

# Выделительная система рыб

Лекция 7-8

- В отличие от высших позвоночных, имеющих компактную тазовую почку (метанефрос), рыбы обладают более примитивной туловищной почкой (мезонефрос), а их зародыши – предпочкой (пронефрос).
- У некоторых видов (бычок, атерина, бельдюга, кефаль) предпочка в том или ином виде выполняет выделительную функцию и у взрослых особей; у большинства же взрослых рыб функционирующей почкой становится мезонефрос.

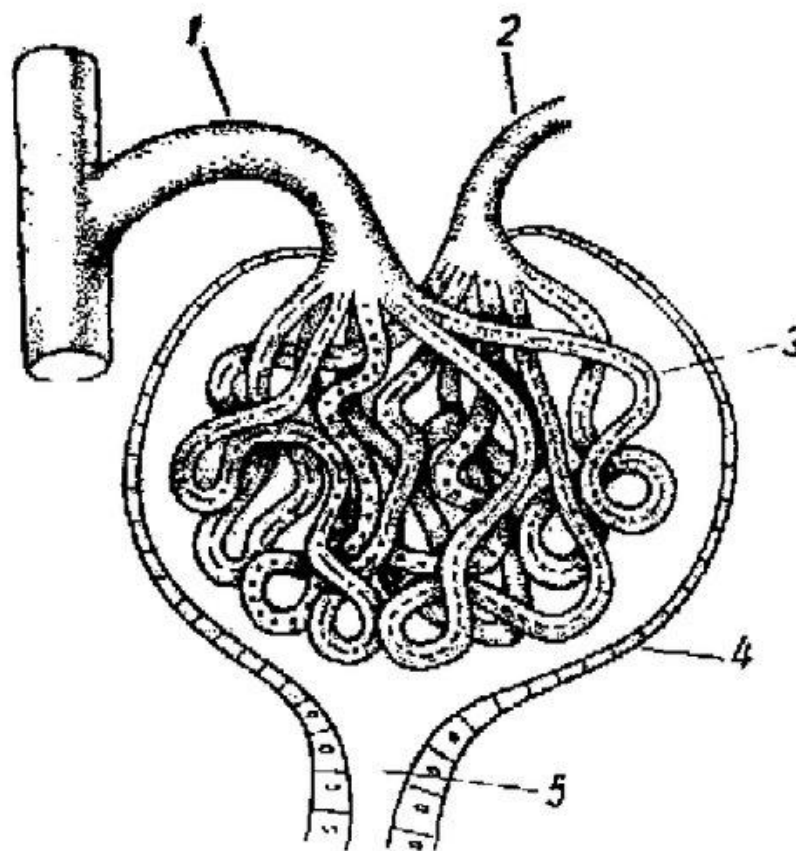
- Почки – парные, вытянутые вдоль полости тела темно-красные образования, плотно прилегающие к позвоночнику, над плавательным пузырем. В почке выделяют передний отдел (головная почка), средний и задний. Артериальная кровь поступает в почки по почечным артериям, венозная по воротным венам почек.

- Морфофизиологическим элементом почки является извитой почечный мочевой каналец, один конец которого расширяется в мальпигиево тельце, а другой отходит к мочеточнику.
- Железистые клетки стенок секретируют продукты азотистого распада (мочевину), которые попадают в просвет канальцев. Здесь же, в стенках канальцев, происходит обратное всасывание воды, сахаров, витаминов из фильтрата мальпигиевых телец.

- Мальпигиево тельце – клубочек артериальных капилляров, охватываемый расширенными стенками канальца, – образует боуменову капсулу. У примитивных форм (акулы, скаты, осетровые) перед капсулой от канальца отходит мерцательная воронка.
- Мальпигиев клубочек служит аппаратом фильтрации жидких продуктов обмена. В фильтрат попадают как продукты обмена, так и важные для организма вещества. Стенки почечных канальцев пронизаны капиллярами воротных вен и сосудов из боуменовых капсул.

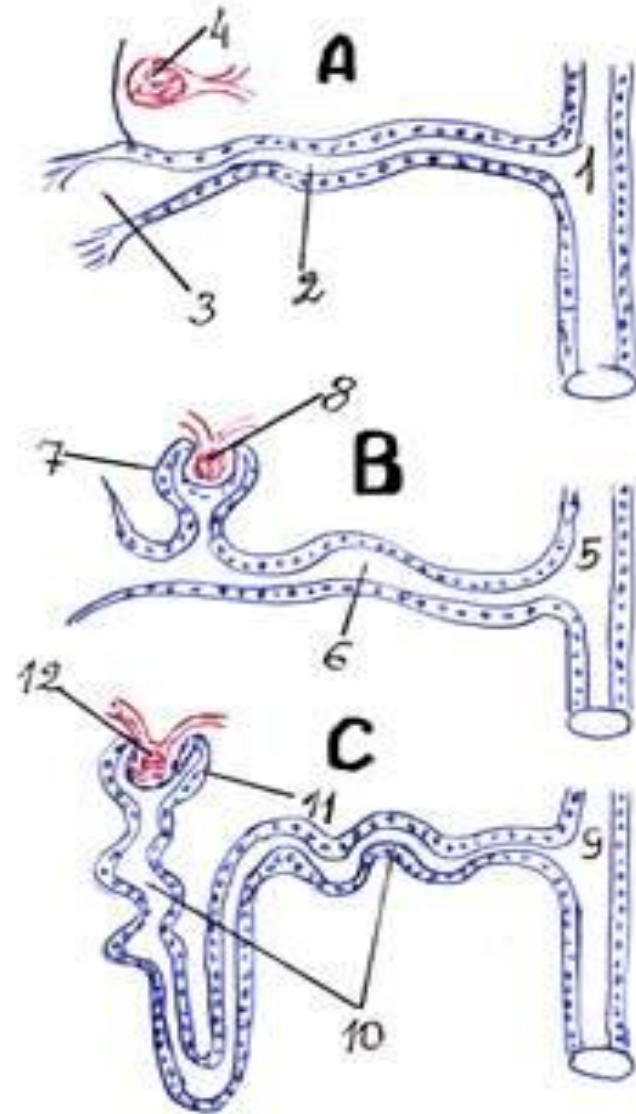
## Почечное тельце ( **КЛУБОЧЕК** )

1. Приносящая артериола
2. Выносящая артериола
3. Капиллярные петли
4. Капсула Боумена-Шумлянского
5. Начало проксимального отдела канальца





- Основные этапы эволюционного развития выделительной системы. А- предпочка (пронефрос) 1-первичный (пронефротический) проток; 2- каналец пронефроса; 3-воронка 4-сосудистый клубочек; В- туловищная почка (мезонефрос) 5-мезонефротический проток; 6- каналец мезонефроса; 7- боуменова капсула; 8- сосудистый клубочек. С- тазовая почка (метанефрос) 9- метанефротический проток; 10- извитые канальцы; 11- боуменова капсула; 12- сосудистый клубочек.





- Очищенная кровь возвращается в сосудистую систему почек (почечную вену), а отфильтрованные из крови продукты обмена и мочевины выводятся через каналец в мочеточник. Мочеточники изливаются в мочевой пузырь (мочевой синус), а затем моча выводится наружу у самцов большинства костистых рыб через мочеполовое отверстие позади ануса, а у самок костистых и самцов лососевых, сельдей, щуки некоторых других – через анальное отверстие. У акул и скатов мочеточник открывается в клоаку.

- В процессах выделения и водно-солевого обмена кроме почек принимают участие кожа, жаберный эпителий, пищеварительная система.
- Жизненная среда рыб – морские и пресные воды – всегда имеет большее или меньшее количество солей, поэтому осморегуляция является важнейшим условием жизнедеятельности рыб.
- Осмотическое давление водных животных создается давлением их полостных жидкостей, давлением крови и соков тела. Определяющая роль в этом процессе принадлежит водно-солевому обмену.

- Каждая клетка тела имеет оболочку: она полупроницаема, т. е. по-разному проницаема для воды и солей (пропускает воду и соли избирательно). Водно-солевой обмен клеток определяется в первую очередь осмотическим давлением крови и клеток.

# По уровню осмотического давления

- внутренней среды по отношению к окружающей воде рыбы образуют несколько групп:
- у миксин полостные жидкости изотоничны окружающей среде;
- у акул и скатов концентрация солей в жидкостях тела и осмотическое давление немного выше, чем в морской воде, или почти равно ему (достигается за счет разницы солевого состава крови и морской воды и за счет мочевины);
- у костистых рыб – и морских и пресноводных (как и у более высоко организованных позвоночных) – осмотическое давление внутри тела не равно осмотическому давлению окружающей воды. У пресноводных рыб оно выше, у морских рыб (как и у других позвоночных) ниже, чем в окружающей среде

- Если в организме поддерживается определённый уровень осмотического давления жидкостей тела, то условия жизнедеятельности клеток становятся более стабильными и организм меньше зависит от колебаний внешней среды. Настоящие рыбы обладают этим свойством – сохранять относительное постоянство осмотического давления крови и лимфы, т. е. внутренней среды; поэтому они относятся к гомойосмотическим организмам

- Но у разных групп рыб эта независимость осмотического давления выражается и достигается по-разному,
- У морских костистых рыб общее количество солей в крови значительно ниже, чем в морской воде, давление внутренней среды меньше давления внешней, т. е. их кровь гипотонична по отношению к морской воде.
- У пресноводных рыб количество солей в крови выше, чем в пресной воде. Давление внутренней среды больше давления внешней, их кровь гипертонична.

- Поддержание солевого состава крови и давления ее на нужном уровне обуславливается деятельностью почек, особых клеток стенок почечных канальцев (выделение мочевины), жаберных лепестков (диффузия аммиака, выделение хлоридов), кожных покровов, кишечника, печени.
- У морских и пресноводных рыб осморегуляция совершается разными способами (специфическая деятельность почек, различная проницаемость покровов для мочевины, солей и воды, различная деятельность жабр в морской и пресной воде).

- Вид рыбы/Количество мочи, мл/кг массы тела
- Пресноводные: карп форель сом карликовый/50–120 60– 106 154 – 326
- Морские: бычок морской черт/3–23 18
- Проходные: угорь в пресной воде “ в море /60–150 2–4



- Утрата солей с мочой, экскрементами и через кожу восполняется у пресноводных рыб за счет получения их с пищей благодаря специализированной деятельности жабр (жабры поглощают из пресной воды ионы Na и Cl) и поглощением солей в почечных канальцах.
- Морские костистые рыбы (с гипотонической кровью), находящиеся в гипертонической среде, постоянно теряют воду – через кожу, жабры, с мочой, экскрементами. Предотвращение обезвоживания организма и сохранение осмотического давления на нужном уровне (т. е. ниже, чем в морской воде) достигаются тем, что они пьют морскую воду, которая всасывается через стенки желудка и кишечника, а избыток солей выделяется кишечником и жабрами.

- Морские рыбы выделяют очень мало мочи: в почках у них немного мальпигиевых клубочков, у некоторых их нет совсем и есть только почечные канальцы. У них уменьшена проницаемость кожи для солей, жабры выделяют наружу ионы Na и Cl. Железистые клетки стенок канальцев увеличивают выделение мочевины и других продуктов азотистого обмена.
- Таким образом, у непроходных рыб – только морских или только пресноводных – действует какой-нибудь один, специфический для них способ осморегуляции.

- Эвригалинные организмы (т. е. выдерживающие значительное колебание солености), в частности проходные рыбы, проводят часть жизни в море, а часть – в пресной воде. При переходе из одной среды в другую, например во время нерестовых миграций, они переносят большие колебания солености. Это возможно благодаря тому, что проходные рыбы могут переходить с одного способа осморегуляции на другой. В морской воде у них действует такая же система осморегуляции, как у морских рыб, в пресной – как у пресноводных, так что их кровь в морской воде гипотонична, а в пресной – гипертонична.

- Их почки, кожа и жабры могут функционировать двояко: почки имеют почечные клубочки с почечными канальцами, как у пресноводных рыб, и только почечные канальцы, как у морских. Жабры снабжены специализированными клетками (так называемые клетки Кейс-Вильмера), способными поглощать и выделять Cl и Na (тогда как у морских или пресноводных рыб они действуют только в одном направлении). Изменяется и количество таких клеток. При переходе из пресной воды в море в жабрах японского угря возрастает количество клеток, выделяющих хлориды. У речной миноги при подъеме из моря в реки количество мочи, выделяемой в течение суток, увеличивается до 45% по сравнению с массой тела.

- У некоторых проходных рыб большую роль в регуляции осмотического давления играет слизь, выделяемая кожей.
- Передний отдел почки – головная почка – выполняет не выделительную, а кроветворную функцию: в него не заходит воротная вена почек, а в составляющей ее лимфоидной ткани образуются красные и белые кровяные клетки и разрушаются отжившие эритроциты.

- Как и селезёнка, почки чутко отражают состояние рыбы, уменьшаясь в объёме при недостатке кислорода в воде и увеличиваясь при замедлении обмена (у карпа – во время зимовки, когда ослабляется деятельность кровеносной системы), в случае острых заболеваний и т. д.
- Очень своеобразна дополнительная функция почек у колюшки, строящей для нереста гнездо из кусочков растений: перед нерестом почки увеличиваются, в стенках почечных канальцев вырабатывается большое количество слизи, которая в воде быстро затвердевает и скрепляет гнездо.