**Эволюция строения и функций органов и их систем ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группы животных /  Структура тела | Рыбы | Земноводные | Пресмыкающиеся | Птицы | Млекопитающие |
| Покров | Кожа из многослойного эпителия и дермы (собственно кожи) с большим количеством желез (слизеотделительных, ядоотделительных), светящиеся клетки. Чешуи (производные дермы) плакоидного (у акуловых) и костного типа (у современных костных рыб). Из плакоидной чешуи развилась чешуя других типов и зубы позвоночных. Чешуя растет в течение всей жизни, образуя годичные кольца. | Тонкая, голая кожа с большим количеством желез, выделяющих слизь (у некоторых – яд) или ороговевшая у жаб | Сухая, покрытая роговыми чешуйками или костными щитками, без каких-либо желез кожа (у крокодилов есть мускусные железы, сильно пахнущие в период размножения) | Кожа сухая, тонкая без желез (копчиковая, у водоплавающих), покрытая перьями и чешуями на цевке | Кожа толстая многослойная, с большим количеством потовых (видоизмененные потовые – млечные), сальных и других желез, покрыта шерстью (преобразование чешуй пресмыкающихся). Есть роговые образования – волосы, ногти, когти, копыта |
| Система опоры (скелет) | Скелет головы – череп, по бокам головы расположены жаберные крышки (только у костных рыб) и жаберные дуги, череп хрящевой или костный  Скелет туловища: позвоночник из хрящевых или костных позвонков, между ними сохраняются остатки хорды, позвонки туловищного отдела несут свободно заканчивающиеся ребра, хвостовой отдел  Скелет конечностей (плавников) | Позвоночник:  шейный (1 позвонок), туловищный (позвонки не несут рёбер), крестцовый (1 позвонок) и хвостовой (1позвонок из 12 слившихся косточек),  череп: мозговая коробка и челюсти, много хрящей  передние и задние свободные конечности (4-5-палые), прикрепленные к поясам: передний пояс – парные лопатки, ключица и воронья кость; пояс задних конечностей – тазовые кости | Позвоночник: 8 шейных (есть атлант и осевой позвонок – подвижность головы), 22 грудиннопоясничных, 2 крестцовых и несколько десятков хвостовых позвонков. В скелете развивается грудная клетка (есть рёбра), пояса конечностей и свободные 2 пары конечностей конечности (4-5-палые); у змей грудной клетки нет, ребра оканчиваются свободно | Кости заполнены воздухом (пневматичны). Отделы позвоночника: шейный (до 25 позвонков очень подвижны), грудной (у летающих есть киль), поясничный, крестцовый, хвостовой. Сложный крестец образован сросшимися костями: крестцовыми, поясничными, частью хвостовых и тазовыми. Плечевой пояс: парные лопатки, ключица и массивная воронья кость. Свободная передняя конечность: плечевая, две кости предплечья и кисть. Задняя конечность: бедренная, голень (большая и редуцированная малая берцовая) и цевка (сросшихся косточек стопы). У большинства птиц 4 пальца, один из которых направлен назад | В позвоночнике: шейный отдел (7 позвонков), грудной с ребрами и грудиной образуют грудную клетку, поясничный, крестцовый, хвостовой. Плечевой и тазовый пояс присоединяют свободные конечности: передняя – плечо, предплечье, кисть; задняя – бедро, голень, стопа. Конечности имеют 5 пальцев |
| Мышечная система | Мускулатура имеет правильную сегментацию, характерную для низших позвоночных | Мышечные пучки, есть мышцы на самих конечностях | Более дифференцирована (группы мышц, участвующие в разных движениях), чем у земноводных, межреберная мускулатура участвует в механизме дыхания, есть зачаток диафрагмы | Хорошо развиты мышцы груди, шеи и конечностей | Развита и сложна, состоит из отдельных специализированных мускулов. Всем характерна диафрагма (куполообразная мышца, ограничивающая грудную и брюшную полость) |
| Передвижение | При помощи плавников. Хвостовой плавник обеспечивает поступательные движения, парные грудные и брюшные – погружение и повороты, уравновешивают тело при движении и остановке | Безногие - изгибая тело в стороны  Бесхвостые - прыжками на суше и прерывистыми движениями длинных задних конечностей, на пальцах которых находятся плавательные перепонки  Хвостатые - при помощи ног и волнообразных изгибаний туловища и хвоста | Бег на 4 конечностях, тело над почвой не высоко или ползание (чешуи помогают при движении); плавание у водных | По суше: ходьба, бег, по воде: плавание,  в воздухе: машущий, парящий полет | По суше: ходьба, бег; по воде: плавание;  в воздухе: машущий, парящий полет;  в почве: копание |
| Дыхательная система | Жаберный аппарат, частично через кожу | Легкие и кожа, слизистая оболочка ротовой полости; постоянно живущие в воде – легкими и наружными жабрами | Легкие парные (у змей – одно), легочный или реберный тип дыхания | Сложные многоячеистые легкие, соединенные с воздушными мешками (обеспечивают «двойное дыхание»). В воздушных мешках газообмена не происходит. Реберный тип дыхания | Легкие альвеолярного строения. Реберный (легочный) тип дыхания |
| Пищеварительная система | Ротовое отверстие – ротовая полость (челюсти снабжены зубами (произошли из плакоидной чешуи, у акул это настоящая плакоидная чешуя) – глотка – пищевод – желудок – кишка, заканчивающаяся заднепроходным отверстием. Есть печень и слаборазвитая поджелудочная железа  Плавательный пузырь – гидростатический аппарат | Ротоглоточная полость (есть слюнные железы, у большинства конические недифференцированные зубы, прикрепляющиеся к костям челюстей), пищевод, желудок, кишечник: двенадцатиперстная кишка (протоки печени и поджелудочной железы), тонкий и толстый кишечник, который открывается в клоаку | Похожа на систему земноводных | Клюв без зубов, ротовая полость, глотка, пищевод образует расширение (не у всех) – зоб для хранения и размягчения пищи, желудок (состоит из 2х отделов: железистого и мускулистого, где часто есть камешки), крупная печень, короткий кишечник (тонкий и толстый), есть слепые выросты, заканчивается клоакой | В ротовой полости – зубы (резцы, клыки, коренные), 3 пары слюнных желез, глотка, пищевод, желудок (у жвачных – рубец, сетка, книжка, сычуг), тонкий кишечник, слепая кишка (с бактериями, расщепляющими клетчатку), толстый кишечник. Длина кишечника растительноядных в 12-30 раз больше длины тела, у хищных – в 2 – 6 раз |
| Кровеносная система | Замкнутая,1 круг кровообращения, в двухкамерное (предсердие и желудочек) сердце поступает только венозная кровь | 3х-камерное сердце (2 предсердия и желудочек, кровь в сердце смешанная), 2 круга кровообращения, система замкнутая | 3х камерное сердце с неполной перегородкой  У Крокодилов - 4х камерное сердце,  кровь разделяется на артериальную и венозную, и как следствие, высокий обмен веществ | Замкнутая, 4х камерное сердце (правая половина содержит венозную кровь, а левая – артериальную), кровь артериальная и венозная. Развита правая дуга аорты, несет артериальную кровь | Замкнутая, 4х камерное сердце (правая половина содержит венозную кровь, а левая – артериальную), кровь артериальная снабжает организм веществами и Развита левая дуга аорты, несет артериальную кровь |
| Выделительная система | Первичные (лентовидные) почки, мочеточники открываются отдельно от клоаки или впадают в неё | Тазовые почки, мочеточники впадают в клоаку, в мочевой пузырь (концентрация мочи), вновь в клоаку | | Крупные тазовые почки, мочеточники, клоака (мочевого пузыря нет) конечный продукт обмена – мочевая кислота выводится вместе с пометом | Парные бобовидные тазовые почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал |
| Нервная система | Спинной и головной мозг (расположен линейно) с 10парами черепно-мозговых нервов, очень малых размеров | Головной мозг (5 отделов: продолговатый (крупный), промежуточный, средний, мозжечок (небольшой), передний (небольшой); спинной мозг; нервы | Передний мозг имеет зачаток коры головного мозга, лучше развит мозжечок | Крупные большие полушария (кора без извилин), средний мозг, хорошо развитый мозжечок, промежуточный и продолговатый мозг | Крупные большие полушария (развита кора с извилинами и бороздами у наиболее прогрессивных), хорошо развитый мозжечок с корой, промежуточный и средний мозг, продолговатый мозг |
| Органы чувств | Глаза по бокам головы, орган слуха (лабиринт) воспринимает звук через воду и кости черепа, боковая линия (только у первичноводных животных) воспринимает силу и направление тока воды, органы обоняния – 2 обонятельные слепо замкнутые ямки, орган вкуса – в ротовой полости, на коже, даже на хвосте, есть предротовые усики (налим, сом распознают вкус пищи не дотрагиваясь до нее) | У Безногих - органы зрения и слуха отсутствуют; органы обоняния и осязания развиты хорошо  У Бесхвостых и Хвостатых - глаза с мигательными перепонками, без век; 2 ноздри, ведущие в обонятельные капсулы, орган слуха – внутреннее и среднее ухо (отделено от внешней среды барабанной перепонкой) | Глаза с веками (у змей срастаются, образуя пленку) и мигательной перепонкой (видят плохо змеи) зрение хорошее;  орган обоняния, осязания и вкуса – раздвоенный язык (у змей),  орган слуха – внутреннее и среднее ухо (слышат плохо змеи) | Глаза имеют двойную аккомодацию (изменение преломляющих структур глаза), хорошо различают цвета, орган слуха – внутреннее, среднее и наружное ухо (слуховой проход до барабанной перепонки) | Глаза имеют двойную аккомодацию (изменение преломляющих структур глаза), есть веки с ресницами и рудиментарная мигательная перепонка (третье веко), различают цвета, но хуже чем птицы, орган слуха – внутреннее, среднее и наружное ухо (слуховой проход до барабанной перепонки), хорошо развито обоняние, органы осязания – вибрисы, звуковая эхолокация |
| Половая система | Преимущественно раздельнополы (морской окунь – гермафродит), представлена парными яичниками и семенниками и выводящими каналами | Раздельнополы. У самцов – парные семенники и семяпроводы, впадающие в мочеточники и в клоаку, у самок – парные яичники и яйцеводы, впадающие в клоаку; оплодотворение наружное (у большинства) | Раздельнополые. У самцов – парные семенники и семяпроводы, есть копулятивный орган, у самок – парные яичники и яйцеводы, впадающие в клоаку; оплодотворение внутреннее, яйцо содержит большое количество питательных веществ | Раздельнополые. Органы размножения у самцов – парные семенники, семяпроводы, впадающие в клоаку, у самок – только левый яичник, левый яйцевод, впадающий в клоаку; оплодотворение внутреннее, есть половой диморфизм | Раздельнополые: у самцов парные семенники (чаще в мошонке) и семяпроводы, у самок парные яичники в брюшной полости, яйцеводы, матка и влагалище; оплодотворение внутреннее, у большинства зародыш развивается в матке, прикрепляясь через плаценту, есть половой диморфизм |
| Развитие | Оплодотворение (нерест) и развитие внешнее, чаще выметывают огромное количество икры (нет заботы о потомстве), но некоторые проявляют заботу о потомстве (икринок меньше – колюшка, пинагор и др.), самцы выделяют молоки | Икринки развиваются в воде (с метаморфозом), личинки (головастики) дышат с помощью жабр, похожи на личинки рыб, сердце двухкамерное, один круг кровообращения, есть боковая линия, питаются растениями, развитие 2-3 месяца | Наружное, без метаморфоза (яйца покрыты кожистой и другими защитными оболочками, так как яйца развиваются на суше);  для змей характерна линька | Развитие (инкубация) внешнее (яйца покрыты известковой скорлупой и другими защитными оболочками). Яйцо содержит большое количество питательных веществ. Проявляют заботу о потомстве | Яйцо содержит небольшое количество питательных веществ, так как зигота прикрепляется к матке. Развитие внутриутробное (беременность). Проявляют заботу о потомстве: защита, вскармливание молоком, обучение и т.д. |