцеральные): движения челюстей и жаберных крышек,

плавников (не сегментированы, располагаются пучком): изменяют положение парных плавников и стабилизирует непарные.

**Пищеварительная система**: к*ишечник слабо дифференцирован на отделы*

***Пищеварительный тракт:***

*рот* снабжен однотипными зубами (дентин + эмаль), наклонены к глотке, рыбы могут удерживать или отрывать куски от добычи, изношенные зубы заменяются новыми,

*глотка* с жаберными щелями, пища задерживается *тычинками* жаберных дуг, которые у

планктонофагов длинные, у хищников короче; у бентосных- глоточные зубы,

*пищевод* короткий,

*желудок,* его железы, выделяют пепсин и HCl, происходит химическая переработка пищи,

*тонкая кишка*, в нее впадают протоки печени и поджелудочной железы (мелкие дольки в

петлях кишки), образует петли, что увеличивает всасывательную поверхность,

*толстая кишка*: спиральный клапан только у осетровых и двоякодышащих, у

растительноядных длинная, у хищных короткая; заканчивается химическая

переработка пищи и происходит всасывание, заканчивается анусом.

***Пищеварительные железы:***

*поджелудочная* в виде мелких долек, разбросанных по брызжейке, в петлях кишки,

синтезирует липазу, амилазу, трипсин, синтезирует некоторые гормоны,

*печень* (1-8% массы тела) многолопастная, участвует в пищеварении (эмульгация

жира солями желчных кислот), обезвреживает яды, регулирует концентрацию глюкозы,

запасает жир (плавучесть)

***Плавательный пузырь*** – вырост спинной стенки передней части кишки, заполнен воздухом, что уменьшает удельный вес рыбы. Открытопузырные рыбы (сохраняют связь с кишкой) изменяют объем газов расширяя или сжимая пузырь, закрытопузырные для этого имеют в стенке пузыря сеть капилляров, которые поглощают или выделяют газ в зависимости от потребностей рыбы.

**Дыхательная система**

***Жабры*** тесно связаны с пищеварительной системой

*жаберные дуги* (их 4) несут по одной жабре,

*межжаберные перегородки* у осетровых частично, у высших полностью редуцируются,

*жаберные лепестки* эктодермального происхождения располагаются

на жаберных дугах и омываются водой с обеих сторон; пронизаны

кровеносными сосудами, в них происходит газообмен,

*жаберные тычинки* образуют цедильный аппарат: чем мельче пища, тем плотнее

прилегают жаберные тычинки друг к другу,

*подъязычная дуга* не несет полужабру,

*жаберная крышка* участвует в дыхании и интенсифицирует газообмен при неподвижном

положении рыбы

***Дыхательный акт при медленном движении или в покое:***

* рыба приподнимает жаберные крышки → в околожаберном пространстве ↓ давление →

свежая вода поступает через ротовое отверстие, но в щель между жаберными

крышками и телом вода не поступает, т.к. она прикрыта мембраной, которая

продолжается за края жаберной крышки и при ее движении присасывается к телу;

* отодвинутые жаберные крышки с силой прижимаются к телу → в околожаберном

пространстве ↑ давление → вода выталкивается во внешнюю среду. При этом

вода не выходит изо рта, т.к. ротовое отверстие в тот момент закрывается

***Дыхательный акт при высокой скорости***

*переходит на напорный тип вентиляции:* вода пассивно поступает через открытый рот

и омывает жабры, при этом существенно снижаются энергозатраты, т.к. сокращается объем работы висцеральной мускулатуры и повышается эффективность движения.

**Кровеносная система**

***Сердце*** из 2 петель брюшной аорты, перекачивает только венозную кровь

*венозный синус* тонкостенный

*предсердие*, предсердно-желудочковый клапан препятствует обратному току крови,

*желудочек* толстостенный, миокард которого образован исчерченной мускулатурой,

*желудочкоаортальный клапан* препятствует обратному току крови,

*луковица аорты* – расширение начального отдела брюшной аорты, стенка образована

гладкими миоцитами, самостоятельно пульсировать не может

***Артериальная система*** *(редуцирована передняя пара жаберных артерий, из корней спинной аорты образовался артериальный головной круг)****:*** желудочек → брюшная аорта → 4 пары приносящих жаберных сосудов (в соответствии с количеством жабр) → выносящие жаберные → 4 пары выносящих жаберных артерий → корни спинной аорты → спинная аорта. По сонным артериям кровь идет к голове, по спинной аорте – к хвосту, по пути отдавая более мелкие сосуды, кровоснабжающие все внутренние органы.

***Венозная система*** *(отсутствуют боковые вены, только левая задняя кардинальная вена образует воротную систему в почке)****:*** венозная кровь от головы → 2 передние кардинальные вены, от задней части тела – правая задняя кардинальная вена → кювьеровы протоки → венозный синус. Только левая задняя кардинальная вена образует *воротную систему почек*: хвостовая вена → воротная вена почек – воротная система почек → левая задняя кардинальная вена + передние кардинальные вены → кювьеровы протоки. Венозная кровь от органов пищеварения → *воротная вена печени* → печеночная вена → венозный синус.

***Кровь***: плазма и клетки всех типов, эритроциты ядерные, дыхательный пигмент – гемоглобин.

**Нервная система. *Спинной мозг*** в позвоночном канале, от него отходят нервы**.**

***Головной мозг*** *ихтиопсидного типа* – высший центр интеграции – средний мозг; устроен

примитивнее, чем у хрящевых рыб, отходит *10 пар черепно-мозговых нервов*

*конечный мозг* относительно невелик*,* обонятельные луковицы – первичный

обонятельный центр, участвует в регуляции двигательной активности и поведения,

*промежуточный мозг*: зрительные бугры (таламусы), в которые поступает информация от

всех органов чувств, гипоталамус, имеются два придатка: эпифиз и гипофиз

*средний мозг:* крупный, 2 крупные зрительные доли; является интегрирующим центром,

*мозжечок:* координирует и регулирует движения, у активных хищников крупный, у

малоподвижных (камбала) - малых размеров,

*продолговатый мозг –* здесь сосредоточены центры безусловных рефлексов

**Органы чувств**

*органы обоняния –* обонятельные мешки с чувствительным эпителием, лососи чувствуют

воду своей реки, где они появились из икринки, за 800 км

*глаза -* плоская роговица, шаровидный хрусталик, *серповидный* *отросток* сокращается и

отодвигает хрусталик в глубь глаза, *серебристая оболочка* содержит кристаллы

гуанина, обеспечивает радужке зеленовато – золотистый блеск, в сетчатке палочки

(реагируют на слабый свет) и колбочки (некоторые рыбы различают цвета)

о*рганы слуха* – внутреннее ухо: слуховые пятна и гребни, воспринимающие звуки,

*органы равновесия -* 3 полукружные каналы, овальный и круглый мешочек, в эндолимфе

содержатся отолиты, которые давят на чувствительные клетки, возбуждая их,

*органы боковой линии –* рецепторы на дне канала, который тянется вдольтела,

воспринимают колебания воды, разницу давления.

*органы вкуса –* вкусовые почки в ротовой полости и на коже, различают сладкое, соленое,

кислое, горькое

**Выделительная система:** парные лентовидные *туловищные (мезонефрические) почки***→** мочеточники → выводной канал → мочеполовой сосочек. Конечный продукт обмена – аммиак.

Н*ефрон* - структурная и функциональная единица почки

*клубочек капилляров* - приносящий и выносящий сосуды с артериальной кровью;

*боуменова капсула* – слепые расширения, окружающие клубочек капилляров, внутренняя

стенка которого образована плоским эпителием (*ультрафильтрация*);

*почечный каналец –* выстлан железистым эпителием, оплетен кровеносными сосудами

(происходит *реабсорбция* воды, сахаров и других нужных организму веществ

из первичной мочи и *извлечение* из крови веществ, подлежащих удалению)

|  |  |
| --- | --- |
| ***Осморегуляция у пресноводных рыб*** | ***Осморегуляция у морских рыб*** |
| Вода постоянно проникает внутрь тела (через жабры, кожу, рот, слизистую кишечника). За 3-5 часов может замениться вся вода организма, грозит обводнение | Вода теряется осмотически (через жабры), грозит «иссушение». Им нужно постоянно удалять лишние соли и удерживать воду |
| Высоко развит фильтрационный аппарат | Уменьшается число клубочков, у некоторых полностью исчезают, взамен усиливается роль почечных канальцев |
| Выделяется более 300 мл/кг массы тела в сутки гипотоничной мочи | Значительно снижается объем выделяемой мочи (2- 23 мл/кг в сутки) слегка гипотоничной мочи |
| Дефицит солей компенсируется активным всасыванием ионов из окружающей среды с помощью жабр и реабсорбцией ионов из первичной мочи в канальцах мезонефроса | Дефицит воды компенсируется активным питьем воды (до 200 мл на кг массы в сутки) Поступившие соли выводятся, а вода реабсорбируется канальцами; всасывание воды происходит и в мочевом пузыре (у некоторых). Соли выделяются через жабры и с калом |
| Конечный продукт азотистого обмена *аммиак*, который токсичный и требует большего разбавления | Железистые клетки почечных канальцев выделяют *мочевину* |

**Половая система** *совершенно отличается от половой системы хрящевых рыб*

*♂* ***половая система***: парные мешкообразные *семенники* (∑ семенных канальцев) → самостоятельные семявыносящие протоки - *семяпроводы* → общее половое отверстие.

Таким образом,у ♂ костных рыбвольфовы каналы несут только функцию мочеточников.

♀ ***половая система:*** удлиненные мешкообразные *яичники* → гаметы в полость яичника (часть оболочки яичника образует проток) → по короткому протоку выбрасывается наружу через непарное половое отверстие. Таким образом, у ♀ костных рыб мюллеровы протоки редуцируются.

**Размножение***половое,* оплодотворение *наружное;* процесс откладывания яиц (икры) называется нерестом, он может сопровождаться сложным поведением половых партнеров. У некоторых рыб встречается внутреннее оплодотворение (бычки-подкаменщики), гермафродитизм и живорождение (меченосцы, гупии). Половой диморфизм проявляется в размерах тела, величине и размерах плавников, поведении, образовании звуков и т.д. Каждому виду рыб характерна разная плодовитость: рыба-луна выметывает до 300 млн икринок, некоторые арктические рыбы- несколько штук. Нерест может происходить один раз в году (щука ранней весной), несколько раз в течение года (тропические рыбы), через год (осетровые), один раз в жизни (горбуша). Многие рыбы размножаются в тех водоемах, в которых живут (сазан, сом), некоторые мигрируют (проходные рыбы). Горбуша, кета, лосось, осетр, севрюга мигрируют из морей в реки, угри – из рек в моря.

**Развитие** *непрямое, с превращением:* икра (содержит много желтка) → личинка (имеет желточный мешок и лишена плавников и чешуи)→ малек (похож на взрослую рыбу, но

маленького размера) → взрослая особь. Могут проявлять заботу о потомстве.

**Разнообразие костных рыб**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Отряды** | **Особенности** | **Представители** |
| ***Лучеперые рыбы***  Чешуя ганоидная, может сливаться и образовывать костные пластинки, может редуцироваться. Мозговой череп может оставаться хрящевым или в нем образуется более десятка костей. Лопасти плавников поддерживаются костными лучами – лепидотрихиями. Хоан нет. Артериальный конус редуцируется, развивается луковица аорты. Спиральный клапан кишечника исчезает, а кишка удлиняется, клоаки нет. Плавательный пузырь развивается как вырост спинной части пищевода. | | |
| Осетро-  образные | Теловеретенообразное, чешуя образована большими костными щитками – жучками, располагающимися пятью продольными рядами. Плавники: парные – горизонтальные, хвостовой неравнолопастный. Сохраняется хорда, тел позвонков нет, есть только верхние и нижние хрящевые дуги; мозговой череп хрящевой; поверх него образуется панцирь из покровных костей. На голове - рыло; рот окружен мягкими губами, около рта усики | *Белуга, калуга, стерлядь, севрюга, осётр азово-черноморский и атлантический.* |
| ***Костистые рыбы***  Костные чешуи, большая степень окостенения мозгового черепа, меньшее количество костей в нижней челюсти (3), развиты костные лучи, поддерживающие кожистый край жаберной крышки. Хвостовой плавник гомоцеркальный, артериальный конус заменен луковицей аорты. В кишке нет спирального клапана. Плавательный пузырь связан со спинной поверхностью начальной части пищевода | | |
| Сельде-  образные | Тело сплющено с боков, покрыто легко опадающей чешуей, на голове чешуи нет; зубы мелкие или отсутствуют, хвостовой плавник выемчатый. Стайные пелагические рыбы, населяющие моря, встречаются проходные (живут в море, на нерест уходят в реки). Питаются планктоном. Боковая линия отсутствует; | *Сем. Сельдеобразные: сельдь, сардина, килька тюлька, шпроты.*  *Сем. анчоусовые: анчоус, хамса.* |
| Лососе-  образные | Тело округлое, утолщенное и сжато с боков; имеется жировой плавник, который не имеет лучей. В мозговом черепе много хряща. Плавательный пузырь, если он есть, соединен с пищеводом. Большинство видов – проходные рыбы. Морские и пресноводные, планктонофаги. Питаются мелкими животными. | *Сем. Лососевые: семга, форель, сиг, омуль, кета, горбуша, нерка, чавыча. Сем. Хариусовые: хариус. Сем. Корюшковые: корюшка. Сем. Щуковые: щука* |
| Карпо-  образные | Тело голое или покрыто чешуей, плавники с мягкими лучами. Зубы на челюстях отсутствуют, на последней жаберной дуге имеются глоточные зубы, имеющие сложное строение, они не только облегчают проглатывание добычи, но у ряда видов и перетирающие ее. Рот выдвижной, у некоторых окружен усиками. Плавательный пузырь соединен с кишечником. Фитофаги, хищники и всеядные. Пресноводные и морские. | *Сем. Карповые: вобла, тарань, карп, карась, линь, лещ, плотва, белый амур, толстолоб, синец, густера, чехонь, язь.* |
| Окуне-  образные | Тело покрыто чешуей. В плавниках есть острые колючие лучи, брюшные плавники располагаются под грудными или спереди них, иногда сливаются, образуя присоску (прилипалы). Плавательный пузырь утрачивает связь с пищеводом. Обитают во всех морях, океанах и пресных водоёмах. Ведут пелагический образ жизни (тунцы, ставриды, развивают скорость до130 км/ч), придонные питаются иглокожими и моллюсками (зубатки), некоторые выползают на берег и охотятся на наземных беспозвоночных (анабас, илистые прыгуны), глубоководные хищники заглатывают добычу, превышающую их по размерам (хиазмод) | *Сем. Окуневые: окунь, судак, лещ.сем. Ставридовые: ставрида. Сем. Скумбриевые: скумбрии, тунец, макрель, Сем. Парусники* |
| Надотряд Кисте-  пёрые | Мозговой череп разделяется на две части – обонятельную и собственно мозговую, подвижно соединенные друг с другом. Вырост пищевода – легкое => двойное дыхание. Парные плавники подобны конечностям наземных животных => выход на сушу. Пресноводные хищники, проникающие в моря. Хвост дифицеркальный со средней лопастью, плавательный пузырь развит слабо, в кишке –спиральный клапан, в сердце – артериальный синус. | *Латимерия* |
| Надотряд Двояко-  дышащие | Мозговой череп хрящевой с незначительными окостенениями. Зубы сливаются в 2-3 пары мощных зубных пластинок Кости жаберной крышки редуцированы. Мелкие циклоидные чешуи глубоко погружены в кожу. Парные плавники в виде щупалец или лопастей. Есть внутренние ноздри – хоаны. Одно или два легких; при высыхании водоема, протоптерус зарывается в ил и образует вокруг себя защитную оболочку. | *Сем. Двулегочные: неоцератод, протоптерус, лепидосирен или чешуйчатник. Сем. Однолегочные: рогозуб* |

**Значение костных рыб**

* *Являются составной частью пищевых цепей*
* Как *промысловые* животные дают мясо, кожу, икру, рыбий жир: *речные* (плотва, красноперка, окунь, лещ, щука, сом), *прудовые* (толстолобик, амур белый, карп зеркальный), *морские* (ставрида, скумбрия, шпроты, судак, бычки)
* *Служат сырьем для получения лекарств* (рыбьего жира, в котором много

витаминов А и D), *кормов для животных* (рыбная костная мука), *технического жира, клея, кожи.*

* *Являются промежуточными хозяевами для паразитических червей*: лентеца

широкого, сосальщика кошачьего.

* *Есть немало ядовитых рыб,* которых нужно знать и остерегаться: усач, колючая бородавчатка, рыба – фугу.
* *Рыб используют для борьбы с вредителями:* гамбузию для уничтожения личинок малярийного комара.
* *Содержание аквариумных рыбок* доставляет удовольствие и приносит пользу

для здоровья: скалярии, барбусы, неоны, меченосцы, макроподы.

* Являются *объектом спортивного рыболовства*: лещи, карпы.

**Сравнительная характеристика хрящевых и костных рыб**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Признаки** | **Класс хрящевые рыбы** | **Класс костные рыбы** |
| Количество видов | Приблизительно 730 | 20 000 |
| Среда обитания | Большинство морские виды | Много пресноводных видов |
| Размеры | От 15 см до 20 м и массы 15 000 кг | От 7 мм до 5-7 м и массы 500-1 500 кг |
| Тело | Голое или покрытое плакоидной чешуей | Покрыто костной чешуей |
| Парные плавники | Размещены горизонтально | Расположено вертикально |
| Хвостовой плавник | Гетероцеркальный | Преимущественно гомоцеркальный |
| Рострум | Есть | Преимущественно отсутствуют |
| Брызгальца | Есть | Отсутствуют |
| Жаберные щели | 5-7 пар | 1 пара |
| Жаберные крышки | Отсутствуют | Есть |
| Жабры | Имеют вид пластин, что приросли к меж жаберным перегородкам | Имеют форму свободно зависающих лепестков |
| Скелет | Хрящевой | Костный |
| Плавательный пузырь | Отсутствует | Есть |
| Артериальный конус в сердце | Есть | Отсутствует |
| S поверхности кишечника | Увеличивается за счет спирального клапана | Увеличивается за счет петель и пилорических отростков |
| Клоака | Есть | Отсутствует |
| Икра | Откладывают яйца, которые окружены твердой оболочкой | Выбрасывают много мелкой икры без твердых оболочек |
| Оплодотворение | Почти у всех внутренние | В основном внешнее |