

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ
Биолого-технологический факультет
Кафедра биологии, биоресурсов и аквакультуры

Е.В. Пищенко
ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ
Учебное пособие

Новосибирск 2015

УДК 592/595

ББК28. 691

П 378

Пищенко Е.В. Зоология позвоночных животных: Учебное пособие/Новосиб. гос. аграр. ун-т. — Новосибирск, 2015. — 112 с.

Рецензенты:

Веснина Л.В., доктор биологических наук, профессор, директор Алтайского отделения ФГУП «Госрыбцентр»

Ядренкина Е.Н., доктор биологических наук, старший научный сотрудник ИСиЭЖ СО РАН

В пособии рассматриваются особенности организации представителей типов позвоночных животных.

Учебное пособие, предназначено для студентов направления подготовки «Биология», «Зоотехния», «Садово-парковое и ландшафтное строительство», «Ландшафтная архитектура», для слушателей программ ДПО, а также представляет интерес для ветеринарных врачей.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим Советом БТФ (протокол № 3 от 24.02. 2015 г.).

©Пищенко Е.В., 2015

©Новосибирский государственный аграрный университет

Подтип БЕСЧЕРЕПНЫЕ (ACRANIA)

Занятие №1. Строение ланцетника

Систематическое положение объекта

Тип Хордовые (Chordata)

Подтип Бесчерепные (Acrania)

Класс Головохордовые (Cephalochordata)

Представитель – Ланцетник (*Branchiostoma lanceolatutn* Pall.)

Систематическое положение объекта

Тип Хордовые (Chordata)

Подтип Оболочники (Tunicata)

Класс Асцидии (Ascidiae)

Цель:

Изучить особенности строения низших хордовых (бесчерепных и оболочников).

Обратить внимание на черты сходства и различия между ланцетником и оболочниками.

Задание:

Рассмотреть внешний вид ланцетника- размеры и форму тела, плавники, предротное отверстие, метаплевральные складки, анальное отверстие, а затем строение систем его органов – дыхательную, кровеносную систему и половые органы.

Рассмотреть внешний вид асцидии (в учебнике) и особенности её строения.

Каждому студенту в своем альбоме необходимо сделать следующие рисунки:

1. Целый ланцетник (вид сбоку) с системами органов (рис.1).
2. Поперечный разрез ланцетника в области глотки (рис. 2).

3. Кровеносную систему ланцетника (рис.3)

Дополнительное задание.

Внимательно рассмотреть строение асцидии и определить в чем разница и сходство в строении головохордовых и оболочников. Ответить письменно.

ВНЕШНИЙ ВИД И ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ ЛАНЦЕТНИКА

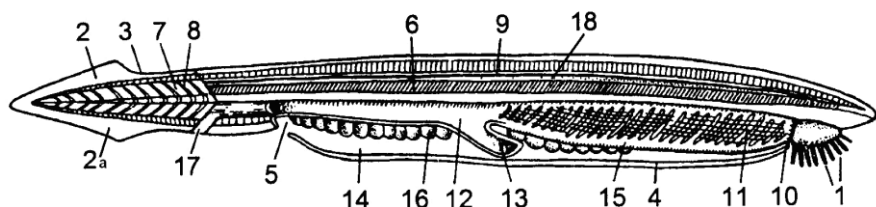


Рис. 1. Общий вид и расположение внутренних органов ланцетника:

1 – предротовое отверстие, окруженное щупальцами, 2 – хвостовой плавник, 2а – подхвостовой плавник, 3 – спинной плавник, 4 – метаплевральная складка, 5 – атриальное отверстие, 6 – хорда, 7 – миомер (показан только в хвостовой области), 8 – миосепта, 9 – нервная трубка, 10 – парус, 11 – жаберная щель, 12 – кишка, 13 – печеночный вырост, 14 – околожаберная полость, 15 – эндостиль, 16 – половые железы, 17 – анальное отверстие, 18 – глазки Гессе.

Внешний вид. На переднем конце удлинённого тела ланцетника располагается предротовая воронка (рис. 1, 1), окружённая осязательными щупальцами. Почти все тело окружено непарной плавниковой складкой: по дорсальной стороне тела тянется невысокий спинной плавник (рис. 1, 3); задний конец тела окаймлён более широким хвостовым плавником (рис. 1, 2), напоминающим по форме медицинский ланцет (отсюда и название животного). Хвостовой плавник на брюшной стороне переходит в подхвостовой

плавник (рис. 1, 2а), заканчивающийся примерно на уровне задней трети тела ланцетника. В этом месте располагается особое отверстие – атриальное отверстие (атриопор) (рис. 1, 5), сообщающее атриальную полость (см. ниже) с внешней средой. От атриопора к предротовой воронке по границе между брюшной и боковыми поверхностями тела идут парные метаплевральные складки (рис. 1, 4). Позади атриопора, недалеко от заднего конца тела ланцетника, находится заднепроходное (анальное) отверстие (рис. 1, 18).

Кожный покров. Тело ланцетника покрыто однослойным эпидермисом (рис. 2, 14; 2, 15), который подстиается студенистым соединительнотканным слоем кожи – кориумом, или кутисом (рис. 2, 4; рис. 3, 4).

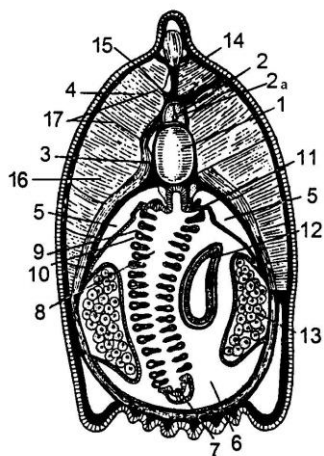


Рис. 2. Поперечный разрез ланцетника в области глотки:

1 – хорда, 2 – нервная трубка, 2а – невроцель, 3 – соединительно-тканная оболочка, 4 – миомер, 5 – целомическая полость, 6 – околожаберная полость, 7 – эндостиль, 8 – полость глотки, 9 – жаберная щель, 10 – межжаберная перегородка, 11 – нефридий, 12 – печеночный вырост кишечника, 13 – половая железа, 14 – эпидермис, 15 – кориум.

1 – хорда, 2 – нервная трубка, 2а – невроцель, 3 – соединительно-тканная оболочка, 4 – миомер, 5 – целомическая полость, 6 – околожаберная полость, 7 – эндостиль, 8 – полость глотки, 9 – жаберная щель, 10 – межжаберная перегородка, 11 – нефридий, 12 – печеночный вырост кишечника, 13 – половая железа, 14 – эпидермис, 15 – кориум.

Мышечная система. Мускулатура ланцетника имеет метамерное (посегментное) строение. Каждый мышечный сегмент (миомер, или миотом) согнут углом и вершиной направлен вперед (рис. 1, 7). Соседние миомеры отделены друг от друга студенистыми со-

единительно- тканными перегородками – миосептами (рис. 1, 8). Из-за изогнутости миомеров на поперечных срезах видно несколько миомеров (рис. 2, 16) и миосепт (рис. 2, 17). Миомеры одной стороны смещены на половину сегмента по отношению к миомерам другой стороны (асимметричность мускулатуры). По брюшной стороне тела впереди атриопора проходит особый слой поперечных мышц.

Скелет. Осевой скелет ланцетника представлен спинной струной, или хордой (рис. 1, 6; рис. 2, 1), проходящей вдоль всего тела и суживающейся спереди и сзади. Хорда выступает вперед за передний конец нервной трубки (отсюда название класса – голохордовые). Крупные вакуолизированные клетки, составляющие хорду, придают ей характерную поперечную исчерченность (видно при рассматривании сбоку). Хорда окружена оболочкой из студенистой соединительной ткани (рис. 2, 3); отростки этой оболочки в виде миосепт разделяют мышечные сегменты, обеспечивая тем самым связь мускулатуры с хордой. Упругость хорды обеспечивает повышенным тургором¹ её клеток и упругостью оболочки.

Непарная плавниковая складка поддерживается столбикообразными студенистыми соединительно-тканными выростами.

Нервная система. Центральная нервная система представлена тонкой нервной трубкой (рис. 1, 9; рис. 2, 2), лежащей над хордой. На тотальном препарате она отчетливо видна благодаря цепочке черных точек, которые представляют собой светочувствительные органы – глазки Гессе (рис. 1, 18), состоящие из пигментной и чувствующей клеток. Глазки Гессе располагаются непосредственно в стенке нервной трубки и хорошо видны почти на всем ее протяжении. В переднем конце нервной трубки, образующей здесь небольшое расширение («мозговой пузырь»), находится крупное пигментное пятно – «непарный глазок»; его функция не выяснена. Непарный глазок отчетливо заметен в виде темного пятнышка (лучше его смотреть на тотальном препарате под малым увеличением микроскопа).

¹ Тургор тканей — внутреннее гидростатическое давление в живой клетке, вызывающее напряжение клеточной оболочки.

В поперечном сечении нервная трубка имеет почти треугольную форму (рис. 2, 3). В центре ее видна очень маленькая внутренняя полость нервной трубки – невроцель (рис. 2, 2а). Глазки Гессе концентрируются вокруг невроцеля.

Органы пищеварения и дыхания. На дне предротовой воронки расположено небольшое ротовое отверстие (рис. 1, 1), окруженное мускулистой перегородкой – парусом (рис. 1, 10). На его передней поверхности расположены тонкие лентовидные выросты мерцательного органа. Ротовое отверстие ведет в обширную глотку (рис. 2, 8), стенки которой пронизаны многочисленными (более сотни пар) жаберными щелями (рис. 1, 11), отделенными друг от друга тонкими косо расположенными межжаберными перегородками (рис. 2, 10). Поэтому не только при рассматривании сбоку, но и на поперечных срезах боковые стенки глотки оказываются прободёнными многочисленными жаберными щелями (рис. 2, 9).

Жаберные щели ведут в окружающую глотку атриальную, или окологлоточную, полость (рис. 2, 6). Атриальная полость окружает глотку с боков и снизу и открывается наружу отверстием – атриопором (рис. 1, 5). В виде слепого замкнутого выроста атриальная полость проходит назад несколько дальше атриопора. Вода, поступающая в глотку через ротовое отверстие, проходит через жаберные щели в атриальную полость и через атриопор выводится наружу.

По дну глотки проходит поджаберная борозда, или эндостиль (рис. 2, 7). На поперечном разрезе эндостиль имеет форму желоба. По спинной стороне глотки проходит наджаберная борозда. Обе борозды выстланы реснитчатым эпителием, среди клеток которого размещены клетки, выделяющие слизь. Выделяемая железистыми клетками эндостилья слизь мерцанием ресничек гонится к переднему концу глотки, навстречу току воды, обволакивая и захватывая попавшие в глотку с током воды пищевые частицы. Далее по двум полукольцевым бороздкам склеенные слизью комочки пищи передвигаются в наджаберную борозду, по которой реснитчатые клетки гонят их назад к началу кишки.

Резко сужаясь, глотка переходит в относительно короткую, не имеющую изгибов кишку (рис. 1, 12), которая заканчивается анальным отверстием (рис. 1, 17). От переднего конца кишки, сразу же за глоткой, отходит направленный вперед слепой пальцевидный печеночный вырост (рис. 1, 13), располагающийся справа от глотки.

Половая система. Ланцетники – раздельнополые животные, но полового диморфизма у них нет. Округлые половые железы (рис. 1, 16; 2, 13) в количестве около 25 пар лежат в стенках тела в области задней половины глотки и начальной части кишки. При рассматривании под микроскопом поперечного разреза яичники (рис. 2, 13) легко отличимы от семенников по наличию в них крупных яйцеклеток. Половых протоков у ланцетника нет. Зрелые половые продукты через разрыв стенки половой железы выпадают в атриальную полость и с током воды выносятся через атриопор наружу. Оплодотворение происходит во внешней среде.

Полость тела. Как и все хордовые, ланцетник имеет вторичную полость тела – целом (рис. 2, 5). Однако вследствие сильного развития атриальной полости целом в области глотки сильно сокращается и сохраняется лишь по бокам верхнего отдела этой области и под эндостилем. В задней части тела целом развит хорошо; он занимает все пространство между стенкой тела и кишкой.

Кровеносная система. Представлена схемой на рис. 3. Кровеносная система замкнутая, сердца нет; круг кровообращения один. По брюшной стороне глотки проходит брюшная аорта (рис. 3, 2), от которой к каждой межжаберной перегородке отходят приносящие жаберные артерии (рис. 3, 8) несущие венозную кровь. Ток крови создается пульсацией брюшной аорты и расширенных участков приносящих жаберных артерий. Окислившаяся в межжаберных перегородках, уже артериальная кровь по выносящим жаберным артериям (рис. 3, 8) впадает в проходящие над глоткой парные корни аорты, которые позади глотки сливаются в непарную спинную аорту (рис. 3, 1); по её ответвлениям кровь доставляется во все участки тела.

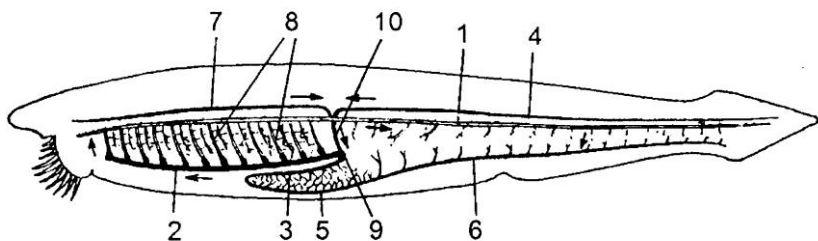


Рис. 3. Схема кровеносной системы ланцетника:

1 – спинная аорта, 2 – брюшная аорта, 3 – печеночная вена, 4 – задняя кардинальная вена, 5 – воротная система печеночного выроста, 6 – подкишечная вена, 7 – передняя кардинальная вена, 8 – жаберные артерии, 9 – венозный синус, 10 – кювьеров проток.

Венозная кровь из передней части тела собирается в парные передние кардинальные вены (рис. 3, 7), а из задней – в задние кардинальные вены (рис. 3, 4). Передние и задние кардинальные вены каждой стороны вливаются в кювьеровы протоки (рис. 3, 10), впадающие в брюшную аорту (рис. 3, 2). Несущая венозную кровь от кишечника подкишечная вена (рис. 3, 6) в печеночном выросте распадается на капилляры (образует воротную систему (рис. 3, 5)), которые затем сливаются, образуя печеночную вену (рис. 3, 3); она впадает в брюшную аорту (рис. 3, 2).

Выделительная система ланцетника нефридиального типа. С её строением нужно ознакомиться по учебнику.

Со строением асцидии ознакомится по учебнику.

Контрольные вопросы:

1. В чем разница между головохордовыми и оболочниками? В чем сходство?
2. Какое строение имеет нервная система головохордовых? Какие органы чувств есть у ланцетника?
3. Какое строение имеет выделительная система ланцетника?

ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA) РАЗДЕЛ БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ (AGNATHA)

Занятие №2 Строение речной миноги

Систематическое положение объекта

Подтип Позвоночные (Vertebrata)

Раздел бесчелюстные (Agnatha)

Класс Круглоротые (Cyclostomata)

Подкласс Миноги (Petromyzones)

Представитель – Речная минога (*Lampetra fluviatilis* L.)

ЗАДАНИЕ

Рассмотреть внешний вид миноги (форма тела, плавники, кожа, ротовая воронка, «зубы», непарная ноздря; теменной глаз, наружные отверстия жаберных мешков, анальное и мочеполовое отверстие) и изучить особенности строения внутренних органов (центральная нервная, пищеварительная, дыхательная, кровеносная, выделительная системы, органы размножения) сначала на продольном, а затем на поперечных разрезах тела.

Сделать следующие рисунки:

1. Внешний вид миноги сбоку.
2. Расположение внутренних органов на продольном разрезе миноги.
3. Поперечный разрез миноги в области жаберных мешков.



Рис.4. Внешний вид речной миноги:

- 1 – ротовая (присасывательная) воронка, 2 – непарная ноздря, 3 – глаз, 4 – наружные отверстия жаберных мешков, 5 – органы боковой линии, 6 – анальное отверстие, 7 – мочеполовой со-

чек, 8 – спинные плавники, 9 – хвостовой плавник, 10 – миомер, 11 – миосепта

ВНЕШНИЙ ВИД

Речная минога имеет удлинненное змеевидное тело, без четких границ разделяющееся на голову, туловище и хвост. Голова и туловище в сечении округлые, а хвост сжат с боков.

Спереди располагается присасывательная ротовая воронка (рис.4,1), окруженная кожными сосочками и имеющая на внутренней поверхности роговые «зубы» (рис.5). В глубине воронки находится ротовое отверстие (рис.5, 1) и виден конец языка (рис.5,2), вооруженный сложной роговой зубной пластинкой (рис.5, 3), так называемой «теркой». На верхней поверхности головы имеется непарная ноздря (рис.4, 2) и позади нее участок непигментированной кожи в области расположения теменного органа, который служит добавочным светочувствительным органом. Парные глаза (рис.5, 3), находящиеся по бокам головы, прикрыты полупрозрачной кожей. Позади глаз открывается 7 пар наружных отверстий жаберных мешков (рис.5, 4). В коже головы и туловища находятся органы боковой линии (рис.5, 5). На брюшной стороне тела на границе туловища и хвоста расположено заднепроходное отверстие (рис.5, 6), а позади него – небольшой мочеполовой сосочек (рис.5, 7).

На дорзальной поверхности тела находятся два спинных плавника (рис.5, 8) – остатки непарной плавниковой складки. Задний конец тела окаймлен хвостовым плавником (рис.5, 9). Осевой скелет разделяет хвостовой плавник на две равные части. Такой первично равнолопастной плавник принадлежит к протоцеркальному типу.

Голая кожа миноги покрыта слизью, обильно выделяемой специальными кожными железами. Чешуи или каких-либо иных элементов наружного скелета кожа не содержит.

Мышцы туловища и хвоста состоят из изогнутых сегментов миомеров (рис.5, 10), разделенных миосептами (рис.5, 11). Миоме-

ры становятся хорошо видны, если на небольшом участке тела миноги удалить кожный покров.

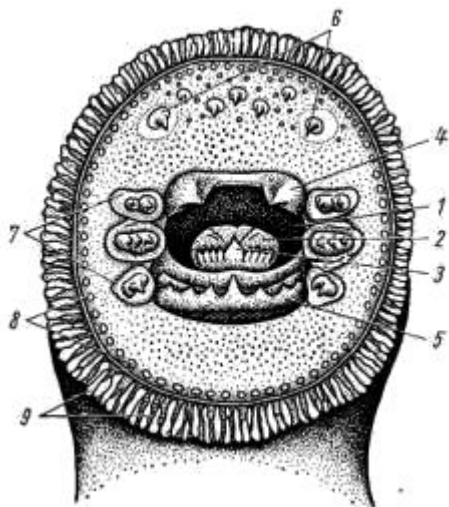


Рис.5. Ротовая воронка речной миноги:

1 – ротовое отверстие, 2 – конец языка, 3 – роговая зубная пластинка на конце языка, 4 – верхняя (надротовая) роговая зубная пластинка, 5 – нижняя (подротовая) роговая зубная пластинка, 6 – верхние губные «зубы», 7 – боковые губные «зубы», 8 – мелкие краевые губные «зубы», 9 – кожистая бахрома краев воронки

СТРОЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Скелет. Образован хрящевой и соединительной тканью. Функции осевого скелета выполняет плотная хорда (рис.6, 1; рис.7, 1), имеющая в поперечном сечении округлую форму; она окружена толстой соединительнотканной оболочкой (рис.6, 2; рис. 7, 2). Кверху от боковых отделов хорды находятся небольшие парные хрящи – зачатки верхних невральных дуг (рис. 6, 3; рис. 7, 3), ограничивающие с боков полость, в которой располагается спинной мозг.

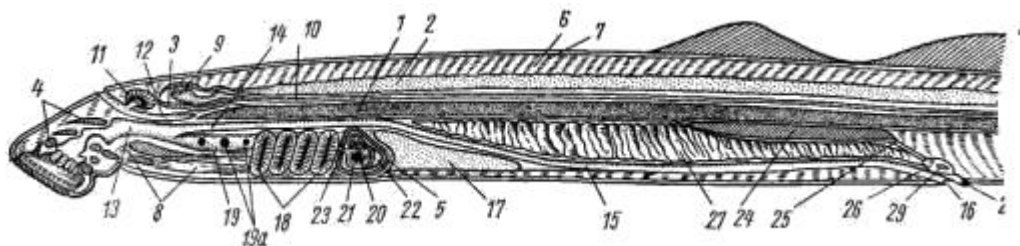


Рис.6. Продольный разрез речной миноги:

1 – хорда, 2 – соединительнотканная оболочка хорды, 3 – мозговой череп, 4 – хрящи ротовой воронки, 5 – околосо-сердечный хрящ, 6 – миомер, 7 – миосепта, 8 – мускулатура языка, 9 – головной мозг, 10 – спинной мозг, 11 – обонятельный мешок, 12 – питуитарный вырост, 13 – ротовая полость, 14 – пищевод, 15 – кишка, 16 – анальное отверстие, 17 – печень, 18 – жаберные мешки, 19 – дыхательная трубка, 19а – внутренние отверстия жаберных мешков, 20 – предсердие, 21 – желудочек, 22 – венозная пазуха, 23 – брюшная аорта, 24 – почка, 25 – мочеточник, 26 – мочепо-ловой синус, 27 – половая железа, 28 – мочеполовой сосо-чек, 29 – половая пора.

Череп миноги, как и всех позвоночных животных, разделя-ется на два отдела: осевой, или мозговой череп, и висцеральный. Мозговым черепом называется скелетное образование, защищаю-щее головной мозг и органы чувств. Висцеральным черепом назы-ваются скелетные образования, развивающиеся в стенках передне-го отдела пищеварительной трубки. Функционально эти образова-ния представляют собой скелет ротового и жаберного аппаратов. Плавники миноги поддерживаются тонкими хрящевыми плавни-ковыми лучами (рис.7, 20).

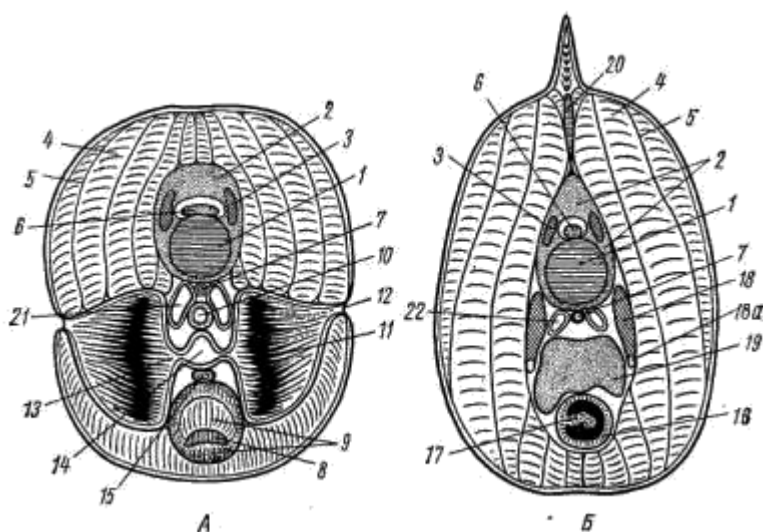


Рис.7. Поперечный разрез речной миноги.

А – в области жаберных мешков; Б – в области кишки:

1 – хорда, 2 – соединительнотканная оболочка хорды, 3 – хрящевые зачатки верхних дуг, 4 – миомер, 5 – миосепта, 6 – спинной мозг, 7 – спинная аорта, 8 – хрящ языка, 9 – мускулатура языка, 10 – пищевод, 11 – жаберный мешок, 12 – наружное отверстие жаберного мешка, 13 – внутреннее отверстие жаберного мешка, 14 – дыхательная трубка, 15 – брюшная аорта, 16 – кишка, 17 – спиральный клапан, 18 – почка, 18а – мочеточник, 19 – половая железа, 20 – плавниковый луч, 21 – лимфатические полости, 22 – задние кардинальные вены

Мускулатура. Боковые мышцы туловища и хвоста образованы мышечными сегментами – миомерами (рис.6, 6), имеющими сложную форму и отделенными друг от друга миосептами (рис.6, 7; рис.7, 5). В жаберной области мускульные тяжи раздваиваются, образуя наджаберную и поджаберную мускулатуру. В головном отделе миноги хорошо развита сложно дифференцированная мускулатура языка (рис.6, 8; рис.7, 9).

Центральная нервная система отчетливо разделяется на головной мозг (рис.3, 9) и спинной мозг (рис.6, 10; рис.7, 6). Спин-

ной мозг имеет лентовидно уплощенную форму, располагается над хордой и прикрыт сверху и с боков соединительнотканной оболочкой хорды.

Наружная непарная ноздря коротким носовым каналом сообщается с округлым темноокрашенным складчатым обонятельным мешком (рис.3, 11). От обонятельного мешка вниз и назад под головной мозг и передний отдел хорды отходит слепой питуитарный вырост (рис.3, 12). Питуитарный вырост вместе с носовым каналом служит своеобразной пипеткой, насасывающей и выталкивающей воду из обонятельного мешка.

Пищеварительная система. Ротовое отверстие, лежащее в глубине присасывательной воронки, ведет в ротовую полость (рис.6, 13). Глотка у миноги имеется только на стадии личинки. Во время метаморфоза она разделяется на два самостоятельных отдела: пищевод и дыхательную трубку (см. описание дыхательной системы). Пищевод (рис.6, 14; рис.7, 10) начинается от задней части ротовой полости, идет под хордой и, обогнув сердце, незаметно переходит в кишку (рис.6, 15; рис.7, 16). Кишка тянется над печенью, далее идет назад без изгибов по нижней поверхности брюшной полости и заканчивается анальным (заднепроходным) отверстием. Внутренняя часть слизистой оболочки кишечника образует продольную складку, вдающуюся в полость кишки – ее называют спиральным клапаном (рис.7, 17); он увеличивает всасывающую поверхность кишечника.

Позади сердца располагается крупная компактная печень (рис.6, 17). У взрослых миног, живущих в море, есть желчный пузырь и желчный проток; у особей, которые идут в реки на нерест и перестают питаться, они редуцируются.

Миноги, питаясь, присасываются ротовой воронкой к телу жертвы (рыбы). Роговые «зубы», расположенные на внутренней поверхности ротовой воронки, способствуют более прочному прикреплению миноги. При помощи роговой зубной пластинки на кончике языка минога проделывает отверстие в коже жертвы. Благодаря ритмичным сокращениям мощного мускулистого языка,

действующего как поршень, кровь насасывается в ротовую полость и оттуда поступает в пищевод.

Дыхательная система. В отличие от всех других позвоночных у круглоротых в жаберных щелях развиваются жаберные мешки (рис.6, 18; рис.7, 11), имеющие энтодермальное происхождение. Внутренняя поверхность жаберных мешков образует многочисленные складки слизистой оболочки, в которых расположена густая сеть мелких кровеносных сосудов – капилляров. У миноги каждый жаберный мешок (всего их 7 пар) открывается наружу самостоятельным наружным отверстием (рис. 4, 4; рис.7, 12). Внутреннее отверстие жаберного мешка (рис. 4, 13) соединяет его полость с дыхательной трубкой (рис.6, 19; рис.7, 14), которая представляет собой слепой вырост, спереди соединенный с ротовой полостью и отграниченный от нее подвижной складкой – парусом.

У плавающей миноги вода поступает в ротовую полость, оттуда проходит в дыхательную трубку и, пройдя сквозь жаберные мешки, через их наружные отверстия выбрасывается наружу. При этом кислород, растворенный в воде, проникает в капилляры и связывается пигментом крови, а насыщающий венозную кровь углекислый газ переходит в воду и с ней выводится наружу.

В том случае, когда минога питается (или если она присосалась к какому-либо предмету), ток воды через ротовую полость становится невозможным. Парус при этом закрывает вход в дыхательную трубку, не пропуская воду, а жидкая пища проходит из ротовой полости в пищевод. При этом дыхание осуществляется иным путем: под воздействием мускулатуры стенок тела жаберные мешки сжимаются, и вода выталкивается через наружные жаберные отверстия (активный выдох); далее, благодаря упругости хрящевой жаберной решетки жаберная область снова расширяется, и вода через те же наружные отверстия вновь засасывается в жаберные мешки (пассивный вдох).

Кровеносная система. У круглоротых имеется хорошо развитое сердце, сокращения которого обеспечивают циркуляцию крови по организму. Сердце расположено позади последней пары жаберных мешков и отграничено от лежащей за ним печени око-

сердечным хрящом (рис.6, 5). Сердце миноги двухкамерное: оно состоит из одного предсердия (рис.6, 20; рис.8, 2) и одного желудочка (рис.6, 21; рис. 8, 3), а сзади них расположена венозная пазуха (рис.6, 22). Венозная кровь по венам поступает в венозную пазуху, оттуда переходит в предсердие и затем в желудочек. От желудочка отходит мощный артериальный ствол – брюшная аорта (рис.6, 23; рис.8, 5), разветвляющаяся на приносящие жаберные артерии, по которым венозная кровь поступает в капилляры складок жаберных мешков. Окисленная (артериальная) кровь по выносящим жаберным артериям собирается в непарную спинную аорту (рис.7, 7; рис.8, 6) и по её ответвлениям разносится по всему телу.

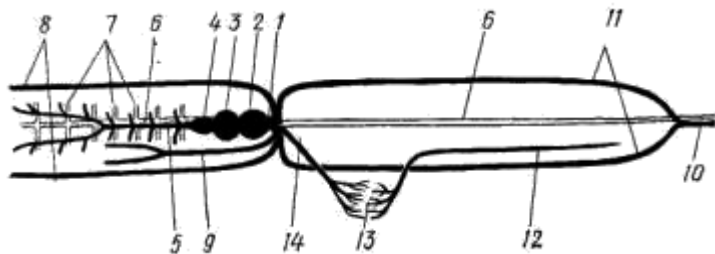


Рис 8. Схема кровеносной системы речной миноги (вид с брюшной стороны):

1 – венозный синус, 2 – предсердие, 3 – желудочек, 4 – луковичка аорты, 5 – брюшная аорта с отходящими от нее приносящими жаберными артериями, 6 – спинная аорта, 7 – впадающие в спинную аорту выносящие жаберные артерии, 8 – передняя кардинальная вена, 9 – нижняя яремная вена, 10 – хвостовая вена, 11 – задняя кардинальная вена, 12 – подкишечная вена, 13 – воротная система печени, 14 – печеночная вена

Из переднего отдела тела венозная кровь собирается передними кардинальными венами, а от мощной мускулатуры языка – нижней яремной веной (рис.8, 9). Хвостовая вена в полости тела разделяется на парные задние кардинальные вены. Кровь от кишечника собирает подкишечная вена; она входит затем в печень и распадается на капилляры (воротная система печени), а печеноч-

ные капилляры сливаются в печеночную вену. Все эти крупные вены (передние и задние кардинальные, нижняя яремная, печеночная) впадают в венозную пазуху. Таким образом, у круглоротых, как и у бесчерепных, один круг кровообращения. Полностью кровеносную систему можно видеть лишь на специальных инъецированных препаратах; на рассматриваемых поперечных срезах видны лишь отдельные сосуды (рис.6 и 8).

Мочеполовая система. Органами выделения круглоротых служат мезонефрические (туловищные) почки (рис.6, 24; рис. 7, 18), которые в виде парных лентовидных образований подвешены на брыжейке к дорзальной стенке задней половины полости тела. По нижнему краю почек проходит тонкий канал – мочеточник. У заднего края почек мочеточники правой и левой сторон соединяются и образуют ампулообразное расширение – мочеполовой синус (рис.6, 26), открывающийся наружу на вершине мочеполового сосочка (рис.6, 28).

Половая железа (рис.6, 27; рис.7, 19) непарная, занимает почти всю свободную часть полости тела. Яичники самок хорошо отличимы от семенников самцов по зернистой структуре. Половых протоков нет; половые продукты через разрывы в стенке железы попадают в полость тела, затем через половые поры (отверстия в стенках мочеполового синуса) протекают внутрь мочеполового синуса и через его отверстие выводятся наружу.

Контрольные вопросы:

1. Где располагается ротовое отверстие у круглоротых?
2. Что такое спиральный клапан и для чего он предназначен?
3. Какой образ жизни ведет минога?
4. Какие органы чувств имеются у круглоротых, и как они устроены?
5. В чем заключаются прогрессивные морфофизиологические особенности бесчерепных (на примере круглоротых) по сравнению с бесчерепными?
6. Примитивные черты строения круглоротых.

РАЗДЕЛ ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ (GNATHOSTOMATA)
НАДКЛАСС РЫБЫ (PISCES)
КЛАСС ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ (CHONDRICHTHYES)

Занятие №3. Строение хрящевой рыбы

Систематическое положение объекта

Подтип Позвоночные (Vertebrata)

Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes)

Подкласс Пластиножаберные (Elasmobranchii)

Отряд Катранообразные, или Колючие акулы (Squaliformes)

Представитель – Колючая акула (*Squalus acanthias* L).

ЗАДАНИЕ

Рассмотреть внешний вид и расположение внутренних органов акулы. Сделать следующие рисунки:

1. Общее расположение внутренних органов, включая сердце и отходящие от него сосуды.
2. Мочеполовая система самца и самки.
3. Жабра в поперечном разрезе.

Общее строение. Форма тела акул типичная рыба – торпедообразная. Тело акулы в туловищном отделе несколько сплющено сверху вниз (в дорзовентральном направлении) и в поперечном сечении имеет более или менее треугольную форму. Тело подразделяется на три отдела (без четких границ): голову, туловище и хвост.

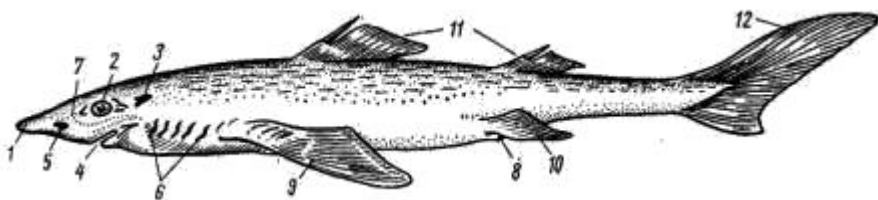


Рис. 9. Внешний вид колючей акулы (катрана):

1 – рыло, 2 – глаз, 3 – брызгальце, 4 – рот, 5 – ноздря, 6 – жаберные щели, 7 – отверстия органа боковой линии, 8 – клоака, 9 – грудной плавник, 10 – брюшной плавник, 11 – спинные плавники, 12 – хвостовой плавник

Голова имеет короткое рыло – рострум (рис. 9, 1). По бокам головы расположены крупные парные глаза (рис. 9, 2). Подвижных век, как и у всех рыб, нет. Позади и немного выше каждого глаза находится по небольшому отверстию – брызгальцу (рис. 9, 3); оно представляет собой редуцированную жаберную щель. Брызгальце ведет в полость глотки. На нижней стороне головы расположена поперечная ротовая щель (рис. 9, 4). На челюстях находятся острые, направленные назад зубы; они представляют собой видоизмененные плакоидные чешуи. Впереди рта на нижней поверхности головы расположены парные ноздри (рис. 9, 5). Каждая ноздря кожным клапаном подразделена на два отверстия. Позади рта на боковых поверхностях головы хорошо видны пять пар вертикальных жаберных щелей (рис. 9, 6); каждая щель спереди прикрыта кожистой складкой.

На нижней и боковой сторонах головы расположены многочисленные отверстия каналов боковой линии (рис. 9, 7). Это характерный для водных позвоночных сейсмочувствительный орган, воспринимающий колебания воды.

Туловищный отдел начинается от последней жаберной щели и кончается отверстием клоаки (рис. 9, 8). Позади отверстия клоаки расположен хвостовой отдел.

У акул, как и у рыб других групп, имеются парные конечности: грудные (рис. 9, 9) и брюшные (рис. 9, 10) плавники. У

самцов акулловых рыб внутренняя часть каждого брюшного плавника преобразуется в специальный вырост – копулятивный орган. На спинной поверхности тела имеются два непарных спинных плавника (рис. 9, 11). У колючей акулы перед каждым спинным плавником есть роговая колючка; у других видов колючек нет.

Хвостовой стебель заканчивается мощным гетероцеркаль-ным хвостовым плавником.

На боковых поверхностях туловища и хвоста располагаются отверстия каналов боковой линии, которые здесь выражены значи-тельно хуже, чем на голове.

Кожа акул имеет многочисленные плакоидные чешуи – дентиновые пластинки, несущие направленные назад зубчики, по-крытые эмалью (рис. 10); они легко ощущаются, если провести пальцем по коже акулы от хвоста к голове.

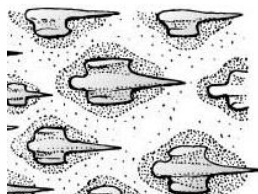
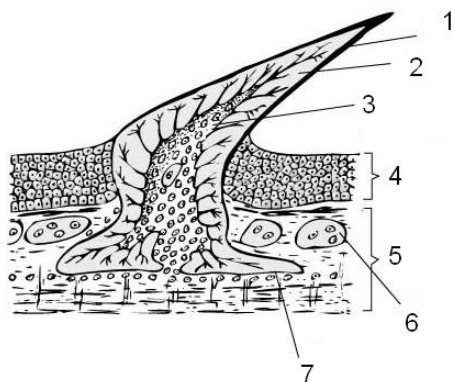


Рис. 10. Схематический разрез через кожу и плакоидную чешую акульей рыбы:

1 – эмаль, 2 – дентин, 3 – центральная пульпарная полость с каналами, 4 – эпидермис, 5 – кориум (дерма), 6 – кровеносный сосуд, 7 – базальная пластинка

Мускулатура туловища и хвоста состоит из мышечных сегментов – миомеров, отделенных друг от друга соединительноткан-

ными перегородками (миосептами). В отдельных участках тела метамерное расположение мускульных сегментов сменяется образованием отдельных мышц, имеющих специальную функцию (например, мышцы парных плавников).

Кровеносная система. Сердце состоит из двух камер – предсердия и желудочка. Кровь из вен собирается в венозный синус или венозную пазуху (рис. 3, 1). Она хорошо заметна и имеет вид тонкостенного треугольного образования (желудочек сердца немного оттянуть пинцетом вперед). Из венозной пазухи кровь поступает в тонкостенное предсердие (рис. 3, 2), хорошо видимое по бокам желудочка. Из предсердия кровь переходит в толстостенный мускулистый желудочек сердца (рис. 3, 3). Сокращениями мышечных стенок желудочка кровь проталкивается в последний отдел сердца – короткий артериальный конус (рис. 3, 4), который переходит в брюшную аорту (рис. 3, 5; рис. 4, 5). Стенки артериального конуса, как и желудочка, состоят из поперечнополосатых мышц; стенки брюшной аорты, как и остальных кровеносных сосудов, окружены гладкими мышцами.

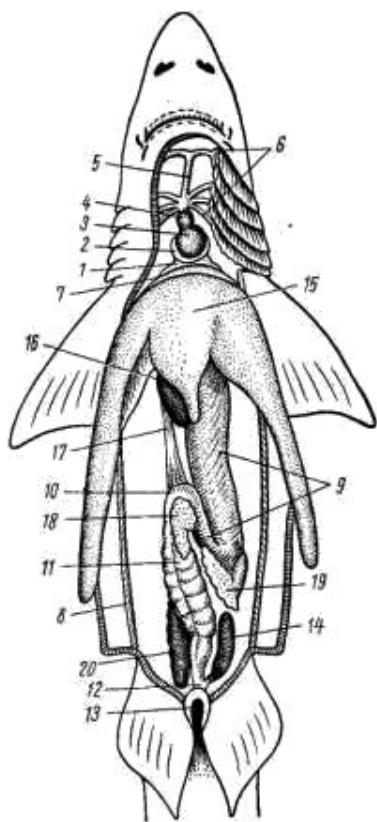


Рис. 3. Общее расположение внутренних органов колючей акулы:

1 – венозный синус, 2 – предсердие, 3 – желудочек, 4 – артериальный конус, 5 – брюшная аорта, 6 – приносящие жаберные артерии, 7 – кювьеров проток, 8 – боковая вена, 9 – желудок, 10 – тонкая кишка, 11 – толстая кишка (просвечивает спиральный клапан), 12 – прямая кишка, 13 – клоака, 14 – ректальная железа, 15 – печень, 16 – желчный пузырь, 17 – желчный проток, 18 – поджелудочная железа, 19 – селезенка, 20 – правая почка (левая не изображена)

От брюшной аорты отходят пять пар приносящих жаберных артерий (рис. 3, 6). Передняя приносящая жаберная артерия снабжает кровью переднюю полужабру (см. ниже); вторая, ответвляясь от первой, – первую целую жабру. Последующие три пары приносящих жаберных артерий подходят каждая к одной из следующих трех жабр (рис. 3; рис. 4).

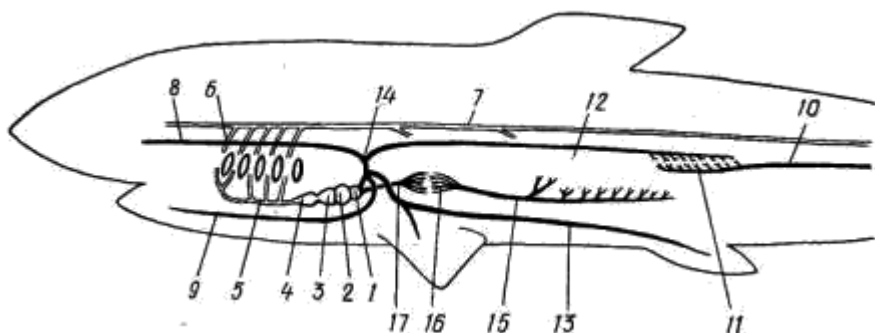


Рис. 4. Схема кровеносной системы акулы:

- 1 – венозная пазуха, 2 – предсердие, 3 – желудочек, 4 – артериальный конус,
- 5 – брюшная аорта с отходящими от нее приносящими жаберными артериями,
- 6 – выносящие жаберные артерии, 7 – спинная аорта, 8 – передняя кардинальная вена,
- 9 – яремная вена, 10 – хвостовая вена, разделяющаяся на воротные вены почек,
- 11 – воротная система почек, 12 – задняя кардинальная вена, 13 – боковая вена,
- 14 – кювьеров проток, 15 – воротная вена печени, 16 – воротная система печени,
- 17 – печеночная вена

Приносящие жаберные артерии в жаберных лепестках распадаются на сеть капилляров, через стенки которых происходит газообмен. Насыщенная кислородом артериальная кровь собирается в выносящие жаберные артерии, которые впадают в спинную аорту, проходящую под позвоночным столбом. По ответвлениям спинной аорты кровь попадает во все участки тела.

Венозная кровь из головы собирается в парные передние кардинальные вены и нижние яремные вены. Идущая из хвоста хвостовая вена (рис. 4, 10) входит в полость тела и разделяется на правую и левую воротные вены почек, которые, распадаясь в почках на капилляры, образуют воротную систему почек. Из почек кровь со-

бирается парными задними кардинальными венами (рис. 4, 12). Яремные, а также передние и задние кардинальные вены каждой стороны сливаются в кювьеров проток. От брюшных плавников кровь идет по боковым венам, которые сливаются с подключичными венами, несущими кровь от грудных плавников, и впадают в соответствующий кювьеров проток. Кювьеровы протоки правой и левой сторон впадают в венозную пазуху. От желудка, кишечника и селезенки кровь собирают несколько вен, сливающихся в воротную вену печени, распадающуюся в печени на капилляры. Выносящие кровь из печени печеночные вены впадают в венозную пазуху.

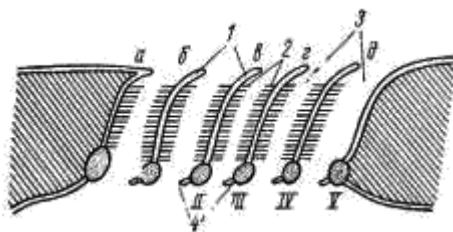


Рис. 5. Схема жаберного аппарата акулы:

1 – межжаберная перегородка, 2 – жаберные лепестки, 3 – жаберная щель, 4 – жаберные тычинки, I – V – жаберные дуги, а – первая полужабра, б, в, г, д – целые жабры

Дыхательная система. Глотка акулы пронизана пятью парами жаберных щелей, открывающихся наружу. В стенках глотки между жаберными щелями располагаются хрящевые жаберные дуги (см. с. 36). К жаберным дугам прикрепляются кожистые межжаберные перегородки (рис. 5, 1), достигающие до наружного жаберного отверстия и прикрывающие лежащую позади жаберную щель. На каждой стороне межжаберной перегородки в ее основных двух третях располагаются многочисленные пластинчатые жаберные лепестки (рис. 5, 2). Каждая сторона межжаберной перегородки с жаберными лепестками называется полужаброй, а две полужабры, прикрепленные к одной жаберной дуге, составляют жабру. У ключей акулы имеется одна полужабра, расположенная на подъязычной дуге (Рис. 5, а), и четыре целые жабры (рис. 5, б, в, г, д) – на I–IV жаберных дугах; V жаберная дуга жабры не несет. Не-

большая, так называемая ложная жабра расположена на нижней стороне кожистой складки, нависающей над брызгальцем.

Пищеварительная система. Рот акулы снабжен подвижными хрящевыми челюстями. На коже, покрывающей челюсти, плакоидные чешуи преобразовались в крупные конические, загнутые вершинами назад зубы, которые располагаются несколькими рядами. На дне ротовой полости находится язык – небольшая складка слизистой оболочки, поддерживаемая непарным элементом подъязычной дуги; собственной мускулатуры он не имеет. Ротовая полость без заметной границы переходит в обширную глотку, пронизанную жаберными щелями. Выпадению пищи через жаберные щели препятствуют сидящие на жаберных дугах палочковидные хрящи – жаберные тычинки (рис. 5, 4). От задней части глотки начинается пищевод; на препарате он прикрыт печенью. Пищевод без заметных границ переходит в обширный, легко растяжимый U-образный желудок (рис. 3, 9). От желудка отходит короткая тонкая кишка (рис. 3, 10), переходящая в значительно более широкую толстую кишку (рис. 3, 11). За ней следует прямая кишка (рис. 3, 12), которая открывается в клоаку (рис. 3, 13). Внутри толстой кишки имеется просвечивающий сквозь ее стенки так называемый спиральный клапан; он представляет собой складку слизистой оболочки, которая вдается в просвет кишки. Складка расположена спирально; образует около десятка витков. Спиральный клапан значительно увеличивает всасывающую поверхность; его можно хорошо рассмотреть, сделав на участке толстой кишки продольный разрез. От средней части прямой кишки отходит полый пальцеобразный вырост – ректальная железа (рис. 3, 14) – орган солевого обмена. В период размножения ректальная железа выделяет пахучую слизь, которая в виде тонких нитей остается позади плывущей рыбы. Это облегчает встречу особей разного пола.

Железы пищеварительного тракта у акулых рыб хорошо развиты. Массивная трехлопастная печень (рис. 3, 15) занимает переднюю часть брюшной полости. Вырабатываемая в печени желчь собирается в желчный пузырь (рис. 3, 16), связанный с тонкой кишкой отчетливо заметным желчным протоком (рис. 3, 17). Компакт-

ная поджелудочная железа (рис.14, 18) прилегает к тонкой кишке, сообщаясь с ней мелкими (на препарате не видны) протоками.

К изогнутой части желудка примыкает компактная, с заостренным краем селезенка (рис. 3, 19) – орган кроветворения.

Мочеполовая система. Обычно на практикуме используют неполовозрелых акул, что затрудняет рассмотрение некоторых деталей строения половой системы.

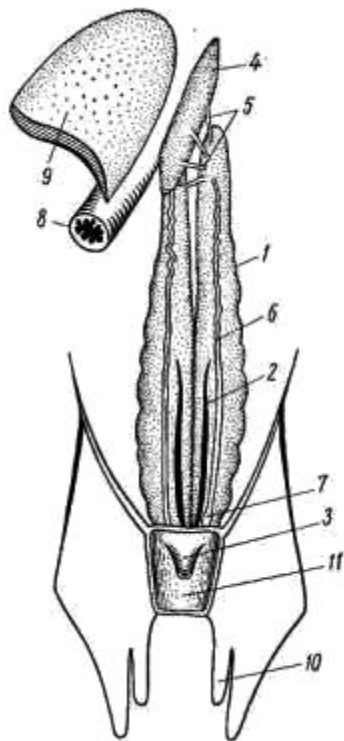


Рис. 6. Схема мочеполовой системы самца акулы:

1 – почка, 2 – мочеточник, 3 – мочеполовой сосочек,

4 – левый семенник (правый семенник не изображен), 5 – семявыносящие канальцы, 6 – семяпровод, 7 – семенной пузырек, 8 – пищевод, 9 – печень, 10 – копулятивный отросток брюшного плавника, 11 – полость клоаки

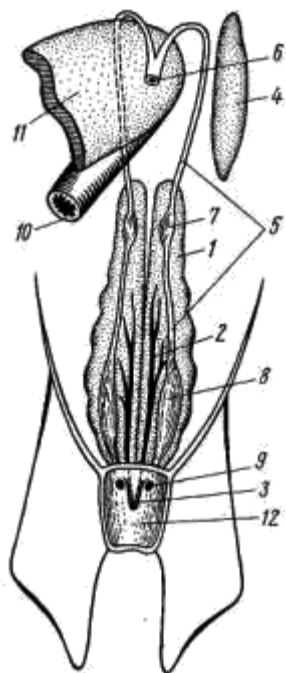


Рис. 7. Схема мочеполовой системы самки акулы:

1 – почка, 2 – мочеточник. 3 – моче-
вой сосочек, 4 – левый яичник (пра-
вый яичник не нарисован), 5 – яйце-
вод, 6 – общая воронка обоих яйце-
водов, 7 – скорлуповая железа, 8 –
«матка», 9 – отверстие яйцевода,
10 – пищевод, 11 – печень, 12 – по-
лость клоаки

Почки (рис. 6, 1; рис. 7, 1) акулы – парные, сильно вытянутые, ле-
жат по бокам позвоночника примерно от уровня грудных плавни-
ков до клоаки. Почки акул относятся к мезонефрическому
Типу. В заднем отделе почек на их брюшной поверхности неяс-
но видны тоненькие трубочки – мочеточки (рис. 6, 2; рис. 7, 2).
Они открываются в полость вдающегося в клоаку мочевого (у са-
мок; рис. 7, 3) или мочеполового (у самцов; рис. 6, 3) сосочка, на
вершине имеющего отверстие.

Самцы имеют парные семенники (рис. 6, 4); они лежат в Виде
удлиненных тел по бокам пищевода под лопастями печени (от
наблюдателя). От семенников отходят тонкие семявыносящие ка-
нальцы (рис. 6, 5), видные как тонкие беловатые нити, проходящие
по брыжейке, на которой подвешен семенник (пинцетом слегка
оттянуть семенник). Семявыносящие каналы впадают в верх-
нюю часть почки, фактически выполняющую функцию придатка
семенника. Канальцы этой части почки сливаются в семяпровод –

вольфов канал (рис. 6, 6); он проходит по средней линии брюшной поверхности почки. У половозрелых самцов самая концевая часть семяпровода образует расширение – семенной пузырек. Оба семяпровода (вольфовы каналы) открываются в полость вдающегося в клоаку мочеполювого сосочка. К концу каждого вольфова канала примыкает, открываясь тоже в полость мочеполювого сосочка, тонкостенный полый вырост – семенной мешок. Семенные мешки – остатки задней части мюллеровых каналов. Полость мочеполювого сосочка открывается в клоаку расположенным на его вершине мочеполювым отверстием (рис. 6, 3).

Формирование мужских половых клеток происходит в канальцах семенника. Еще не окончательно созревшие сперматозоиды через семявыносящие канальцы попадают в переднюю часть почки. Здесь происходит их созревание. Зрелые сперматозоиды скапливаются в семенных пузырьках и семенных мешках. При оплодотворении сокращениями стенок семенных пузырьков и семенных мешков сперматозоиды выталкиваются в клоаку самца, откуда при помощи копулятивных органов вводятся в клоаку самки.

У самок парные яичники (рис. 7, 4) хорошо видны по бокам пищевода (также, как у самцов семенники). Парные яйцеводы (рис. 7, 5), или мюллеровы каналы, расположены на брюшной поверхности почек. Передние концы правого и левого яйцеводов, огибая печень, соединяются в общую воронку яйцеводов (рис. 7, 6); она находится на брюшной поверхности центральной лопасти печени. В области передней части почек яйцеводы образуют небольшие расширения – скорлуповые железы (рис. 7, 7), секрет которых формирует оболочку яйца. Расширенную заднюю часть каждого яйцевода называют «маткой» (рис. 18, 8). «Матки» открываются в полость клоаки самостоятельными отверстиями (рис. 7, 9) по бокам мочевого сосочка.

Созревшее яйцо через разрыв в стенке яичника выпадает в полость тела и, скатываясь по поверхности печени, попадает в увеличившуюся воронку яйцеводов. Таким образом, яичник не имеет непосредственной связи с яйцеводами. Перистальтические сокращения стенок яйцеводов перемещают яйцо по направлению к

«матке». Для акулловых рыб характерно внутреннее оплодотворение: слияние яйцеклетки со сперматозоидом происходит в верхних отделах яйцеводов. У живородящих форм яйца задерживаются в маточных отделах яйцеводов до полного формирования зародыша; у яйцекладущих видов одетые плотной оболочкой яйца выделяютсЯ наружу.

ТЕМА 6. СТРОЕНИЕ КОСТИСТОЙ РЫБЫ (класс Костные рыбы *Osteichthyes*)

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, *Vertebrata*

Класс Костные рыбы, *Osteichthyes*

Подкласс Лучеперые, *Actinopterygii*

Группа Костистые рыбы, *Teleostei*

Представитель — Окунь, *Perca fluviatilis* Perch.

ЗАДАНИЕ

Познакомиться с особенностями внешнего вида рыбы. Произвести вскрытие; рассмотреть строение основных систем внутренних органов. Сделать следующие рисунки.

1. Общее расположение внутренних органов.
2. Схему кровеносной системы.
3. Схему строения жаберной дуги.

ВНЕШНИЙ ВИД

Форма тела костистых рыб очень разнообразна. У щуки (рис.1) тело вытянутое и слегка сплющенное с боков. Подразделение его на голову, туловище и хвост нечеткое. По бокам головы видны относительно крупные жаберные крышки (рис.1 , 1). Их задний край служит границей головного и туловищного отделов. Костные жаберные крышки покрыты кожей, края которой сзади выступают, прикрывая общее (одно с каждой стороны) жаберное отверстие.

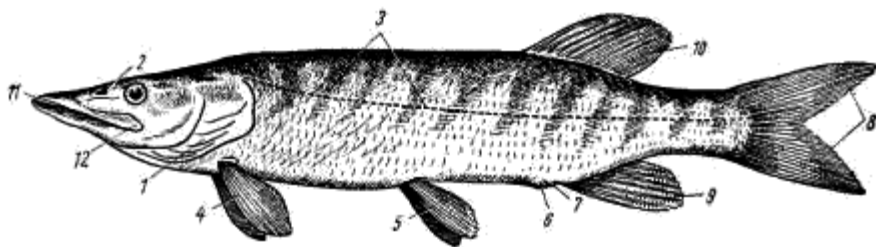


Рис.1 . Внешний вид рыбы.

1 — жаберная крышка, 2 — ноздря, 3 — боковая линия, 4 — грудные плавники, 5 — брюшные плавники, 6 — анальное отверстие, 7 — половое и мочевое отверстия, 8 — хвостовой плавник, 9 — анальный плавник, 10— спинной плавник, 11— ротовое отверстие, 12 — свободный задний край верхнечелюстной кости

Во рту щуки находятся острые, загнутые назад зубы. По бокам головы перед глазами располагаются ноздри (рис.1 , 2). Они имеют вид ямок, каждая из которых подразделена поперечной перегородкой на два отверстия. Ноздри не сообщаются с ротовой полостью (проверить введением иголки или щетинки!).

Туловище щуки покрыто костной чешуей. Каждая чешуйка представляет собой тонкую, округлой формы костную пластинку, которая передним краем укреплена в коже. У щуки свободный (задний) край чешуи гладкий, такая чешуя носит название циклоидной. У некоторых других видов (например, окуня) свободный край чешуи зазубрен, такая чешуя называется ктеноидной. Чешуи снаружи покрыты тонким эпидермисом. При рассмотрении свежего материала хорошо заметно, что тело рыбы покрыто слизью. Слизь выделяется многочисленными одноклеточными кожными железами.

Вдоль боков туловища тянется боковая линия (рис.1 , 3), обнаруживаемая при внешнем осмотре в виде тонких отверстий, прободающих чешуи. Эти отверстия ведут в особые каналы, где располагаются органы боковой линии с нервными окончаниями, воспринимающими колебания окружающей тело воды. На голове бо-

ковая линия разделяется на несколько ветвей (надглазничную, подглазничную, подъязычно- челюстную и др.).

По бокам передней части туловища видны парные, относительно небольшие грудные плавники (рис.1 , 4), а ближе к заднему концу туловища — парные брюшные плавники (рис.1 , 5).

На брюшной стороне туловища, каудальнее места прикрепления брюшных плавников, заметно анальное отверстие (рис.1 , 6), а сразу за ним — мочеполовой сосочек; у части рыб он представляет собой углубление (рис.1 , 7) с двумя отдельными отверстиями: мочевым (заднее) и половым. Место расположения заднепроходного, полового и мочевого отверстий служит границей туловищного и хвостового отделов.

Хвостовой отдел имеет непарные плавники: хвостовой (рис.1, 8) и подхвостовой (рис.1, 9). У костистых рыб они внешне равны по величине — такой тип хвостового плавника называют гомоцеркальным. Анальный плавник расположен впереди нижней лопасти хвостового плавника. У щуки здесь же, на хвостовом стебле, спереди от верхней лопасти хвостового плавника располагается и непарный спинной плавник (рис.1, 10). У большинства других костистых рыб этот плавник (иногда их бывает два, три и даже больше) находится на спинной стороне туловищного отдела.

Мышечная система костных рыб в принципе сходна с акуловыми.

ОБЩАЯ ТОПОГРАФИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Кровеносная система. Сердце располагается в нижней передней части полости тела, в основании перешейка. Венозная кровь собирается в венозной пазухе, или венозном синусе (Рис.2, 1; рис.3, 1). Отсюда кровь переходит в предсердие (рис.2, 2; рис.3, 2) и затем в более толстостенный желудочек (рис.2, 3; рис.3, 5).

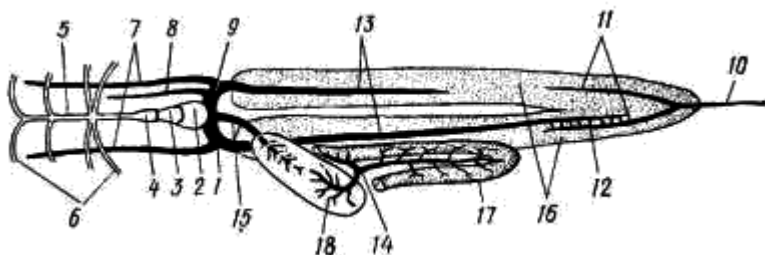


Рис.2. Схема кровеносной системы костистой рыбы (вид снизу; не показаны выносящие жаберные артерии, их слияние в спинную аорту и ветвление последней):

1 — венозная пазуха, 2 — предсердие, 3 — желудочек, 4 — луковичка аорты, 5 — брюшная аорта, 6 — приносящие жаберные артерии, 7 — передние кардинальные вены, 8 — яремная вена, 9 — кювьеров проток, 10 — хвостовая вена, 11 — воротные вены почек, 12 — анастомозы между воротной веной правой почки и правой задней кардинальной веной, 13 — задние кардинальные вены, 14 — воротная вена печени, 15 — печеночная вена, 16 — почки, 17 — кишечник, 18 — печень

В отличие от хрящевых костистые рыбы не имеют артериального конуса. Непосредственно от желудочка отходит крупная брюшная аорта (рис.2, 5), образующая в этом месте расширение — луковичку аорты (рис.2, 4). Брюшная аорта отдает четыре пары приносящих жаберных артерий (рис.2, 6).

В жаберных лепестках каждая приносящая жаберная артерия распадается на систему капилляров. Через их стенки происходит газообмен крови с омывающей жабры водой. Обогащенная кислородом артериальная кровь по системе капилляров собирается в выносящие жаберные артерии, которые на спинной стороне впадают в парные корни спинной аорты. Корни аорты в заднем отделе головы сливаются, образуя непарную спинную аорту; она проходит под позвоночником и отправляет многочисленные артериальные сосуды ко всем участкам тела.

Венозная кровь из хвостового отдела идет по непарной хвостовой вене (рис.2, 10), которая разделяется на две воротные вены

почек (рис.2, 11), входящие в почки. У костистых рыб в отличие от хрящевых воротная система образуется только в левой почке. Из почек кровь по парным задним кардинальным венам (рис.2, 13) направляется вперед. На уровне сердца задние кардинальные вены сливаются с передними кардинальными венами, несущими кровь от головы. В результате слияния задних и передних кардинальных вен образуются парные юктьерные протоки (рис.2, 9), впадающие в венозную пазуху. В нее же впадает несущая кровь от нижних частей головы нижняя яремная вена (рис.2, 8).

От кишечника кровь по воротной вене печени (рис.2, 14) попадает в печень, где эта вена распадается на систему капилляров, т. е. образует воротную систему печени. По выходе из воротной системы печени кровь по короткой печеночной вене (рис.2, 15) попадает в венозную пазуху. Боковых вен, свойственных хрящевым рыбам, у костистых рыб нет.

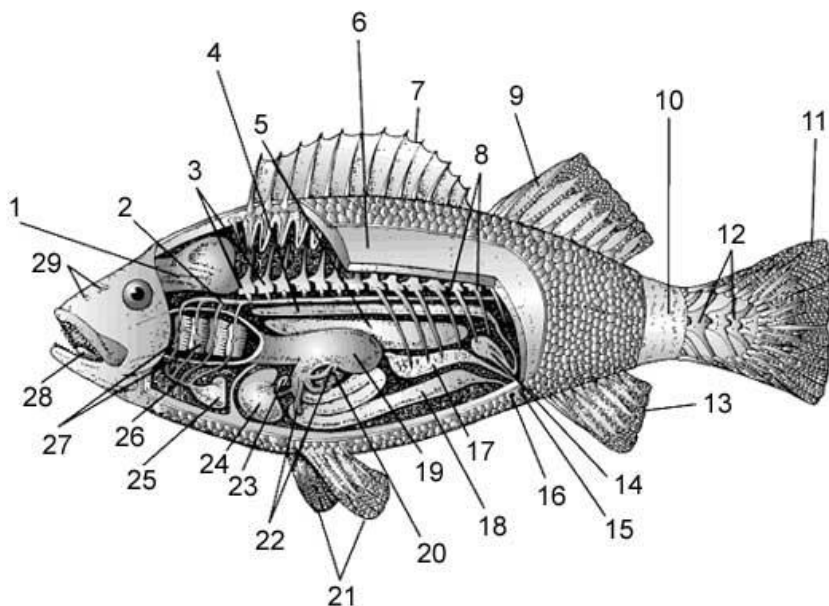


Рис. 3. Внутреннее строение окуня: 1 - череп, 2 - спинная аорта, 3 - позвонки, 4 - почка, 5 - плавательный пузырь, 6 - туловищная мускулатура, 7 и 9 - спинные плавники (колючий и мягкий), 8 - рёбра, 10 - мускулатура хвостового стебля, 11 - хвостовые позвонки,

12 - хвостовой плавник, 13 - анальный плавник, 14 - мочевого пузыря, 15 - мочеполовое отверстие, 16 - анус, 17 - половая железа, 18 - кишечник, 19 - желудок, 20 - селезёнка, 21 - брюшные плавники, 22 - пилорические выросты, 23 - желчный пузырь, 24 - печень, 25 - сердце, 26 - брюшная аорта, 27 - глотка с жабрами, 28 - язык, 29 - ноздри

У костистых рыб, как и у хрящевых, один замкнутый круг кровообращения. В сердце рыб находится только венозная кровь. Со скращениями сердца эта кровь направляется в жабры, где происходит освобождение от углекислого газа и насыщение кислородом. Насыщенная кислородом артериальная кровь, выходящая из жаберной системы, по многочисленным артериям направляется к различным органам и тканям тела, где происходит обратный процесс: отдача кислорода из крови в ткани и насыщение крови углекислотой, т. е. превращение крови из артериальной в венозную. По системе вен венозная кровь возвращается в сердце. Понятия «артериальная» и «венозная» кровь определяют качественные отличия в газовом составе крови. Эти понятия не всегда совпадают с названиями кровеносных сосудов. Так, по брюшной аорте (артерии) и по приносящим жаберным артериям движется венозная кровь; независимо от состава крови артериями называют сосуды, по которым кровь идет от сердца, а венами — сосуды, по которым кровь направляется к сердцу.

Дыхательная система. Органами дыхания у костистых рыб служат жабры (рис.3, 8), имеющие, как и у хрящевых рыб, эктодермальное происхождение. С каждой стороны располагаются четыре полные жабры; у некоторых рыб рудиментарная полужабра находится на внутренней стороне жаберной крышки.

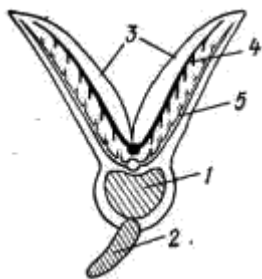


Рис.4. Схема поперечного разреза жаберной дуги костистой рыбы:

1 - жаберная дуга, 2 - жаберная тычинка, 3 - жаберные лепестки; 4 - приносящая жаберная артерия, 5 - выносящая жаберная артерия

Вырежьте кусок жабры и рассмотрите ее строение. Межаберных перегородок, характерных для хрящевых рыб, у костных рыб нет. Два ряда жаберных лепестков (рис.4, 3) своими основаниями прикрепляются непосредственно к костной жаберной дуге (рис.4, 1) или к рудименту межаберной перегородки, а их свободные окончания свешиваются в околожаберную полость. Эта полость снаружи прикрыта костной жаберной крышкой, имеющей существенное значение в акте дыхания. С внутренней стороны каждой жаберной дуги имеются многочисленные отростки — жаберные тычинки (рис.4, 2), идущие по направлению к соседней жаберной дуге. Жаберные тычинки образуют своеобразный цедильный аппарат, препятствующий выходу пищевых частиц из глотки через жаберную полость наружу. У видов, питающихся планктоном (например, сельдей), этот аппарат представлен особенно длинными и густо сидящими тычинками.

Через стенки кровеносных капилляров в жаберных лепестках, как уже говорилось, происходит газообмен крови с омывающей жабры водой. Более крупные сосуды (приносящие и выносящие жаберные артерии) проходят по жаберным дугам в основании жаберных лепестков (рис.4, 4, 5).

Пищеварительная система. В ротовой полости щуки находятся острые, слегка направленные назад конические зубы. Без четких границ ротовая полость переходит в глотку, прободенную жаберными щелями. В глубине глотки начинается короткий пищевод, который почти сразу же переходит в желудок (рис.3, 19). За желудком следует кишечник, слабо дифференцированный на двена-

дцатиперстную (рис.3, 18), тонкую и прямую кишки. Прямая кишка открывается наружу анальным отверстием (рис.3, 16).

Сразу за сердцем в передней части брюшной полости под желудком располагается крупная печень (рис.3, 24). На ее внутренней стороне находится желчный пузырь (рис.3, 23) — полость, в которой скапливается вырабатываемая в печени желчь. От желчного пузыря начинается желчный проток, впадающий в начало двенадцатиперстной кишки. Вдоль желчного протока лежит поджелудочная железа. В месте перехода желудка в двенадцатиперстную кишки (первый изгиб кишечника) рядом с желудком расположена компактная селезенка (рис.3, 18).

Над кишечником в верхней части брюшной полости находится крупный плавательный пузырь (рис.3, 5), который служит гидростатическим органом. Плавательный пузырь щуки узким протоком связан с передней частью кишечника. У многих других рыб (например, карповых, окуня и др.) во взрослом состоянии плавательный пузырь полностью изолирован от кишечника.

Мочеполовая система. В верхней части брюшной полости по бокам плавательного пузыря располагаются парные половые железы. У самок половые железы представлены длинными яичниками (ovarium; рис.5, 2), которые имеют хорошо заметную «зернистую» структуру. Задние, вытянутые отделы яичников играют роль выводных протоков (рис.5, 3) и открываются непарным половым отверстием (рис.5, 5) позади анального отверстия.

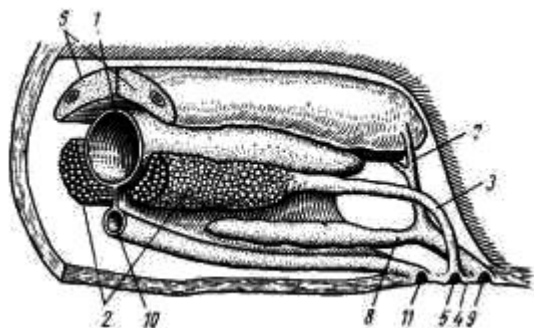


Рис.5. Задний участок мочеполовой системы самки щуки:

1 - плавательный пузырь, 2 - яичник, 3 - выводной проток яичника, 4 - мочеполовой сосочек, 5 - половое отверстие, 6 - почки, 7 - мочеточник, 8 - мочевой пузырь, 9 - мочевое отверстие, 10 - кишечник, 11 - анальное отверстие

Половые железы самцов — длинные, гладкие, довольно плотные семенники; они занимают такое же положение, как и яичники.

Задние отделы семенников превратились в короткие выносящие протоки, открывающиеся общим половым отверстием позади анального отверстия.

Чтобы рассмотреть почки, нужно удалить кишечник и плавательный пузырь. Почки (рис.3, 4; рис.5, 6) располагаются на спинной стороне полости тела по обе стороны от позвоночника. По их краю проходят мочеточники (рис.5, 7), которые, выйдя из почек, сливаются в единый непарный мочевой проток. Мочевой пузырь (рис.3, 14; рис.5, 8) представляет собой вырост передней стенки начальной части этого протока. Непарный мочевой проток открывается наружу мочевым отверстием (рис.5, 9) позади полового отверстия.

ТЕМА. СКЕЛЕТ КОСТИСТОЙ РЫБЫ

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrata

Класс Костные рыбы, Osteichthyes

Подкласс Лучеперые, Actinopterygii

Группа Костистые рыбы, Teleostei

Представитель – Судак, *Lucioperca lucioperca* L.

Рассмотреть скелет в целом. Найти его основные части: череп, позвоночник, скелет парных конечностей и их поясов, скелет непарных конечностей. Рассмотреть детали строения отдельных частей скелета. Сделать следующие рисунки:

1. Строение скелета костистой рыбы.
2. Туловищный позвонок спереди.
3. Хвостовой позвонок спереди.

ОПИСАНИЕ СКЕЛЕТА

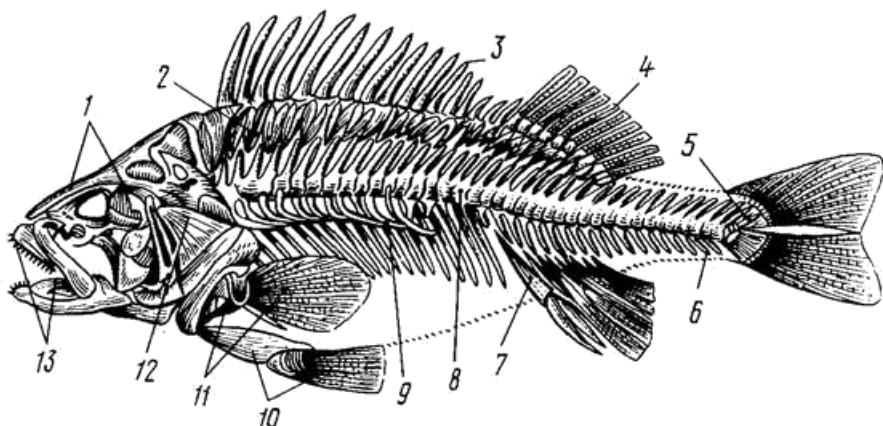


Рис. Скелет костистой рыбы (окуня) (по Баклашовой, 1980):

1 – кости черепа, 2 – основные элементы спинного плавника, 3, 4 – лучи спинного плавника, 5 – последние позвонки, удерживающие хвостовой плавник, 6 – хвостовые позвонки, 7 – основные элементы анального плавника, 8 – туловищные позвонки, 9 – ребра с придатками, 10 – кости и лучи брюшного плавника, 11 – кости и лучи грудного плавника, 12 – жаберная крышка, 13 – верхняя и нижняя челюсти

Осевой скелет (позвоночник). Осевой скелет костистых рыб составлен многочисленными костными позвонками. Тела позвонков спереди и сзади вогнутые – такие позвонки называют амфицель-

ными. Пространство, образующееся между вогнутыми поверхностями соседних позвонков, и узкий канал, пронизывающий в центре тела позвонков, заполнены остатками хорды (рис.1, 1), имеющей четковидную форму. Позвоночник делится на два отдела: туловищный и хвостовой; позвонки этих отделов отличаются своим строением.

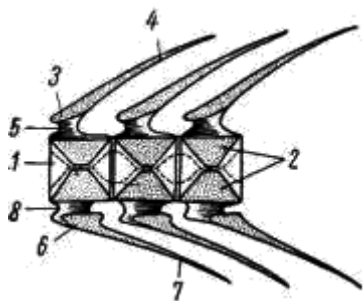


Рис.1. Схема продольного разреза хвостового отдела позвоночника судака:

1 –редуцированная хорда, 2 –тело позвонка, 3 –верхняя дуга, 4 –верхний остистый отросток, 5 –канал для спинного мозга, 6 –нижняя дуга, 7 –нижний остистый отросток, 8 –гемальный канал

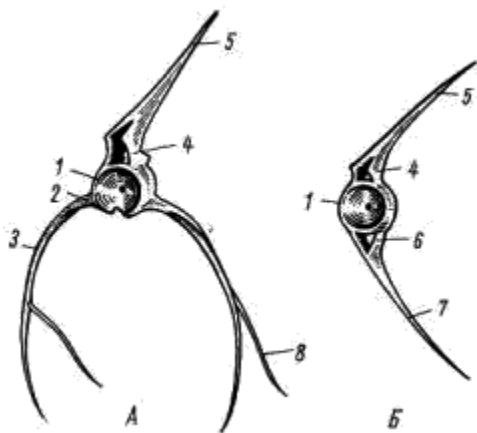


Рис.2. Позвонки судака.

А –туловищный позвонок; Б –хвостовой позвонок:

1 –тело позвонка, 2 – поперечный отросток, 3 – ребро, 4 –верхняя дуга, 5 – верхний остистый отросток, 6 –нижняя дуга, 7 –нижний остистый отросток, 8 – мышечная косточка

Туловищные позвонки (рис.2, А) имеют округлое в поперечном сечении тело (35, 1), от которого в стороны отходят поперечные отростки (рис.2, 2). К этим отросткам причленяются ребра (рис.2, 3), а к некоторым ребрам – тоненькие мышечные косточки (рис.2, 8). От верхней (спинной) части позвонка отходят верхние дуги

(рис.2, 4), замыкающиеся остистым отростком (рис.2, 5). В канале, образованном верхними дугами позвонков, располагается спинной мозг.

Хвостовые позвонки (рис.2, Б) также имеют тело и верхние дуги, но поперечные отростки их смещены вниз и образуют нижние дуги (рис.2, 6), замыкающиеся непарным нижним остистым отростком (рис.2, 7). Канал, образуемый нижними дугами хвостовых позвонков, носит название гемального; в нем располагаются хвостовые артерия и вена. Расположение этих крупных кровеносных сосудов внутри костного канала предохраняет их от сдавливания при сокращениях мощной мускулатуры хвоста.

Череп. Как и у хрящевых рыб, череп костистых рыб состоит из двух отделов: осевого черепа, или мозговой коробки, и лицевого, или висцерального, черепа. Но в отличие от хрящевых череп костистых рыб почти целиком образован костной тканью и состоит из многочисленных отдельных костей.

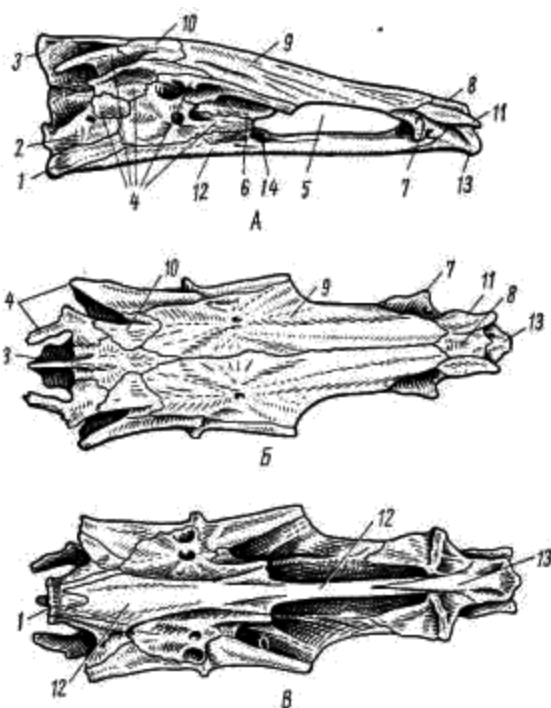


Рис.3. Осевой (мозговой) череп судака.

А –сбоку; Б –сверху;

В –снизу:

1 – основная затылочная кость, 2 – боковая затылочная кость, 3 – верхняя затылочная кость, 4 – ушные кости, 5 – глазница, 6 – боковая клиновидная кость, 7 – боковая обонятельная кость, 8 – средняя обонятельная кость, 9 – лобная кость, 10 – теменная кость, 11 – носовая кость, 12 – парасфеноид, 13 – сошник, 14 –основная клиновидная кость

Осевой череп костистых рыб подразделяется на те же отделы, что и у хрящевых рыб. В каждом отделе образуется несколько костей. Затылочный отдел черепа составлен четырьмя костями: основной, или нижней, затылочной (рис.3, 2; рис 37, 1). Двумя боковыми затылочными (рис.3, 2, рис.4, 2) и верхней затылочной (рис.3, 3; рис.4, 3) Эти кости окаймляют большое затылочное отверстие (рис.4, 3), через которое головной мозг соединяется со спинным.

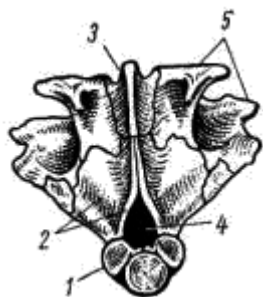


Рис.4. Затылочный отдел осевого черепа судака:

1 — основная затылочная кость, 2 — боковая затылочная кость, 3 — верхняя затылочная кость, 4 — затылочное отверстие, 5 — ушные кости

В слуховом отделе черепа располагается по пять ушных костей (рис.3, 4) с каждой стороны. В глазничном отделе имеются парные боковые клиновидные (рис.3, 6) и глазоклиновидные кости. Последние расположены на тонкой межглазничной перегородке и при препарировке, как правило разрушаются; у судака их нет. В основании мозговой коробки образуется основная клиновидная кость; при рассматривании черепа сбоку виден лишь ее передний конец (рис.3, А, 14). Впереди, в области обонятельного отдела, находятся кости парные боковые обонятельные (рис.3, 7) и непарная средняя обонятельная (рис.3, 8). Все эти кости по происхождению замещающие (первичные), они возникли путем замещения соответствующих участков хрящевого черепа костной тканью.

Кости, прикрывающие череп сверху и снизу, по происхождению относятся к покровным (вторичным) костям. Они закладываются в соединительно-тканном слое кожи и позже, погружаясь под кожу, прирастают к хрящевой основе черепа. Среди них в крыше черепа бросаются в глаза крупные плоские лобные кости (рис.3, 9), покрывающие большую часть черепной коробки. Сзади от них по обе стороны от гребня верхней затылочной располагаются относительно небольшие теменные кости (рис.3, 10). Спереди от лобных в области обонятельного отдела находятся парные носовые кости (рис.3, 11), разделенные уже упоминавшейся средней обонятельной костью.

Дно черепа прикрыто крупной непарной костью, называемой парасфеноидом (рис.3, 12). Впереди парасфеноида расположен непарный сошник (рис.3, 13), в своей передней части снабженный зубами.

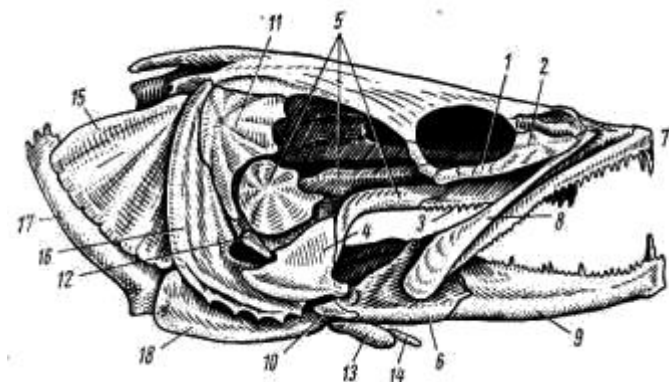


Рис.5 Череп судака сбоку:

1 –окологлазничные кости, 2–слезная кость, 3 –нёбная кость, 4 –квадратная кость, 5 –крыловидные кости, 6 –сочленовная кость, 7 –предчелюстная кость, 8 –верхнечелюстная кость, 9 –зубная кость, 10 –угловая кость, 11 –подвесок, 12 –симплектикум, 13 –гиоид, 14 –копулагеоида, 15 –крышечная кость, 16 –предкрышечная кость, 17 –подкрышечная кость, 18 – межкрышечная кость

При рассматривании черепа сбоку помимо уже отмеченных костей видно полукольцо из мелких косточек, окаймляющих глазницу – окологлазничных (рис.5, 1). Передняя из них носит особое название – слезная кость (рис.5, 2). Все эти кости покровные.

Висцеральный череп костистых рыб представлен серией висцеральных дуг: челюстной (самая передняя), подъязычной и пятью жаберными, из которых последняя (задняя) заметно редуцирована.

В челюстной дуге можно различить первичные и вторичные челюсти. Первичные челюсти образованы преимущественно замещающими костями и гомологичны хрящам нёбно-квадратному и меккелеву хрящевых рыб. В верхней челюсти они представлены спереди смешанной нёбной костью (рис.5, 3), сзади (в месте сочленения с нижней челюстью) – квадратной костью (рис.5, 4); между ними расположены три крыловидные кости (рис. 33, 5). Из них лишь одна (задняя крыловидная) замещающая, тогда как

остальные две – наружная крыловидная и внутренняя крыловидная – по происхождению покровные.

В нижней челюсти первична лишь одна сочленовная кость (рис.5, 6), осуществляющая подвижное причленение нижней челюсти к верхней (через квадратную кость).

Вторичные челюсти представлены предчелюстными (рис.5, 7) и верхнечелюстными (рис.5, 8) костями в верхней половине и крупной зубной костью (рис.5, 9) – в нижней. Кроме того, в нижней челюсти имеется еще маленькая угловая кость (рис.5, 10), приросшая к задне-нижнему краю сочленовной. Предчелюстная и зубная кости снабжены довольно крупными зубами. Вторичным челюстям принадлежит главная хватательная функция. Дополнительную функцию удерживания добычи выполняют зубы, расположенные на нёбных костях и сошнике.

Все перечисленные кости челюстной дуги – парные; они симметрично повторяются на правой и левой половинах челюстей.

Подъязычная дуга целиком составлена первичными (замещающими) костями. Верхний элемент ее – подвесок (рис.5, 11) верхним концом причленяется к слуховому отделу осевого черепа, а нижним – через маленькую дополнительную косточку (рис.5, 12) – к квадратной кости челюстной дуги. Кроме этого, подвесок срастается с задней крыловидной костью. Таким образом, подвесок выполняет функцию причленения челюстной дуги к осевому черепу; иными словами, череп у костистых рыб, как и у акул, гиостический. Нижняя ветвь подъязычной дуги, гомологичная гиоидному хрящу акул, представлена несколькими окостенениями. Из них крупный – гиоид (рис.5, 13). Гиоиды правой и левой сторон соединяются через непарную кость (рис.5, 14), одновременно поддерживающую язык. К гиоиду прикрепляются тонкие изогнутые косточки – лучи жаберной перепонки, поддерживающие кожистый край жаберной крышки.

Жаберные дуги представлены каждая четырьмя парными косточками, подвижно сочлененными между собой и объединяющимися снизу при помощи непарных костных элементов – копул. Ис-

ключение составляет лишь пятая, самая задняя жаберная дуга, имеющая лишь один парный (нижний) отдел.

Жаберные крышки являются по сравнению с хрящевыми рыбами новообразованием. Каждая состоит из четырех вторичных (покровных) костей: крышки (рис.5, 15), предкрышки (рис.5, 16), подкрышки (рис.5, 17) и межкрышки (рис.5, 18). Жаберная крышка каждой стороны через предкрышечную кость прикрепляется к соответствующему подвеску и к квадратной кости.

Парные конечности и их пояса. Парные конечности представлены грудными и брюшными плавниками. Опорой грудных плавников в теле рыбы служит плечевой пояс (рис.6). Он представлен двумя небольшими замещающими (первичными) и несколькими покровными костями. Верхняя из замещающих костей – лопатка (рис.6, 1) – расположена в области причленения свободной конечности (ее легко отличить по небольшому круглому отверстию в центре кости). Сразу под ней находится врановая кость, или коракоид (рис.6, 2). Эти два элемента составляют первичный пояс. Они неподвижно соединены с крупной покровной костью клейтрум (рис.6, 3), верхний конец которой направлен несколько вперед; к нему присоединяется небольшая кость надклеитрум (рис.6, 4).

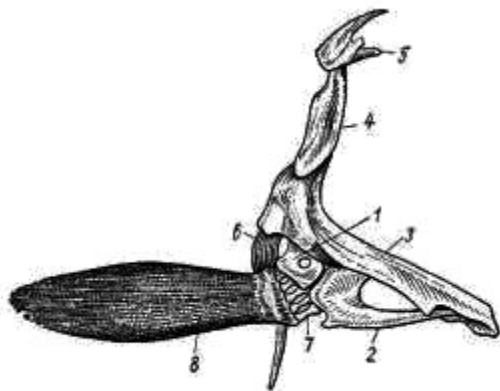


Рис.6. Плечевой пояс и грудной плавник судака:
1 – лопатка, 2 – коракоид, 3 – клеитрум, 4 – надклеитрум, 5 – заднетеменная кость, 6 – заднеключичная кость, 7 – радиалии, 8 – костные кожные лучи

Клейтрум в свою очередь соединяется с заднетеменной (рис.6, 5) костью. Направленные вперед нижние концы правого и левого клеитрумов соединяются друг с другом. Позади клеитрума непо-

далеку от лопатки и коракоида расположена небольшая заднеключичная кость (рис.6, 6). Все названные кости парные; они составляют вторичный плечевой пояс. Правая и левая заднелопаточные кости причленяются к осевому черепу, что обеспечивает более прочную фиксацию пояса и таким образом усиливает его опорную функцию.

Грудной плавник в своем основании имеет один ряд мелких косточек – радиалий (рис.6, 7), отходящих от лопатки (частично и от коракоида). Вся свободная лопасть плавника состоит из членистых кожных лучей (рис.6, 8). Особенность скелета грудных плавников костистых рыб, по сравнению с хрящевыми, заключается в редукции базалий. Подвижность грудных плавников увеличивается потому, что мышцы прикрепляются к расширенным основаниям кожных лучей, подвижно сочленяющихся с радиалиями.

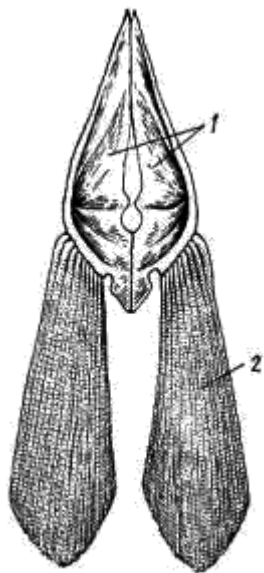


Рис.7. Тазовый пояс и брюшной плавник судака:

1 –тазовые кости, 2 –кожные костные лучи

Тазовый пояс (рис.7) представлен сливающимися друг с другом парными плоскими треугольными костями, лежащими в толще брюшной мускулатуры и не связанными с осевым скелетом. К боковым сторонам тазового пояса причленяются брюшные плавники. У большинства костистых рыб в скелете брюшных плавников отсутствуют базалии и полностью редуцировались радиалии: лопасть

плавника поддерживается кожными костными лучами, расширенные основания которых непосредственно причленяются к тазовому поясу. Такое упрощение скелета брюшных плавников, видимо, связано с их ограниченными функциями.

Непарные конечности. Непарные конечности представлены спинными, подхвостовым (анальным) и хвостовым плавниками. Анальный и спинные плавники состоят из костных лучей, подразделяющихся на внутренние (скрытые в толще мускулатуры) птеригофоры и наружные плавниковые лучи – лепидотрихии.

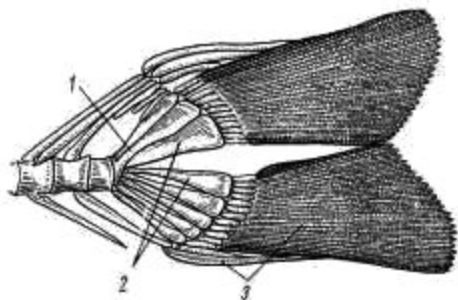


Рис.8. Хвостовой плавник судака:

1 – конец позвоночного столба – уростиль, 2 –гипуралии, 3 – костные кожные лучи – лепидотрихии

Хвостовой плавник, как это было видно уже при наружном осмотре, имеет внешне равнолопастное строение, однако при рассмотрении его внутреннего скелета (рис.8) видно, что концевые позвонки позвоночного столба сливаются в палочковидную косточку – уростиль (рис.8, 1), которая заходит в основание лишь верхней лопасти плавника, а основание нижней лопасти поддерживается разросшимися, довольно широкими нижними дугами позвонков – гипуралиями (рис.8, 2). Такой тип строения хвостового плавника, вполне или почти симметричного по внешней форме, но асимметричного по расположению внутреннего скелета, носит название гомоцеркального. Наружный скелет хвостового плавника составлен многочисленными кожными лучами – лепидотрихиями (рис.8, 3).

Практическое занятие № 6

Тема занятия: **ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЗЕМНОВОДНЫХ**

1. Общее строение тела
2. Изучение строения сердечной системы

Цель занятия:

1. Зарисовать системы и органы лягушки.
2. Зарисовать строение сердца земноводного
3. Зарисовать половую систему
4. Определить усложнения систем органов которые произошли по сравнению с рыбами.

ОБЩАЯ ТОПОГРАФИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

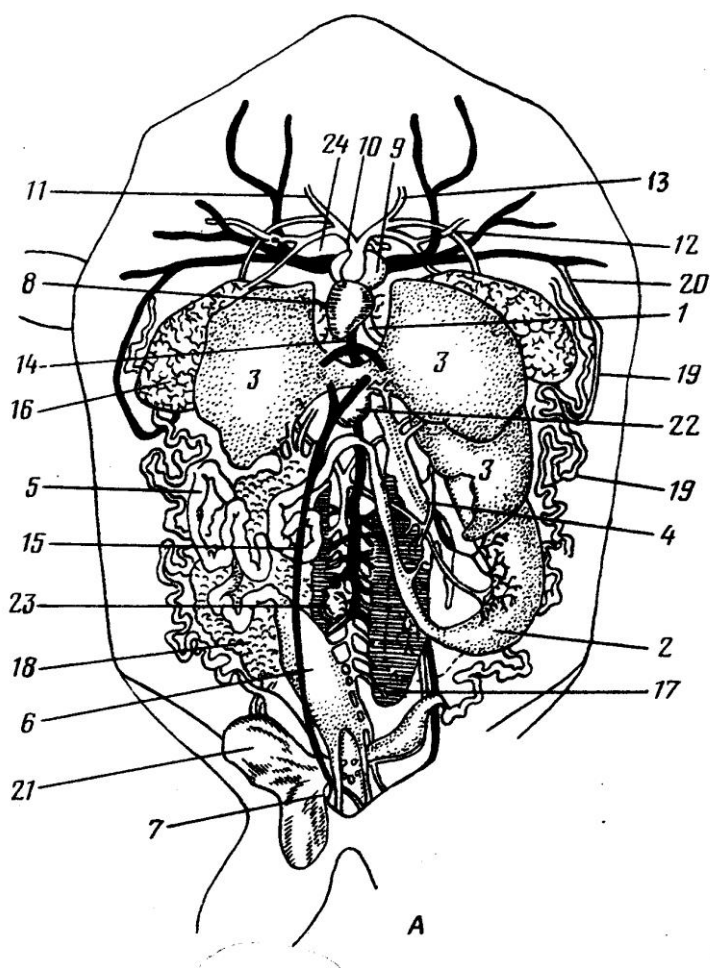


Рис.1. Анатомия земноводного (лягушки) самки:

1 - пищевод, 2 - желудок, 3 - печень, 4 - поджелудочная железа, 5 - тонкая кишка, 6 - толстая (прямая) кишка, 7 - клоака (вскрытая), 8 - желудочек сердца, 9 - левое предсердие, 10 - правое предсердие, 11 - правая сонная артерия, 12 - левая дуга аорты, 14 - задняя полая вена, 15 - брюшная вена, 16 - легкие, 17 - левая почка (задний конец), 18 - правый яичник, 19 - левый яйцевод, 20 - устье (воронка) яйцевода, 21 - мочевого пузыря, 22 -

желчный пузырь, 23 - селезенка, 24 - передняя полая вена (правая)

Кровеносная система.

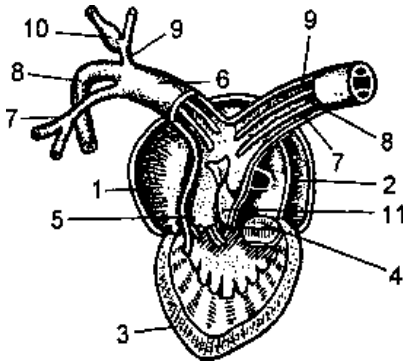


Рис.2 Схема строения вскрытого сердца лягушки:
1 - правое предсердие; 2 - левое предсердие; 3 - желудочек; 4 - клапан, закрывающий общее отверстие, ведущее из обоих предсердий в желудочек; 5 - артериальный конус; 6 - общий артериальный ствол; 7 - кожно-легочная артерия; 8 - дуга аорты; 9 - общая сонная артерия; 10 - сонная «железа»; 11 - спиральный клапан артериального конуса

Сердце у всех амфибий трехкамерное, состоит из двух *предсердий* (рис.2, 1,2) и одного *желудочка* (рис.2, 3) У бесхвостых перегородка между предсердиями полная, но у всех земноводных оба предсердия сообщаются с желудочком одним общим отверстием. К сердцу примыкает *артериальный конус* (рис.2, 5), в него кровь изливается из желудочка. Артериальный конус имеет *спиральный клапан* (рис.2, 11), участвующий в распределении крови в выходящие из него три пары сосудов.

У высших - бесхвостых - амфибий от артериального конуса берут начало *три пары артериальных дуг*.

Первая пара (считая от головы к хвосту) несет кровь к голове, это - *сонные артерии* (рис.2, 9). Вторая пара, также отходящая от брюшной стороны артериального конуса, носит название *системных дуг аорты*. От них отходят *подключичные артерии*, несущие кровь к плечевому поясу и передним конечностям. Правая и

левая системные дуги, описав полукруг, соединяются вместе и образуют *спинную аорту*, расположенную под позвоночником; от нее отходят артерии, идущие к внутренним органам. Последняя, третья, пара, гомологичная четвертой паре жаберных артерий рыб, отходит не от брюшной, а от спинной стороны артериального конуса.

Она несет кровь в легкие и представляет собой *легочные артерии* (рис.2, 7). От каждой легочной артерии отходит сосуд, несущий венозную кровь в кожу: это *кожные артерии*.

Вся кровь из туловищной области собирается в конечном счете в *заднюю полую вену* (рис.1, 14), впадающую в венозную пазуху.

Легочные вены несут кровь непосредственно в левое предсердие. Венозная кровь (с довольно значительной примесью окисленной крови, поступающей из кожных вен в передние полые вены) изливается в венозную пазуху (синус), а оттуда в правое предсердие. При сокращении предсердий венозная и артериальная кровь изливается через общее для обоих предсердий отверстие в желудочек. К его правой части примыкает артериальный конус, в который поступает сначала наиболее венозная кровь, направляющаяся далее открытое отверстие кожно-легочных артерий. Отверстия остальных артериальных дуг в это время прикрыты *спиральным клапаном артериального конуса*. При дальнейшем сокращении желудочка давление в артериальном конусе возрастает, спиральный клапан сдвигается и открываются отверстия системных дуг аорты, через которые поступает смешанная кровь из центральной части желудочка. Дальнейшее сдвигание спирального клапана освобождает устья сонных артерий, куда и проходит наиболее окисленная кровь, выходящая в артериальный конус в последнюю очередь из левой части желудочка. Однако полного разделения артериальной и венозной крови не происходит: к органам тела идет смешанная кровь.

Дыхательная система. В дыхательную систему входят и проводящие пути и легкие. Гортанная щель, ограниченная от ротовой

полости несколькими хрящами, ведет в небольшую полость — гортань. Гортанная щель может открываться и закрываться при сокращении специальных гортанных мышц. На внутренней вогнутой поверхности черпаловидных хрящей расположены голосовые связки — складки слизистой оболочки гортани. При колебании этих связок, вызванном прохождением воздуха через гортань, возникают звуки (квakanье), усиливаемые резонаторами. Два небольших отверстия из полости гортани ведут непосредственно в парные легкие.

Лежащие по бокам сердца легкие (рис. 1, 16) представляют собой тонкостенные мешки с эластичными стенками, внешне имеющие ячеистое строение. Ячеистость обусловлена небольшими выростами (септами) на внутренней стороне стенок легких, благодаря чему несколько увеличивается их внутренняя поверхность. Однако общая внутренняя поверхность легких земноводных невелика и обычно даже несколько меньше (у немногих видов — чуть больше) поверхности кожи. (У млекопитающих внутренняя поверхность легких превышает поверхность кожи в 60—100 раз).

У настоящих наземных позвоночных животных (пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие) насыщение воздуха в легкие осуществляется преимущественно путем изменения объема грудной клетки (соединение грудины с позвоночным столбом через ребра). Земноводные же грудной клетки не имеют (ребра отсутствуют или развиты очень слабо), и механизм дыхания у них весьма своеобразен. На живой лягушке хорошо видно, что дно ее ротовой полости ритмично поднимается и опускается; в ином ритме открываются и закрываются наружные отверстия ноздрей.

Пищеварительная система. Пищеварительный тракт начинается ротовой полостью и кончается клоакой. От ротовой полости за гортанной щелью широким отверстием начинается короткий, легко растяжимый пищевод (рис. 1, 1), проходящий по спинной стороне полости тела над сердцем, легкими и печенью.

Пищевод впадает в желудок (рис. 1, 2), отделенный от него кольцевидной перетяжкой. Желудок слегка изогнут и имеет более

толстые, чем пищевод, мускульные стенки. Задний суженный конец желудка едва заметной кольцевой перетяжкой отделяется от начального отдела тонкого кишечника — двенадцатиперстной кишки (рис. 1, 5), которая идет параллельно желудку вперед. Между желудком и двенадцатиперстной кишкой в виде рыхлого желтоватого тяжа лежит поджелудочная железа (рис. 1, 4). Без резкой границы двенадцатиперстная кишка переходит в имеющую несколько меньший диаметр тонкую кишку (рис. 1, 5), расположенную в виде нескольких петель в правой части полости тела. Тонкий кишечник переходит в короткую широкую прямую кишку (рис. 1, 6), и, утончаясь, образует клоаку с отверстием на спинной стороне ().

Печень (рис. 1, 3) — крупный компактный трехлопастный орган — лежит сразу за сердцем. На нижней поверхности ее маленькой средней доли расположен округлый зеленовато-черный желчный пузырь (рис. 1, 22) — резервуар, где скапливается выделяемая печенью желчь. По поверхности правой и левой долей печени проходят (заметны лишь при внимательном рассматривании) печеночные протоки, сливающиеся вместе с протоком желчного пузыря в общий желчный проток. Желчный проток в виде плотного тяжа проходит через ткань поджелудочной железы, принимая от нее несколько мелких коротких протоков, и впадает в начальную часть двенадцатиперстной кишки.

Функция пищевода — проведение пищи в желудок. Здесь пища размельчается давлением мускулистых стенок и пропитывается пищеварительными ферментами, выделяемыми железами желудка. В тонком отделе кишечника пищевая масса пропитывается ферментами, поступающими по желчному протоку из печени и поджелудочной железы, переваривается и через стенки кишечника всасывается. В прямой кишке происходит всасывание воды и формирование каловых масс, выделяемых наружу через полость клоаки.

В брыжейке тонкого отдела кишечника лежит (на вскрытой лягушке — обычно между желудком и прямой кишкой) небольшая округлая селезенка (рис. 1, 23). В селезенке происходит образова-

ние форменных элементов крови (эритроцитов, лимфоцитов), идет фагоцитоз попавших в кровь бактерий и т. п. Селезенка также служит и депо крови, при необходимости (кровопотери, длительное энергичное движение и т. д.) выделяемой в кровяное русло.

Мочеполовая система. Парные компактные удлинено-овальной формы мезонефрические (или туловищные) почки (рис. 1, 7, рис. 3, 1) расположены по бокам позвоночного столба в задней части полости тела. По внешнему краю каждой почки проходит тоненький тяж сероватого цвета — вольфов канал (рис. 3, 2) — мочеточник мезонефрической почки. Вольфовы каналы правой и левой почек открываются в спинной части клоаки самостоятельными отверстиями (рис. 1, 6; рис. 3, 4). Непарное отверстие в вентральной стенке клоаки ведет в обширный двухлопастный тонкостенный мочевой пузырь (рис. 1, 27; рис. 3, 5). Попадающая в клоаку по вольфовым каналам (мочеточникам) моча стекает на дно клоаки и попадает в мочевой пузырь. Довольно густая сеть капилляров в его стенках обеспечивает всасывание воды из мочи. Моча становится более концентрированной и сокращениями стенок мочевого пузыря вновь выводится в клоаку, а из нее — наружу.

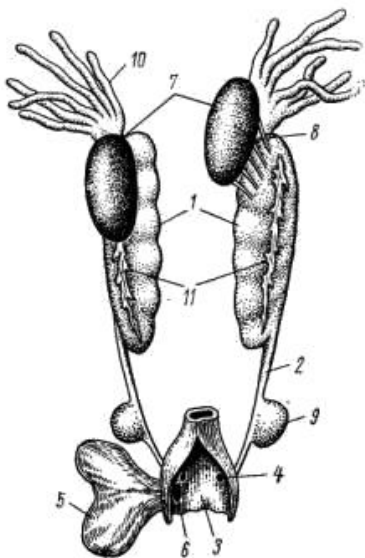


Рис. 3. Мочеполовая система самца лягушки:

1 — почка, 2 — мочеточник (он же семяпровод), 3 — полость клоаки, 4 — мочеполовое отверстие, 5 — мочевой пузырь, 6 — отверстие мочевого пузыря, 7 — семенник, 8 — семявыносящие канальцы, 9 — семенной пузырек, 10 — жировое тело, 11 — надпочечник

Эти особенности характерны для выделительной системы обоих полов.

У переднего края каждой почки, в той же брыжейке, что и половые железы, располагаются пальцевидной формы оранжевые жировые тела (рис. 3, 10; рис. 52, 10) — резерв питательных веществ для формирования половых клеток. По поверхности каждой почки тянется узкая, иногда слабо заметная желтоватая полоска — надпочечник (*corpus suprarenalis*; рис. 3, 11; рис. 4, 11) — железа внутренней секреции.

Семенники (рис. 3, 7) — парные округлые желтоватого или буроватого цвета подвешены в брыжейке вместе с жировыми телами около передних краев почек. Если осторожно оттянуть пинцетом семенник, то в брыжейке станут заметными отходящие от семенника тонкие беловатые нити — семявыносящие канальцы (рис. 3, 8), впадающие в переднюю часть почки. Семявыносящие канальцы открываются в почечные канальцы и, таким образом, передняя часть почки земноводных функционально выполняет роль придатка семенника, а вольфов канал у самцов земноводных одновременно выполняет функцию и мочеточника, и семяпровода. В период размножения (апрель, май) в стенках вольфовых каналов почти сразу же после их выхода из почек хорошо заметны карманообразные расширения — семенные пузырьки (рис. 3, 9); они служат хранилищем семенной жидкости. Вне периода размножения размеры семенных пузырьков уменьшаются, но они все-таки видны.

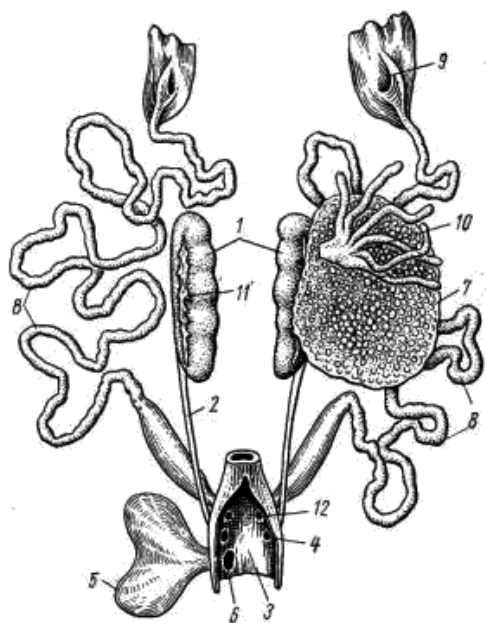


Рис. 4. Мочеполовая система самки лягушки:

1 — почка, 2 — мочеточник, 3 — полость клоаки, 4 — мочевое отверстие, 5 — мочевой пузырь, 6 — отверстие мочевого пузыря, 7 — левый яичник (правый яичник на рисунке не изображен), 8 — яйцевод, 9 — воронка яйцевода, 10 — жировое тело (жировое тело правой стороны не изображено), 11 — надпочечник, 12 — половое отверстие (отверстие яйцевода)

У самок парные яичники (рис. 4, 7) представляют собой подвешенные на брыжейках (вместе с жировыми телами) тонкостенные мешки, заполняющие в зависимости от сезона более или менее значительную часть полости тела. Через стенки яичников ясно просвечивают заполняющие их полость пигментированные яйца. Половыми путями самок служат парные яйцеводы — мюллеровы каналы (рис. 4, 8), подвешенные на коротких брыжейках по бокам полости тела. Длина яйцеводов сильно изменяется по сезонам года; особенно сильно они извиты и удлинены весной, в период размножения (превышают длину тела в 6 — 8 раз). Передний конец каждого яйцевода открывается в полость тела (рядом с сердцем) расширенным отверстием — воронкой яйцевода (рис. 4, 9). Нижняя часть яйцевода — ее часто называют маточной частью — более широкая. Каждый яйцевод открывается в клоаку самостоятельным отверстием (рис. 4, 12)

При созревании яйцеклетки лопается окружающая ее фолликулярная оболочка, и яйцо выталкивается в полость тела. Здесь оно

подхватывается резко увеличившейся к началу яйцекладки воронкой яйцевода и, благодаря перистальтике его стенки, движется по яйцеводу. При этом выделения желез, расположенных в стенках яйцевода, формируют вокруг яйцеклетки прозрачную студенистую яйцевую оболочку. В нижних (маточных) частях яйцеводов вполне сформированные яйца (икринки) группируются в готовые к откладыванию комки.

Таким образом, у земноводных (типичных *Anamnia*), как и у хрящевых рыб, во взрослом состоянии функционируют почки мезонефрического типа. У самцов вольфов канал служит и мочеточником и семяпроводом, сперматозоиды никогда не выпадают в полость тела, мюллеровы каналы редуцируются. У самок вольфов канал служит только мочеточником, а мюллеров канал — яйцеводом. Зрелое яйцо выпадает в полость тела, а затем через воронку попадает в яйцевод.

Тема 8. СКЕЛЕТ ЗЕМНОВОДНЫХ

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrata

Класс Земноводные, Amphibia

Отряд Бесхвостые, Anura (Ecaudata)

Представитель – Озерная лягушка, *Rana ridibunda* Pall.

ЗАДАНИЕ

Уяснить особенности строения скелета земноводных. Сделать следующие рисунки:

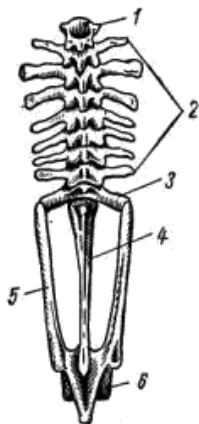
1. Череп лягушки сверху.
2. Череп снизу.
3. Пояс передних конечностей (расправленный) снизу.
5. Скелет передней конечности.
6. Тазовый пояс сбоку.
7. Скелет задней конечности.

Дополнительное задание

Сравнить, не зарисовывая, скелеты бесхвостого (лягушка) и хвостатого земноводного.

ОПИСАНИЕ СКЕЛЕТА

Скелет земноводных, как и других позвоночных животных, разделяется на осевой скелет (позвоночный столб), череп (мозговой и висцеральный), парные конечности и их пояса. Практически во всех отделах скелета еще довольно большую роль играет хрящ.



Осевой скелет. Осевой скелет у земноводных представлен позвоночным столбом (рис. 1), состоящим из окостеневших позвонков; хорда во взрослом состоянии обычно редуцируется. По сравнению с рыбами осевой скелет земноводных состоит из большего числа отделов.

Рис. 1. Осевой скелет и тазовый пояс лягушки (вид сверху):

1 - шейный позвонок, 2 - туловищные позвонки, 3 - крестцовый позвонок, 4 - уrostиль (слившиеся хвостовые позвонки), 5 - тазовый пояс, 6 - вертлужная впадина

1. Шейный отдел (рис. 1, 1) у всех земноводных представлен одним шейным позвонком, который при помощи двух суставных площадок подвижно сочленяется с черепом.

2. Туловищный отдел (рис. 1, 2) позвоночника лягушек состоит из 7 позвонков (у хвостатых земноводных – от 14 до 63).

3. Крестцовый отдел (рис. 1, 3) у всех земноводных представлен одним крестцовым позвонком, к массивным поперечным отросткам которого причленяются подвздошные кости тазового пояса (рис. 1, 5).

4. Хвостовой отдел у личинок бесхвостых земноводных состоит из довольно большого числа отдельных позвонков, которые во время метаморфоза сливаются в одну хвостовую косточку – уrostиль (рис. 1, 4). У хвостатых земноводных в хвосте сохраняется 26-36 отдельных позвонков.

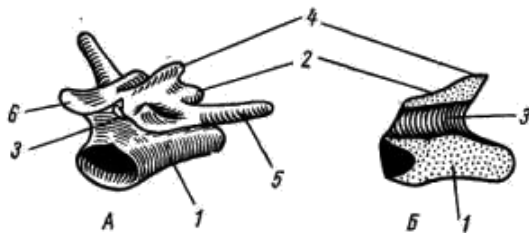


Рис. 2. Туловищный позвонок лягушки.

А – общий вид; Б – продольный разрез: 1 –

тело позвонка, 2 – верхняя дуга, 3 – канал для спинного мозга, 4 – остистый отросток, 5 – поперечный отросток, 6 – сочленовный отросток

Туловищные позвонки большинства лягушек процельного типа: тело позвонка спереди вогнуто, сзади выпукло (рис. 2), однако последний туловищный позвонок имеет амфицельный (двояковогнутый) тип строения. Над телами позвонков располагаются верхние дуги (рис. 2, 2), образующие канал для спинного мозга. На спинной, стороне дуги имеется небольшой остистый отросток (рис. 2,

4). От верхнебоковой поверхности тела позвонка отходят парные поперечные отростки (рис. 2, 5); у хвостатых земноводных к их концам прикрепляются коротенькие ребра, у бесхвостых земноводных ребра отсутствуют. Позвонки соединяются друг с другом сочленением самих тел позвонков (что обеспечивается прочельным типом их строения) и соединением специальных парных сочленовных отростков (рис. 2, 6), располагающихся спереди и сзади на основании верхней дуги.

Череп. Осевой, или мозговой, череп земноводных, как и череп хрящевых рыб, платибазального типа: с широким основанием и широко расставленными глазницами, между которыми располагается передний конец головного мозга. В черепе, по сравнению с костистыми рыбами, сохраняется много хряща, а число окостенений относительно невелико.

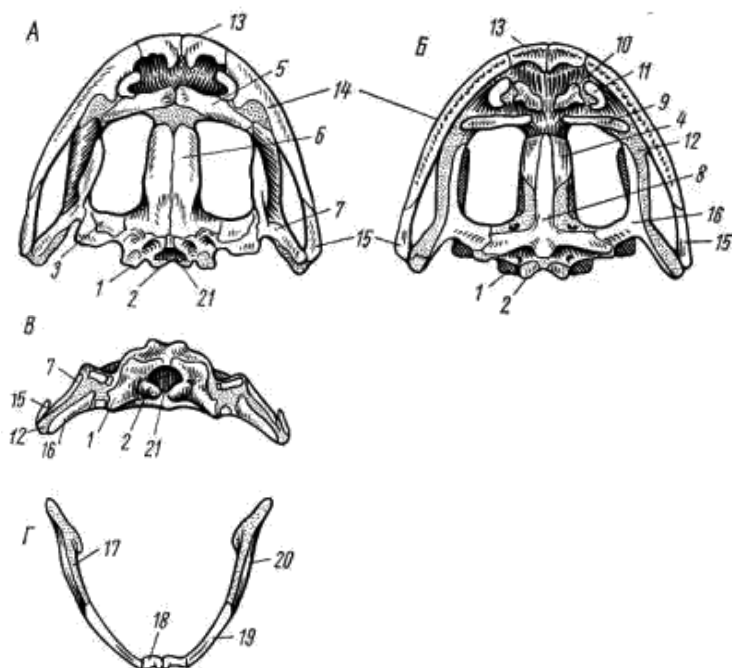


Рис. 3. Череп лягушки.

А – сверху; Б – снизу; В – сзади; Г – нижняя челюсть сверху

1 – боковая затылочная кость, 2 – затылочный мыщелок, 3 – переднеушная кость, 4 – клиновидно-обонятельная кость, 5 – носовая кость, 6 – лобно-теменная кость, 7 – чешуйчатая кость, 8 – парасфеноид, 9 – нёбная кость, 10 – сошник, 11 – хоана, 12 – нёбно-квадратный хрящ, 13 – межчелюстная кость, 14 – верхнечелюстная кость, 15 – квадратно-скуловая кость, 16 – крыловидная кость, 17 – меккелев хрящ, 18 – подбородочно-челюстная кость, 19 – зубная кость, 20 – угловая кость, 21 – большое затылочное отверстие

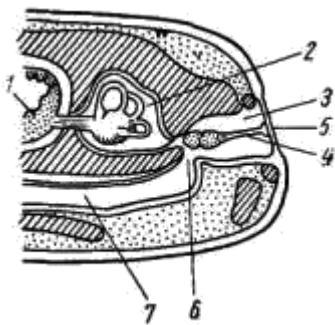


Рис. 4. Схематический разрез через слуховую область головы лягушки:

1 – головной мозг, 2 —слуховая капсула с полукружными каналами, 3 – полость среднего уха, 4 – стремечко, 5 – барабанная перепонка, 6 – евстахиева труба, 7 – ротовая полость

Полная редукция у земноводных жаберной крышки и смена гиостилического типа прикрепления челюстей аутостилистическим приводят к потере основных функций подъязычной дуги (укрепление челюстей, опора жаберной крышки). Подъязычная дуга еще у предков современных земноводных начала редуцироваться, а полость брызгальца (остаток жаберной щели между челюстной и подъязычной дугами) в связи с переходом к жизни в воздушной среде преобразовалась в полость среднего уха (рис. 4, 3). Расположенный рядом с брызгальцем верхний элемент подъязычной дуги – подвесок превратился в слуховую косточку – столбик, или стремечко (рис. 4, 4). У современных бесхвостых земноводных стремечко имеет вид тоненькой палочковидной косточки, лежащей перпендикулярно мозговому черепу под чешуйчатой и квадратно-скуловой костями. Одним концом стремечко упирается в центр барабанной перепонки (рис. 4, 5), а другим – в овальное окно слухо-

вой капсулы. Этот механизм, усиливающий звуковые колебания и обеспечивающий возможность слуха в воздушной среде, у части современных земноводных в различной степени вторично редуцирован. Добавочными механизмами, обеспечивающими восприятие звуковых волн, распространяющихся по твердому субстрату, у них становится нижняя челюсть, а также передача звуковых колебаний по кровеносным стволам.

Парные конечности и их пояса. Конечности земноводных, как и конечности других классов наземных позвоночных животных, представляют в схеме систему рычагов, подвижно соединенных друг с другом. Схемы строения передней и задней конечностей однотипны (рис. 5):

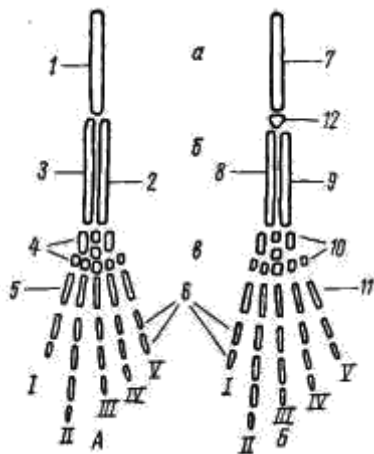


Рис. 5. Схема строения парных конечностей (левых) наземных позвоночных.

А – передняя конечность; Б – задняя конечность:

а – плечо – бедро, б – предплечье – голень, а – кисть – стопа;

1 – плечевая кость, 2 – локтевая кость, 3 – лучевая кость, 4 – запястье, 5 – пясть, 6 – фаланги пальцев, 7 – бедренная кость, 8 – большая берцовая кость, 9 – малая берцовая кость, 10 – предплюсна, 11 – плюсна, 12 – коленная чашечка,

I – V – пальцы

Передняя конечность:	Задняя конечность:
I. Плечо (рис. 5, 1).	I. Бедро (рис. 5, 7).
II. Предплечье : лучевая кость (рис. 5, 3), локтевая кость (рис. 5, 2).	II. Голень : большая берцовая кость (рис. 5, 5), малая берцовая кость
III. Кисть : запястье (рис. 5, 4), пясть (рис. 5, 5),	

фаланги пальцев (рис. 5, 6).	(рис. 5, 9). III. Стопа : предплюсна (рис. 5, 10), плюсна (рис. 5, 11), фаланги пальцев (рис. 5, 6).
------------------------------	--

Проксимальный отдел передней конечности – плечо (рис. 6, 7) – трубчатая кость; средняя ее часть называется диафизом, а утолщенные концы – эпифизами. У земноводных эпифизы плеча (и бедра) остаются хрящевыми. Проксимальный конец имеет округлую головку плеча (*caput humeri*; рис. 6, 2), которая входит в суставную ямку пояса передних конечностей; на дистальном конце – полушаровидная поверхность для сочленения с костями предплечья. Поверхность плеча имеет гребни, к которым прикрепляются мышцы.

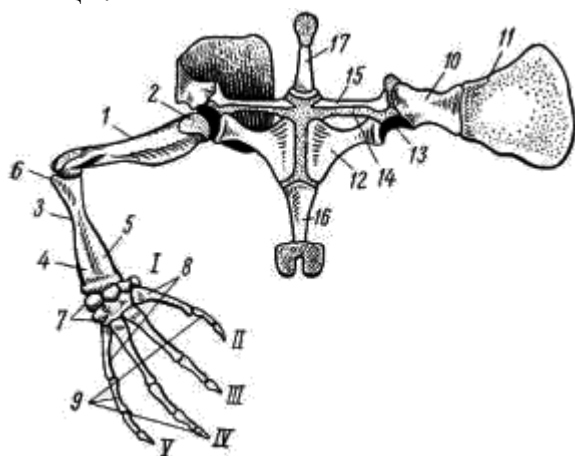


Рис. 6. Передняя конечность и плечевой пояс лягушки:

1 – плечевая кость, 2 – головка плеча, 3 – предплечье, 4 – локтевая кость, 5 – лучевая кость, 6 – локтевой отросток, 7 – запястье, 8 – пясть, 9 – фаланги пальцев, 10 – лопатка, 11 –

надлопаточный хрящ, 12 – коракоид, 13 – суставная впадина для головки плеча, 14 – прокоракоидный хрящ, 15 – ключица, 16 – грудина, 17 – предгрудинник, I – редуцированный первый палец, II – V – хорошо развитые пальцы

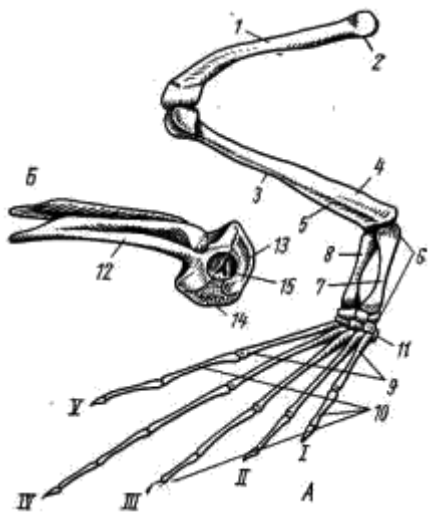
У бесхвостых земноводных лежащая снаружи локтевая (рис. 6, 4) и с внутренней стороны – лучевая (рис. 6, 5) кости сливаются в

единую кость предплечья (рис. 6, 3); продольная бороздка показывает границу их слияния. У хвостатых земноводных эти кости самостоятельны. Проксимальные концы обеих костей образуют сочленовную ямку для соединения с плечом; позади этой ямки находится локтевой отросток (рис. 6, 6) локтевой кости, ограничивающий разгибание конечности.

Запястье (рис. 6, 7) состоит из двух рядов мелких косточек. К дистальному ряду косточек запястья примыкают пять удлинённых косточек пясти (рис. 6, 8). С дистальными концами пястных костей сочленяются фаланги пальцев (рис. 6, 9). У земноводных первый (большой) палец сильно редуцирован и кисть заканчивается лишь четырьмя хорошо развитыми пальцами.

Пояс передних конечностей, или плечевой пояс, у земноводных, как и у акул, лежит в толще мускулатуры туловища, связывающей его с осевым скелетом. Из верхней (дорзальной) лопаточной части первичного пояса образуется лопатка (рис. 6, 10); его самая верхняя часть остается хрящевой в виде широкого надлопаточного хряща (рис. 6, 11). На передне-наружной поверхности надлопаточного хряща у некоторых бесхвостых амфибий имеется небольшое окостенение – остаток клейтрума рыбообразных предков. Окостеневшая коракоидная часть пояса превратилась в мощную коракоидную кость (рис. 6, 12), вместе с лопаткой образующую суставную впадину для головки плеча (рис. 6, 13). Спереди от коракоида за небольшим отверстием лежит хрящевой прокоракоид (рис. 6, 14), на который налегает тоненькая покровная кость – ключица (рис. 6, 15). Неокостеневшие хрящевые внутренние концы

коракоидов и прокоракоидов правой и левой сторон сливаются вместе по средней линии. Позади коракоидов располагается костная грудина (рис. 7, 16) с хрящевым задним концом. Впереди от прокоракоидов выдается предгрудинник (рис. 6, 17) также с хрящевым концом. В поясе пе-



редних конечностей хвостатых земноводных заметно больше хряща, а окостенения имеют меньшие размеры; ключицы часто не развиваются.

Плечевой пояс служит опорой для передних конечностей и местом прикрепления управляющих ими мышц.

Грудная клетка у земноводных не развивается: грудина не соединяется с ребрами.

Рис. 7. Задняя конечность (А) и тазовый пояс (Б) лягушки сбоку:

1 – бедренная кость, 2 – головка бедра, 3 – голень, 4 – большая берцовая кость, 5 – малая берцовая кость, 6 – предплюсна, 7 – tibiale, 8 – fibulare, 9 – плюсна, 10 – фаланги пальцев, 11 – рудимент VI пальца, 12 – подвздошная кость, 13 – седалищная кость, 14 – лобковый хрящ, 15 – вертлужная впадина, I – V – пальцы

Задняя конечность имеет удлиненную трубчатую кость – бедро (рис. 7, 1), проксимальная часть которой заканчивается головкой (рис. 7, 2), входящей в вертлужную впадину (рис. 7, 15) тазового пояса. Большая берцовая (рис. 7, 4) и малая берцовая (рис. 7, 5) кости бесхвостых земноводных сливаются в единую кость голени (рис. 7, 3); у хвостатых земноводных они сохраняются разделенными.

Ряд костей предплюсны (рис. 7, 6) бесхвостых земноводных состоит из двух удлиненных костей, образующих добавочный рычаг конечности. Между голенью и этими костями образуется голеностопный сустав. От дистального ряда костей предплюсны у земноводных сохраняются лишь 2 – 3 маленькие косточки. Плюсна (рис. 7, 9) образована пятью длинными косточками, к которым причленяются фаланги пальцев (рис. 7, 10). Самый длинный палец у лягушек – IV. Сбоку от I (внутреннего) пальца располагается маленький рудимент VI («предпервого») пальца (рис. 7, 11).

Пояс задних конечностей, или тазовый, у земноводных, как и у всех наземных позвоночных, состоит из трех парных элементов;

причем все они вместе образуют суставную вертлужную впадину (рис. 7, 15) для соединения с головкой бедра. Длинные, направленные вперед подвздошные кости (рис. 7, 12) своими концами при-членяются к поперечным отросткам крестцового позвонка (см. рис. 1). Нижняя часть тазового пояса у земноводных не окостеневает и представлена лобковым хрящом (рис. 7, 14). Позади него лежат парные седалищные кости (рис. 7, 13).

У хвостатых земноводных, по сравнению с бесхвостыми, в тазовом поясе много больше хряща, а сформировавшиеся кости малы.

КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ *REPTILIA*

Практика №8. ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ ЯЩЕРИЦЫ

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrata

Класс Пресмыкающиеся, Reptilia

Отряд Чешуйчатые, Squamata

Представитель – Кавказская агама, *Agatna caucasica* Eichw.

ЗАДАНИЕ

Познакомиться с особенностями внешнего облика ящерицы. Обратит внимание на отделы тела, строение покровов, внешнее строение глаз, наружные отверстия ноздрей, ушные отверстия и т. п.

Ознакомиться с общим расположением внутренних органов; последовательно рассмотреть строение отдельных систем органов, начиная с кровеносной системы. Сделать следующие рисунки:

1. Схема кровеносной системы.
2. Общее расположение внутренних органов.
3. Мочеполовая система (другого, по сравнению с вскрытым объектом, пола).

ВНЕШНИЙ ВИД

Тело ящерицы отчетливо разделяется на голову, шею, туловище, хвост и парные конечности – передние и задние (рис. 1).

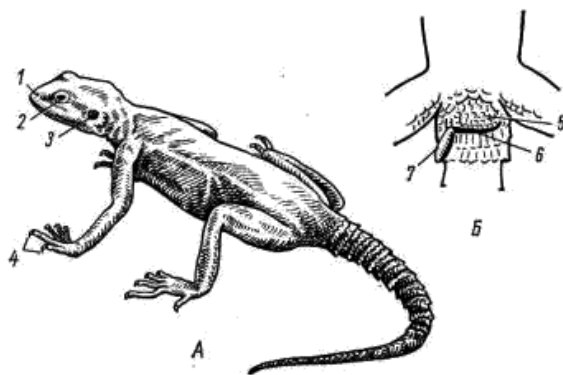


Рис. 1. Внешний вид (А) и область клоаки снизу (Б) кавказской агамы, самца:

1 – наружные ноздри, 2 – глаз, 3 – наружное ушное отверстие, 4 – когти, 5 – роговые чешуи, 6 – клоака, 7 – выпятившийся

копулятивный мешок

Поверхностные слои эпидермиса кожи ящерицы (как и всех других пресмыкающихся) ороговевают: клетки постепенно отмирают, заполняясь роговым веществом – кератогиалином. Утолщение рогового слоя происходит небольшими участками – чешуями, между которыми роговой слой очень тонок (рис. 72), поэтому гибкость кожи (и всего тела) сохраняется. Форма чешуи на разных участках тела одного и того же животного может существенно различаться. У разных видов форма, расположение и количество чешуи обычно более или менее различны, поэтому эти особенности широко используются в систематике пресмыкающихся.

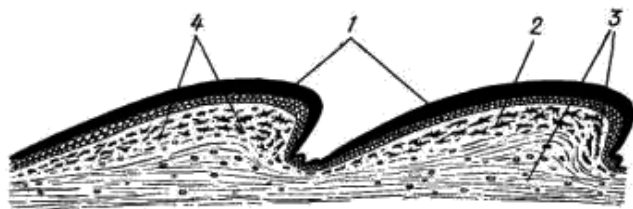


Рис. 2. Схема поперечного разреза кожи ящерицы рода *Lacerta*:

1 – роговой слой (чешуя), 2 – эпидермис, 3 – корium, 4 – пигментные клетки

Голова агамы покрыта мелкой, неправильной формы чешуей; у некоторых других ящериц (например, родов *Lacerta*, *Eremias*) на голове имеются довольно крупные роговые щитки, расположенные в строго определенном порядке. На верхней поверхности головы видны парные наружные ноздри (рис. 1, 1), открывающиеся в ротовую полость так называемыми внутренними ноздрями, или хоанами. Глаза (рис. 1, 2) прикрыты подвижными веками; в заднем углу глаза имеется мигательная перепонка. Позади глаз расположены ушные отверстия (рис. 1, 3), на некоторой глубине затянутые барабанной перепонкой.

Удлиненное туловище агамы также покрыто роговой чешуей (рис. 1, 5) – мелкими, неправильной формы чешуйками на спинной стороне и рядами более крупных щитков на брюхе. В заднем конце туловища на границе с хвостовым отделом между брюшными щитками располагается щелевидное отверстие клоаки (рис. 1, 6).

Хвостовые чешуи у кавказской агамы образуют двойные кольца; у других ящериц расположение хвостовых чешуи иное.

Пятипалые конечности ящериц, как и других рептилий, оканчиваются роговыми образованиями – когтями (рис. 1, 4).

Кожа ящериц, как и у всех пресмыкающихся, сухая, что связано с отсутствием слизистых желез. Кожные железы имеются в небольшом количестве и размещены лишь на немногих, определенных для данного вида участках. Они выделяют густой жироподобный секрет и несут специальные функции, по всей вероятности связанные с оставлением пахучего следа, облегчающего образование пар при размножении. У агамы хорошо видна группа таких желез в задней части брюшка; их секрет в виде «воскового» налета покрывает чешуи в этой области. Это скопление желез особенно хорошо выражено у самцов.

ОБЩАЯ ТОПОГРАФИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Кровеносная система. Сердце располагается на брюшной стороне передней части грудной полости. Как и у земноводных,

сердце ящериц трехкамерное: оно состоит из двух предсердий – правого и левого (рис. 3, 1, 2) и одного желудочка (рис. 3, 3).

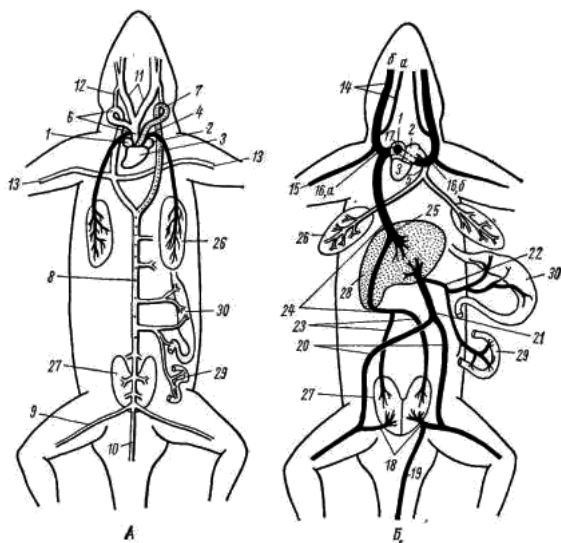


Рис. 3. Схема кровеносной системы кавказской агамы.

А – артериальная система; Б – венозная система

(белым цветом показаны сосуды с артериальной кровью, пунктиром – со смешанной и черным цветом – с венозной кровью):

1 – правое предсердие, 2 – левое предсердие, 3 – желудочек, 4

– легочная артерия, 5 – легочная вена, 6 – правая дуга аорты, 7 – левая дуга аорты, 8 – спинная аорта, 9 – подвздошная артерия, 10 – хвостовая артерия, 11 – сонная артерия, 12 – сонный проток, 13 – подключичная артерия, 14 – яремные вены (а – внутренняя, б – наружная), 15 – подключичная вена, 16 – передняя полая вена (а – правая, б – левая), 17 – венозная пазуха, 18 – воротная вена почек, 19 – хвостовая вена, 20 – тазовая вена, 21 – брюшная вена, 22 – воротная вена печени, 23 – почечная вена, 24 – задняя полая вена, 25 – печеночная вена, 26 – легкое, 27 – почка, 28 – печень, 29 – кишечник, 30 – желудок

Желудочек сердца поделен неполной, так называемой горизонтальной перегородкой на две полости: меньшую вентральную, расположенную вниз и вправо от перегородки, и большую дорзальную – вверх и влево от перегородки. Левое предсердие открывается в левую часть дорзальной полости желудка, а правое

предсердие – в правую часть той же полости, в области свободного края перегородки. Дорзальная полость поделена на отдельные камеры многочисленными мышечными гребнями. Один из них, наиболее развитый, представляет собой так называемую вертикальную перегородку, которая подразделяет дорзальную полость желудочка на две половины – левую и правую. Благодаря такому строению в желудочке сердца рептилий не происходит полного смешивания артериальной и венозной крови. При сокращении предсердий артериальная кровь, выталкиваемая из левого предсердия, собирается главным образом в левой части дорзальной полости желудочка; венозная кровь из правого предсердия попадает в правую половину дорзальной части желудочка и, обтекая край горизонтальной перегородки, собирается в вентральной части желудочка. Лишь в правой половине спинной части желудочка артериальная и венозная кровь смешивается.

Свойственный амфибиям артериальный конус у пресмыкающихся редуцирован, и главные артериальные стволы большого и малого кругов кровообращения отходят от желудочка самостоятельно. При этом в отличие от амфибий, у которых от артериального конуса отходят три пары артериальных стволов, у пресмыкающихся в сердце начинаются только три непарных сосуда: легочная артерия и две (правая и левая) дуги аорты.

Легочная артерия (рис.3, 4) начинается от вентральной (венозной) части желудочка и вскоре делится на две ветви, несущие кровь к правому и левому легким. По легочным артериям движется венозная кровь. Насыщенная кислородом артериальная кровь по легочным венам (рис.3, 5) возвращается к сердцу. Правая и левая легочные вены сливаются в один непарный сосуд, впадающий в левое предсердие. Вся система рассмотренных сосудов составляет малый (легочный) круг кровообращения.

Сосуды большого круга кровообращения начинаются также в желудочке сердца. От его левой спинной (артериальной) части отходит правая дуга аорты (рис.3, 6), а правее ее, в области свободного края горизонтальной перегородки, – левая дуга аорты (рис.3, 7). Соответственно месту отхождения этих сосудов в желу-

дочке в правую дугу аорты попадает преимущественно артериальная кровь, тогда как в левую – смешанная (артериальная с примесью венозной). Обе дуги аорты огибают сердце и на спинной стороне позади него объединяются в непарную спинную аорту (рис.3, 8), отсылающую многочисленные сосуды к различным органам тела. В области задних конечностей спинная аорта разветвляется на две крупные подвздошные артерии (рис.3, 9), несущие кровь к конечностям, и хвостовую артерию (рис.3, 10).

От правой дуги аорты коротким, сразу же раздваивающимся общим стволом отходят сонные артерии (рис.3, 11). Обе сонные артерии, вначале идущие параллельно восходящим ветвям дуг аорты, несут кровь к голове выше места поворота дуг аорты кверху (книзу от наблюдателя) и назад каждая сонная артерия отсылает от себя сонный проток (рис.3, 12), впадающий соответственно в правую или левую дугу аорты.

От правой дуги аорты, примерно посередине между местом ее поворота и местом слияния дуг аорты, на уровне заднего конца сердца можно увидеть отходящие от нее подключичные артерии (рис.3, 13), идущие в передние конечности. Таким образом, у пресмыкающихся в отличие от земноводных сонные и подключичные артерии отходят асимметрично – только от правой дуги аорты. Благодаря этому в голову и в передние конечности попадает кровь, наиболее богатая кислородом.

Венозная кровь от головы собирается в крупные парные яремные вены (рис.3, 14), которые, сливаясь с идущими от передних конечностей менее заметными подключичными венами (рис.3, 15), образуют парные передние полые вены (рис.3, 16). Передние полые вены впадают в венозную пазуху (рис.3, 17), сообщающуюся с правым предсердием. У ящериц венозная пазуха, как и у большинства рептилий, выражена слабо.

От задней части туловища венозная кровь попадает в сердце двумя путями. Вены, несущие кровь от задних конечностей, образуют короткие парные воротные вены почек (рис.3, 18), с каждой из которых сливаются ветви разделившейся непарной хвостовой вены (рис.3, 19). Эти сосуды обычно удается рассмотреть лишь на

инъецированных препаратах. По воротным венам почек кровь попадает в систему капилляров – воротную систему почек.

Большая же часть крови из заднего отдела тела идет по довольно крупным парным тазовым венам (рис.3, 20; иногда их называют подвздошными венами которые, сливаясь, образуют непарную брюшную вену (рис.3, 21), несущую венозную кровь в печень. Венозная кровь от кишечника идет по нескольким венам, сливающимся в непарную воротную вену печени (рис.3, 22). В печени или перед входом в нее воротная вена печени сливается с брюшной веной, и этот общий сосуд сразу же распадается на систему печеночных капилляров. Следовательно, как и у земноводных, воротную систему печени образуют две вены: брюшная и воротная печени.

Из воротной системы почек кровь собирается в парные почечные вены (рис.3, 23), которые сливаются в крупную непарную заднюю полую вену (рис.3, 24). Задняя полая вена пронизывает печень (не отсылая в нее сосудов) и впадает в венозную пазуху. Из воротной системы печени кровь по системе капилляров собирается в короткую печеночную вену (рис.3, 25), впадающую в заднюю полую вену в области переднего края печени.

Дыхательная система. Дыхательные пути ящерицы начинаются наружными носовыми отверстиями – ноздрями. Далее воздух через носовой проход и внутренние ноздри – хоаны, попадает в ротовую полость. В глубине ротовой полости несколько впереди пищевода расположена гортань, состоящая из трех хрящей. Она снабжена особой мускулатурой и связана с подъязычным аппаратом. Из ротовой полости вдыхаемый воздух через гортань попадает в трахею (рис.4, 10) – довольно длинную трубку, в стенках которой находятся кольцообразные хрящи, не дающие ей спадаться. Трахея проходит вдоль шеи и в грудной полости, примерно на уровне сердца, разделяется на два коротких бронха, входящих в легкие.

Легкие (рис.4, 11) представляют собой тонкостенные полые мешки. По сравнению с легкими земноводных у ящерицы они имеют более сложную внутреннюю структуру: внутренние их

стенки, в которых ветвятся капилляры, имеют губчатое строение, что заметно увеличивает общую дыхательную поверхность легких.

Легкие – единственный орган дыхания пресмыкающихся. Кожа этих животных сухая, покрыта роговыми чешуями и ороговевшим эпителием и не участвует в дыхании. Акт дыхания у ящериц происходит путем расширения и сжатия грудной клетки под действием специальной мускулатуры.

Пищеварительная система. В ротовой полости находится плоский, суживающийся спереди язык; он помогает в захвате и проглатывании добычи. У многих ящериц и змей язык тонкий и длинный, раздваивающийся на конце. Он очень подвижен, может довольно далеко высовываться изо рта и выполняет также функцию органа осязания: ящерицы и змеи ощупывают им находящиеся впереди предметы. Кроме того, когда язык убирается в рот, его кончики попадают в особые углубления, снабженные чувствующими нервными окончаниями – яacobсонов орган, воспринимающий химические раздражения от прилипших к языку частиц.

В заднем конце ротовой полости позади гортанной щели находится отверстие пищевода. Пищевод (рис.4, 1) в виде мускулистой растяжимой трубки тянется вдоль шеи над трахеей и в передней части брюшной полости впадает в желудок (рис.4, 2). От заднего конца желудка вперед параллельно ему идет двенадцатиперстная кишка (рис.4, 3), переходящая в тонкую кишку (рис.4, 3). Границей двенадцатиперстной и тонкой кишок служит первый изгиб кишечника (место, где кишка поворачивает назад). Тонкая кишка делает несколько изгибов и переходит в толстую кишку (рис.4, 4). На границе тонкой и толстой кишок имеется небольшой слепой вырост – зачаток слепой кишки. Задний отдел толстой кишки представляет собой прямую кишку. У ящериц толстая и прямая кишки разделены плохо заметным сужением. Прямая кишка открывается в клоаку (рис.4, 6) и через клоакальную щель – наружу.

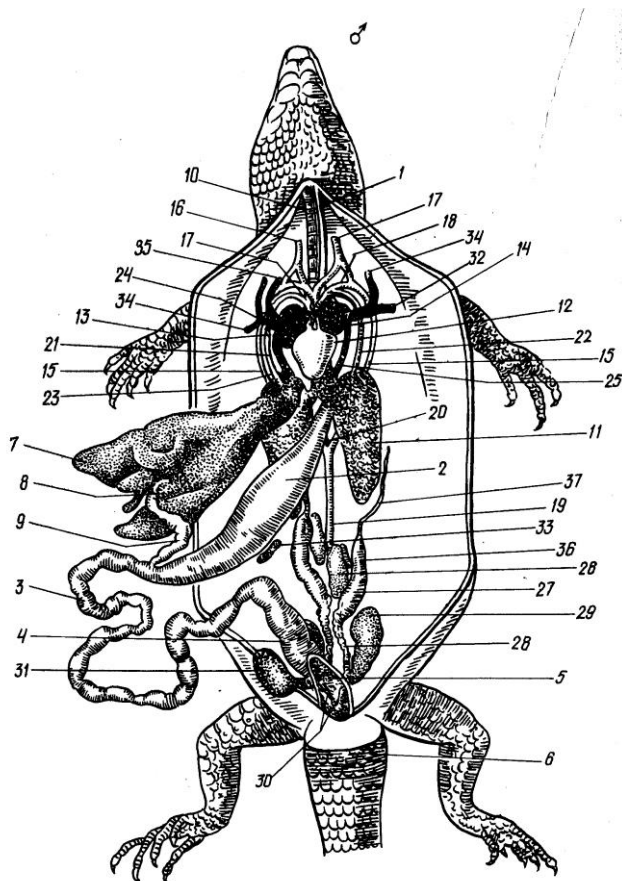


**Рис. 4. Анато-
мия пресмы-
кающегося
(ящерицы):**

1 – пищевод, 2 – желудок, 3 – тонкая кишка, 4 – толстая кишка, 5 – клоака, 6 – выводное отверстие клоаки, 7 – печень, 8 – желчный пузырь, 9 – поджелудочная железа, 10 – трахея, 11 – левое легкое, 12 – желудочек сердца, 13 – правое предсердие, 14 – левое предсердие, 15 – пра-

вая дуга аорты, 15' – левая дуга аорты, 16 – правая сонная артерия, 17 – левая сонная артерия, 18 – левая дуга аорты, 19 – нисходящая аорта, 20 – соединение дуг аорты в спинную аорту, 21 – правая легочная артерия, 22 – левая легочная артерия, 23 – задняя полая вена, 24 – венозный синус (слабо выражен у ящерицы), 25 – легочная вена, 26 – левый семенник, 27 – придаток семенника, 28 – семяпровод, 29 – левая почка, 30 – впадение семяпровода в клоаку, 31 – мочевой пузырь, 32 – правая подключичная вена, 33 – селезенка, 34 – левая яремная вена, 35 – непарная головная вена, 36 – надпочечник

Между желудком и двенадцатиперстной кишкой располагается удлинённая компактная поджелудочная железа (рис.4, 9). Рядом с желудком, ближе к концу его, находится небольшая удлинённая селезенка (рис.4, 33). Вся передняя часть брюшной полости (кзади от сердца) занята крупной, имеющей несколько lobастей печенью (рис.4, 7). На ее внутренней стороне расположен желчный пузырь (рис.2, 8). Отходящий от него желчный проток идет вдоль поджелудочной железы и впадает в начало двенадцатиперстной кишки. Желчный проток становится более заметным, если слегка надавить пинцетом на желчный пузырь и таким образом протолкнуть часть желчи в проток.

Мочеполовая система. В отличие от ранее изученных классов у пресмыкающихся во взрослом состоянии функционируют не туловищные (мезонефрические), а тазовые (метанефрические) почки (рис.4, 29; рис. 5, 1). Они располагаются в самом заднем отделе брюшной полости и прикрыты костями таза. Вдоль каждой почки проходит мочеточник, открывающийся в клоаку. Мочеточники ящериц, как и других рептилий, образуются одновременно с развитием метанефрической почки как тонкостенные выпячивания задней части вольфовых каналов. От брюшной стенки клоаки в виде тонкостенного слепого выроста отходит мочевой пузырь (рис.4, 31; рис. 5, 2).

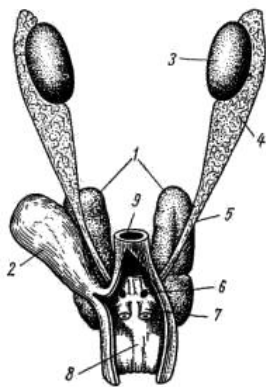


Рис. 5. Мочеполовая система самца кавказской агамы:

1 — почка, 2 — мочевой пузырь. 3 — семенник, 4 — придаток семенника, 5 — семяпровод, 6 — мочеполовое отверстие, 7 — совокупительный мешок, 8 — полость клоаки, 9 — прямая кишка

Половые железы самцов – парные семенники (рис. 5, 3) – подвешены на брыжейке в задней спинной части брюшной полости. Семенники при помощи семявыносящих канальцев тесно связаны с придатками семенников (рис. 5, 4), от которых идут семяпроводы (рис. 5, 5). Перед самым впадением в клоаку семяпроводы сливаются с мочеточниками и открываются в клоаке общими отверстиями (рис. 3, 6). Придатки семенника представляют собой остатки переднего отдела туловищной (мезонефрической) почки, а семяпроводы гомологичны выводному протоку этой почки – вольфову каналу. Мюллеровы каналы у самцов не развиваются. В боковых стенках клоаки у самцов располагаются два полых выроста, которые могут выворачиваться через отверстие клоаки наружу. Они играют роль совокупительных органов.

Половые железы самок – парные яичники (рис. 6, 4), подвешены в брюшной полости на брыжейке и не имеют прямой связи с выводными протоками. Созревшие яйцеклетки выпадают в полость тела и потом захватываются воронкой яйцевода (рис. 4, 6), открывающейся в передней части полости тела. Яйцеводы (рис. 6; 5), гомологичные мюллеровым каналам, открываются в клоаку самостоятельными (отдельными от мочеточников) отверстиями (рис. 6, 7). Нижние отделы яйцеводов у ящериц часто бывают расширенными и тогда получают название «матки». Вольфовы каналы у самок редуцированы.

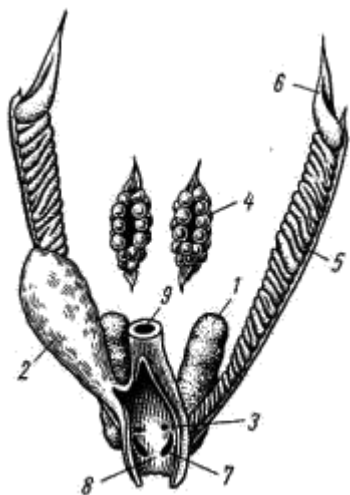


Рис. 6. Мочеполовая система самки кавказской агамы:

1 – почка, 2 – мочевой пузырь, 3 – мочевое отверстие, 4 – яичник, 5 – яйцевод, 6 – воронка яйцевода, 7 – половое отверстие, 8 – полость клоаки, 9 – прямая кишка

Практика № 9. СКЕЛЕТ РЕПТИЛИИ

ЗАДАНИЕ:

1. Изучите скелет пресмыкающихся: череп, позвоночник, пояса конечностей, парные конечности.
2. Дать характеристику скелета пресмыкающихся (обращая внимание на изменения относительно земноводных).
3. Зарисовать типы черепов.
4. Зарисовать плечевой и тазовый пояса конечностей.

Позвоночный столб пресмыкающихся разделяется на четыре отдела: шейный, груднопоясничный, крестцовый и хвостовой. Он состоит из *процельных позвонков* (передневогнутых).

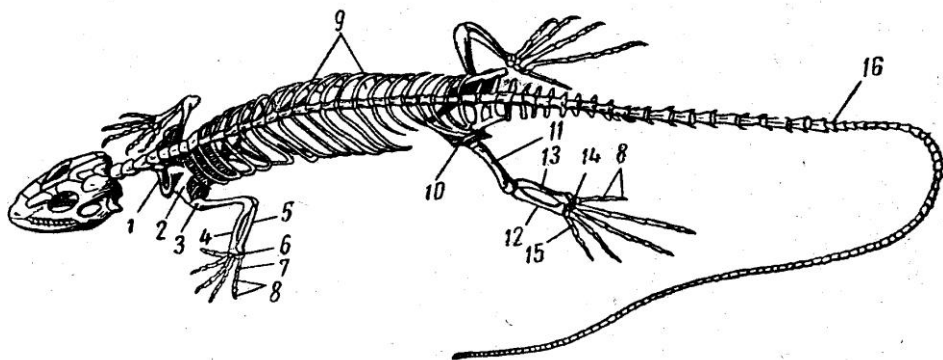


Рис. 1. Скелет ящерицы (по Брэму):

1 – ключица, 2 – лопатка, 3 – плечо, 4 – лучевая кость, 5 – локтевая кость, 6 – запястье, 7 – пястье, 8 – фаланги пальцев, 9 – ребра, 10 – таз, 11 – бедро, 12 – большая берцовая кость, 13 – малая берцовая кость, 14 – предплюсна, 15 – плюсна, 16 – хвостовые позвонки.

В шейном отделе рептилий 8 позвонков. Образование гибкой шеи и усиление подвижности головы имело первостепенное значение при добывании пищи и при ориентировке. Подвижность головы обеспечивается дифференцировкой первых двух шейных позвонков – *атласа*, или *атланта*, и *эпистрофея*. Атлас имеет вид костного кольца, разделенного плотной связкой на верхнюю и нижнюю

половины; через верхнее отверстие головной мозг соединяется со спинным; передняя поверхность нижней половины сочленяется с затылочным мыщелком черепа, а сзади в нижнее отверстие входит зубовидный отросток второго шейного позвонка – эпистрофея. Голова может поворачиваться в стороны на зубовидном отростке, а ее перемещение в вертикальной плоскости обеспечивается сочленением черепного мыщелка с атласом. Все это обеспечивает сложные движения головы, усиливаемые подвижностью всей шеи (рис.1).

Грудопоясничный отдел у ящериц состоит из 22 позвонков, несущих ребра (рис. 1, 9; рис. 2). Ребра пяти первых позвонков присоединены к *грудине* (рис.2, 6) и образуют *грудную* клетку (грудной клетки нет у змей). Грудина ящериц хрящевая.

Крестцовый отдел состоит из 2 позвонков. К их поперечным отросткам прикреплены кости *тазового пояса* (рис. 1, 10; рис.3).

В хвостовом отделе может быть от 15 до 40 позвонков. Первые из них несут остистые и поперечные отростки, и даже зачаточные ребра. У ящериц, способных к аутомии (отбрасыванию хвоста), хвостовые позвонки могут разламываться посередине, где имеются тонкие хрящевые прослойки, делящие тело позвонка на две части.

Парные конечности и их пояса

Плечевой пояс пресмыкающихся сходен с поясом земноводных, но в нем сильно развиты окостенения. *Коракоид* (рис. 2, 4) в месте соединения с *лопаткой* (рис. 2, 3) образуют суставную впадину для причленения головки плеча.

Сверху к лопатке прирастает уплощенный *надлопаточный хрящ* (рис. 2, 2), а спереди к коракоиду — *хрящевой прокоракоид* (рис. 2, 7). Коракоид и прокоракоид каждой стороны срастаются с непарной костной *грудиной* (рис. 2, 6); через грудную клетку пояс передних конечностей крепится к осевому скелету. Снизу к грудине прирастает крестообразная покровная кость — *надгрудинник* (рис.2, 8). Парные покровные *ключицы* (рис. 2, 1) соединяют передний конец надгрудинника с дорзальной частью каждой *лопатки* (рис. 2, 3).

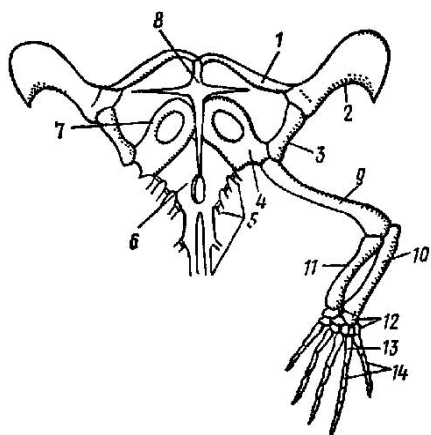


Рис. 2. Плечевой пояс и передняя конечность ящерицы *Lacerta*: 1 – ключица, 2 – надлопаточный хрящ, 3 – лопатка, 4 – коракост, 5 – ребра, 6 – грудина, 7 – прокоракоидный хрящ, 8 – надгрудник, 9 – плечо, 10 – локтевая кость, 11 – лучевая кость, 12 – запястье, 13 – палец, 14 – фаланги пальцев

Тазовый пояс состоит из двух безымянных костей; каждая из них образуется слиянием трех тазовых костей — *подвздошной* (рис.3, 2), *седалищной* (рис.3, 4) и *лобковой* (рис.3, 3), совместно образующих вертлужную впадину, составляющую сустав с головкой бедра (рис.3, 1).

У всех современных пресмыкающихся таз закрытый: правые и левые лобковые и седалищные кости соединяются друг с другом по средней линии *симфизом* (рис. 3, 5) – хрящевой перемычкой.

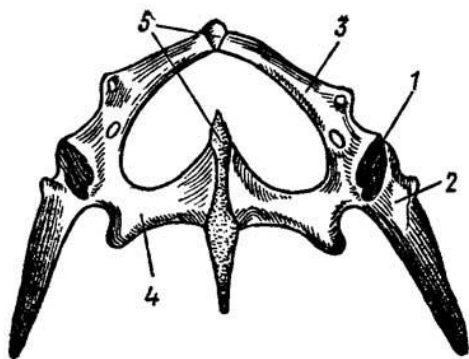


Рис.3. Тазовый пояс ящерицы *Lacerta*: 1 – суставная впадина для головки бедра, 2 – подвздошная, 3 – лобковая, 4 – седалищная кости, 5 – симфиз

Череп. Череп пресмыкающихся видоизменялся главным образом в зависимости от характера питания и способов добывания пищи. От

черепа амфибий он отличается вытянутыми челюстями, образующими относительно длинное рыло; широкий и короткий череп амфибий был необходим при их механизме дыхания; в то же время широкий рот способствовал захвату мелкой добычи при броске на нее. У пресмыкающихся дыхание обеспечивается работой грудной клетки, а захват добычи связан с активным преследованием, при котором вытянутое рыло имеет преимущество. Такая форма челюстей давала к тому же возможность отрывать куски от крупной добычи. То и другое требовало более мощной жевательной мускулатуры. С ее развитием и усложнением органов чувств связаны основные изменения черепа пресмыкающихся.

У пресмыкающихся череп почти полностью окостеневает (рис. 4). Развивается большое количество кожных костей формирующих его дно, бока и крышу.

Затылочная область состоит из четырех затылочных костей (рис.4, 2,3,4) хондрального происхождения: верхнезатылочной, основной и двух боковых. Они окаймляют затылочное отверстие, книзу от которого лежит единственный затылочный *мыщелок* (рис.4, 5), образованный основной и обеими боковыми затылочными костями. Покровная основная *клиновидная кость* (рис.4, 6) лежит впереди основной затылочной, образуя дно черепа. Впереди к ней прирастает небольшой *парасфеноид* (рис.4, 9) и располагаются парные *сошники* (рис.4, 7), сбоку от которых лежат *хоаны* (рис.4, 8). В области слуховой капсулы возникают три *ушные кости*; переднеушная, сохраняющая самостоятельность; заднеушная, срастающаяся с боковой затылочной, и верхнеушная, срастающаяся с верхнезатылочной. В обонятельной области костей нет; она остается хрящевой.

Крыша черепа образована парными покровными костями: *носовыми* (рис.4, 13), *предлобными* (рис.4, 16), *лобными* (рис.4, 12) и *заднелобными* (рис.4, 19); далее лежат *теменные* (рис.4, 10) и непарная *межтеменная* (рис.4, 11) кости.

Бока черепа образуют покровные кости: парные межчелюстные (рис.4, 14) у части видов сливающиеся, *парные верхнечелюстные* (рис.4, 15), *надглазничные* (рис.4, 18), скуловые (рис.4, 22), *квад-*

ратно-скуловые (квадратно-скуловая кость есть в анапсидном и типичном диапсидном черепе гаттерий и крокодилов, но исчезает у ящериц, имеющих диапсидный тип черепа с редуцированной нижней дугой) и *чешуйчатые* (рис.4, 20). Небно-квадратный хрящ в задней части дает начало парным хондральным окостенениям – *квадратным костям* (рис.4, 24), верхним отделом связанным с мозговой коробкой, а нижним – с нижней челюстью.

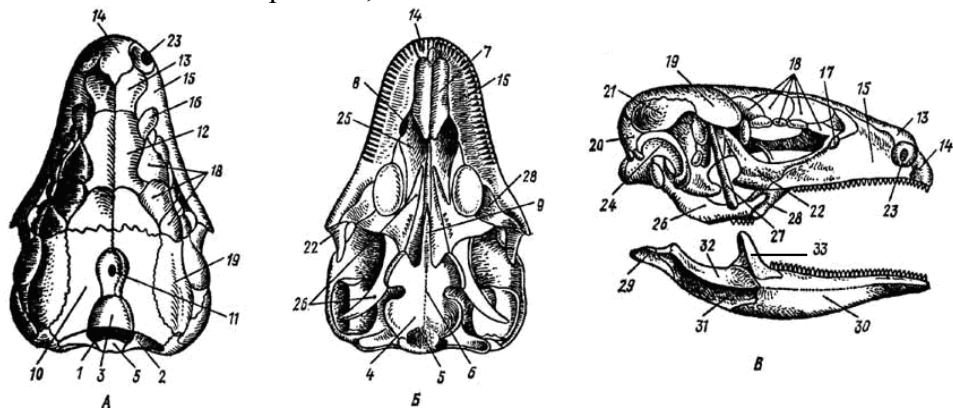


Рис. 4. Череп ящерицы *Lacerta* (по Паркеру). А – вид сверху; Б – вид снизу, В – вид сбоку

1 – затылочное отверстие, 2 – боковая затылочная кость, 3 – верхняя затылочная кость, 4 – основная затылочная кость, 5 – затылочный мыщелок, 6 – основная клиновидная кость, 7 – сошник, 8 – хоана, 9 – парасфеноид, 10 – теменная кость, 11 – межтеменная кость с отверстием для теменного органа, 12 – лобная кость, 13 – носовая кость, 14 – межчелюстная кость, 15 – верхнечелюстная кость, 16 – предлобная кость, 17 – слезная кость, 18 – надглазничные кости, 19 – заднелобная, или заглазничная кость, 20 – чешуйчатая кость, 21 – надвисочная кость, 22 – скуловая кость, 23 – ноздря, 24 – квадратная кость, 25 – небная кость, 26 – крыловидная кость, 27 – верхнекрыловидная, или столбчатая кость, 28 – поперечная кость, 29 – сочленовная кость, 30 – зубная кость, 31 – угловая кость, 32 – надугловая кость

Передняя часть нёбно-квадратного хряща заменяется покровными костями, образующими дно черепа: парными небными (рис.4, 25) и крыловидными (рис.4, 26). Поперечные кости (рис.4, 28) соединяют крыловидные кости с верхнечелюстными, а у ящериц и гаттерий еще и верхнекрыловидные, или столбчатые (рис.4, 27), кости связывают крыловидные кости с теменными.

У черепах и особенно у крокодилов разрастанием небных отростков межчелюстных и верхнечелюстных костей, а также небных костей образуется вторичное костное небо, разделяющее ротовую полость на верхний отдел – носоглоточный, и нижний – собственно ротовую полость. Поэтому хоаны сдвигаются назад, к гортани, что позволяет дышать, когда из воды выставлен лишь конец головы с ноздрями.

Нижняя челюсть образуется из *меккелева хряща*, замещаемого хондральной костью – *сочленовной* (рис.4, 29), причленяющейся к *квадратной* кости, и ряда кожных костей: *зубной* (рис.4, 30), *угловой* (рис.4, 31), *надугловой* (рис.4, 32), *венечной* (рис.4, 33) и иногда еще нескольких косточек.

Верхний отдел подъязычной дуги, как и у земноводных, превращен в слуховую косточку среднего уха – *стремечко*.

Подъязычный аппарат состоит из хрящевой пластинки (гомолога копулы) и трех пар рожков, гомологичных гиоидам и остаткам жаберных дуг.

Эволюция жевательной мускулатуры сопровождалась перестройкой крыши и частично боковых стенок первичносплошного — стегального — черепа, имевшегося у земноводных — предков рептилий. В отдельных ветвях пресмыкающихся эволюция шла разными путями. В группе анапсида (ископаемые котилозавры и их непосредственные потомки — черепахи) первичная стегальная (сплошная) крыша черепа сохранялась. В ней образовалась лишь задняя вырезка, освободившая место для жевательной мускулатуры. В группе диапсида (гаттерия, крокодилы) образовались две височные ямы (рис. 5), ограниченные двумя костными дугами.

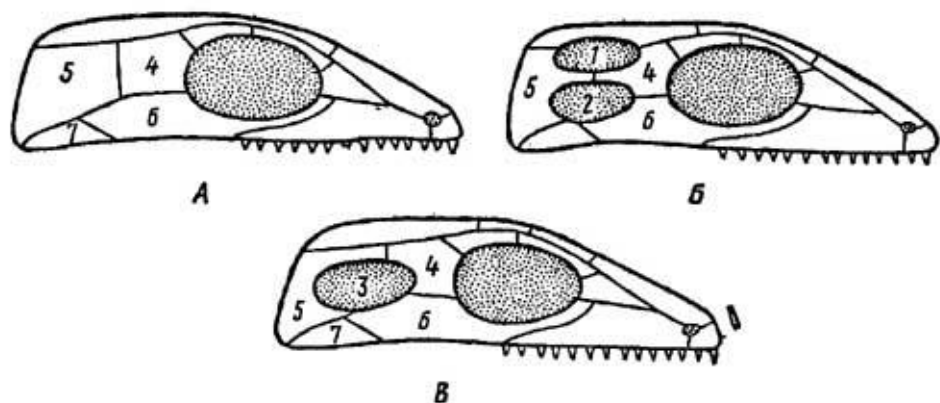


Рис. 5. Схема эволюционных преобразований стегального черепа у пресмыкающихся (по Гудричу). А—стегальный череп; с изменениями свойств анапсид; Б — диапсидный череп с двумя височными ямами; В — синапсидный череп с одной боковой височной ямой: 1 — верхняя височная яма, 2 — нижняя височная яма, 3 — единственная боковая височная яма, 4 — заднелобная (заглазничная) кость, 5 — чешуйчатая кость, 6 — скуловая кость, 7 — квадратно-скуловая кость

У ящериц диапсидный тип черепа с редуцированной нижней дугой, а у птиц — с редуцированной верхней дугой; у змей обе дуги редуцируются. В группе синапсид — у звероящеров (тероморфных рептилий) и происшедших от них млекопитающих — образовалась одна боковая яма и ограничивающая ее сложная дуга из элементов верхней и нижней дуг. Строение скуловых дуг еще раз подчеркивает своеобразие группы звероподобных пресмыкающихся, противопоставляя их другим группам этого класса.

Вопросы:

1. Каковы отличия в строении поясов конечностей амфибий и рептилий.
2. Что в изменении образа рептилии привело к видоизменению челюстного аппарата.

3. Чем отличаются разные типы черепов.
Практика № 10

Тема: Общее строение птиц на примере голубя

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrata

Класс Птицы, Aves

Отряд Голубеобразные (Columbiformes Latham, 1790)

Род Голуби (Columba)

Представитель – Сизый голубь (Columba livia)

ЗАДАНИЕ

Познакомиться с особенностями внешнего облика голубя. Обратить внимание на отделы тела, строение покровов, внешнее строение глаз, наружные отверстия ноздрей, ушные отверстия и т. п.

Ознакомиться с общим расположением внутренних органов; последовательно рассмотреть строение отдельных систем органов, начиная с кровеносной системы. Сделать следующие рисунки:

1. Строение голубя, закрасить системы органов разными цветами.
2. Кровеносная система
3. Строение мозга.
4. Строение пера.

Внешний вид.

Для птицы характерна относительно небольшая голова, длинная подвижная шея, компактное плотное туловище и сильно редуцированный хвост (представляющий собой небольшой конический выступ заднего конца тела).

Кожа птиц тонкая и лишенная желез. Имеется одна железа – *копчиковая*.

Тело птицы покрыто перьями (рис.1). Перья различны по строению и функции. Различают контурные, пуховые, нитевидные перья.

Контурное перо состоит из *полого стержня* (рис. 1, 1), к которому более или менее симметрично прикреплены опахала (рис. 1, 2,3). Часть к которой прикреплены опахала называется – *стволом* (рис. 1, 4). Нижняя часть погружена в кожу и носит название – *очин* (рис. 1, 5).

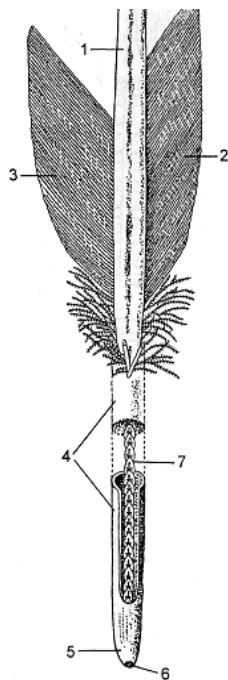


Рис. 1. Контурное перо (очин вскрыт, чтобы показать дужку пера): 1 – стержень; 2 – наружное опахало; 3 – внутреннее опахало; 4 – ствол; 5 – очин; 6 – отверстие очина; 7 – дужка пера.

Структура пера сложная, что обеспечивает его легкость и одновременно прочность.

Челюсти птиц вытянуты и одеты роговым чехлом образуя *клюв*.

Мускулатура птиц хорошо развита и приспособлена к сложным движениям.

Скелет птицы имеет массу приспособлений для полета, которые выражаются в видоизменении конечностей, а так же в легкости и прочности всего скелета. Легкость обеспечивается хорошо выраженной *пневматичностью* костей, прочность – срастанием многих костей.

ОБЩЕЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

По средней линии тела почти в центре туловища лежит крупное сердце (рис.2, 5). За сердцем, находятся легкие (рис. 2,10) — парные розовато-красные губчатые тела, прилегающие к задней стенке грудной клетки. К ним от нижнего конца трахеи подходит два ее разветвления — бронхи. Позади сердца лежит буро-красная печень (рис.2, 11), состоящая из двух неравных лопастей — крупной правой и небольшой левой. Под края левой лопасти печени лежит часть мускульного желудка (рис. 2,21. Около спинной поверхности мускульного желудка (с правой стороны) лежит темно-красная селезенка. С правой стороны от мускульного желудка расположена двенадцатиперстная кишка. В её петле находится красноватое тело — поджелудочная железа (рис. 2, 13). С правой стороны полости тела, расположены петли тонкой кишки. Тонкая кишка переходит в короткую толстую, или прямую, кишку, открывающуюся в клоаку. В задней части полости тела, на спинной стороне, можно увидеть половые органы — парные, беловатые, овальные семенники или

непарный (левый) гроздевидный яичник. В глубине брюшной полости ниже органов размножения залегают темно-красные почки (рис. 2, 20).

СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

Кровеносная система

Характерной чертой кровообращения у птиц является полное разделение артериального и венозного тока крови. Это обусловлено разделением желудочка перегородкой на два отдела и, следовательно, появлением четырехкамерного сердца, а также редукцией левой дуги аорты и сохранением одной только правой дуги.

Из других особенностей следует отметить почти полную редукцию воротной системы почек, начавшуюся еще у пресмыкающихся.

У птиц крупное сердце. В верхней части сердца имеются два предсердия: более крупное правое (рис. 2, 6), и несколько меньшее левое. В нижней части два желудочка (рис. 2, 5). Таким образом, у птиц сердце четырехкамерное (два предсердия и два желудочка); правая — венозная и левая — артериальная половины сердца изолированы друг от друга, поэтому большой и малый круг кровообращения полностью разделены.

От правого желудочка отходит единственный сосуд — легочная артерия (рис. 3, 5), сразу же у сердца разделяющаяся на правую и левую легочные артерии, несущие венозную кровь соответственно в правое и левое легкие. Из легких окисленная артериальная кровь по легочным венам (рис. 3, 6) вливается в левое предсердие. Таким образом малый круг кровообращения: правый желудочек — легкие — левое предсердие.

Органы дыхания у птиц имеют более сложное строение, чем у пресмыкающихся. Легкие у птиц полностью губчатые, без внутренней полости. Помимо верхней гортани появляется нижняя гортань.

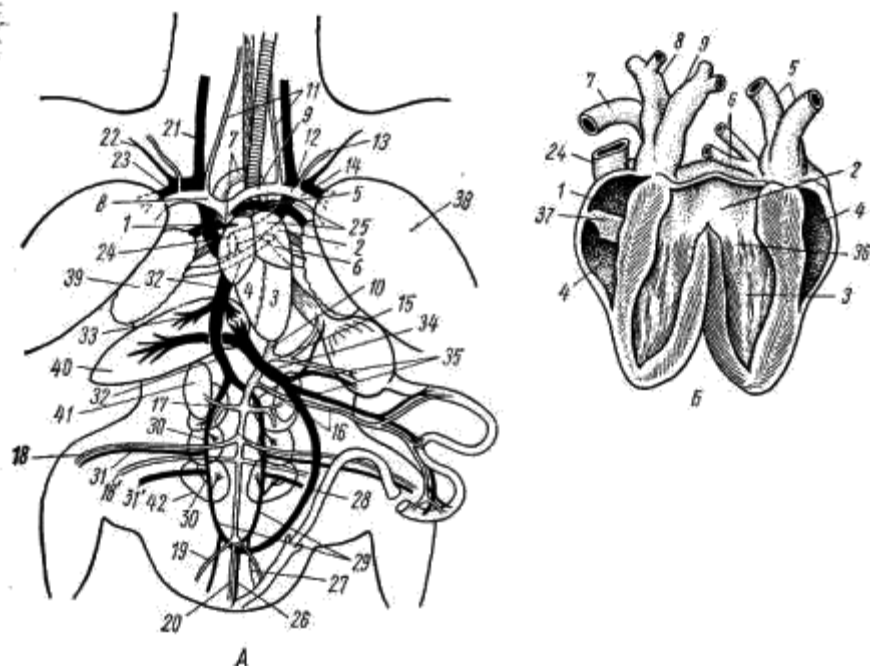


Рис. 3. Схема кровеносной системы голубя.

А — общий вид (белым цветом показаны кровеносные сосуды с артериальной кровью, черным — с венозной); Б — вскрытое сердце: 1 — правое предсердие, 2 — левое предсердие, 3 — левый желудочек, 4 — правый желудочек, 5 — легочная артерия, 6 — легочная вена, 7 — правая дуга аорты, 8 — правая безымянная артерия, 9 — левая безымянная артерия, 10 — спинная аорта, 11 — общая сонная артерия, 12 — подключичная артерия, 13 — плечевая артерия, 14 — грудная артерия, 15 — внутренностная артерия, 16 — брыжеечная артерия, 17 — почечная артерия, 18 — бедренная артерия, 18' — седалищная артерия, 19 — подвздошная артерия, 20 — хвостовая артерия, 21 — яремная вена, 22 — плечевая вена, 23 — грудная вена, 24 — правая передняя полая вена, 25 — левая передняя полая вена, 26 — хвостовая вена, 27 — внутренняя подвздошная вена, 28 — копчиково-брыжеечная вена, 29 — воротная вена почек, 30 — общая подвздошная вена, 31 — бедренная вена, 31' — седалищная вена, 32 — задняя полая вена, 33 — пече-

ночные вены, 34 — воротная вена печени, 35 — вены пищеварительного тракта, 36 — трехстворчатый клапан между левым предсердием и левым желудочком, 37 — клапан между правым предсердием и правым желудочком, 38 — грудные мышцы, 39 — легкое, 40 — печень, 41 — семенник, 42 — почка

Большой круг кровообращения: левый желудочек — сосуды всего тела — правое предсердие.

Пищеварительная система птиц характеризуется дальнейшим усложнением и дифференцировкой. В отличие от пресмыкающихся зубы у птиц отсутствуют, появляется роговой клюв, в пищеводе обособляется зоб, желудок подразделяется на два отдела (железистый и мускульный), задняя кишка укорачивается и уже не дифференцируется на толстую и прямую.

Пищеварительный тракт (рис. 4) начинается *ротовой полостью*, далее следует *глотка*, от которой отходит длинная тонкостенная трубка — *пищевод* (рис. 4, 2). Последний в области основания шеи у многих птиц расширяется и образует *зоб* (рис. 4, 4).

Пищевод ведет в тонкостенный *железистый желудок* (рис. 4, 6). Далее располагается *мускульный желудок* (рис. 4, 7), выстланный изнутри плотной роговой кутикулой. Далее пища попадает в длинный тонкий отдел кишечника, начинающийся *двенадцатиперстной кишкой* (рис. 4, 13). В петле этой кишки лежит *поджелудочная железа* (рис. 4, 11). *Тонкая кишка* (рис. 4, 14) у птиц намного длиннее, чем у пресмыкающихся. В тазовой области тонкая кишка переходит в сравнительно короткий толстый отдел, который не дифференцирован на *толстую* и *прямую кишку*. *Задняя кишка* открывается в *клоаку* (рис. 4, 18).

Печень (рис. 4, 7) большая, двухлопастная. Желчный пузырь имеется у большинства птиц (у голубя его нет). Желчные протоки открываются в двенадцатиперстную кишку.

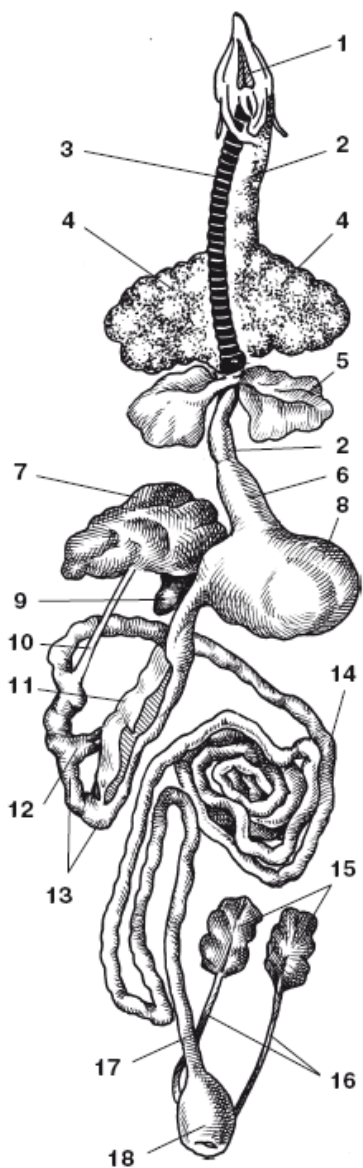


Рис. 4. Пищеварительная система голубя: 1 – язык; 2 – пищевод; 3 – трахея; 4 – зоб; 5 – легкие; 6 – железистый желудок; 7 – печень; 8 – мышечный желудок; 9 – селезенка; 10 – проток печени; 11 – поджелудочная железа; 12 – протоки поджелудочной железы; 13 – двенадцатиперстная кишка; 14 – тонкий кишечник; 15 – почки; 16 – мочеточник; 17 – прямая кишка; 18 – клоака

Система органов дыхания начинается носовой полостью соединяющейся при помощи хоаны с ротовой полостью. Последняя через гортанную щель, лежащую позади языка, открывается в трахею. Верхняя часть

трахеи образует верхнюю гортань. Трахея имеет вид длинной трубки и перед входом в грудную полость делится на два бронха. В месте разделения трахеи на бронхи имеется расширение, так называемая нижняя гортань. *Легкие* небольшие, располагаются по бокам позвоночного столба приросшие к ребрам.

Войдя в легкие, *бронхи* распадаются на вторичные бронхи, большинство из которых оканчивается слепо, а часть выходит за пределы легкого и образует тонкостенные, хорошо растяжимые воздушные мешки. *Вторичные* сообщаются между собой многочисленными тонкими канатами — *парабронхами*. От которых отходит множество *бронхиол* — радиально расположенных ячеистых выростов, густо оплетенных кровеносными капиллярами. Здесь идет насыщение крови кислородом.

С легкими связаны воздушные мешки, объем которых в 10 раз превышает объем легких. *Воздушные мешки* расположены между внутренними органами, а их ответвления проникают под кожу, между мышцами, в полые кости. Основная функция воздушных мешков — дыхательная. Они не принимают непосредственного участия в газообмене, но выполняют роль воздушного насоса, увеличивая объем воздуха, циркулирующего по дыхательным путям. У птиц пять пар воздушных мешков, подразделяющихся на передние (шейные, межключичные и переднегрудные) и задние (заднегрудные и брюшные).

Дыхания у птиц, осуществляется за счет движений грудной клетки. Благодаря сокращениям реберных мышц и подвижности ребер тело грудины отходит от позвоночного столба, объем полости тела увеличивается, растягиваются эластичные воздушные мешки и происходит засасывание воздуха в легкие и в задние воздушные мешки (задние грудные и брюшные); в растягивающиеся передние воздушные мешки (шейные, межключичный, передние грудные) при этом засасывается воздух из легких. При выдохе грудина придвигается к позвоночному столбу, тело грудины и внутренние органы сдавливают воздушные мешки, и уже прошедший через легкие воздух из передних воздушных мешков выдавливается в трахею, выводится наружу, а свежий воздух из задних воздушных мешков нагнетается в легкие. Таким образом, у птиц практически непрерывно — и во время вдоха и во время выдоха — через легкие в одном направлении идет поток свежего воздуха. Такое своеобразное

строение дыхательной системы птиц обеспечивает интенсивное насыщение крови кислородом.

Органы выделения птиц имеют большое сходство с таковыми рептилий, но отличаются относительно большими размерами, что связано с более интенсивным обменом веществ.

Почки у птиц (рис. 2, 19) лежат в области крестца в забрюшинном пространстве и представлены парными темно-красными телами, состоящими из трех ясно обозначенных долей: передней, средней и задней. Под передней частью почек лежат желтоватые плоские тела — надпочечники, являющиеся железами внутренней секреции. От брюшной стороны почек (на границе передней и средней долей) отходят *мочеточники* в виде тонких прямых трубочек, открывающиеся в средний отдел клоаки. Мочевое пузыря у птиц нет. Основным продуктом белкового обмена, выделяемым почками, является *мочевая кислота*.

Органы размножения Половые железы самцов парные овальные семенники, лежат около передних концов почек. К внутренней поверхности каждого семенника примыкает придаток семенника. От придатка семенника отходит тонкий семяпровод. Семяпроводы идут параллельно мочеточникам по спинной стороне брюшной полости и перед впадением в клоаку образуют небольшие расширения — семенные пузырьки, служащие резервуарами для зрелых сперматозоидов.

У самок у передней доли левой почки лежит непарный, имеющий зернистое строение яичник; правый яичник у птиц редуцируется. К периоду размножения зернистость яичника сильно увеличивается, и становятся ясно различимыми отдельные фолликулы, внутри которых формируются богатые желтком яйцеклетки. Левый яйцевод похож на длинную трубку, с широкой воронкой, открывающуюся в полость тела около вершины левой почки. Задний конец яйцевода (маточный отдел) заметно утолщен и впадает в левую половину клоаки.

Центральная нервная система Полушария переднего мозга у птиц весьма велики, зрительные доли развиты сильно, обонятельные — слабо, мозговые изгибы выражены резко. Средний мозг также велик, весьма развит мозжечок.

В передней части головного мозга (рис. 5) лежат небольшие обонятельные доли (рис. 5, 2), от которых отходит 1 пара головных нервов -

обонятельные нервы. Вслед за обонятельными долями лежит *передний мозг*, представленный крупными большими полушариями (рис. 5, 1). Поверхность их, в отличие от таковой у млекопитающих, гладкая, без извилин и борозд.

Далее следует *промежуточный мозг*, сверху почти полностью скрытый большими полушариями и мозжечком. На верхней стороне промежуточного мозга находится маленькое округлое тельце — эпифиз (рис. 5, 4), сидящий на длинном тоненьком стебельке. Крыша промежуточного мозга тонкая, состоит из эпителия, сросшегося с мягкой мозговой оболочкой, стенки его утолщены и образуют зрительные доли. Между последними лежит третий желудочек.

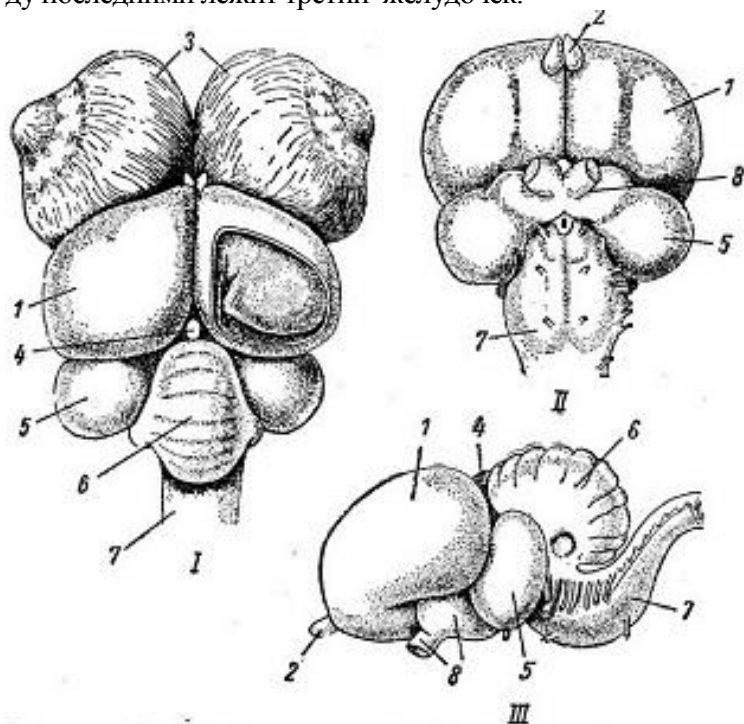


Рис. 5 Головной мозг голубя (по Паркеру), I - сверху; II – снизу; III – сбоку:

1 – большие полушария; 2 – обонятельные доли; 3 – глазные яблоки; 4 – эпифиз; 5 – зрительные доли; 6 – мозжечок; 7 – продолговатый мозг; 8 – зрительные нервы.

От дна промежуточного мозга отходят зрительные тракты, которые продолжают в зрительные нервы (II пара), образующие в основании перекрест, или хиазму. Позади последней имеется непарный полый выступ — воронка, на стенке которой находится подмозговая железа, или гипофиз. От нижней поверхности промежуточного мозга на его границе со средним мозгом отходит II пара головных нервов — зрительных (рис. 5, 8).

Средний мозг также сверху частично прикрыт полушариями и мозжечком. Характерным образованием для среднего мозга являются круглые зрительные доли (рис. 5, 5), представляющие собой весьма значительные по размерам вздутия крыши рассматриваемого отдела мозга. От его нижней поверхности отходят глазодвигательные нервы — III пара головных нервов, иннервирующих три прямых и наружную косую мышцы глаза.

Непосредственно за большими полушариями лежит *мозжечок* (рис. 5, 6). Он состоит из вытянутой, богатой складками средней части — червячка — и двух небольших боковых выступов. С верхней стороны мозга, на границе между средним мозгом и мозжечком, отходит IV пара головных нервов — боковые нервы, идущие к верхней косой мышце глаза.

Продолговатый мозг (рис. 5, 7), примыкающий к среднему, незаметно переходит в спинной мозг. От продолговатого мозга отходит большая часть головных нервов, с V по XII пару включительно: V — тройничный; VI — отводящий; VII — лицевой; VIII — слуховой; IX — языкоглоточный; X — блуждающий; XI — добавочный; XII — подъязычный.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПТИЦ В СВЯЗИ С ПРИСПОСОБЛЕНИЕМ К ПОЛЕТУ

1. Внимательно прочитать общую характеристику скелета птицы. Выписать особенности строения, возникшие как приспособление к полету и в связи с образом жизни.
2. Зарисовать скелет передней и задней конечностей
3. Разобрать, зарисовать и описать схему движения воздуха в дыхательной системе птиц.

1. Скелет птиц имеет ряд весьма специфических особенностей, связанных с приспособлениями к полету и хождению по суше только на задних конечностях. Особенности строения скелета заключаются, во-первых, в своеобразных видоизменениях конечностей и их поясов, во-вторых, в легкости и прочности всего скелета. Легкость его обеспечивается пневматичностью большинства костей, прочность - срастанием многих костей еще на ранних стадиях онтогенеза, поэтому у взрослой птицы швы между отдельными костями часто вовсе не заметны.

Позвоночник включает *шейный, грудной, поясничный, крестцовый* и *хвостовой* отделы. Шейный отдел в связи со сложными движениями головы обладает большой длиной и прекрасной подвижностью. Подвижность обуславливается своеобразной формой позвонков, которые имеют седлообразные сочленовные поверхности. Такие позвонки называют *гетероцельными*. Угол поворота головы достигает обычно 180° , а у сов даже 270° .

Число шейных позвонков у разных видов птиц неодинаково и варьирует от 11 до 25. Два первых шейных позвонка имеют типичное для амниот строение, т.е. представлены атлантом и эпистрофеем (рис. 1).

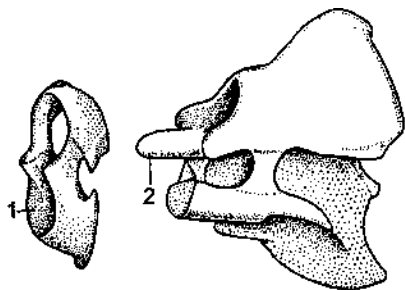


Рис. 1. Атлант (слева) и эпистрофей (справа) гуся:

1 - сочленовная ямка для мышцелка черепа; **2** - зубовидный отросток

Грудные позвонки (от 3 до 10) сращены между собой и с крестцом. Они несут ребра, подвижно сочлененные с грудной. Ребро состоит из двух отделов, спинного и грудного, подвижно соединенных друг с другом и образующих угол, направленный вершиной назад. В связи с таким строением ребер грудина при сокращении соответствующих мышц может то отодвигаться, то приближаться к позвоночнику. Это изменяет объем грудной клетки и играет важную роль в механизме дыхания.

Своеобразное строение имеет *грудина*. Она представляет собой (широкую, слегка выгнутую наружу костную пластинку, к краям которой причленяются грудные ребра. У современных летающих птиц грудина несет костный *киль*. К килю симметрично слева и справа прикреплены мышцы, приводящие в движение крылья. Только страусовые птицы (немногие виды, вторично утерьявшие способность летать) не имеют киля, их грудина лишь слегка выпуклая. У пингвинов киль развит сильно, так как передние конечности у них выполняют большую работу при плавании.

Поясничные позвонки срастаются между собой, с подвздошными костями и с крестцовыми позвонками. С крестцовыми позвонками срастается часть хвостовых позвонков. В итоге образуется характерный для птиц *сложный крестец*, состоящий из большого числа позвонков (от 10 до 22). Однако истинных крестцовых позвонков у птиц, как и у рептилий, только 2. Сложный крестец имеет важное приспособительное значение в связи с опорой тела птиц только на задние конечности при движении по земле. Свободных хвостовых позвонков у птиц 6-9; хвостовой отдел заканчивается вертикальной костной пластинкой - *копчиковой* ко-

стью, или *пигостилем*, представляющим несколько сросшихся позвонков. Копчиковая кость служит опорой для прикрепления рулевых перьев.

Череп птиц по общей схеме строения весьма близок к черепу рептилий. Затылочный отдел составлен обычными четырьмя *затылочными* костями (*основной*, двумя *боковыми* и *верхней*). *Затылочный мыщелок*, как и у рептилий, один. Слуховая капсула формируется, как и у рептилий, тремя *ушными* костями, которые у взрослых птиц сливаются в одну *ушную* кость.

Дно черепа образовано *основной клиновидной* и *переднеклиновидной* костями, а также *нёбными* и *крыловидными* костями. Крышу черепа формируют парные *носовые*, *лобные*, *теменные* и *чешуйчатые* кости. Верхняя челюсть представлена *межчелюстными* и *верхнечелюстными* костями. К последним сзади причленяются палочковидные *скуловые* и *квадратно-скуловые* кости, которые, в свою очередь, соединяются с *квадратными* костями. В итоге образуется весьма характерная для птиц *нижняя височная дуга*, отграничивающая глазницу и височную яму. Нижняя челюсть состоит из гомологичной меккелеву хрящу *сочленовной* кости и из кожного происхождения *зубной*, *пластинчатой*, *угловой* и *венечной* (надугловой) костей (рис. 2).

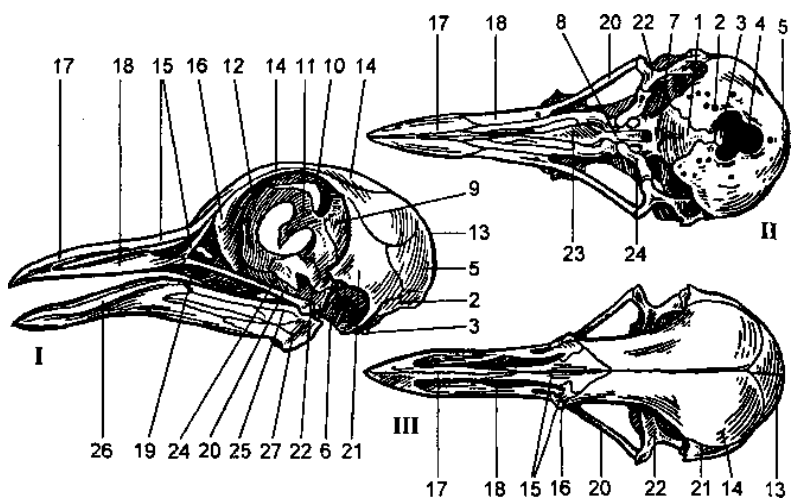


Рис. 2. Череп молодого голубя:

1 - сбоку; II - снизу; III - сверху; 1 - основная затылочная кость; 2 - боковая затылочная; 3 - затылочный мыщелок; 4 - большое затылочное отверстие; 5 - верхнезатылочная кость; 6 - ушная; 7 - основная клиновидная; 8 - передне-клиновидная; 9 - крылоклиновидная; 10 - глазоклиновидная; 11 - межглазничная перегородка; 12 - средняя обонятельная кость; 13 - теменная; 14 - лобная; 15 - носовая; 16 - слезная; 17 - межчелюстная; 18 - верхнечелюстная; 19 - скуловая; 20 - квадратно-скуловая; 21 - чешуйчатая; 22 - квадратная; 23 - сошник; 24 - крыловидная; 25 - сочленовная; 26 - зубная; 27 – угловая

Подъязычный аппарат костный, в виде удлинённой пластинки и очень длинных рожков, гомологичных первой паре жаберных дуг, лежит в области гортани.

Слуховая косточка, как и у рептилий, одна (стремечко).

Наряду со сходством общей схемы строения череп птиц существенно отличается от черепа рептилий рядом особенностей приспособительного характера. Обращает внимание относительно крупный объем мозговой коробки и огромные глазничные впадины, что связано с хорошим развитием головного мозга (главным образом его полушарий) и очень крупными глазами, которые у птиц являются важнейшим органом чувств. *Челюсти* сильно вытянуты, и кости их срастаются между собой. Возникает весьма совершенный прочный хватательный аппарат. Кости мозговой коробки тонкие и срастаются очень рано; мозговая коробка легкая и прочная. Добавим к этому, что ряд костей черепа пневматичен.

Передние конечности и их пояс в связи с приспособлениями к полету имеют ряд особенностей. Пояс состоит из *лопатки*, *коракоида* и *ключицы*, которые своими проксимальными концами формируют площадку для причленения плечевой кости. Лопатки длинные, саблевидно изогнутые, лежат на ребрах, по которым они могут свободно скользить. Крупный коракоид, развитый очень сильно, одним концом упирается в грудину, другой конец дает опору для причленения плеча. Левая и правая ключицы срастаются

между собой, образуя характерную для птиц *вилочку*, придающую поясу особую упругость (рис. 3).

Скелет самого крыла состоит из всех типичных для пятипалой конечности отделов. При этом *плечо* и *предплечье* существенно не изменены, а *кисть*, наоборот, имеет ряд своеобразных особенностей. *Запястье* сильно редуцировано. Его проксимальные части срастаются в две косточки, а дистальные - с пястью. *Пясть* состоит из двух удлинённых костей, сращённых как в проксимальном, так и в дистальном отделе и образующих в итоге сложную *пястно-запястную* кость, *пряжку*. Основной сустав - *межзапястный*, или *интеркарпальный*. Из пальцев сохраняются только три - второй, третий и четвёртый, при этом только третий палец имеет две фаланги, а второй и четвёртый - по одной.

В связи с наличием особых мускулов, сухожилий и кожистых перепонки кости крыла соединены между собой так, что все крыло не может быть вытянуто по прямой и его отделы остаются под некоторым углом друг к другу. Отделы конечности могут двигаться только в одном направлении - в плоскости крыла, складывая и расправляя его.

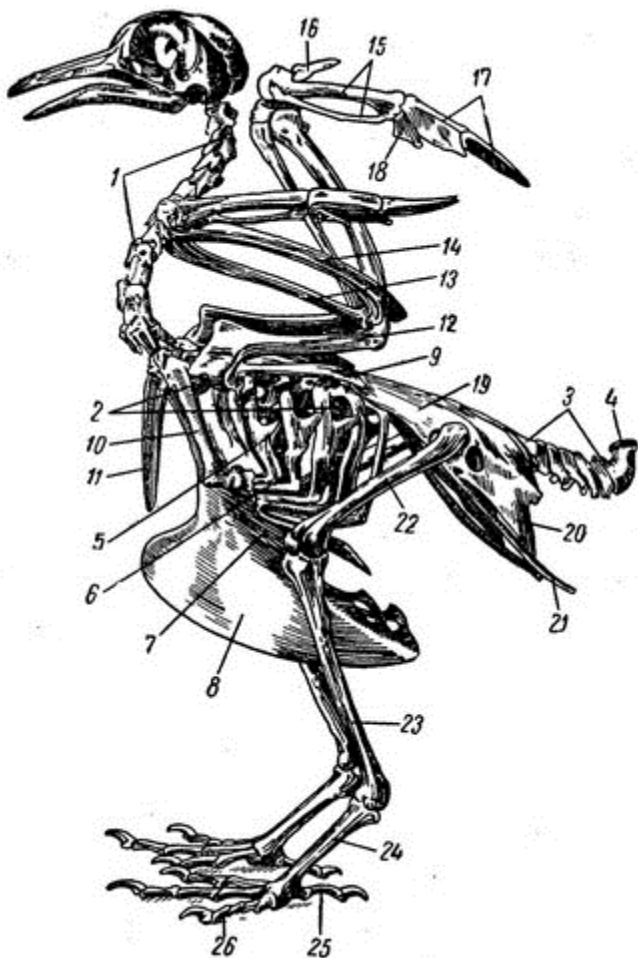


Рис. 3. Скелет голубя (по Брему):

1 - шейные позвонки; 2 - грудные позвонки; 3 - хвостовые позвонки; 4 - копчиковая кость; 5 - спинная часть ребра с крючковидным отростком; 6 - брюшная часть ребра; 7 - грудина; 8 - киль грудины; 9 - лопатка; 10 - коракоид; 11 - ключица; 12 - плечо; 13 - лучевая кость; 14 - локтевая кость; 15 - пястно-запястная кость; 16 - II палец; 17 - III палец; 18 - IV палец крыла; 19 - подвздошная кость; 20 - седалищная кость; 21 - бедро; 22 - лобковая кость; 23 - голень; 24 - цевка; 25 - I палец; 26 - IV палец ноги

Задние конечности и их пояс также имеют ряд особенностей, связанных с тем, что при хождении вся тяжесть тела переносится на задние конечности. Прочность таза определяется сраста-

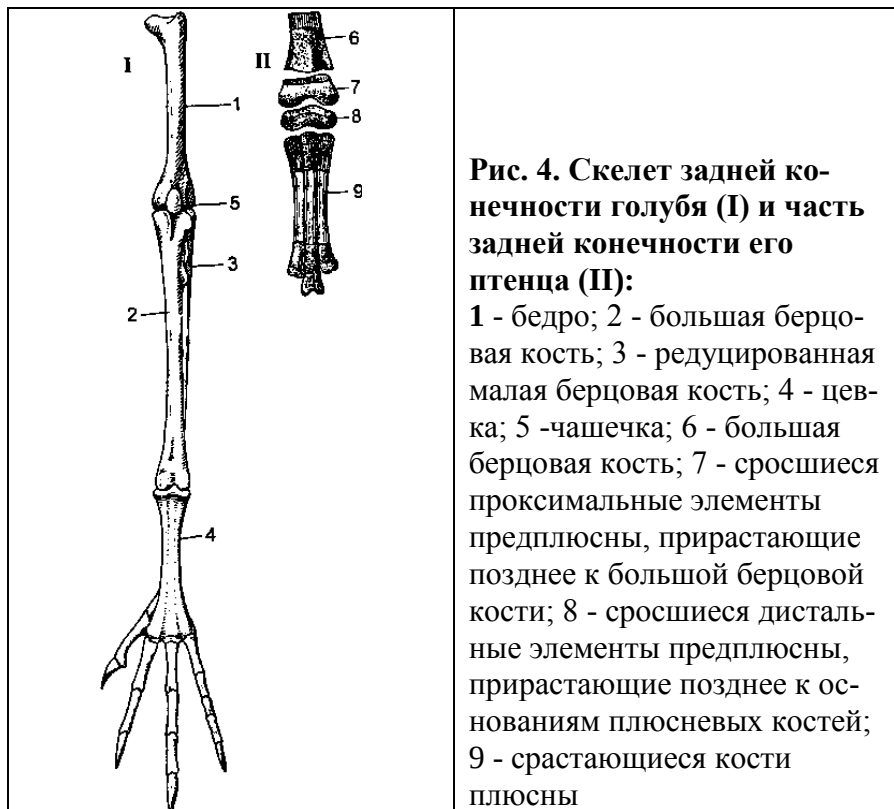


Рис. 4. Скелет задней конечности голубя (I) и часть задней конечности его птенца (II):

1 - бедро; 2 - большая берцовая кость; 3 - редуцированная малая берцовая кость; 4 - цевка; 5 - чашечка; 6 - большая берцовая кость; 7 - сросшиеся проксимальные элементы предплюсны, прирастающие позднее к большой берцовой кости; 8 - сросшиеся дистальные элементы предплюсны, прирастающие позднее к основаниям плюсневых костей; 9 - срастающиеся кости плюсны

нием больших *подвздошных* костей по всей их длине со сложным крестцом. С подвздошными костями срастаются также весьма крупные *седалищные* кости. *Лобковые* кости, наоборот, малы; в виде тонких палочек они присоединены к наружному краю седалищных. Все три кости таза принимают участие в образовании вертлужной впадины. На брюшной стороне левая и правая половины таза широко расставлены, что связано с откладыванием крупных яиц, покрытых твердой скорлупой.

Бедро типичного строения, *голень* состоит из двух типичных костей, однако полностью развивается только *большая берцовая* кость, *малая берцовая* кость рудиментарна и прирастает к первой. К дистальной ее части прирастает проксимальный ряд косточек *предплюсны*. Срастание здесь столь полное, что у взрослой птицы швы утрачиваются полностью. Лежащий вслед за голенью отдел конечности носит название *цевки*. У взрослой птицы он состоит из одной длинной кости. Однако эмбрионально эта кость возникает в результате срастания костей *плюсны* и нижнего (дистального) ряда костей *предплюсны*. В итоге голеностопное сочленение у птиц (как и у пресмыкающихся) расположено между двумя рядами костей *предплюсны*, а не между *предплюсней* и голенью, как у амфибии. Это сочленение правильнее именовать *межпредплюсневым*, или *интертарзальным* (рис. 4). Пальцев у птиц чаще всего бывает 4, реже 3 и только в одном случае (африканский страус) - 2.

2. Органы дыхания крайне своеобразны и больше чем какая-либо другая система внутренних органов приспособлены к воздушному образу жизни.

Гортанная щель ведет в *трахею*, верхняя часть которой образует *гортань*, поддерживаемую непарным *перстневидным хрящом* и парными *черпаловидными хрящами*. Эта гортань у птиц известна под названием *верхней* и не играет роли голосового аппарата. Функцию такового выполняет так называемая *нижняя гортань*, свойственная только птицам. Она располагается в месте деления трахеи на два бронха и представляет расширение, поддерживаемое костными кольцами (рис. 135). Внутрь полости нижней гортани от ее стенок вдаются *наружные голосовые перепонки*, а снизу, от места ветвления трахеи, вдаются *внутренние голосовые перепонки*. Голосовые перепонки в связи с сокращением специальных певчих мышц могут менять положение и форму, чем и обусловливается разнообразие издаваемых ими звуков.

Верхние дыхательные пути имеют важное значение для терморегуляции. Установлено, что при повышении температуры внешней среды дыхание птиц резко учащается и становится по-

верхностным. Одновременно происходит очень сильное расширение кровеносных сосудов в полости рта и в глотке. Поэтому и возникает усиленная отдача тепла из организма птицы.

Легкие птиц представляют собой не полые мешки, как у амфибий и отчасти у рептилий, а плотные губчатые тела, прикрепленные к спинной стенке грудной клетки. *Бронхи*, войдя в легкие, многократно дихотомически ветвятся, и их главные разветвления пронизывают легкие насквозь и впадают в *воздушные мешки* (см. ниже). Ветки бронхов соединяются между собой тонкими каналами - третичными бронхами или *парабронхами*. Стенки парабронхов имеют небольшие углубления, оплетенные кровеносными капиллярами. Именно здесь происходит насыщение крови кислородом.

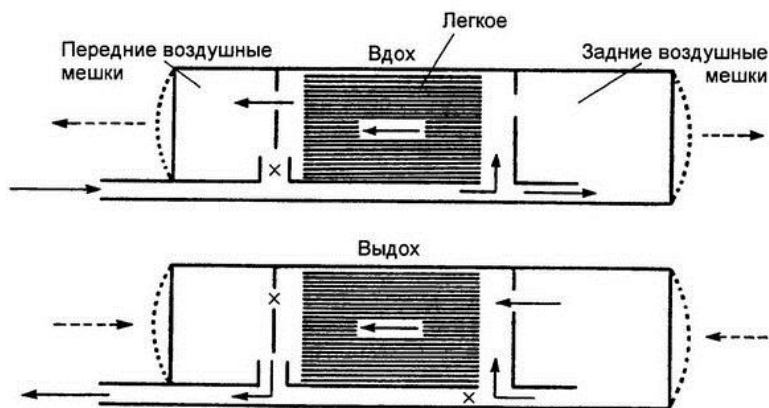


Рис. Схема движения воздуха в дыхательной системе птиц (по Шмидт-Нильсену, 1976). Сплошными стрелками показано направление воздушного потока, пунктирными – расширение или сжатие воздушных мешков, значком X – места перекрытия потока воздуха при данной фазе дыхания

Часть разветвлений бронхов, как сказано, выходит за пределы собственно легких и расширяется в огромные тонкостенные воздушные мешки, объем которых примерно в 10 раз превосходит объем легких. Воздушные мешки располагаются между различными внутренними органами, а их ответвления проходят между мышцами под кожу и заходят в пневматические кости. У птиц несколько

воздушных мешков: два *шейных*, один *межключичный*, две-три пары *грудных* и одна пара очень крупных *брюшных*.

Значение воздушных мешков велико и разнообразно. Основная их роль заключается в том, что они обеспечивают механизм дыхания. Они растягиваются, и воздух по *центральному бронху* с силой засасывается в задние воздушные мешки. При первом вдохе в задние воздушные мешки попадает богатый кислородом воздух. При первом выдохе из задних воздушных мешков в легкие поступает воздух с большим содержанием кислорода. На этой фазе дыхания происходит основное окисление крови.

При втором вдохе воздух из легких перемещается в передние воздушные мешки. При втором выдохе воздух из передних воздушных мешков выталкивается наружу. Таким образом, движение воздуха в дыхательной системе птиц происходит всегда в одном направлении (рис. 5): из задних воздушных мешков через легкие в передние воздушные мешки и наружу.

Кроме обеспечения акта дыхания (продвижения воздуха через легкие) воздушные мешки имеют и другие функции. Так, при усиленной работе мускулатуры во время полета они предохраняют его от перегрева, так как относительно холодный воздух «обтекает» практически все внутренние органы, а частично и мускулатуру. Воздушные мешки уменьшают во время полета трение между органами. Наконец, они уменьшают плотность тела, увеличивают внутрибрюшное давление и способствуют дефекации.

Практика № 12

Тема:

ВНУТРЕННЕ И ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ МЛЕКОПИТАЮЩЕГО НА ПРИМЕРЕ КРОЛИКА

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Тип Хордовые (Chordata)

Подтип Позвоночные (Vertebrata)

Надкласс Четвероногие (Tetrapoda)

Класс Млекопитающие, или Звери (Mammalia)

Инфрокласс Высшие звери, или Плацентарные (Rutheria)
Отряд: Зайцеобразные (Lagomorpha)
Семейство: Зайцы (Leporidae)
Вид : кролик европейский (*Oryctolagus cuniculus*)

ЗАДАНИЕ

Познакомиться с особенностями внешнего облика кролика. Обратить внимание на отделы тела, строение покровов, внешнее строение глаз, наружные отверстия ноздрей, ушные отверстия и т. п.

Ознакомиться с общим расположением внутренних органов; последовательно рассмотреть строение отдельных систем органов, начиная с кровеносной системы. Сделать следующие рисунки:

1. Зарисовать схему общего расположения внутренностей у самки кролика (рис.1). Закрасить системы органов цветными карандашами.
2. Зарисовать схему кровеносной системы. Начертить стрелками пути движения крови по кровеносной системе. Описать круги кровообращения (письменно).
3. Зарисовать строение головного мозга млекопитающего.

Внешнее строение

Тело млекопитающего состоит из головы, шеи, туловища, хвоста и двух пар конечностей. На голове имеются наружные уши, которые впервые в эволюции появляются у млекопитающих. Хорошо развиты глаза. Они покрыты верхними и нижними веками, оторочены ресницами. Третье веко рудиментарно. Нос голый (за редким исключением), имеются парные ноздри.

Ротовое отверстие окружено мягкими и подвижными губами. Почти у всех млекопитающих (за небольшим исключением) имеются зубы, служащие для удержания, умерщвления (у хищников) и размельчения пищи. Во рту млекопитающих имеется подвижный язык, помогающий захватывать пищу (копытные, муравь-

еды), переворачивать ее при пережевывании. У некоторых видов он участвует также в издании разнообразных звуков.

Шея у млекопитающих хорошо выражена, хотя обычно невелика. Конечности пятипалые. У некоторых представителей пальцев может быть больше (крот) или меньше (передние лапы собаки, фызунов; передние и задние ноги коровы, лошади).

Тело млекопитающих покрыто волосами. На голове у рта и глаз имеются удлиненные волосы — вибриссы, выполняющие осязательную функцию.

Общее расположение внутренних органов

В шейном отделе млекопитающих хорошо заметна трахея, под ней параллельно лежит пищевод (рис. 1, 29).

В грудной полости расположены сердце (рис. 1) и легкие. Куполообразная *диафрагма*, свойственная только млекопитающим, отделяет грудную полость от брюшной.

В брюшной полости, сразу под диафрагмой, располагается темно-красная печень (рис. 1, 4), имеющая также форму купола. Слева и частично под печенью расположен желудок (рис. 1, 3). От желудка отходят петли тонкого кишечника. Ниже на границе тонкого и толстого отдела можно видеть боковой вырост слепой кишки (рис. 1, 6). Она особенно сильно развита у растительноядных млекопитающих. Далее следует толстая кишка (рис. 1, 17), открывающаяся наружу анальным (заднепроходным) отверстием (рис. 1, 8).

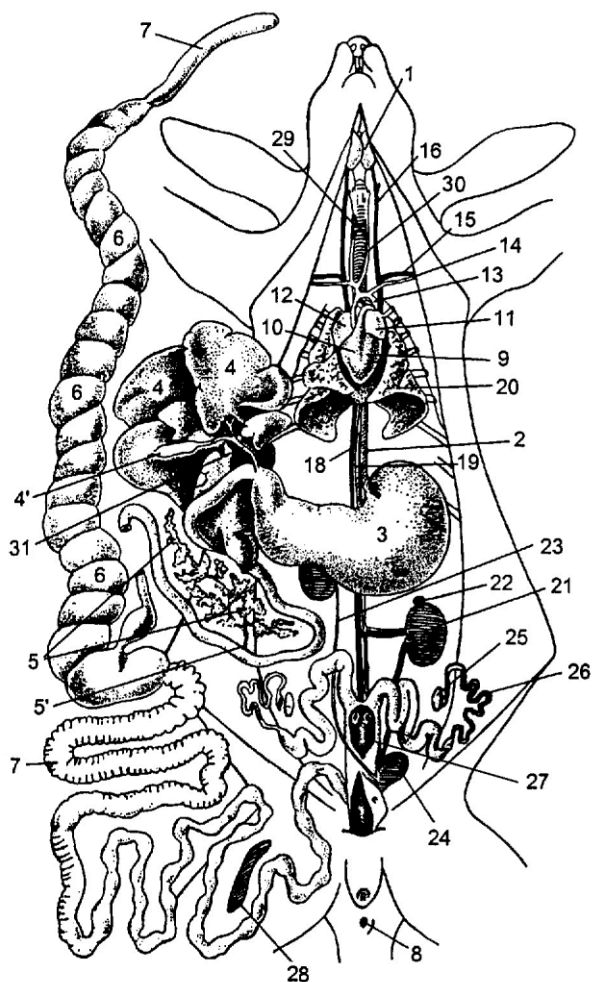


Рис. 1. Общее расположение внутренних у самки кролика (полусхематично):

1 – подчелюстная слюнная железа; 2 – пищевод; 3 – желудок; 4 – печень (откинута кверху); 4' – желчный пузырь; 5 – поджелудочная железа; 5' – проток поджелудочной железы; 6 – слепая кишка; 7 – ее червеобразный отросток; 8 – анальное отверстие; 9 – левый желудочек сердца; 10 – правый желудочек сердца; 11 – левое предсердие; 12 – правое предсердие; 13 – дуга аорты; 14 – левая под-

ключичная артерия; 15 – левая подключичная вена; 16 – левая яремная вена; 17 – толстый кишечник; 18 – задняя полая вена; 19 – аорта; 20 – левое легкое; 21 – левая почка; 22 – левый надпочечник; 23 – правый мочеточник; 24 – мочевой пузырь; 25 – левый яичник; 26 – левый яйцевод; 27 – матка; 28 – селезенка; 29 – щитовидная железа; 30 – трахея; 31 – желчный проток

При вскрытии самцов в нижней части брюшной полости можно видеть эллипсоидные семенники, которые у половозрелых особей лежат в мошонке своеобразном кожном мешке. От семенников отходят протоки (вольфовы каналы). В конечной своей части в них впадают протоки крупных желез – семенных пузырьков. Их размеры зависят от степени участия самцов в размножении. У самок хорошо видна матка (рис. 1, 27). У грызунов и некоторых других зверей матка двурогая.

Системы органов

Пищеварительная система

Органы пищеварения млекопитающих отличаются большей по сравнению с другими амниотами сложностью, выраженной в высокой степени дифференцировки всей системы, удлинении кишечного тракта, в появлении разнообразных пищеварительных желез.

Пищеварительный тракт начинается *мясистыми губами*, свойственными только млекопитающим. Собственно ротовая полость ограничена сложно дифференцированными зубами. В нее открываются протоки нескольких пар слюнных желез. На дне ротовой полости расположен подвижный мускулистый язык, поверхность которого покрыта многочисленными вкусовыми сосочками. В заднем ее отделе находится глотка состоящая из двух отделов: верхнего (носового) и нижнего (ротового). Глотка продолжается в длинный пищевод (рис. 1, 2), переходящий в желудок (рис. 1, 3). Передний отдел желудка носит название кардиального, а задний – пилорического. От пилорического отдела желудка отходит двенадцатиперстная кишка, образующая U-образную петлю, в которой расположена гроздевидная поджелудочная железа (рис. 1,

5). Двенадцатиперстная кишка переходит в образующую много петель тонкую кишку, заполняющую собой большую часть брюшной полости. В месте перехода тонкой кишки в толстую (рис. 1, 17) находится слепая кишка (рис. 1, 6). Толстая кишка заканчивается прямой кишкой, открывающейся наружу анальным отверстием (рис. 1, 8).

Крупная печень (рис. 1, 4) имеет несколько лопастей. Имеется желчный пузырь, который у некоторых видов может отсутствовать (его нет у крыс, лошадей и оленей).

Сбоку от желудка расположена удлиненная компактная буровато-красная селезенка (рис. 1, 28).

Органы дыхания

Органы дыхания млекопитающих представлены легкими и проводящими путями. Кожное дыхание у млекопитающих практически отсутствует.

Через наружные ноздри воздух проходит в носовую полость, где сильно развиты носовые раковины, внутри которых находятся многочисленные окончания обонятельных нервов и кровеносные капилляры. В носовой полости происходит обогрев и очищение поступающего воздуха. Далее воздух через хоаны попадает в ротовую полость, а затем в гортань. Далее воздух попадает в трахею. Трахея у млекопитающих – упругая и не спадающая благодаря хрящевым кольцам трубка. Она делится на два бронха, которые входят в легкое и далее ветвятся на бронхи низшего порядка, заканчиваясь бронхиолами, которые, в свою очередь, расширяются в легочные пузырьки или альвеолы.

Дыхательный акт, совершается благодаря сужению и расширению грудной клетки (насосный механизм дыхания). Происходит это при помощи специальной мышцы — диафрагмы и межреберной мускулатуры. При вдохе диафрагма уплощается, грудная клетка расширяется, создается разреженное пространство и происходит всасывание воздуха. При выдохе диафрагма принимает форму купола, грудная клетка сжимается, внутреннее давление увеличивается и воздух выталкивается наружу.

Кровеносная система.

Для млекопитающих, так же как и для птиц характерно четырех камерное сердце (рис.1, 9,10,11,12 и рис. 2, 6,7,8,9). Как и у птиц, имеется только одна *дуга аорты* (но *левая*) (рис.1, 13, рис. 2,4), отходящая от толстостенного левого желудочка (рис. 2,8). Главные артериальные сосуды отходят от аорты различно. Обычно от аорты отходит короткая *безымянная артерия*, которая делится на *правую подключичную артерию* (рис. 2,3), *правую и левую сонные артерии* (рис. 2, 1,2), *левая же подключичная артерия* отходит самостоятельно от дуги аорты. В других случаях левая сонная артерия отходит не от безымянной артерии, а самостоятельно от дуги аорты. *Спинная аорта* (рис. 2,10), как и у всех позвоночных, лежит под позвоночным столбом. От нее отходит ряд ветвей к мускулатуре и внутренним органам.

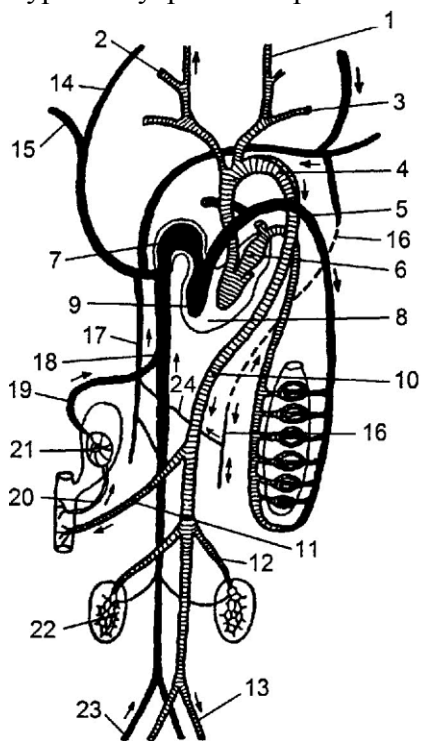


Рис. 2. Схема строения кровеносной системы млекопитающих:

1 – внешняя сонная артерия; 2 – внутренняя сонная артерия; 3 – подключичная артерия; 4 – дуга аорты; 5 – легочная артерия; 6 – левое предсердие; 7 – правое предсердие; 8 – левый желудочек; 9 – правый желудочек; 10 – спинная аорта; 11 – внутренностная артерия; 12 – почечная артерия; 13 – подвздошная артерия; 14 – яремная вена; 15 – подключичная вена; 16 – левая непарная вена; 17 – правая непарная вена; 18 – задняя полая вена; 19 – печеночная вена; 20 – воротная вена печени; 21 – печень; 22 – почка; 23 – подвздошная вена.

Для венозной системы характерно отсутствие воротного кровообращения в почках. *Левая передняя полая вена* (рис. 2, 18) лишь у немногих видов впадает в сердце самостоятельно: чаще она сливается с *правой передней полой веной*, которая и изливает всю кровь от переднего отдела тела в правое предсердие. Весьма характерно наличие остатков передних кардинальных вен – так называемых *непарных вен*. У большинства видов *правая непарная вена* (рис. 2, 17) самостоятельно впадает в переднюю полую вену, а *левая непарная вена* (рис. 2, 16) утрачивает связь с полой веной и впадает в правую непарную вену через *поперечную вену* (рис. 2, 24).

Выделительная система.

Выделительная система млекопитающих представлена парными почками (рис. 1, 21) млекопитающих принадлежат к типу тазовых – метанефрических почек. Они расположены в поясничной области по бокам позвоночника, плотно прилегая к спинной стороне полости тела. У переднего конца каждой почки видно небольшое желтовато–розовое образование – надпочечник (рис. 3, 4). Почка имеет бобовидную форму. От ее внутренней стороны берет начало мочеточник (рис. 3, 2). Он тянется назад и впадает в мочевой пузырь (рис. 3, 3), расположенный в тазовой области. Проток мочевого пузыря открывается у самцов в мочеполовой канал, проходящий внутри полового члена, а у самок – самостоятельным отверстием на головке клитора (соответствует половому члену самца).

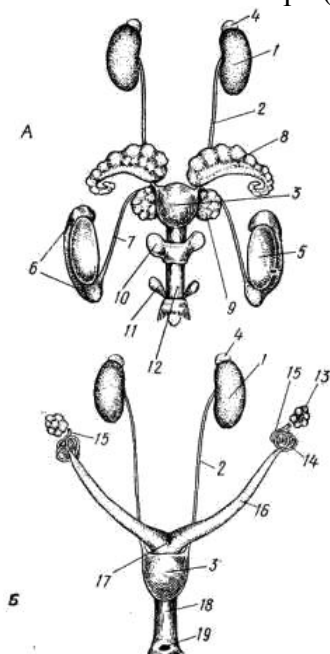


Рис. 3. Мочеполовая система крысы.

А – самец; Б – самка:

1 – почка, 2 – мочеточник, 3 – мочевой пузырь, 4 – надпочечник, 5 – семенник, 6 – придаток семенника, 7 – семяпровод, 8 – семенной пузырек, 9 – предстательная железа, 10 – куперова железа, 11 – препуциальная железа, 12 – половой член, 13 – яичник, 14 – яйцевод, 15 – воронка яйцевода, 16 – рог матки, 17 – матка, 18 – влагалище, 19 – половое отверстие

Органы размножения.

Половыми железами самцов являются *парные семенники* (рис. 3, 5), вырабатывающие сперматозоиды. К каждому семеннику прилежит *придаток семенника* (рис. 3, 6), представляющий собой клубок сильно извитых канальцев, это остаток туловищной почки.

От придатков отходят парные *семяпроводы* (вольфовы каналы) (рис. 3, 7), которые у корня полового члена впадают в мочеполовой канал. В нижнем отделе семяпроводов формируются крупные парные железы – *семенные пузырьки* (рис. 3, 8). В основании полового члена у самцов развиты *предстательная железа* (простата) (рис. 3, 9) и *куперовы железы* (рис. 3, 10).

Половая система самок представлена парными *яичниками* (рис. 3, 13), лежащими в полости тела. Яичники вырабатывают яйцеклетки, которые, созревая, выпадают в целом, а затем подхватываются воронкой яйцевода (парный орган). Далее яйцеклетки двигаются по *яйцеводам* (рис. 3, 14). Верхний извитой отдел яйцеводов представлен фаллопиевыми трубами, которые переходят в матку. *Матка* млекопитающих способна к значительному растяжению. Форма матки отличается у разных отрядов. Наружу матка открывается влагалищем. Оплодотворение у млекопитающих, как и у всех амниот, внутреннее.

Центральная нервная система

Головной мозг у млекопитающих относительно крупный и имеет более сложное строение, чем у других позвоночных животных. Типичными чертами строения мозга млекопитающих является: сильное развитие больших полушарий переднего мозга (рис. 4, 6) и мозжечка (рис. 4, 4). Эти отделы покрывают сверху все другие участки головного мозга: промежуточный, средний и продолговатый мозг, который переходит в спинной мозг.

Передний мозг (рис. 4, 1) по своим размерам превосходит все другие отделы мозга млекопитающих. Он состоит из огромных полушарий (рис. 4, 6) и обонятельных луковиц (рис. 4, 7). Крыша полушарий образована корой (рис. 4, 8), характерной только для млекопитающих. Кролик имеет гладкую поверхность коры. У многих других млекопитающих, особенно высших приматов, система извилин и борозд поверхности коры достигает большой сложности. От обонятельных луковиц отходит 1 пара головных (черепных) нервов — обонятельные.

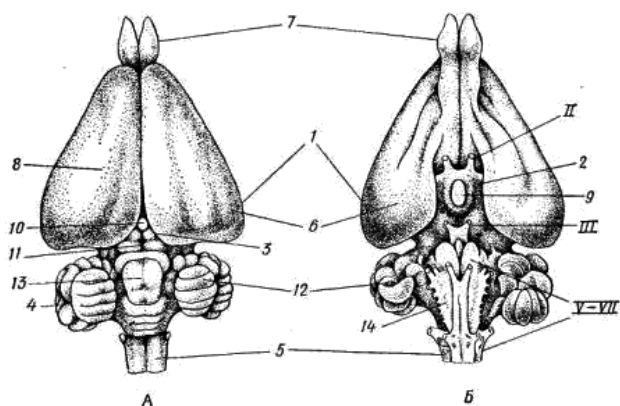


Рис. 4. Головной мозг кролика.

А – вид сверху; Б – вид снизу:

1 – передний мозг, 2 – промежуточный мозг, 3 – средний мозг, 4 – мозжечок, 5 – продолговатый мозг, 6 – полушария, 7 – обонятельные луковицы, 8 – новая кора, 9 – гипофиз, 10 – эпифиз, 11 – четверохолмие, 12 – полушария мозжечка, 13 – червячок мозжечка, 14 – пирамиды, II, III, V–VII – головные нервы

Промежуточный мозг (рис. 4, 2) невелик по размерам и полностью закрыт большими полушариями. На вентральной поверхности промежуточного мозга расположена воронка, к которой прикреплен гипофиз (рис. 4, 9) – железа внутренней секреции. На дорзальной стороне промежуточного мозга находится эпифиз (рис. 4, 10) – рудимент теменного глаза низших позвоночных. От дна промежуточного мозга отходит II пара головных нервов — зрительные, которые образуют характерный для позвоночных перекрест (хиазму).

Средний мозг (рис. 4, 3) отличается небольшими размерами. Его дорзальная часть видна между большими полушариями и мозжечком и представляет собой четверохолмие (рис. 4, 11). Передние холмы несут зрительную функцию, а задние, появляющиеся только у млекопитающих, служат важнейшими слуховыми центрами. От вентральной поверхности среднего мозга отходит III пара головных нервов – глазодвигательные. На дорзальной поверхности

среднего мозга, на границе его с мозжечком, отходит IV пара головных нервов – блоковые.

Мозжечок (рис. 4, 4) состоит из двух полушарий (рис. 4, 12) и непарной (характерно для млекопитающих) средней части – червячка (рис. 4, 13). Поверхность мозжечка покрыта многочисленными бороздками, которые у млекопитающих сильно усложнены.

Продолговатый мозг (рис. 4, 5) кролика, как и у всех млекопитающих, имеет на вентральной поверхности так называемые пирамиды (рис. 4, 14). Они образованы нервными волокнами, идущими без перерыва от моторной области больших полушарий к моторным нейронам спинного мозга. Это специфический и главный двигательный путь центральной нервной системы млекопитающих. От продолговатого мозга отходят V-XII пары головных нервов.

Головные нервы кролика типичны для млекопитающих.

Практика №

Скелет класса Mammalia

- 1) Дать общую характеристику скелета класса млекопитающих (письменно)
- 2) Зарисовать скелет конечностей разных видов млекопитающих

Скелет (рис. 1). Характерными чертами в строении *позвоночного столба* млекопитающих являются плоские сочленовные поверхности позвонков {*платицельные позвонки*}, между которыми располагаются *хрящевые диски* {*мениски*}, четко выраженная расчлененность позвоночника на отделы (шейный, грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой) и постоянное число шейных позвонков. Отклонения от указанных признаков редки и носят вторичный характер.

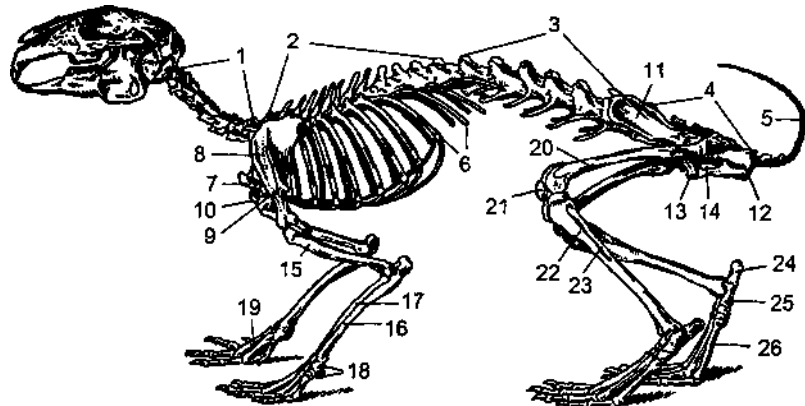


Рис. 1. Скелет кролика:

1 - шейные позвонки; 2 - грудные позвонки; 3 - поясничные позвонки; 4 - крестец; 5 - хвостовые позвонки; 6 - ребра; 7 - рукоятка грудины; 8 - лопатка; 9 - акромиальный отросток лопатки; 10 - коракоидный отросток лопатки; 11 - подвздошный отдел безымянной кости; 12 - седалищный отдел той же кости; 13 - лобковый отдел той же кости; 14 - запирающее отверстие; 15 - плечо; 16 - локтевая кость; 17 - лучевая кость; 18 - запястье; 19 - пясть; 20 - бедро; 21 - коленная чашечка; 22 - большая берцовая кость; 23 - малая берцовая кость; 24 - пяточная кость; 25 - таранная кость; 26 - плюсна

В *шейном отделе* млекопитающих всегда 7 позвонков, хорошо выражены *атлант* и *эпистрофей*. Исключение представляют ламантин, у которого 6 шейных позвонков, и виды ленивцев, имеющие от 6 до 10 позвонков. Однако длина шейного отдела значительно варьирует. В отличие от птиц длина шеи у млекопитающих определяется не числом шейных позвонков, а длиной их тела. Наиболее сильно он развит у копытных, для которых подвижность головы очень важна при добыче пищи. Хорошо развита шея у хищников. Наоборот, у грызунов-норников и особенно у землероев шейный отдел короткий и подвижность головы у них малая.

Грудной отдел состоит чаще из 12-15 позвонков; у одного из броненосцев и бутылконосого кита (*Hyperoodon*) их 9, а у ле-

нивцев рода *Choloepus* - 24. К передним грудным позвонкам (обычно к семи) причленяются ребра, соединенные с грудиной (истинные ребра). Остальные грудные позвонки несут ребра, не достигающие до грудины (ложные ребра). Грудина представляет собой сегментированную костную пластинку, заканчивающуюся удлинненным хрящом - *мечевидным отростком*. Расширенный передний сегмент носит название *рукоятки грудины*. У летучих мышей и у зверей, конечности которых приспособлены для рытья, грудина теряет ясно выраженную сегментацию и несет киль, служащий, как и у птиц, для прикрепления грудных мышц.

В *поясничном отделе* число позвонков варьирует от 2 до 9. Позвонки эти несут рудиментарные ребра.

Крестцовый отдел чаще состоит из четырех сросшихся позвонков. При этом только первые два позвонка являются истинно крестцовыми, а остальные - присосшими к крестцу хвостовыми позвонками. У хищных число крестцовых позвонков равно 3, а у утконоса, как и у рептилий, - 2. Число хвостовых позвонков наиболее изменчиво. Так, у гиббона их 3, а у длиннохвостого ящера - 49.

Подвижность позвоночника у разных видов зверей различна. Наибольшую подвижность имеют мелкие зверьки, которые при движении часто выгибают спину дугой. Наоборот, у крупных копытных все отделы позвоночника (кроме шейного и хвостового) перемещаются незначительно, и при беге работают только конечности. *Череп* млекопитающих характерен относительно более крупной мозговой коробкой, что связано с большими размерами головного мозга. У молодых зверей мозговая коробка по сравнению с лицевой частью обычно развита относительно сильнее, чем у взрослых. Число отдельных костей в черепе млекопитающих меньше, чем у нижестоящих групп позвоночных. Это обуславливается срастанием ряда костей между собой в комплексы, что особенно характерно для мозговой коробки. Так, срастаются основная, боковые и верхняя затылочная кости; сращение ушных костей приводит к образованию единой каменистой кости. Крылоклиновидная кость срастается с основной клиновидной костью, а глазоклиновидная кость срастается с передней клиновидной костью.

Швы между костными комплексами зарастают сравнительно поздно, особенно в области мозгового черепа, что создает возможность увеличения объема головного мозга по мере роста животного.

Затылочная область сформирована единой, как указано, *затылочной* костью. Она имеет два мыщелка для сочленения с атлантом. Крыша черепа образована парными *теменными*, *лобными* и *носовыми* костями и непарной *межтеменной* костью. Бока черепной коробки образованы *чешуйчатыми* костями, от которых наружу и вперед отходят *скуловые* отростки. Последние соединяются со *скуловой* костью, которая, в свою очередь, спереди сочленена со скуловым отростком верхнечелюстной кости. В итоге образуется весьма характерная для млекопитающих *скуловая дуга*.

Дно мозговой части черепа образовано *основной* и *переднекли-новидной* костями, а дно лицевой, висцеральной части - *крыло-видными*, *нёбными* и *верхнечелюстными* костями. В дне черепа, в области *слуховой капсулы*, располагается свойственная только млекопитающим *барабанная* кость. Слуховые капсулы окостеневают, как уже указано, несколькими центрами, но в конечном счете формируется только одна парная *каменистая* кость.

Верхние челюсти состоят из парных *межчелюстных* и *верхнечелюстных* костей. Характерно развитие *вторичного костного нёба*, оно образовано нёбными отростками межчелюстных и верхнечелюстных костей и нёбными костями. В связи с образованием вторичного костного нёба хоаны открываются не между верхнечелюстными костями, как у других наземных позвоночных (кроме крокодилов и черепах), а позади нёбных костей. Такое строение нёба предотвращает перерыв дыхания в то время, как пищевой комок задерживается в ротовой полости для его пережевывания.

Нижняя челюсть представлена парными *зубными* костями, которые причленяются непосредственно к чешуйчатым костям. *Сочленовная кость* превращается в слуховую косточку - *молоточек*; *квадратная кость* - в другую слуховую косточку - *наковальню*. Вместе со стремечком (гомолог гиомандибуляре) они лежат в полости среднего уха. Наружная стенка этой полости, а также

часть наружного слухового прохода окружены упомянутой выше барабанной костью, гомологичной угловой кости - нижней челюсти прочих позвоночных. Таким образом, у млекопитающих наблюдается дальнейшее превращение части висцерального аппарата в слуховой аппарат среднего и наружного уха.

Плечевой пояс млекопитающих сравнительно прост. Основой его становится *лопатка*, к которой прирастает рудиментарный *коракоид*. Только у однопроходных коракоид существует в виде самостоятельной кости. *Ключица* имеется у млекопитающих, передние конечности которых совершают разнообразные сложные Движения и у которых наличие ключицы обеспечивает более прочное причленение плечевой кости и упрочение всего плечевого пояса. Таковы, например, обезьяны. Наоборот, у видов, которые перемещают передние конечности только или преимущественно в плоскости, параллельной главной оси тела, ключицы рудиментарны или отсутствуют. Таковы копытные, грызуны и прочие.

Тазовый пояс состоит из трех типичных для наземных позвоночных парных костей: *подвздошных*, *седалищных* и *лобковых*. У многих видов эти кости срастаются в одну безымянную кость.

Скелет парных конечностей сохраняет все основные черты строения типичной пятипалой конечности. Однако в связи с разнообразием условий существования и характером использования конечностей детали их строения весьма различны (рис. 2). У наземных форм значительно удлинены проксимальные отделы - бедро, голень. У водных зверей, наоборот, эти отделы укорочены, а удлинены дистальные отделы - пясть, плюсна и особенно фаланги пальцев. Превращенные в лапы конечности в этом случае двигаются отдельно от тела - чаще действуют как единое целое с туловищем. Перемещение же отделов конечностей относительно друг друга развито сравнительно слабо. У летучих мышей только первый палец передних конечностей развит нормально, остальные пальцы очень сильно удлинены; между ними расположена кожистая перепонка, образующая основную часть поверхности крыла (рис.3). У быстро бегающих зверей предплюсна, плюсна, запястье и пясть располагаются более или менее отвесно, например у соба-

ки. У наиболее совершенных бегунов - копытных - сокращается число пальцев. Первый палец атрофируется, и животные ступают либо на одинаково развитые третий и четвертый пальцы, между которыми проходит ось конечности (парнокопытные), либо преимущественное развитие получает один третий палец, через который и проходит ось конечности (непарнокопытные).

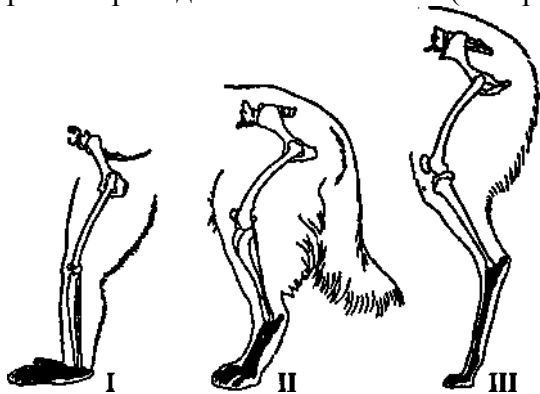


Рис. 2. Задние конечности стопо- и пальцеходящих млекопитающих (элементы стопы зачернены):

I - обезьяна павиан; II - собака; III - лама

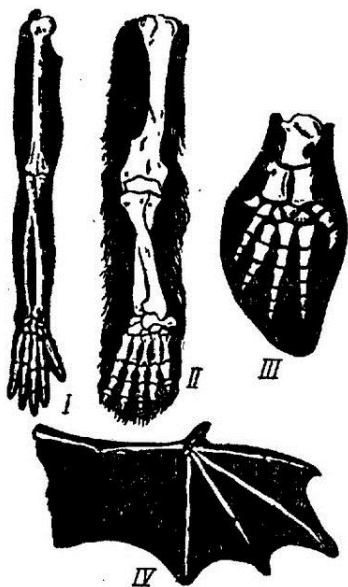


Рис. 3. Передние конечности млекопитающих (по Гессу):

1 —рука человека; II — лапа медведя; III — ласт кита; IV — крыло летучей мыши

Основная литература:

1. Дауда, Т.А. Зоология позвоночных [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Кощаев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 224 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53679 — Загл. с экрана.
2. Шариков, А.В. Проверочные задания по зоологии. Ч. 2. Позвоночные животные: Учебно-методическое пособие по дисциплинам «Зоология» и «География животных» [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.В. Шариков, А.А. Мосалов, В.В. Алпатов [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Прометей (Московский Государственный Педагогический Университет), 2012. — 96 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64280 — Загл. с экрана.

Дополнительная:

1. Константинов В. И., Наумов С. П., Шаталова С. П. Зоология позвоночных. — М.: Академия, 2007.
2. Константинов В.М. и др. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных. М. : Academia, 2001.
3. Константинов В.М., Шаталова С.П. Сравнительная анатомия позвоночных животных. М. : Academia, 2005.
4. Кузнецов Б. А. Определитель позвоночных животных фауны СССР. — М.: Просвещение, 1974-1975. - Т. 1-3.
5. Кузнецов Б.А., Чернов А.З., Катанова Л.Н. Курс зоологии.- 4-е изд.- М.: Агропромиздат. 1989.- 394 с.
6. Лукин Е.И. Зоология.-3 -е изд., М.:Агропромиздат, 1989.- 384 с.
7. Наумов Н. П., Карташев Н. Н. Зоология позвоночных: В 2-х ч. — М. Высшая школа, 1979.