

# 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

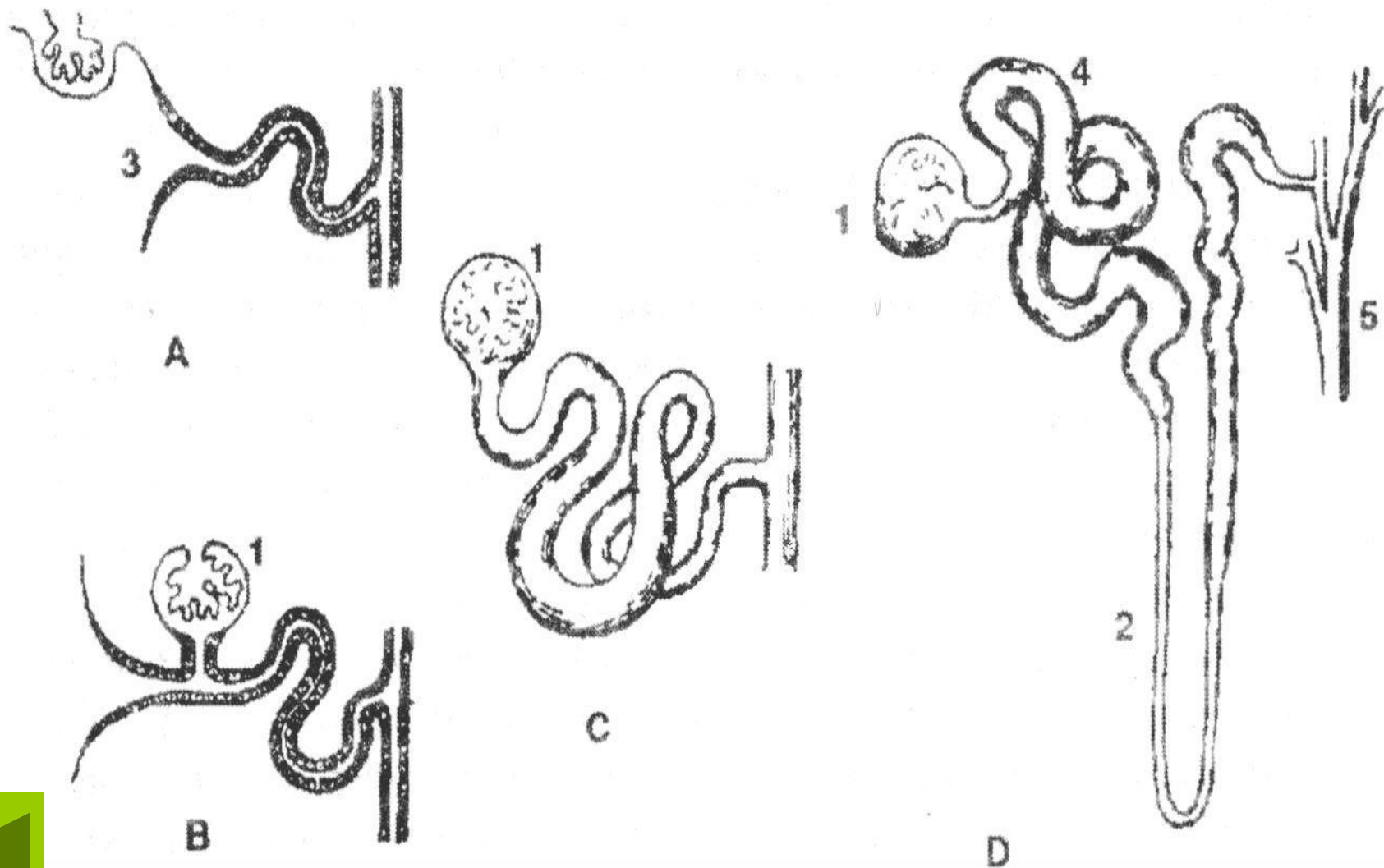
Представляют довольно компактный парный орган, состоящий из большого числа извитых выделительных канальцев, соединенных общим протоком, открывающимся обычно в заднюю кишку или мочевой пузырь.



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 — нефростоматизированный каналец, 5 — прямые канальцы

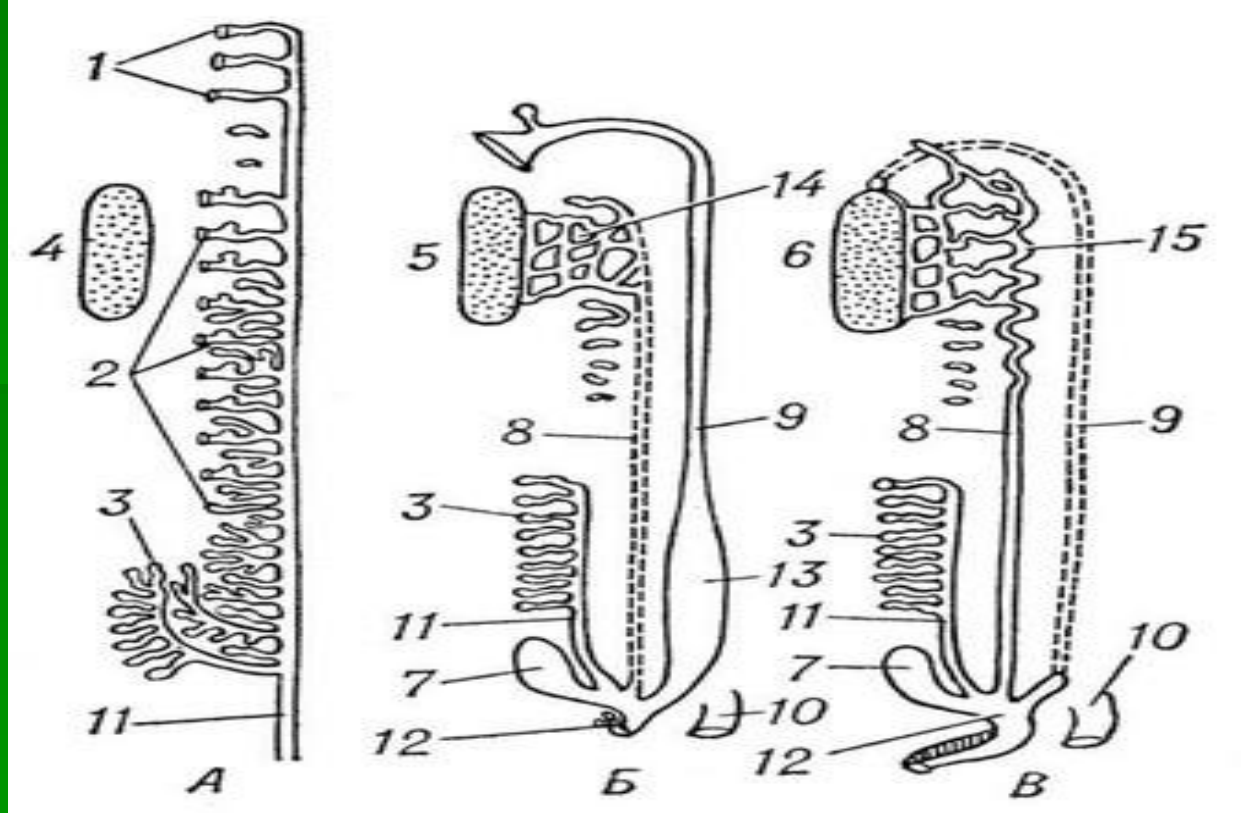


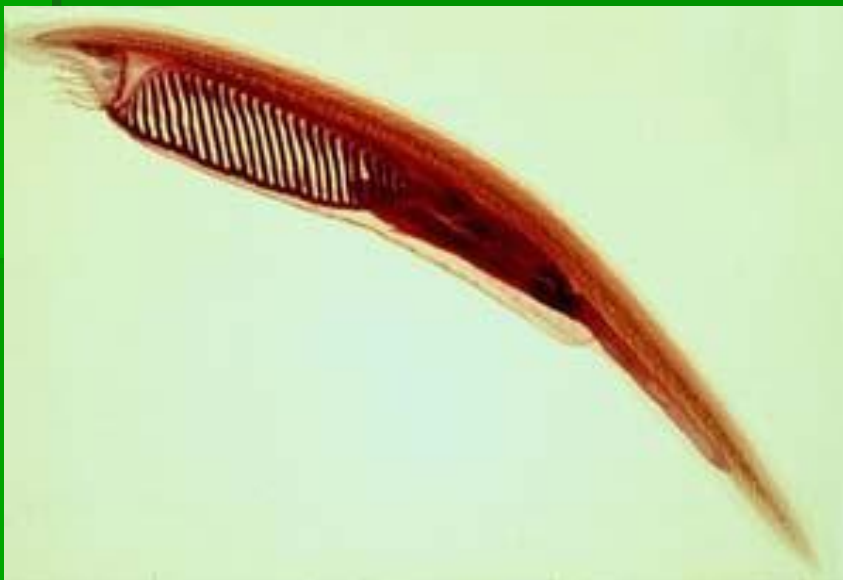
Схема развития мочеполовой системы у высших наземных позвоночных (А — исходная стадия; Б — мочеполовой аппарат самки; В — мочеполовой аппарат самца): **1** — предпочка (пронефрос); **2** — первичная почка (мезонефрос); **3** — вторичная почка (метанефрос); **4** — гонады; **5** — яичник; **6** — семенник; **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).





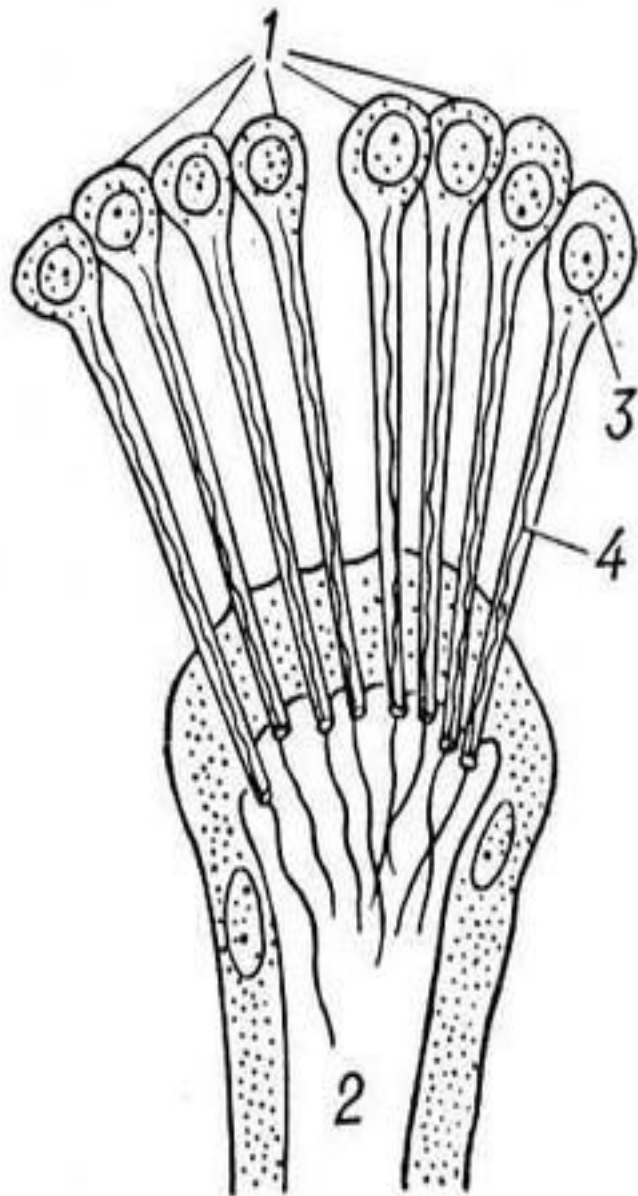
# бесчерепные

- 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.



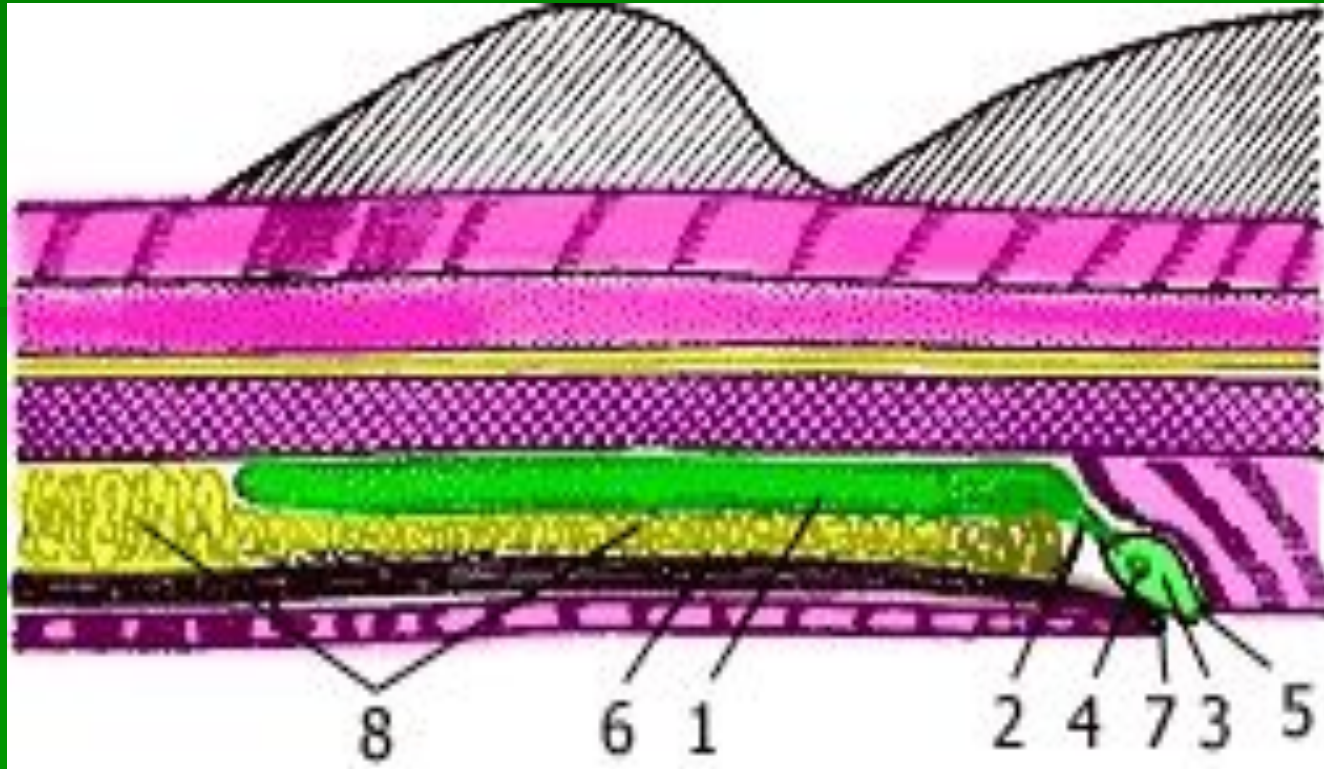
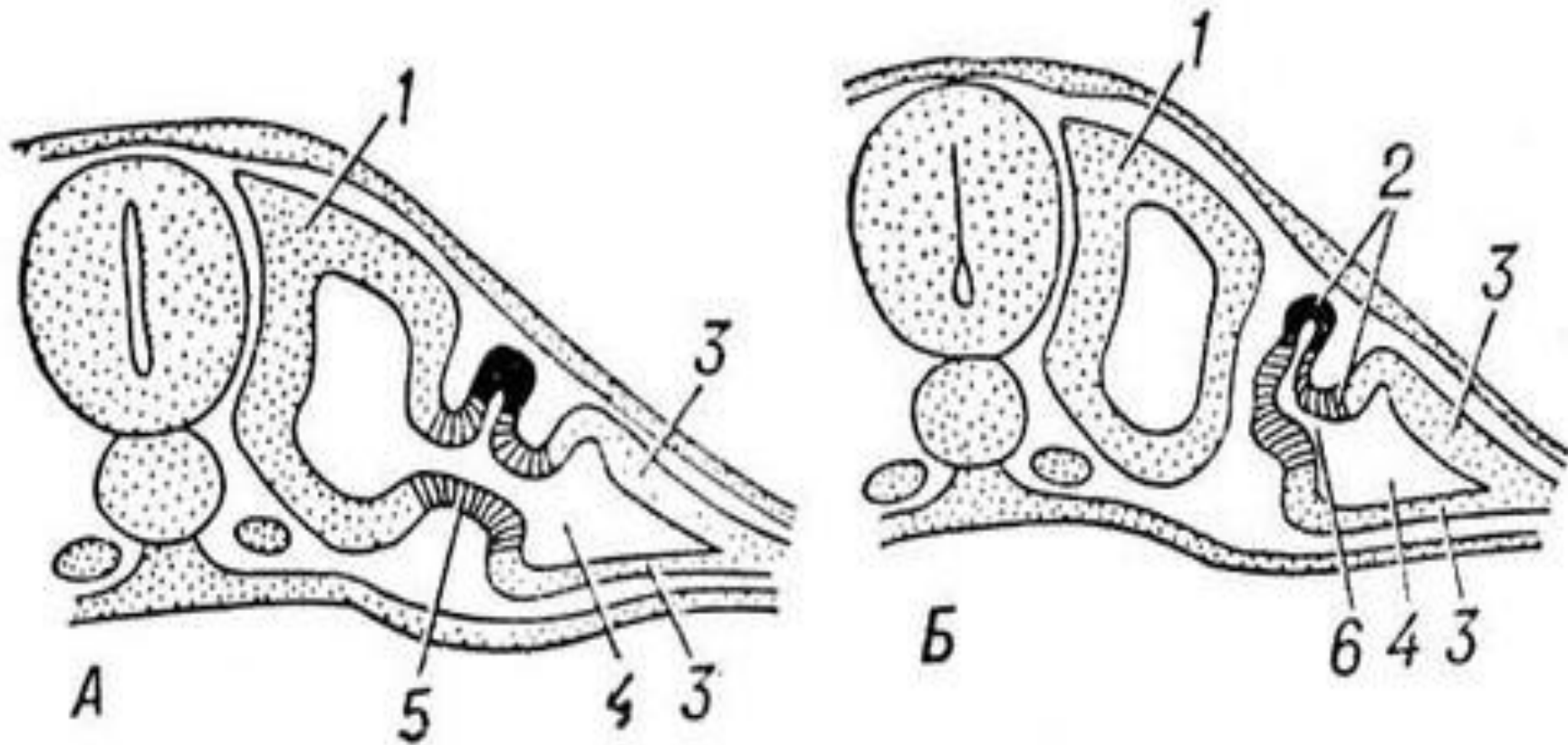


Рис. 2.6.1. Продольный разрез задней части туловища миноги

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

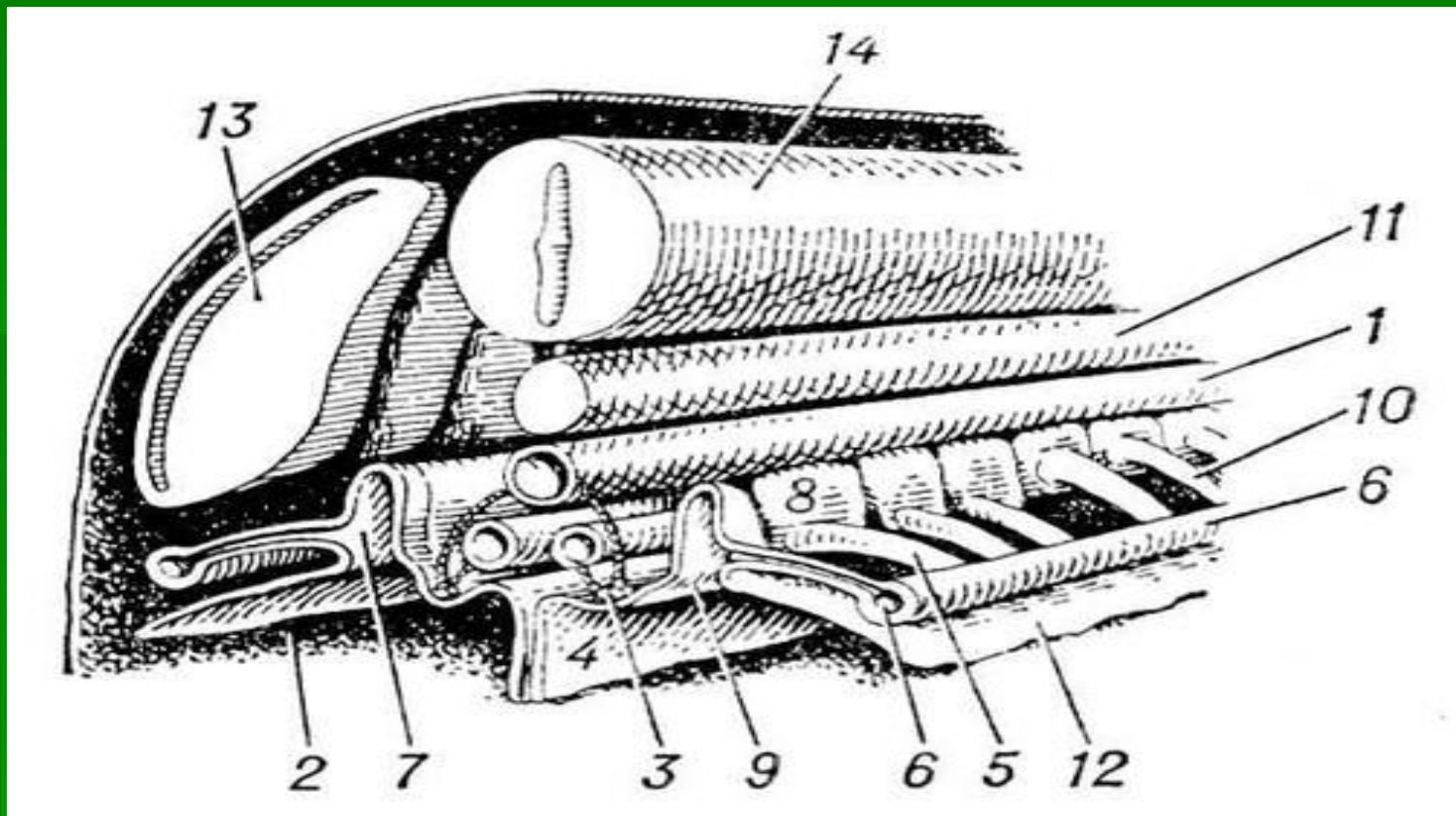


# хрящевые рыбы

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.



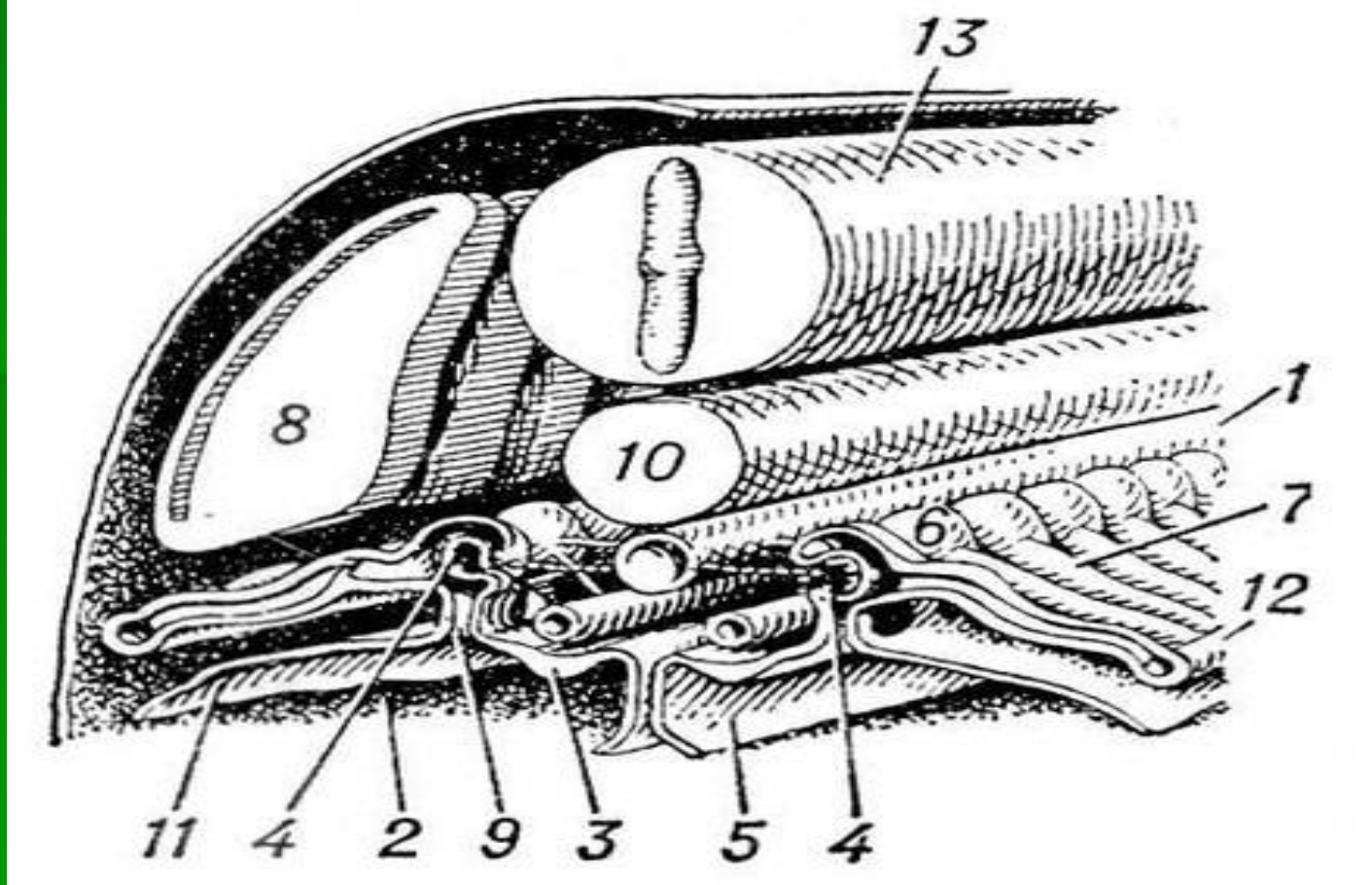


Рис. 8. Стереограмма сформированных первичных почек у позвоночных: **1** — аорта; **2** — вторичная полость тела; **3** — половой валик; **4** — клубочек; **5** — брыжейка; **6** — мальпигиево тельце; **7** — мезонефрическая трубочка; **8** — миотом; **9** — воронка; **10** — хорда; **11** — брюшина; **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. Почка же выделяет обильную малоконцентрированную мочу для удаления излишка воды, которая всасывается через жабры и выстилку ротовой полости. Конечным продуктом метаболизма является – аммиак.



Задние кардинальные вены

Спинальная аорта

Почка

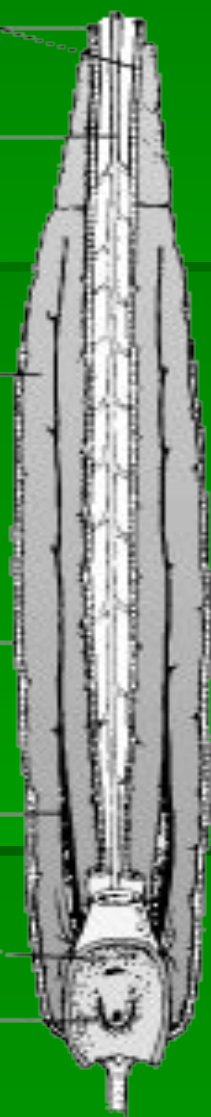
Воротная вена почки

Мочеточник

Клоака

Мочеполовой сосочек

РЫБЫ (Самка)



# Схема выделительной системы хвостовых рыб



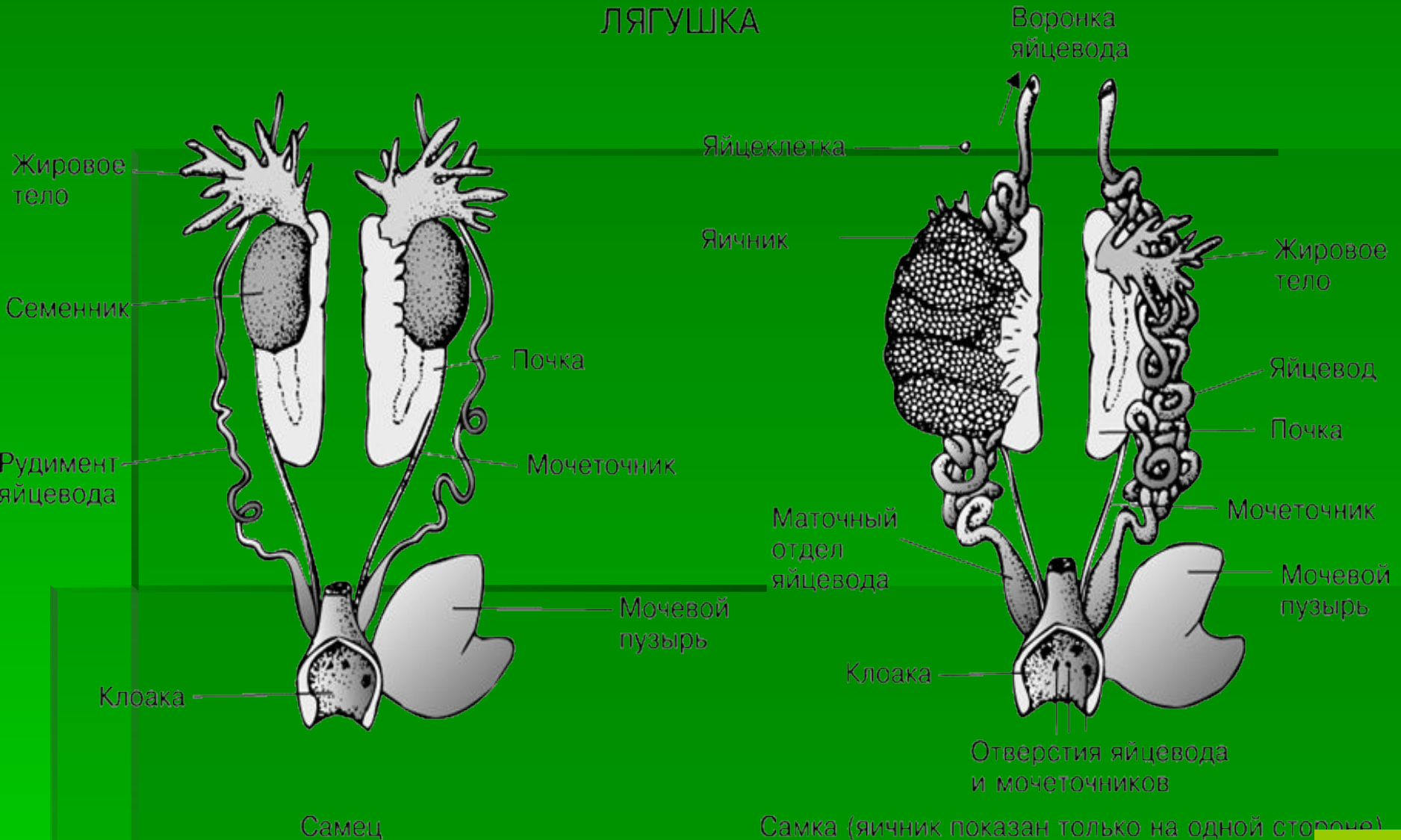
# амфибии

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.





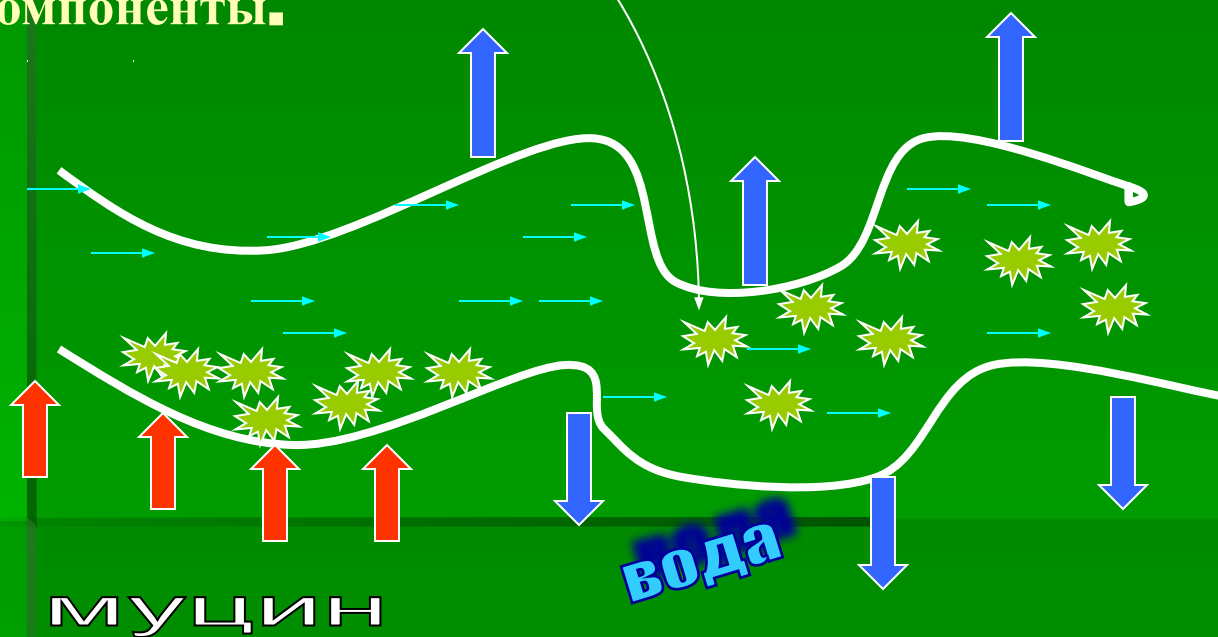
# РЕПТИЛИИ

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 мочевой кислоты* в виде взвеси мелких кристалликов («белая моча»)



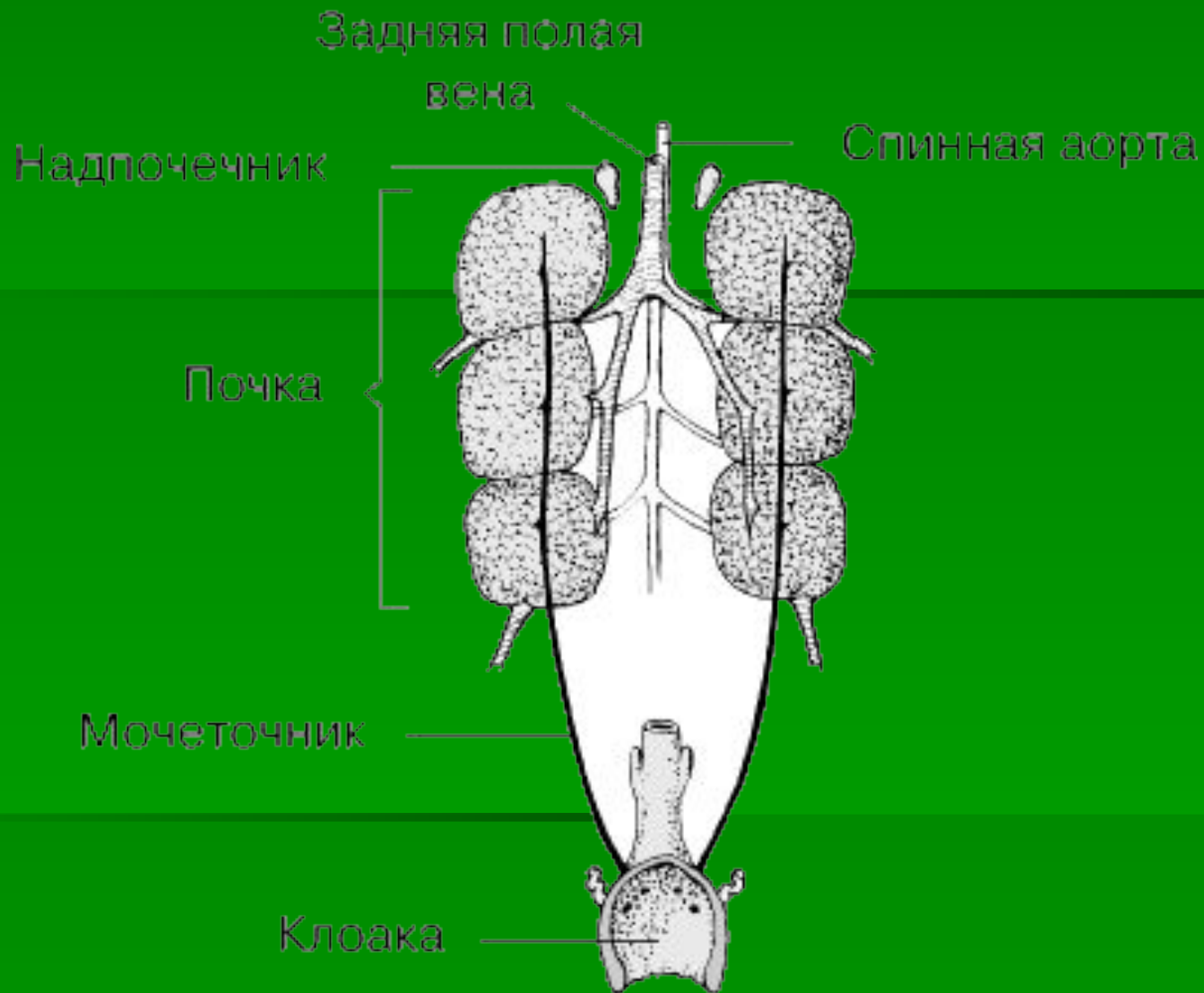
# ПТИЦЫ

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)

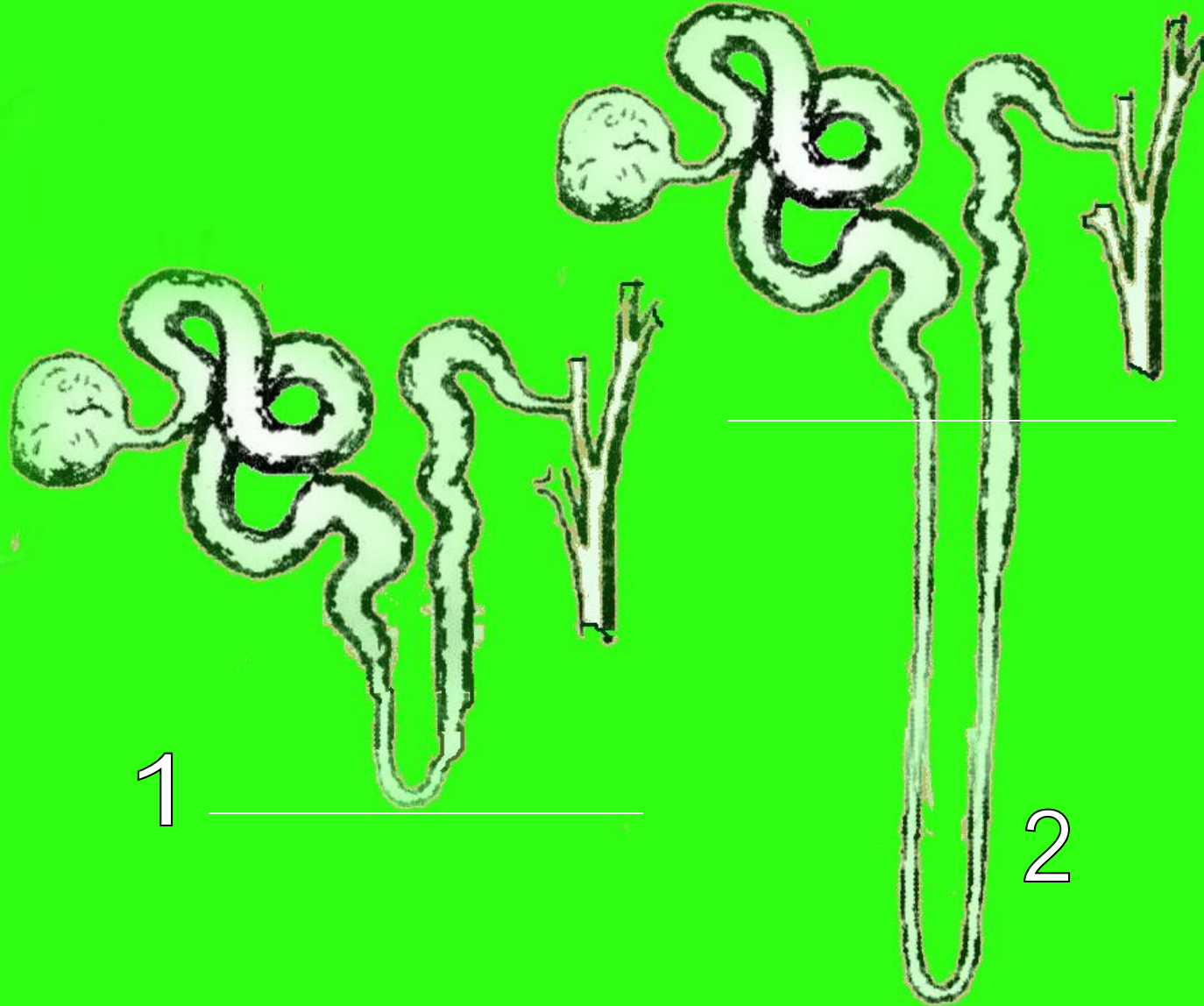


Почки птиц характеризуются довольно сложным строением. В них обнаруживаются нефроны различного типа: часть их сходна с нефронами рептилий, часть с нефронами млекопитающих.

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



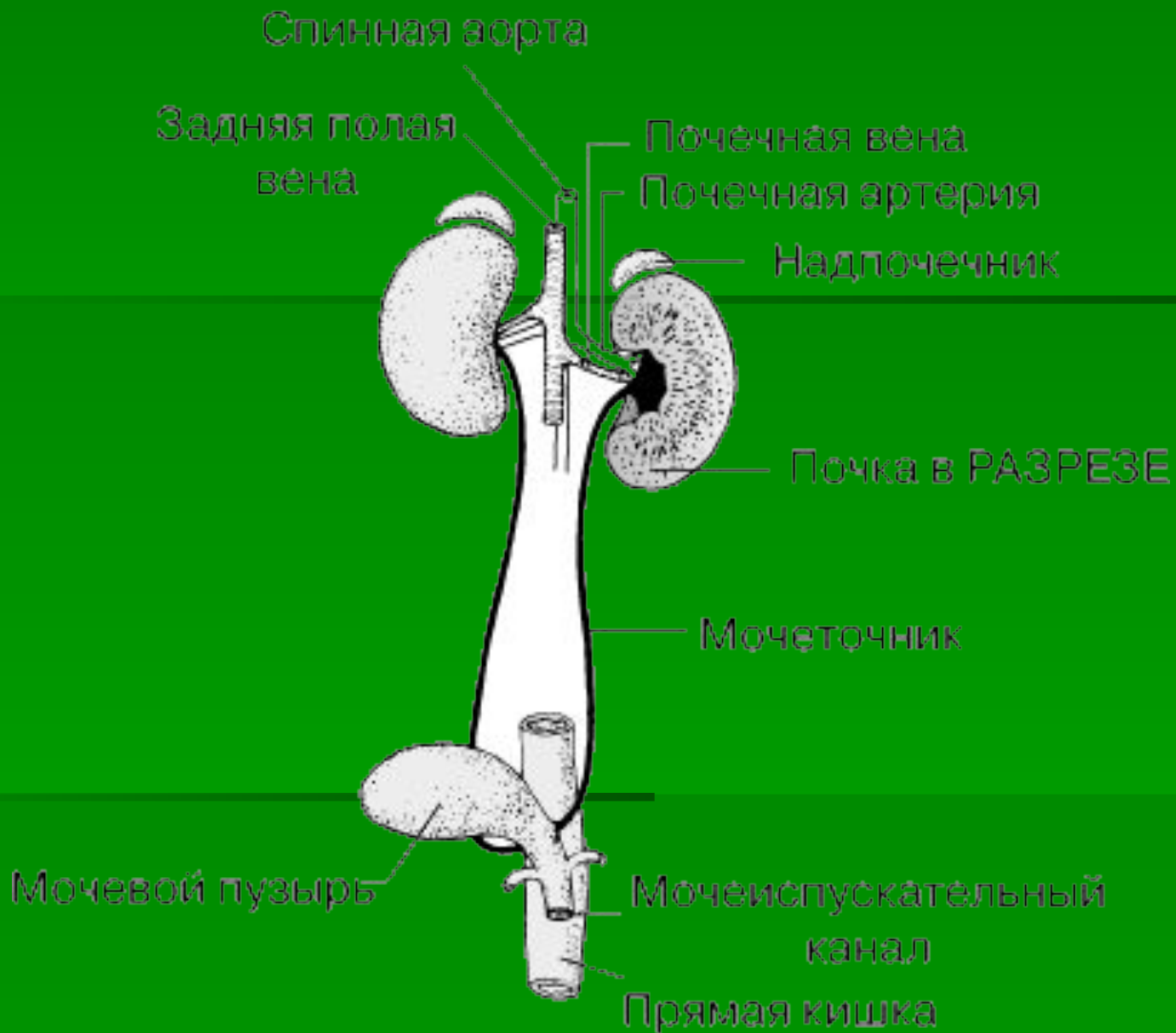
# МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

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.



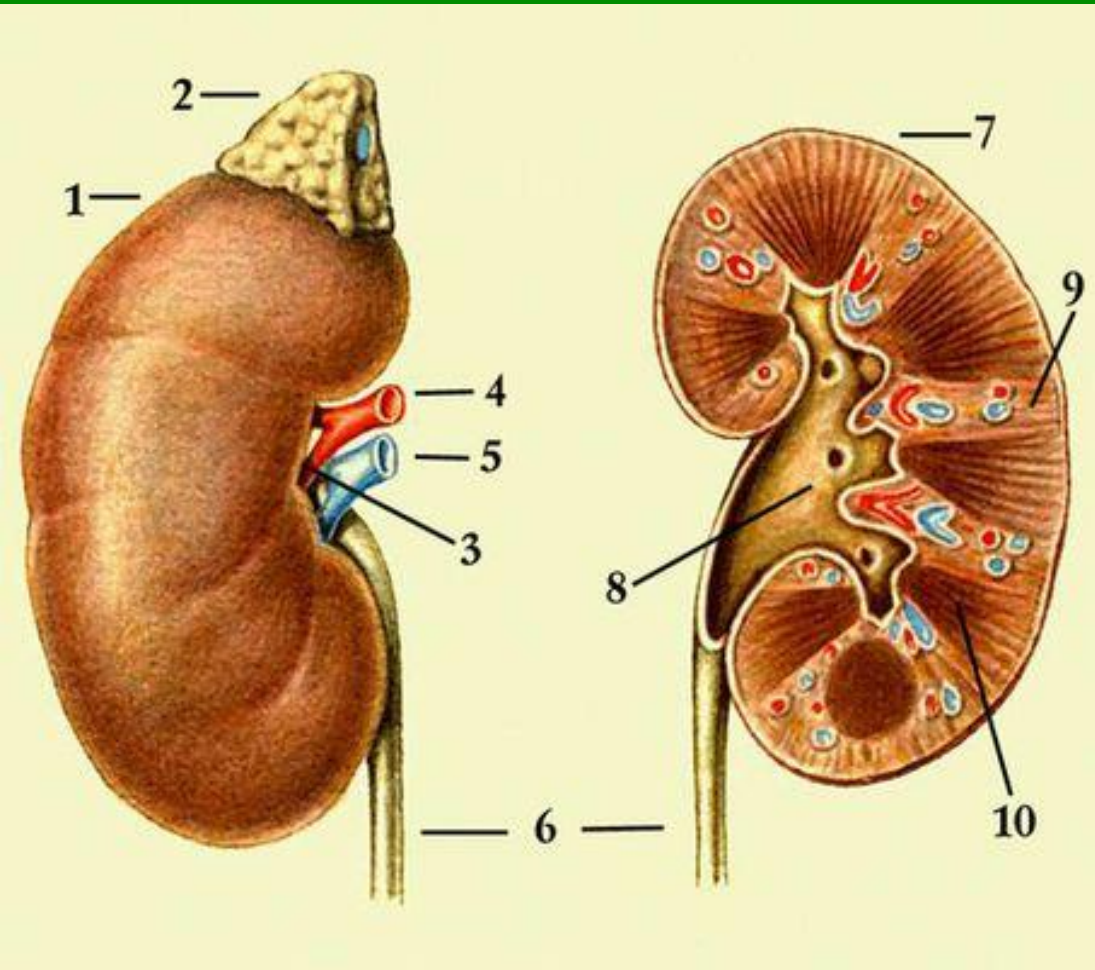


МЛЕКОПИТАЮЩИЕ (Самец)



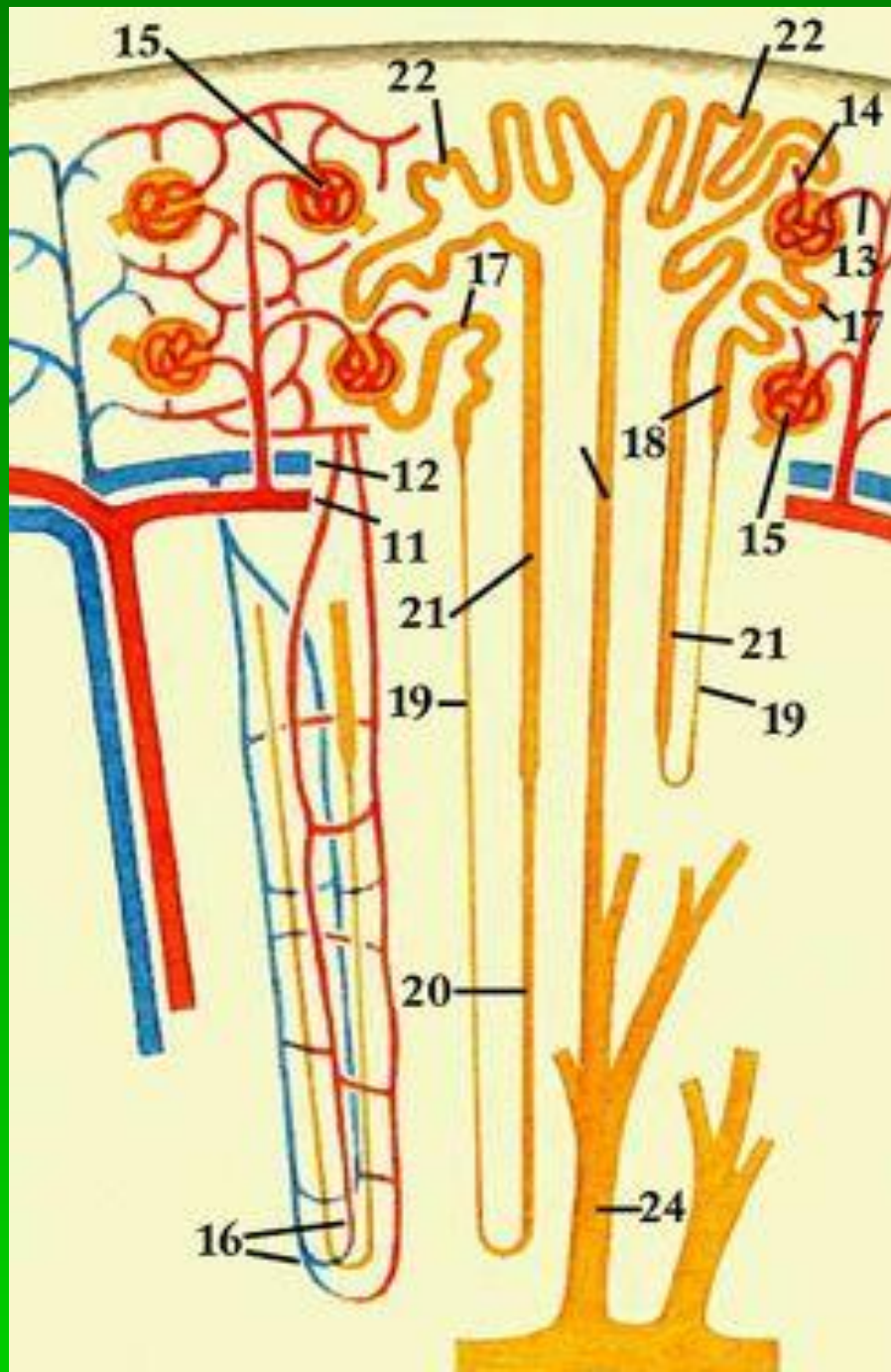


# Общий вид и строение почки:



**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.



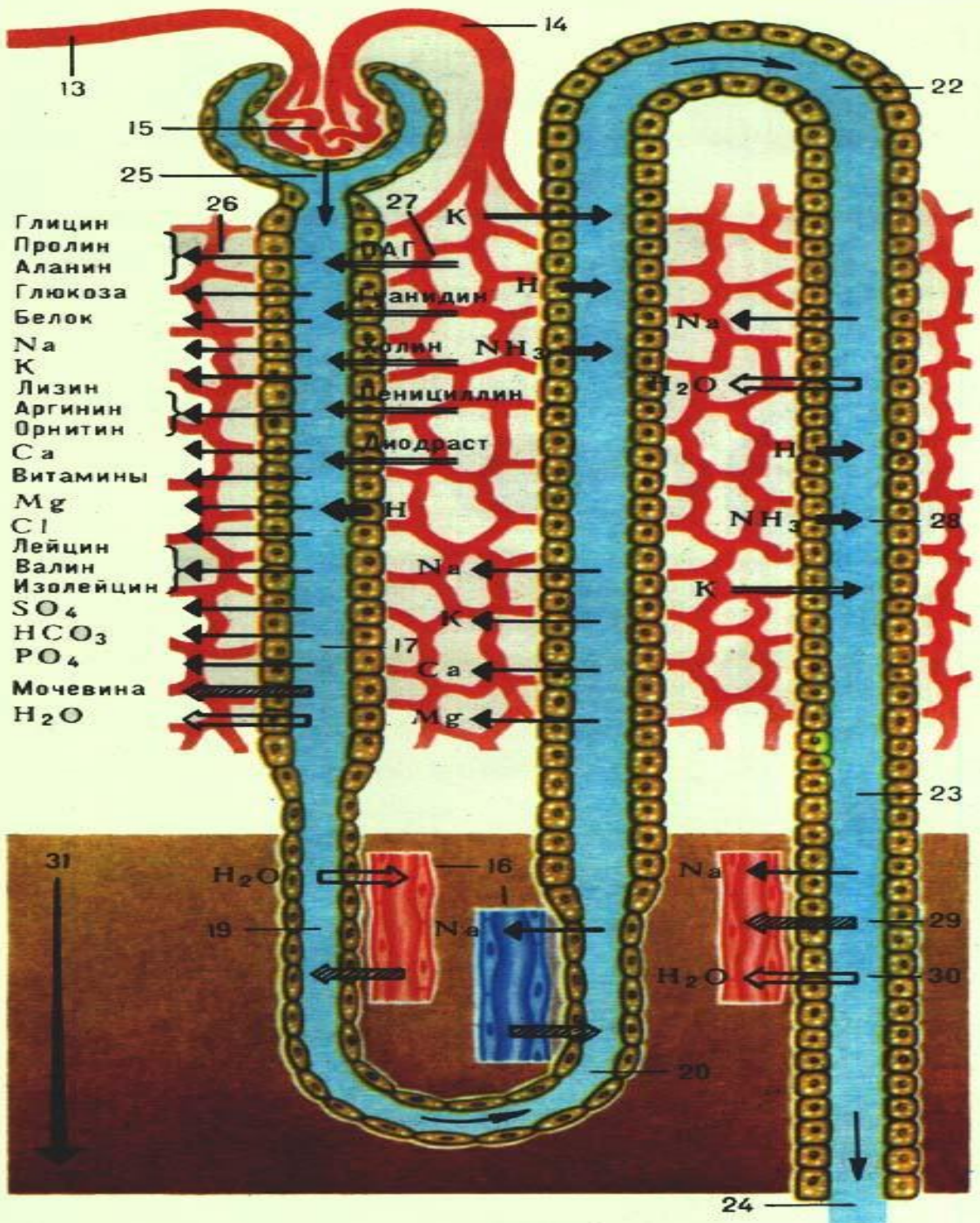


# Кровоснабжение нефрона:

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

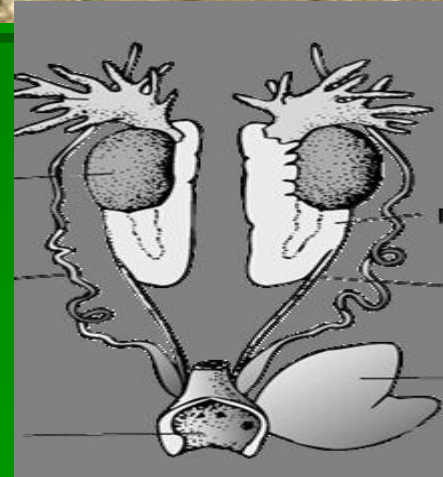
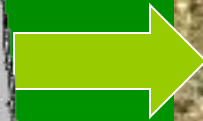
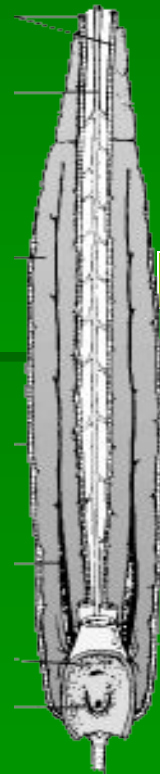
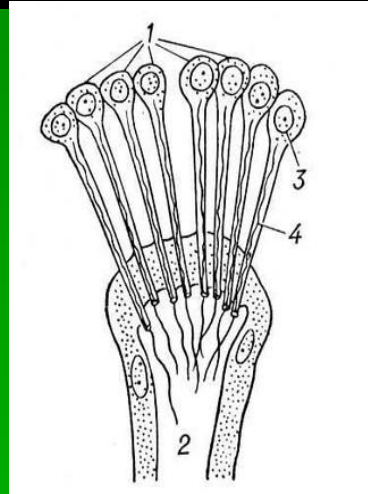


Таким образом, смена уровней почек у позвоночных животных — это по сути прогрессивное развитие нефронов. Так у первичноводных животных основная проблема в стабилизации внутренней среды организма связана с обеспечением изотоничности её с наружной средой, их нефроны имеют относительно более высокую фильтрационную 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

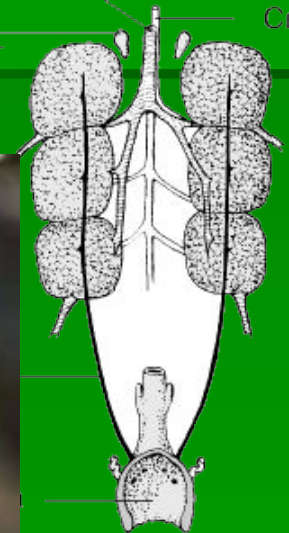
Образование петли Генле обеспечило высокий водный баланс у птиц и млекопитающих, что дало им возможность иметь высокий уровень обмена веществ при иссушающем действии наземной среды. Это явилось одним из важных ароморфозов, давшим возможность указанным классам подняться в новую адаптивную зону.







Задняя полая вена  
 Надпочечник  
 Спинная аорта



Спинная аорта  
 Задняя полая вена  
 Почечная вена  
 Почечная артерия  
 Надпочечник  
 Почки  
 Мочеточник  
 Мочевой пузырь  
 Мочеполовая железа

