

Эволюция систем органов позвоночных животных

пособие для углубленного изучения эволюционной теории

Данное пособие предназначено для углубленного изучения общей биологии в 10-11 кл.

Содержит дополнительную информацию по разделу «теория эволюции». В пособии последовательно рассматривается эволюция систем органов позвоночных животных, от примитивных хордовых до млекопитающих.

Автор:
Учитель биологии МБОУ СОШ №43
г. Новосибирска
Пирогова Анна Сергеевна

Содержание темы:

1.	<u>Что представляют собой почки позвоночных.....</u>	<u>5</u>
2.	<u>Почки бесчерепных.....</u>	<u>9</u>
3.	<u>Почки круглоротых.....</u>	<u>11</u>
4.	<u>Почки хрящевых рыб.....</u>	<u>16</u>
5.	<u>Почки костных рыб.....</u>	<u>19</u>
6.	<u>Почки амфибий.....</u>	<u>21</u>
7.	<u>Почки рептилий.....</u>	<u>25</u>
8.	<u>Выделительная система птиц.....</u>	<u>26</u>
9.	<u>Выделительная система млекопитающих.....</u>	<u>30</u>

Эволюция выделительной системы у позвоночных

ЖИВОТНЫХ



Почки позвоночных

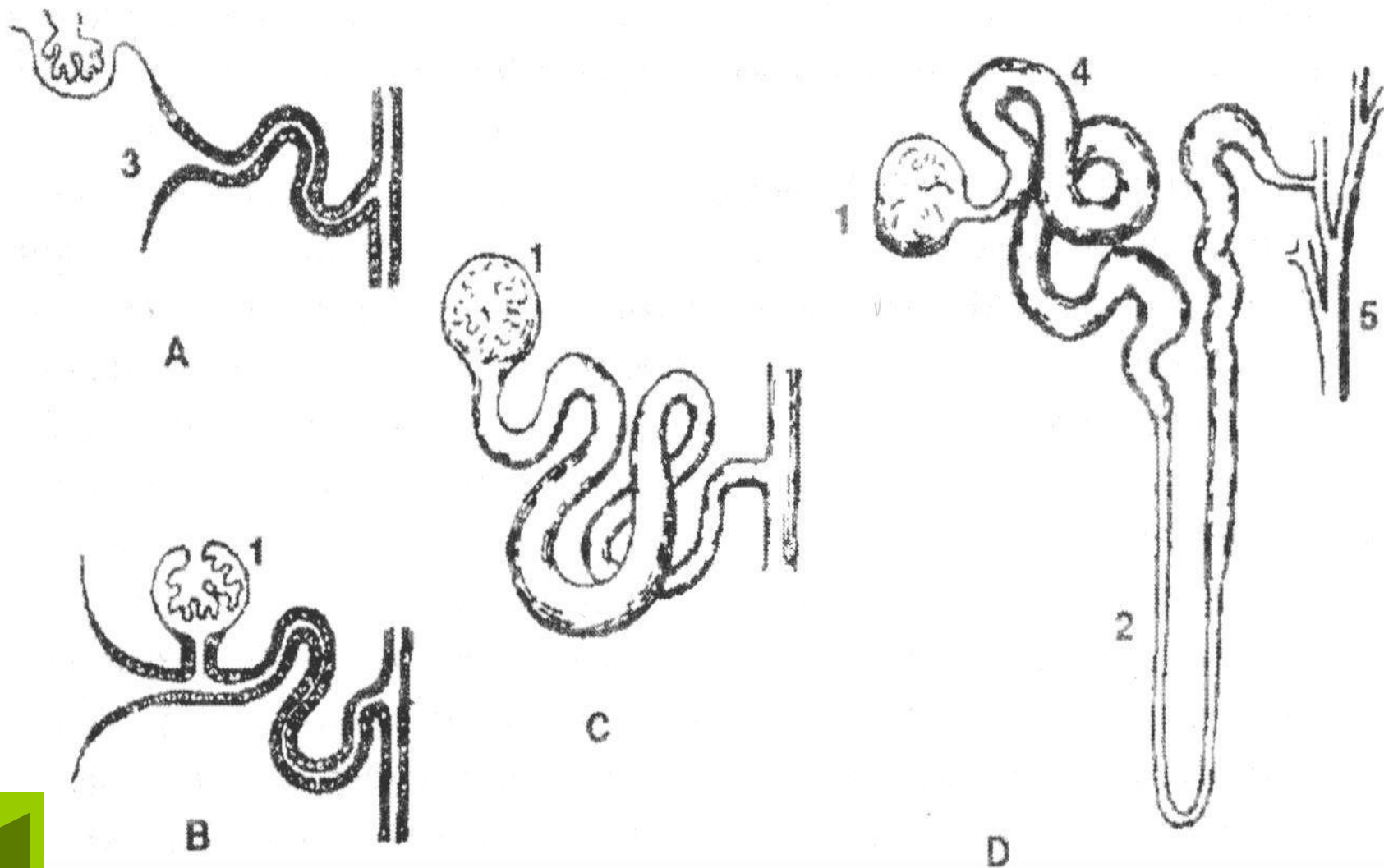
Представляют довольно компактный парный орган, состоящий из большого числа извитых выделительных канальцев, соединенных общим протоком, открывающимся обычно в заднюю кишку или мочевой пузырь.



В процессе эволюции позвоночных животных происходила последовательная смена трёх типов почки: предпочки, или головной (пронефрос), первичной, или туловищной, (мезонефрос), вторичной, или тазовой, П. (метанефрос).

эмбриональной смене соответствует и филогенетическая смена типов почек





Схемы почечных канальцев: А — предпочки при наружном клубке, В — предпочки или первичной почки с внутренним клубочком, С — первичной или вторичной почки, D — почки млекопитающего, 1 — мальпигиево тельце, 2 — петля Генле, 3 — нефростоматизвитой каналец, 5 — прямые канальцы

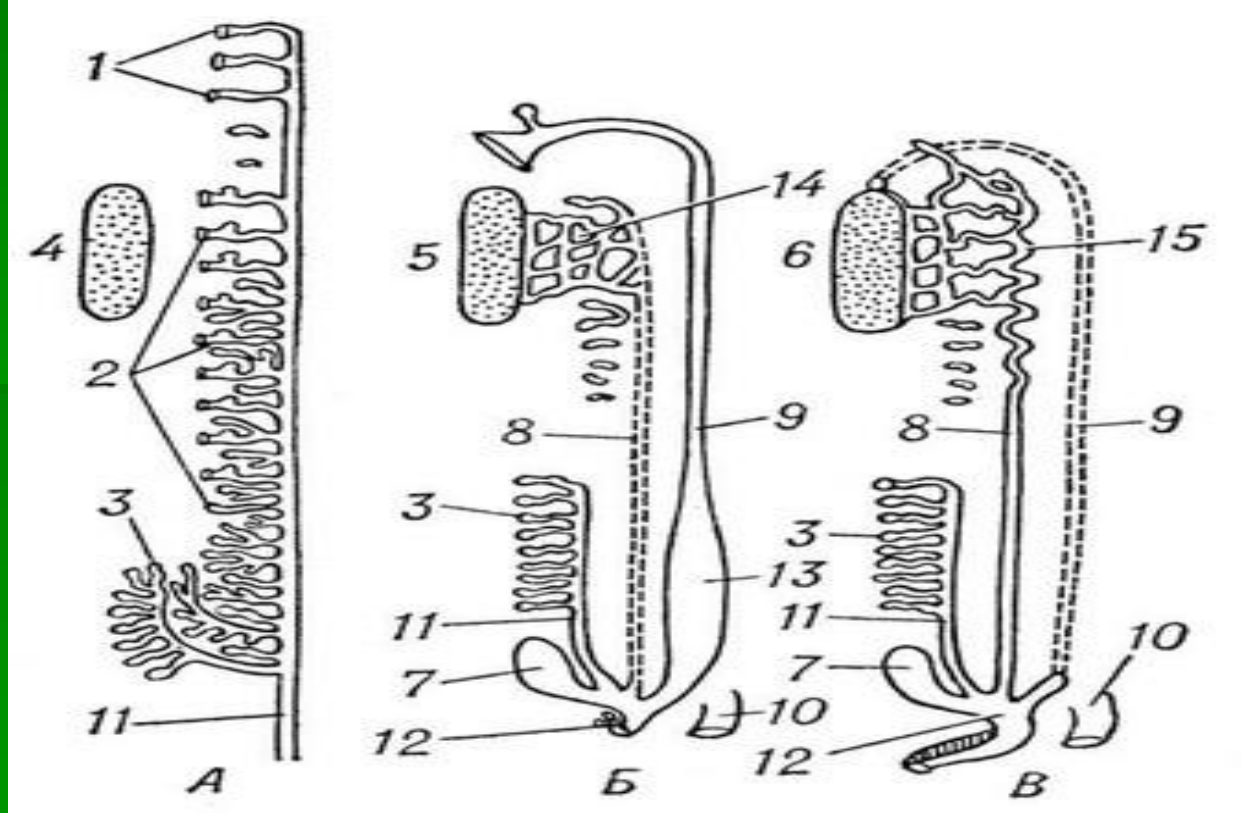


Схема развития мочеполовой системы у высших наземных позвоночных (А — исходная стадия; Б — мочеполовой аппарат самки; В — мочеполовой аппарат самца): **1** — предпочка (пронефрос); **2** — первичная почка (мезонефрос); **3** — вторичная почка (метанефрос); **4** — гонады; **5** — яичник; **6** — семенник; **7** — мочевой пузырь; **8** — вольфов канал; **9** — мюллеров канал; **10** — прямая кишка; **11** — мочеточник; **12** — мочеиспускательный канал; **13** — матка; **14** — придаток яичника (остаток первичной почки); **15** — придаток семенника (видоизмененная первичная почка).



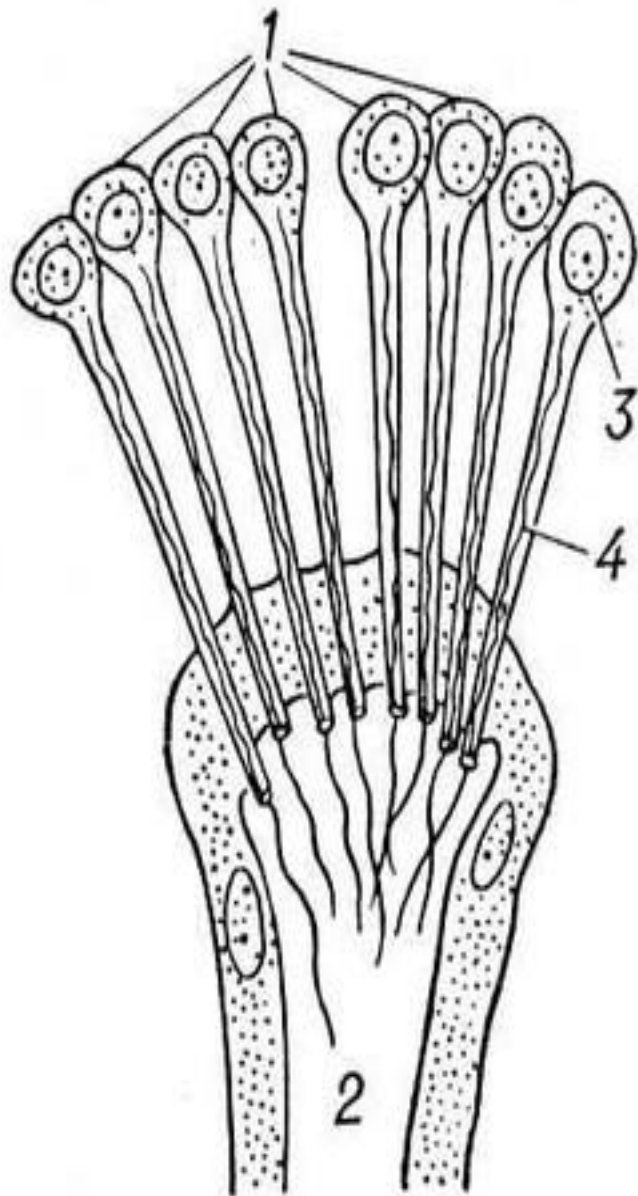
бесчерепные

- Функционирует система нефридиального типа (как у кольчатых червей)



Amphioxus - ланцетник.
Единственный современный представитель примитивных бесчерепных хордовых.





Слепой конец
протонефридия с
сидящими на нём
соленоцитами:
строение
выделительной
системы у ланцетника

1 — соленоциты; 2 —
выделительная трубка
протонефридия; 3 —
ядро; 4 — жгутик
соленоцита.



круглоротые

- У круглоротых образуются характерные для позвоночных и отсутствующие у других подтипов хордовых органы выделения - почки. У эмбрионов круглоротых, подобно остальным позвоночным, закладываются парные головные почки, или предпочки (пронефрос). Позднее позади них развиваются парные туловищные почки (мезонефрос), функционирующие у взрослых особей. Они лежат на спинной стороне полости тела в виде лентовидных образований, по нижнему краю каждой почки проходит мочеточник.



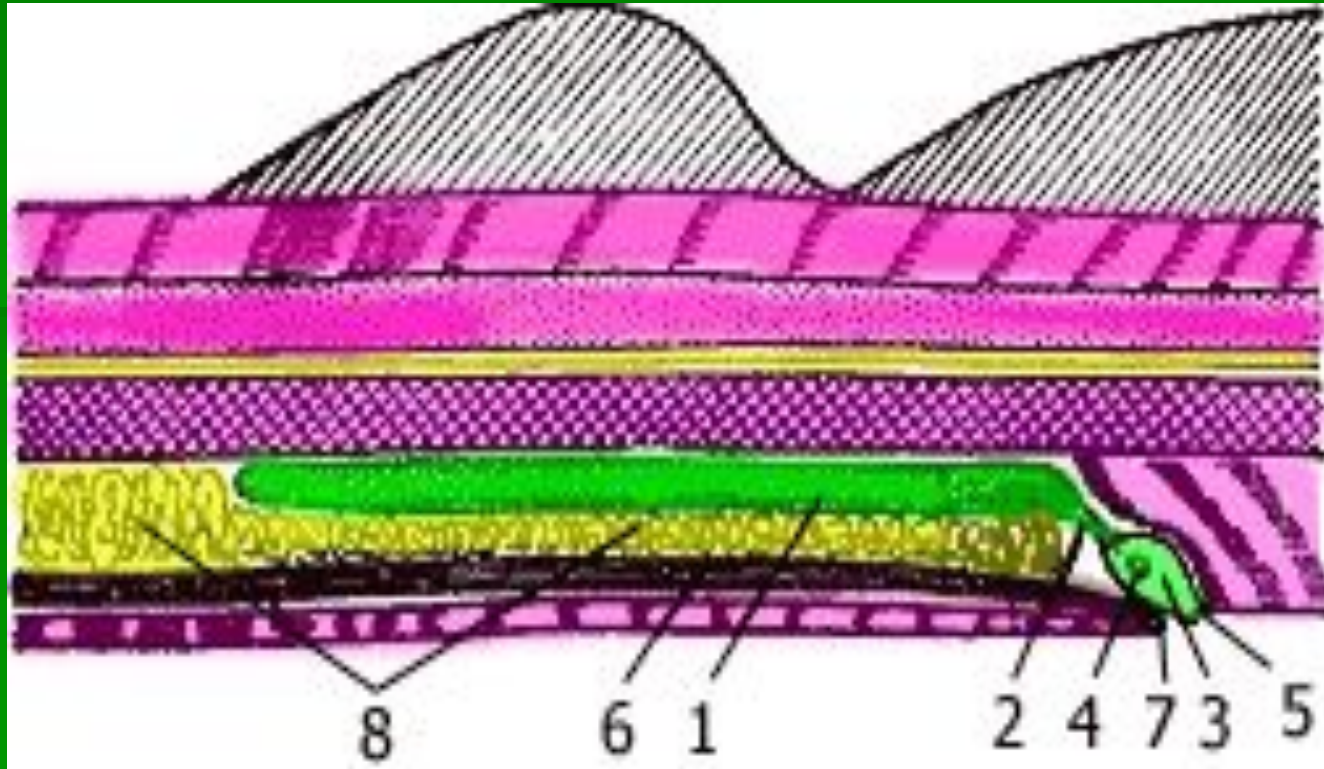
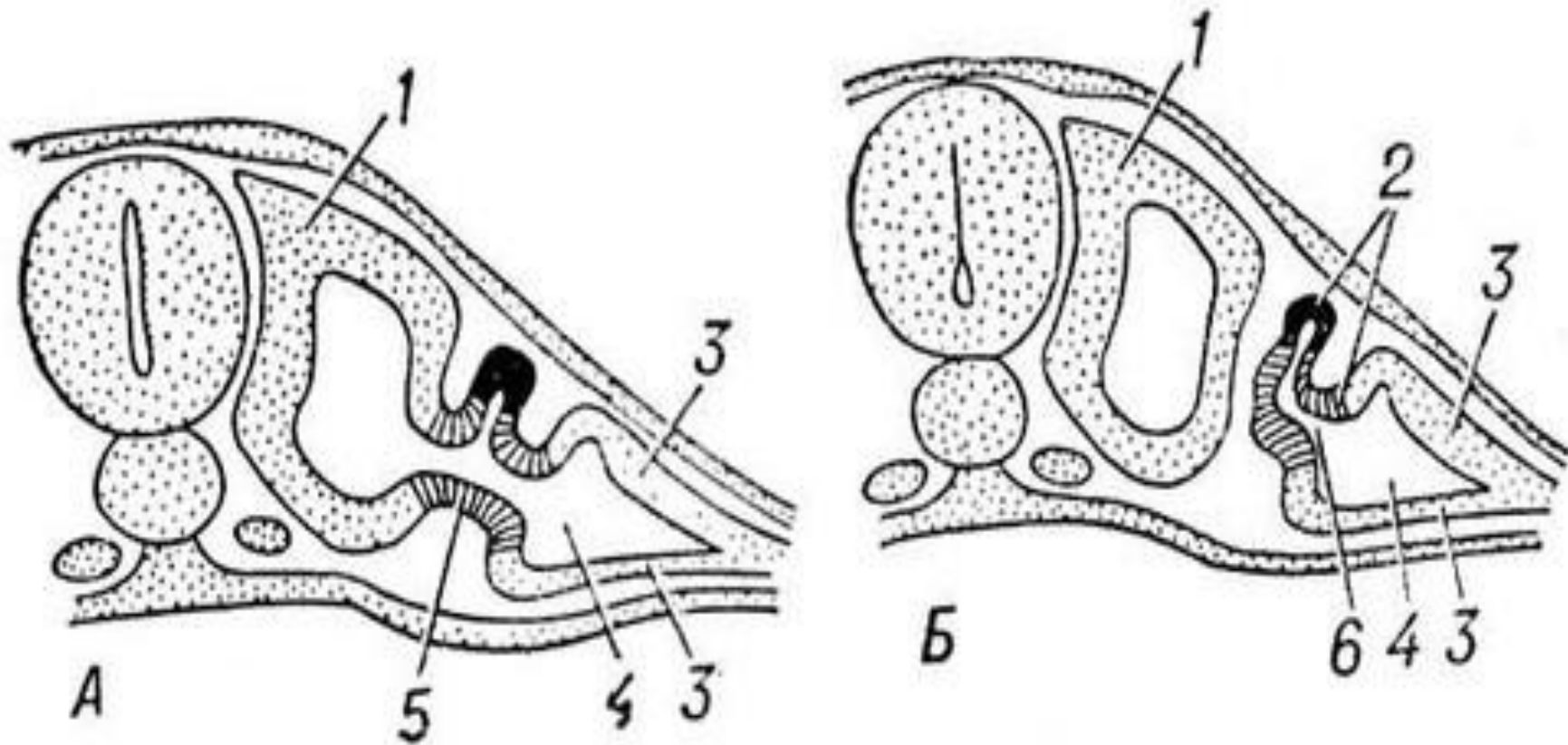


Рис. 2.6.1. Продольный разрез задней части туловища миноги

1 - мезонефрическая почка; 2 - мочеточник; 3 - мочеполовой синус; 4 - половая пора; 5 - мочеполовой сосочек; 6 - кишечник; 7 - анальное отверстие; 8 - половые железы.





Развитие почки у

ПОЗВОНОЧНЫХ

(А и Б — две последовательные стадии):

1 — сомит; 2 — предпочечный каналец и проток; 3 — боковая пластинка; 4 — вторичная полость тела; 5 — шейка сомита (или нефротом); 6 — воронка.



У большинства круглоротых предпочка редуцируется: от остается лишь несколько канальцев, открывающихся в околосоердечную сумку; Почки круглоротых микроанатомически существенно отличаются от почек челюстноротых, представляя как бы первую фазу возникновения гломерулярного фильтрующего аппарата (мальпигиевых телец). По всей длине почки, круглоротых проходит в виде шнура гломус, представляющий еще слабо упорядоченное собрание артериальных капилляров, выделяющих фильтрат. Последний по межклеточным промежуткам стекает в короткие почечные канальцы, где происходит частичное изъятие ценных для организма веществ из фильтрата. Таким образом, у круглоротых анатомического объединения обоих элементов - фильтрующего клубочка и принимающей фильтрат капсулы - еще не произошло.

Рис.



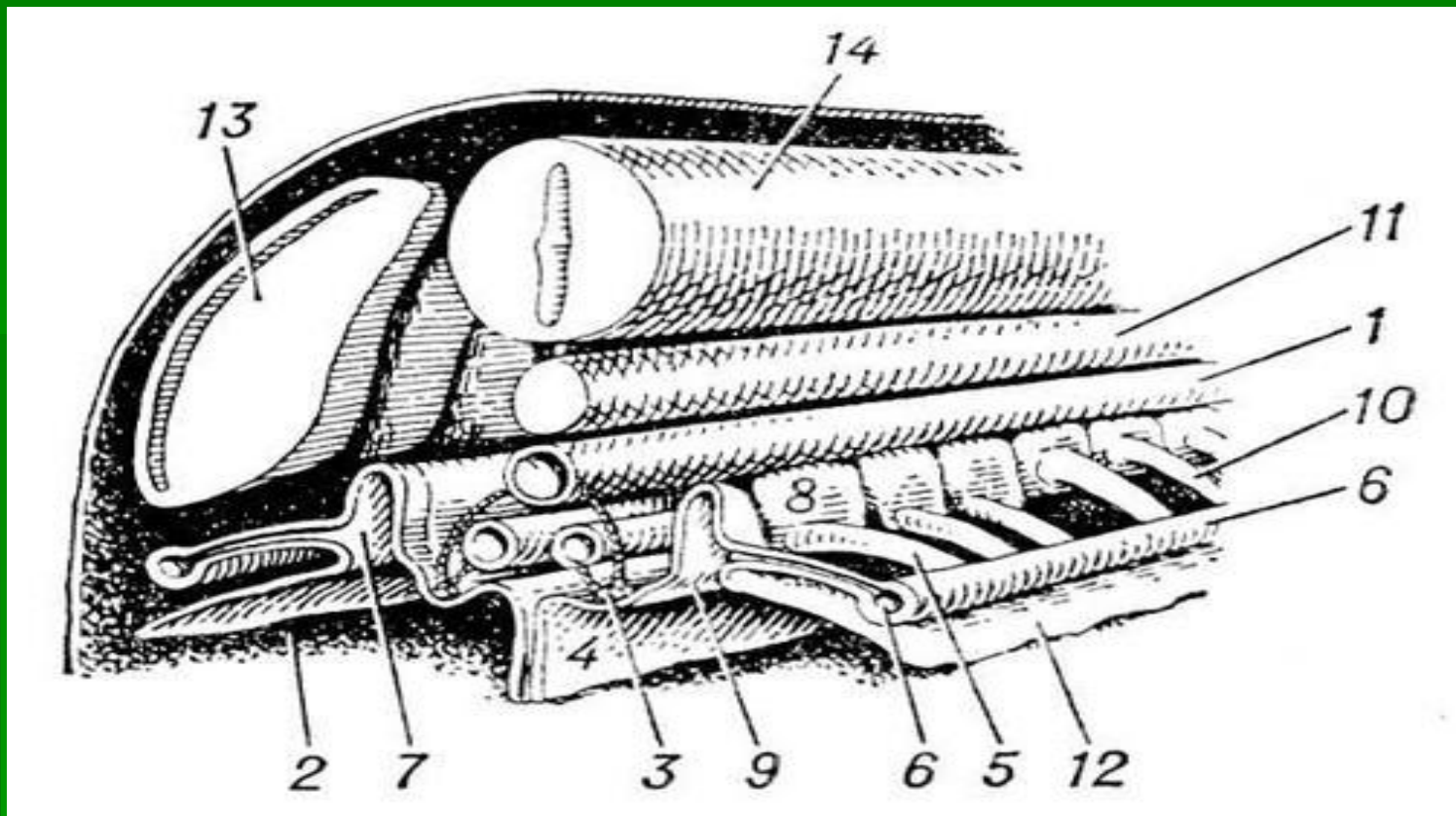
У всех рыб и земноводных во взрослом состоянии функционируют первичные почки. Канальцы их развиваются у эмбриона сходно с канальцами предпочки, отличаясь лишь тем, что открываются в готовый пронефрический проток, который получает с этого времени название первичнопочечного канала. У акул этот канал расщепляется с переднего конца на два протока: вольфов канал, служащий мочеточником первичной почки, и мюллеров канал, вступающий в связь с остатками пронефроса и выполняющий у самок функцию яйцевода. Рис



хрящевые рыбы

Акуловые рыбы решают проблему обводнения таким путем: аммиак, образующийся в результате обмена веществ, в их организме превращается в **мочевину**, накапливающуюся в крови, способствуя тем самым повышению осмотического давления внутри тела. Почки у акуловых выделяют гипертоническую мочу (они не пьют морскую воду), часть воды поступает осмотическим путем через покровы. Эта проблема решилась и образованием сложной структуры почечных канальцев, удерживающих в крови и тканевых жидкостях мочевину и соли.





Стереограмма головных и развивающихся первичных почек у позвоночных: **1** — аорта; **2** — вторичная полость тела; **3** — клубок; **4** — брыжейка; **5** — пронефрическая трубочка; **6** — пронефрический проток; **7** — полость нефротомы (**8**); **9** — воронка; **10** — мезонефрическая трубочка; **11** — хорда; **12** — брюшина; **13** — миотом; **14** — спинной мозг.



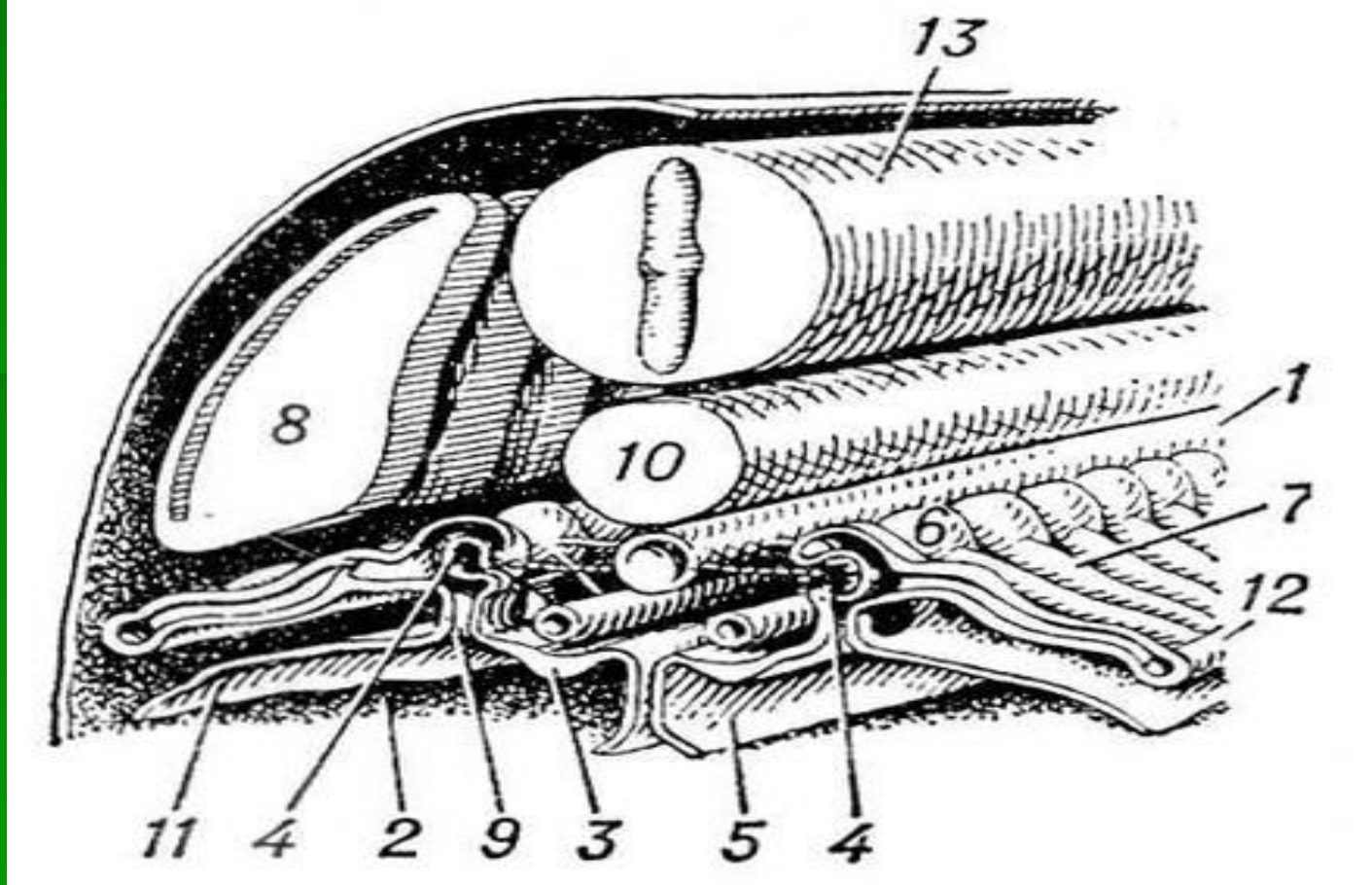


Рис. 8. Стереограмма сформированных первичных почек у позвоночных: **1** — аорта; **2** — вторичная полость тела; **3** — половой валик; **4** — клубочек; **5** — брыжейка; **6** — мальпигиево тельце; **7** — мезонефрическая трубочка; **8** — миотом; **9** — воронка; **10** — хорда; **11** — брюшина; **12** — вольфов проток; **13** — спинной мозг.



КОСТНЫЕ РЫБЫ

У большинства костных рыб половая и выделительная системы не связаны между собой. У некоторых костных рыб почка утратила почечные клубочки (агломерулярная - бесклубочковая почка) и отфильтровывает из крови очень мало воды. А так как жидкости тела и кровь костных рыб гипертоничны по отношению к морской воде, то для восполнения воды морские костные рыбы пьют воду, а избыток солей удаляют с помощью специализированных солевых желез, расположенных в жабрах. У них выработался мочевиный тип обмена. Пресноводные рыбы редко пьют воду, а их жабры поглощают соли путем активного переноса, почки же выделяют обильную малоконцентрированную мочу для удаления излишка воды, которая всасывается через жабры и выстилку ротовой полости. Конечным продуктом метаболизма является – аммиак.



Задние кардинальные
вены

Спина́я аорта

Почка

Воротная
вена почки

Мочеточник

Клоака

Мочеполовой
сосочек

РЫБЫ (Самка)

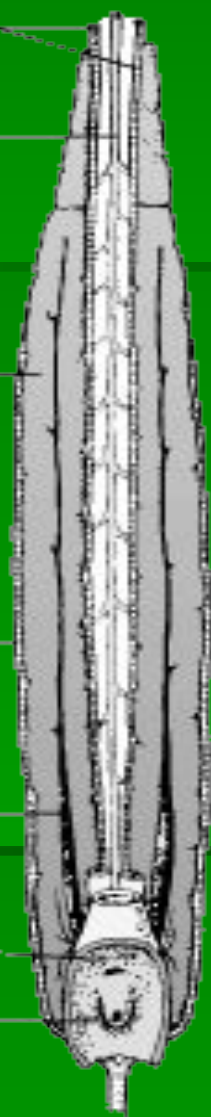


СХЕМА ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ХОЩЕВЫХ РЫБ



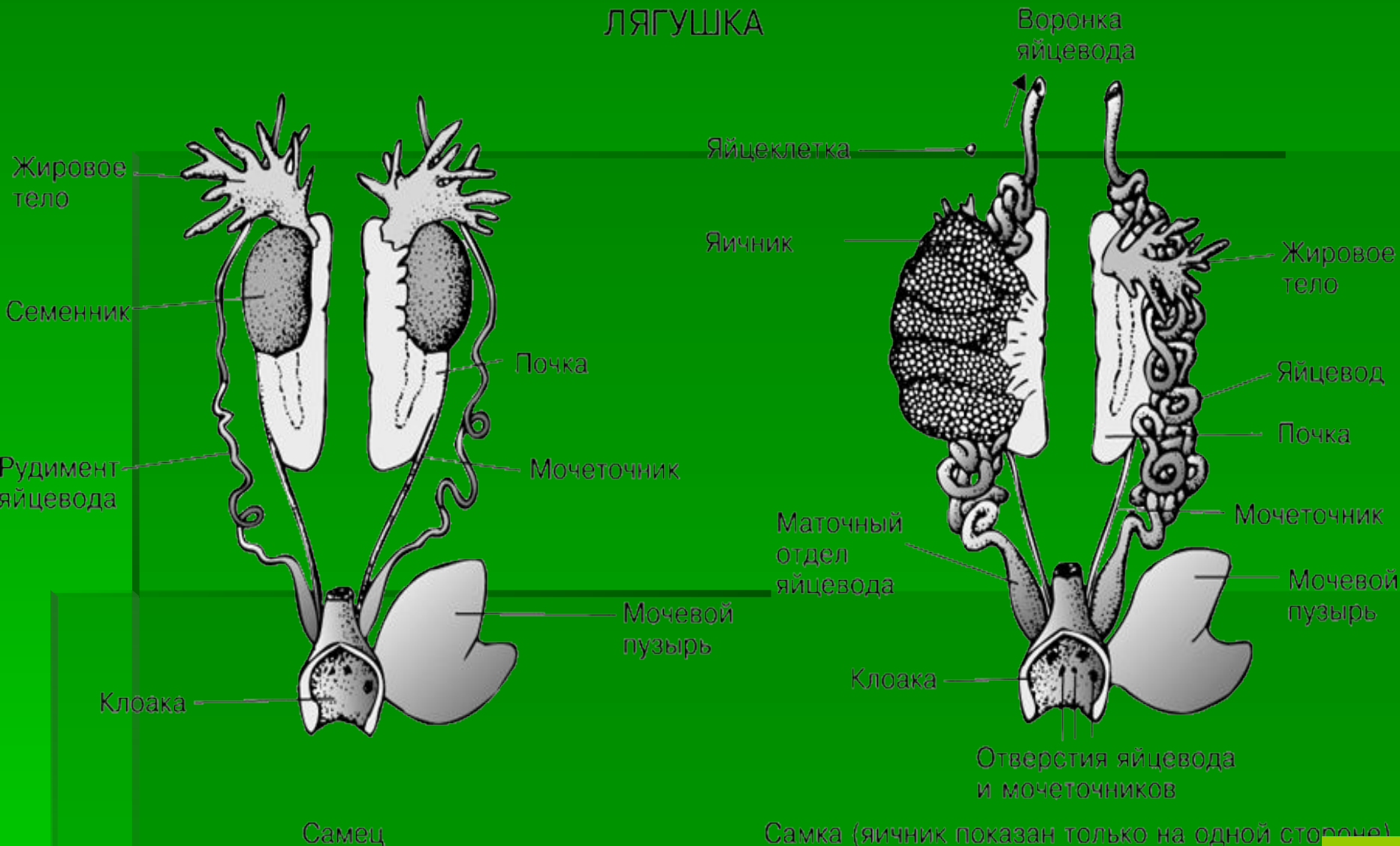
амфибии

Амфибии имеют почечные канальцы примитивного строения, способные выделять обильную, малоконцентрированную мочу. Лягушка может терять ежедневно с мочой и через кожу до **1/3** массы тела.



АМФИБИИ

ЛЯГУШКА



Продукты белкового распада выводятся преимущественно в виде мочевины. Из клубочков *боуменовой капсулы* попадает плазма крови – первичная моча, содержащая много для организма полезных веществ.

Активная реабсорбция



В связи с земноводным образом жизни у амфибий выработалась система адаптации: при нахождении животного в воде почки способны выделять огромное количество влаги, предохраняя его от обводнения. На суше активная и пассивная канальцевая реабсорбция, а так же мочевого пузыря, предохраняет животное от иссушения, кроме того запас влаги в лимфатических мешках способствует постоянному увлажнению кожи.



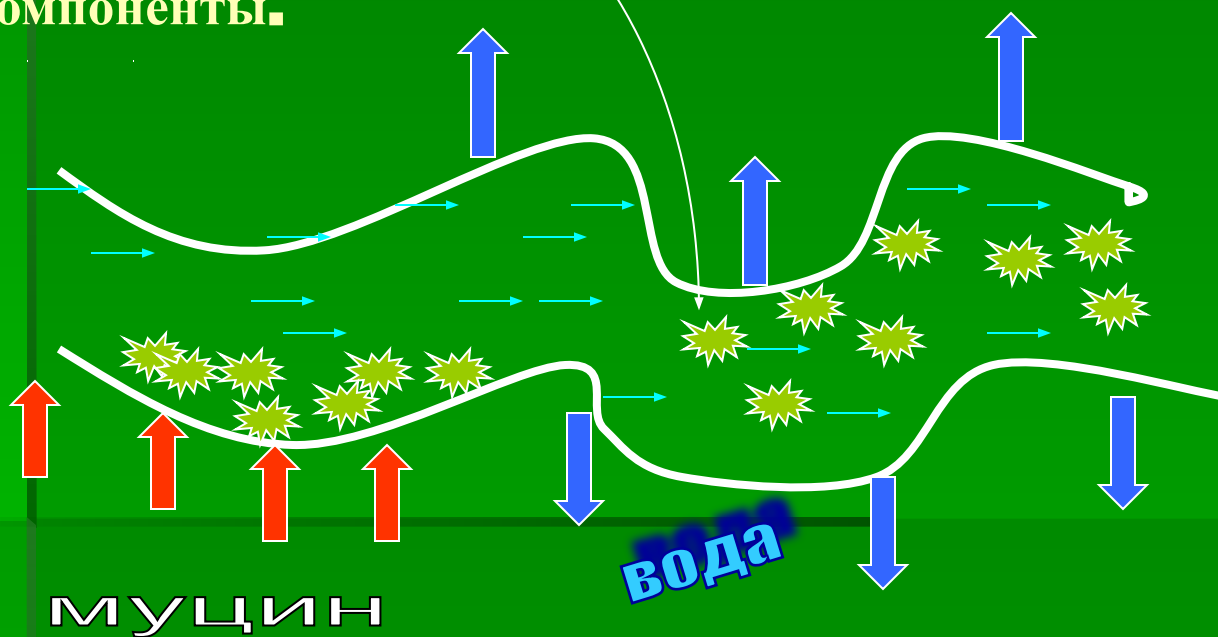
РЕПТИЛИИ

Роговой покров рептилий способствует сохранению воды в теле: клубочки почек очень мелкие и отфильтровывают воды из крови меньше, чем крупные клубочки пресноводных рыб и амфибий. Кроме того удлинены извитые канальцы. Приспособлением к жизни на суше у них явилось не только усиление секреторного аппарата стенок почечных канальцев, но и переход на *новый тип экскреции* – выведение из организма слаборастворимой, малотоксичной мочево́й кислоты в виде взвеси мелких кристалликов («белая моча»)



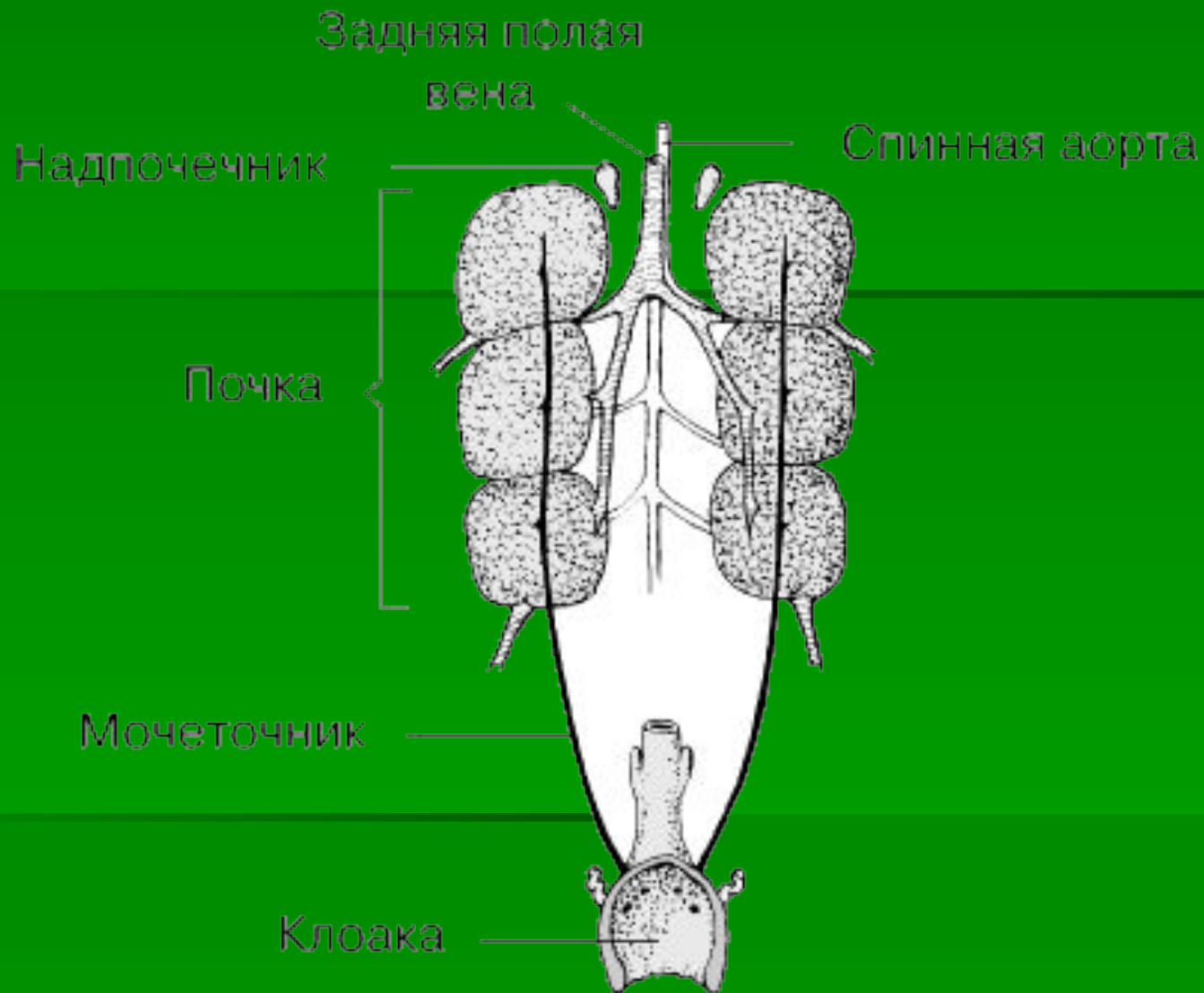
ПТИЦЫ

У птиц почки довольно крупные, трехдольчатые. Как и у рептилий конечным продуктом азотистого обмена является мочевая кислота, имеющая форму мельчайших шариков, содержит и растворимые компоненты.



Предотвращает осаждение кристаллов мочевой кислоты из концентрированной мочи.





ПТИЦЫ И РЕПТИЛИИ (Самец)

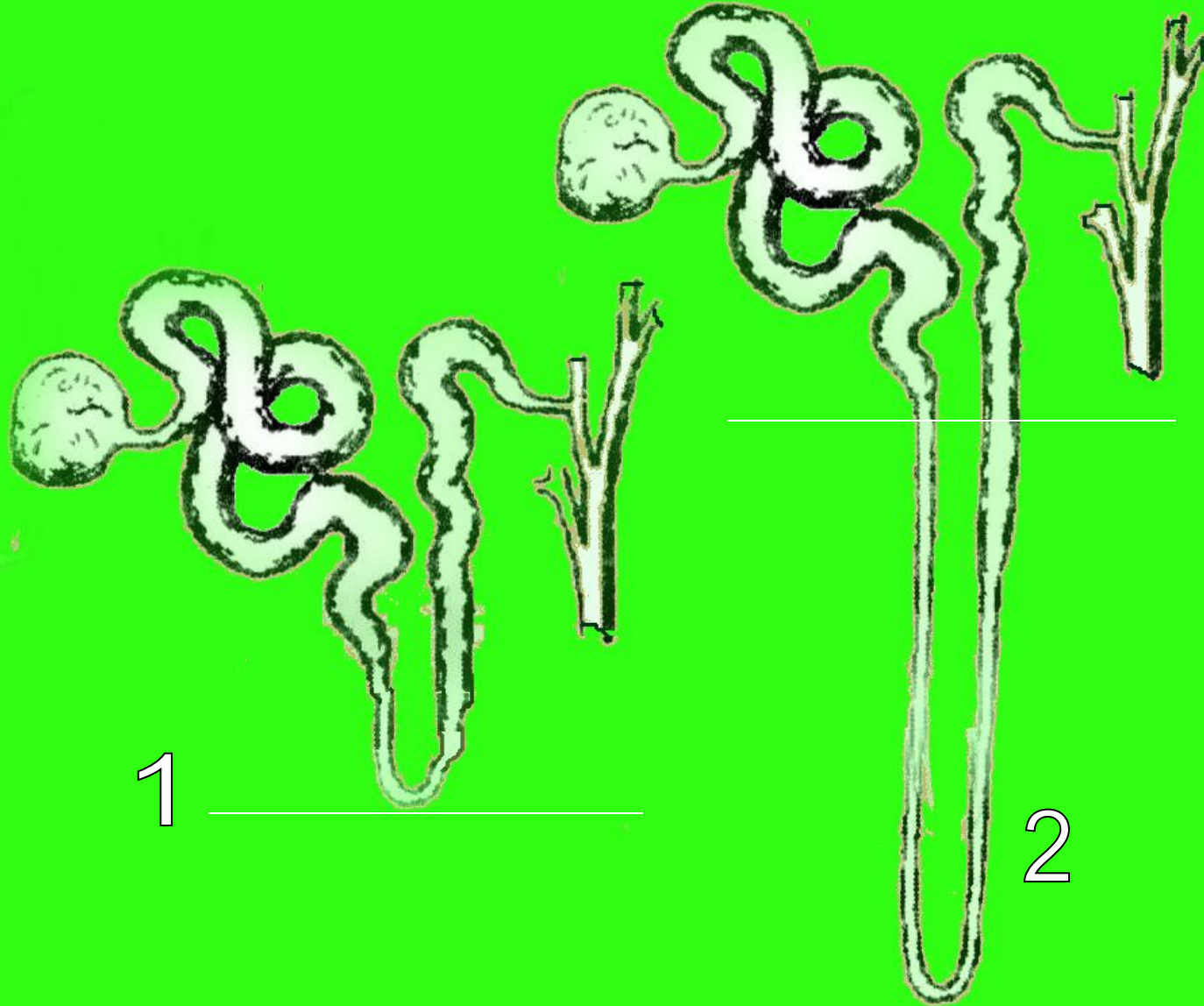


Почки птиц характеризуются довольно сложным строением. В них обнаруживаются нефроны различного типа: часть их сходна с нефронами рептилий, часть с нефронами млекопитающих.

Для птиц характерно отсутствие почечных лоханок. Мочеточники, образуемые путем постепенного слияния собирательных трубок. Выносят мочу в клоаку. Мочевой пузырь у птиц тоже отсутствует.



Нейроны и мажмалышного типа



1-с короткой петлѣй Генле 2-с длинной петлѣй Генле

Линия – граница коркового и мозгового вещества



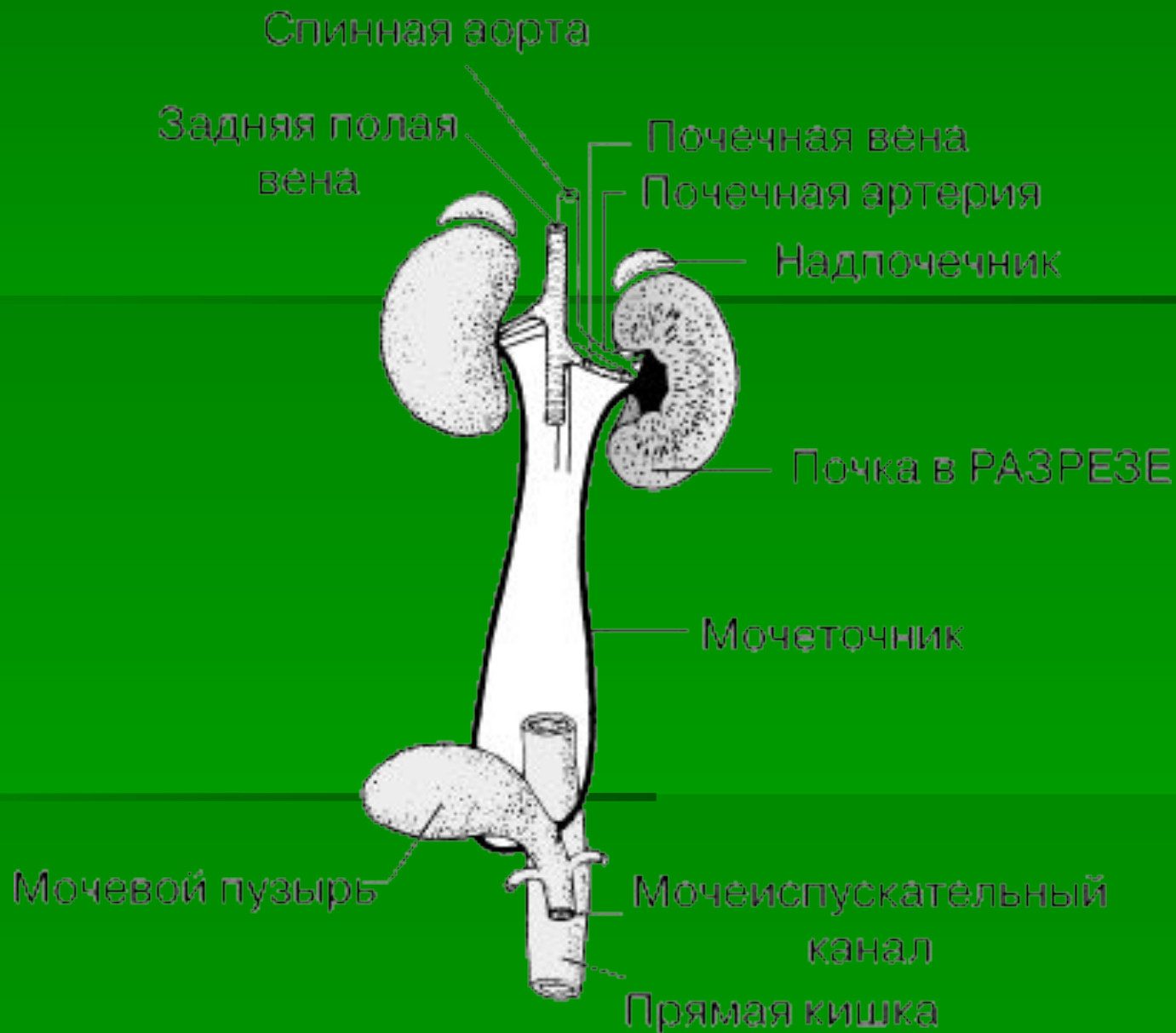
МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Почки млекопитающих представляют собой бобовидные тела, лежащие по бокам позвоночника. Мочеточник войдя в почку на внутренней стороне, образует расширение почечную лоханку. Парные мочеточники впадают в мочевой пузырь. Характерной особенностью нефронов млекопитающих является их удлинение и дифференциация: сразу за мальпигиевым тельцем идет проксимальный извитой каналец, затем петля Генле, дистальный извитой отдел и собирательные трубки. Такое строение нефрона обеспечивает высокий уровень как фильтрации, так и реабсорбции.



У птиц и млекопитающих клубочки не очень велики, но у них развивается петля Генле, в которой осуществляется обратное всасывание воды, и они выделяют уже гипертоничную (высококонцентрированную) мочу. Млекопитающие, обитающие в пустыне, должны обходиться малым количеством воды, поэтому у них петля Генле очень длинная и воды всасывается много больше, чем у других животных. У птиц и млекопитающих в процессе эволюции выработалась почка третьего типа - метанефрос, канальцы которой имеют два сильно извитых участка (как и у человека) и длинную петлю Генле. В длинных участках почечного канальца происходит обратное всасывание воды и поэтому выделяется сильно концентрированная моча. Все это позволило животным успешно приспособиться к жизни на суше и экономно расходовать воду.

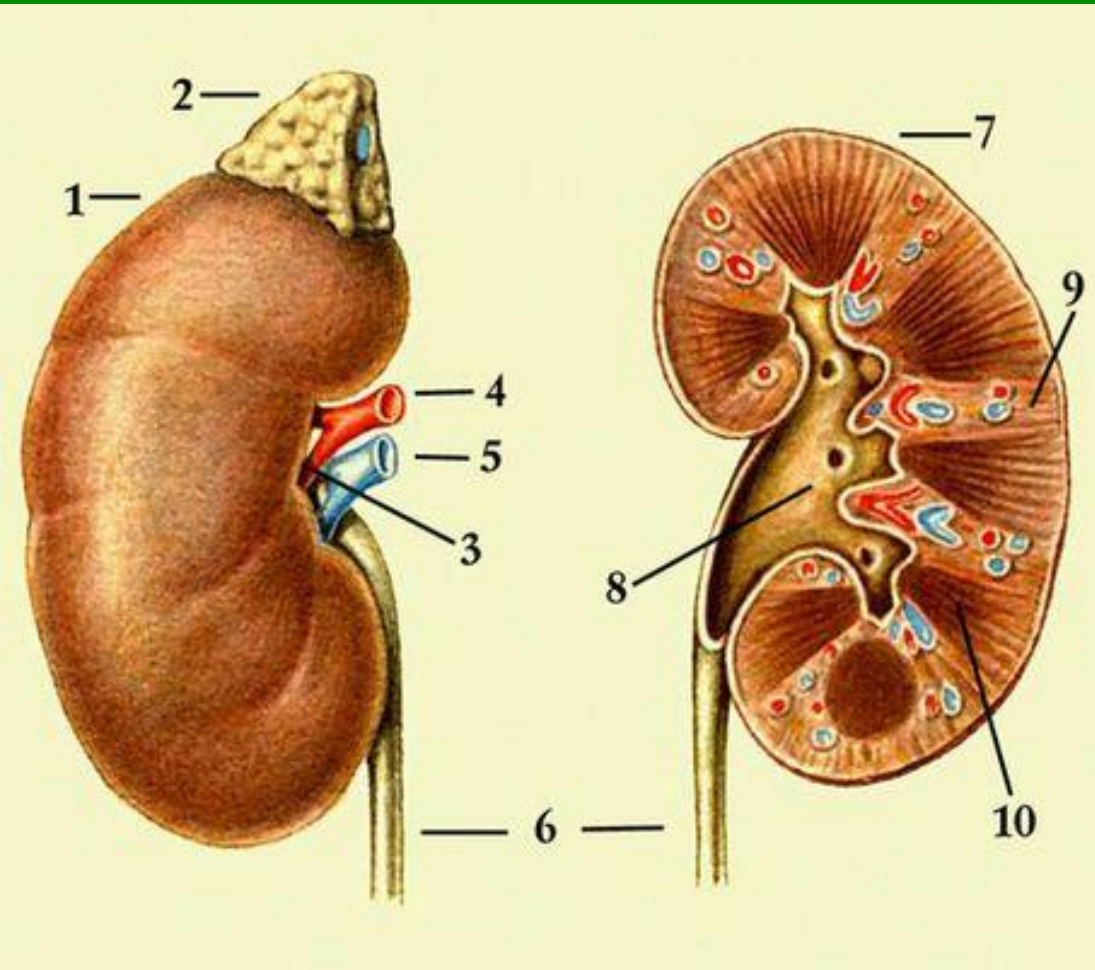




МЛЕКОПИТАЮЩИЕ (Самец)

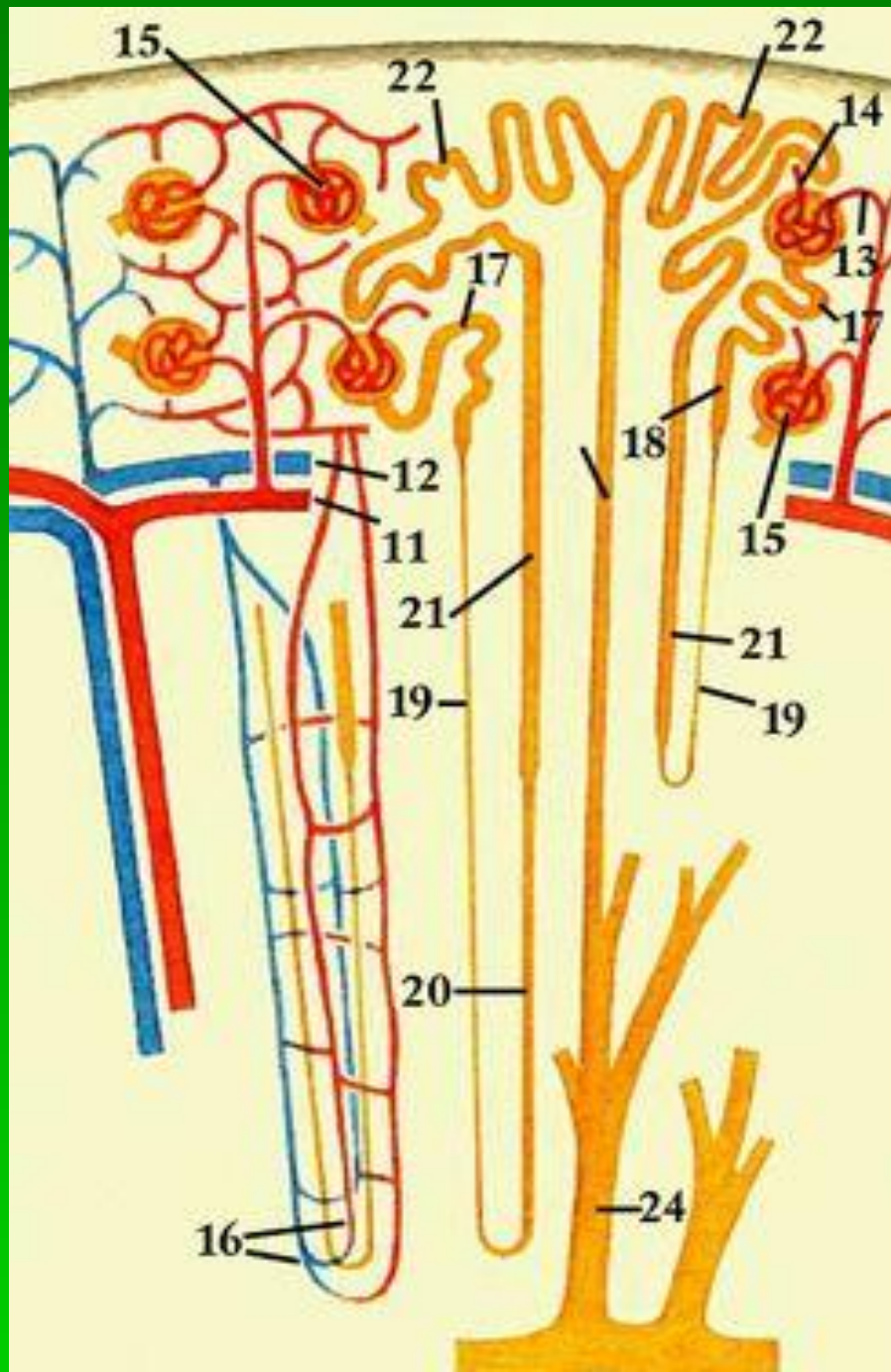


Общий вид и строение почки:



1 — общий вид левой почки человека; **2** — надпочечник; **3** — ворота почки; **4** — почечная артерия; **5** — почечная вена; **6** — мочеточник; **7** — разрез через почку; **8** — почечная лоханка; **9** — корковое вещество почки; **10** — мозговое вещество почки.





Кровоснабжение нефрона:

11 — дуговая артерия; 12 — дуговая вена; 13 — приносящая артериола; 14 — выносящая артериола; 15 — почечный клубочек; 16 — прямые артерии и вены; 17 — проксимальный извитой каналец; 18 — проксимальный прямой каналец; 19 — тонкий нисходящий отдел петли Генле; 20 — тонкий восходящий отдел петли Генле; 21 — толстый восходящий отдел петли Генле; 22 — дистальный извитой каналец; 23 — собирательная трубка; 24 — выводной проток.



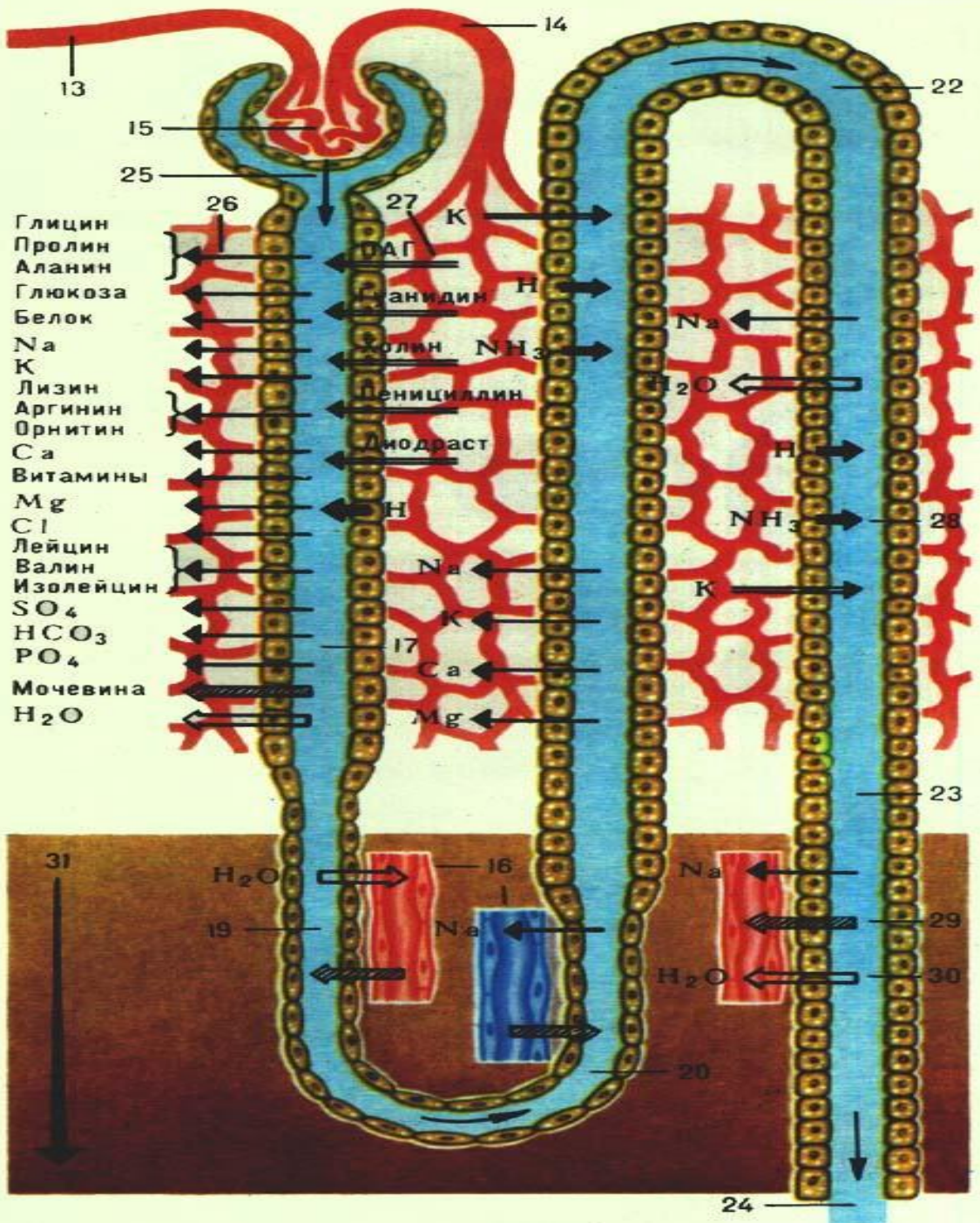


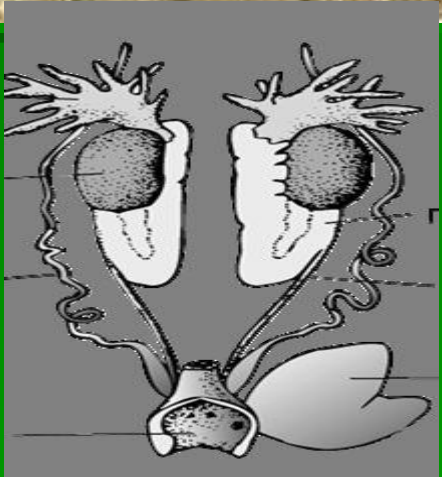
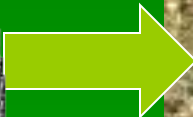
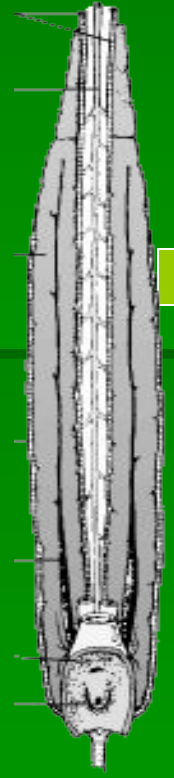
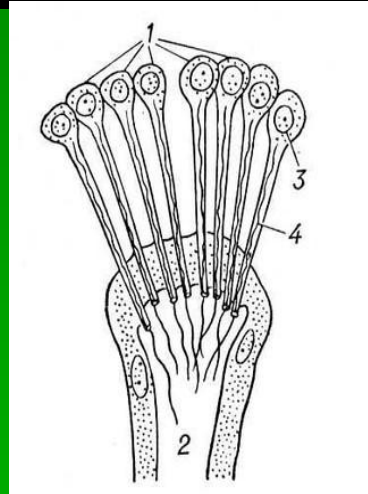
СХЕМА СЕКРЕЦИИ И РЕАБСОРЦИИ НЕФРОНА



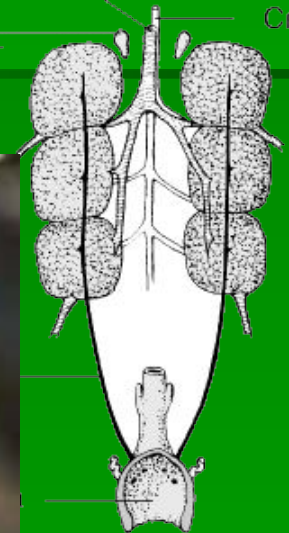
Таким образом, смена уровней почек у позвоночных животных — это по сути прогрессивное развитие нефронов. Так у первичноводных животных основная проблема в стабилизации внутренней среды организма связана с обеспечением изотоничности её с наружной средой, их нефроны имеют относительно более высокую фильтрационную способность в связи с развитием более крупных сосудистых клубочков. У наземных животных в связи с произвольным поступлением воды в организм скорость фильтрации уменьшается с параллельным увеличением концентрационных процессов, идущих в почечных канальцах

Образование петли Генле обеспечило высокий водный баланс у птиц и млекопитающих, что дало им возможность иметь высокий уровень обмена веществ при иссушающем действии наземной среды. Это явилось одним из важных ароморфозов, давшим возможность указанным классам подняться в новую адаптивную зону.





Задняя полая вена
Спинальная аорта
Надпочечник



Спинальная аорта
Задняя полая вена
Почечная вена
Почечная артерия
Надпочечник
Почки
Мочеточник
Мочевой пузырь
Мочепузырьковая кляпка

