

Лекция № 16

СИСТЕМА ОРГАНОВ МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ

Общая характеристика, функции и анатомический состав мочевыделительной системы. Развитие системы органов мочевого выделения. Строение почки. Характеристика нефрона. Типы и топография почек. Мочеточник. Мочевой пузырь. Мочеиспускательный канал

1. Общая характеристика и функции мочевыделительной системы

В состав системы органов мочевого выделения входят почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал, мочеполовой синус (у самок) и мочеполовой канал (у самцов). Органы мочевого выделения обеспечивают выведение из организма отработанных продуктов его жизнедеятельности, минеральных солей и некоторых органических соединений, находящихся в жидком состоянии, ненужных или даже вредных для него. Через эту же систему выделяется находящийся в крови избыток воды. Все эти вещества по кровеносным сосудам поступают в почки, где они извлекаются и превращаются в мочу.

Таким образом, система органов мочевого выделения выполняет главным образом поддержание **гомеостаза** – постоянства внутренней среды организма:

1. фильтрация плазмы крови и выведение *конечных продуктов ОВ в виде мочи*: продукты белкового обмена (мочевина, мочевая кислота, аммиак, креатинин, креатин), молочная кислота, соли, пигменты, лишняя вода, токсины, лекарства;
2. поддержание *кислотно-щелочного равновесия*
✓ Рн крови постоянен 7,35 - 7,55, Рн мочи - 5,7 - 9,00 от типа кормления;
3. регуляция *водно-солевого баланса* и связанного с ним осмотического давления. Выводят соли Na, K, Ca, Mg, Cl;
4. регуляция *артериального давления*: контроль содержания солей Na и воды;
5. участие в *ренин – ангиотензин – альдостероновой* системе;
6. участие в *белковом и углеводном обмене*: у новорожденных белки в ЖКТ расщепляются до крупных олигопептидов, всасываются в кровь и в проксимальных почечных канальцах окончательно расщепляются до аминокислот;
7. наряду с печенью участвуют в *глюконеогенезе* (биосинтез глюкозы из неуглеводных веществ);
8. синтез факторов свёртывающе-противосвёртывающей системы крови (фактор активации тромбоцитов, урокиназа);
9. *эндокринная* функция (ренин, эритропоэтин) и синтез БАВ (простагландины, вит. Д₃) **см. рисунок 1.**

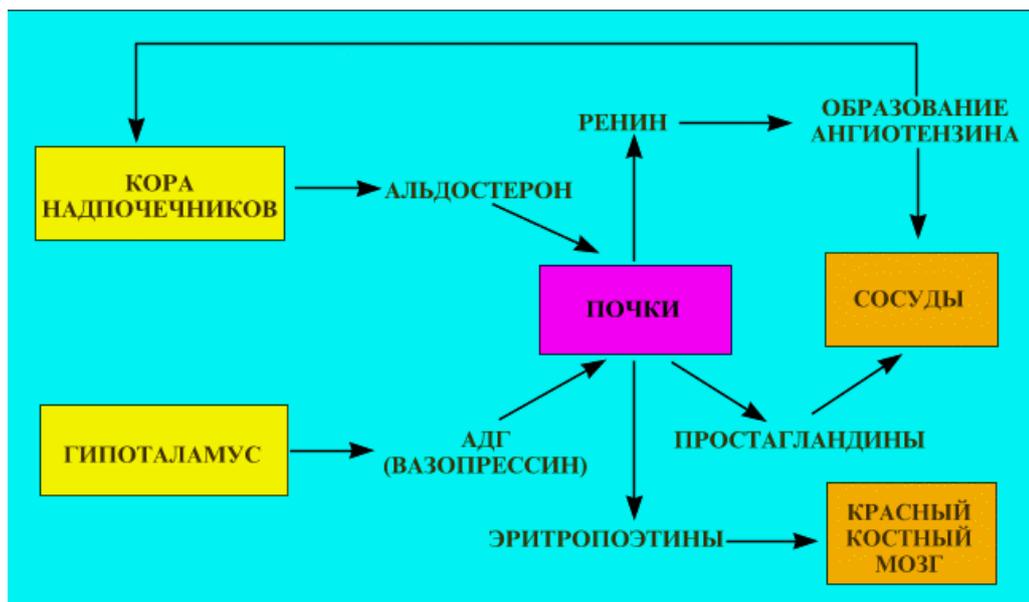


Рис. 1 Эндокринная функция выделительной системы

Система органов мочевого выделения в своём развитии тесно связана с системой органов пищеварения, кровообращения и размножения. Однако половая система функционально с системой органов мочевого выделения не связана.

2. Анатомический состав мочевого выделительной системы

Выделительную систему принято подразделять на 2 отдела (см. рис. 2):

1. **органы мочеотделения** (мочеобразования - *почки*);
2. **органы мочевого выделения** (мочеотведения – *мочевыводящие пути*).

Почки – *Renēs* (греч. *Nephros*) – парные паренхиматозные сосудистые органы альвеолярно-трубчатого строения, плотной консистенции, красно-бурого цвета, в основном бобовидной формы. Располагаются в поясничной области брюшной полости. Снаружи каждая почка покрыта собственной фиброзной капсулой. Функция почек заключается в образовании мочи и её фильтрации, очистка крови от продуктов распада (метаболитов).

Мочевыводящие пути:

1) внутрипочечные:

- почечные чашечки – сбор мочи из долей почки;
- почечная лоханка – сбор мочи из чашечек;

2) внепочечные:

- мочеточники – из почек - в мочевой пузырь;
- мочевой пузырь - временное хранилище мочи;
- уретра – из пузыря – наружу.

Органы мочевого выведения осуществляют сбор вторичной мочи и отведение её в мочеточник, а через него в мочевой пузырь для временного накопления мочи, а затем выведение её во внешнюю среду.

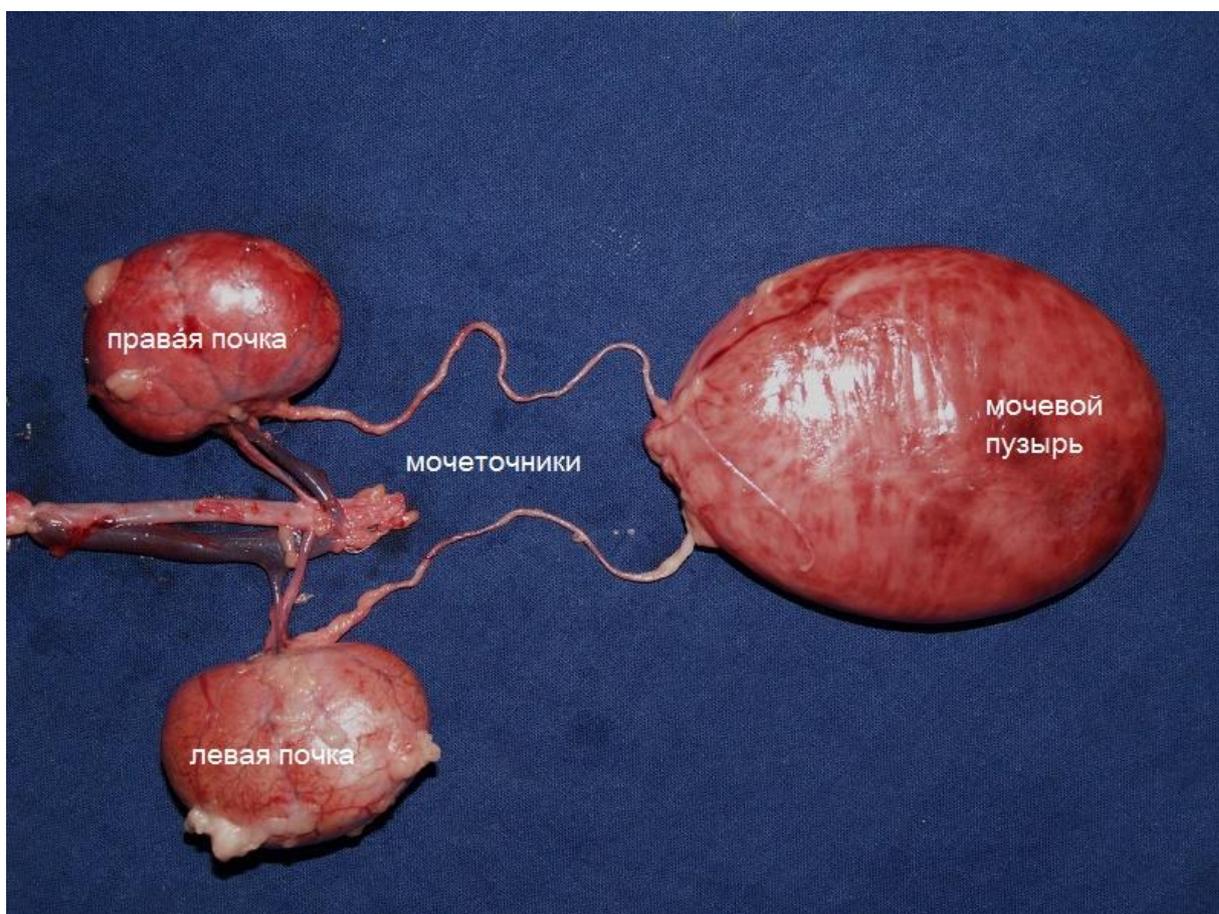


Рис. 2 Органы мочевого выведения

3. Развитие органов мочевого выделительной системы

Филогенез. В процессе *филогенеза* система органов мочевого выведения прошла через **последовательные три стадии** (см. рис. 3). Исходной формой системы органов мочевого выведения являлись метамерно располагающиеся мочеподделительные трубочки, имеющие по два отверстия. Одно из них — расширенное — открывалось мерцательной воронкой в полость тела, а второе сначала, вероятно, открывалось во внешнюю среду, а затем в выводной канал, тянувшийся вдоль тела животного и сообщавшийся с кишечной трубкой. Вблизи от воронки в полости тела развился сначала наружный по отношению к каналцу, а затем внутренний сосудистый клубочек, образованный сплетением кровеносных сосудов и вдавленный в стенку воронки. Мочеподделительные извитые трубочки (2) с открытыми воронками и сосудистыми клубочками получили название **пронефроса** или **предпочки**, а выводной канал его — протока предпочки. Функции мочеподделительных извитых трубочек и сосудистого клубочка различные.

Стенки извитого канальца, выстланные кубическим эпителием, выполняли в основном функцию выведения из полости тела органических веществ (мочевой кислоты, мочевины и других соединений). Раствор солей выделялся через стенки полости тела и сосудистого клубочка путём фильтрации.

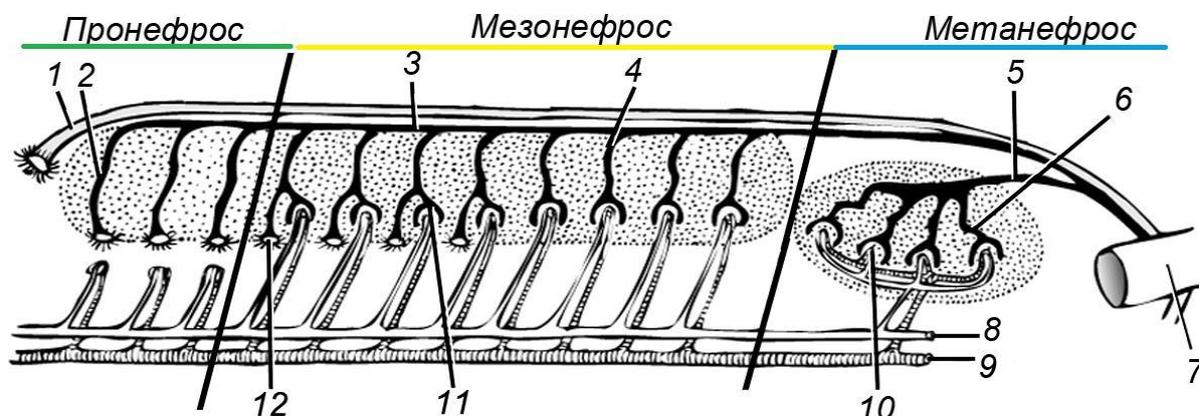


Рис. 3 Филогенез почек:

- 1 – маточная труба; 2 – пронефридий;
 3 – вольфов канал (первичный мочеточник); 4 – мезонефридий;
 5 – вторичный мочеточник; 6 – метанефрос; 7 – клоака; 8 – артерия; 9 вена;
 10, 11 – сосудистый клубочек (гломерула); 12 - нефростом

В дальнейшем мочеотделительные трубочки удлинились, стали более извитыми и разветвлялись на ряд новых трубочек. В их стенке появилось слепое двухслойное выпячивание — внутрипочечная капсула (Шумлянско-Боумана), в которое вдавливаются хорошо развитый сосудистый клубочек. Так образовалось почечное (мальпигиево) тельце. Фильтрационная функция перешла целиком к нему. Орган, имеющий такое строение, является компактным, располагается сзади предпочки и называется **первичной, промежуточной** или **средней почкой** — **мезонефросом**, а его выводной канал называется протоком промежуточной почки (4). **Промежуточная почка** у рыб и амфибий остаётся на всю жизнь; у птиц и млекопитающих она функционирует только в эмбриональный период их жизни. В конечном развитии системы органов мочевого выделения наибольшие изменения произошли в извитом канальце. Он образовал ещё большее количество извилин. Конец извитого канальца расправился и перешёл в прямую собирательную трубочку (5), впадающую в дефинитивный мочеточник. Воронка исчезла. Так образовалась компактная железа, называемая **конечной или дефинитивной почкой** — **метанефросом** (6). Эта конечная почка развивается сзади промежуточной почки.

Мочеточники образуются из заднего выпячивания первично почечного выводного протока. Это выпячивание удлиняется, заходит внутрь почки и расширяется, образуя почечную лоханку. Таким образом, формируются два мочеточника (правый и левый). Почечные канальцы, вырастая навстречу новым

выростам лоханки, сходятся с ними, а затем их стенки на месте схождения прорываются. У рептилий и птиц моча из мочеточника поступает в клоаку, у млекопитающих — в мочевой пузырь. В клоаке у птиц моча смешивается с каловыми массами и вместе с ними выбрасывается наружу. А у млекопитающих из мочевого пузыря моча переходит в мочеиспускательный канал, а из последнего у самок — в мочеполовой синус, а у самцов — в мочеполовой канал, откуда выводится во внешнюю среду.

Онтогенез. Органы мочевыделения в онтогенезе млекопитающих, подчиняясь филогении, также проходят три стадии развития: стадию предпочки (пронефроса), промежуточной почки (мезонефроса) и дефинитивной почки (метанефроса). Развиваются они последовательно, заменяя одна другую и располагаясь вдоль тела животного в области перехода сомитов в боковые пластинки, то есть в области сегментных ножек.

Предпочка млекопитающих — временный сегментированный орган мочевыделения. Закладывается она в области первых пяти десяти сегментов. В каждом из сегментов выпячиванием париетального листка спланхнотома образуется трубочка, слепой конец которой отделяется в процессе развития от места возникновения и поворачивает назад, сливаясь с соседними трубочками. Так образуется проток предпочки, достигающий до клоаки. Мочеотделительные трубочки предпочки вскоре исчезают, а протоки предпочек впоследствии становятся тесно связанными с половыми органами. Ещё в тот период развития организма млекопитающего, когда протоки предпочки не дошли до клоаки, начинается закладка промежуточной почки.

Промежуточная почка закладывается сзади предпочки рядом с её протоком в области следующих двух десятков сегментов. Сегментные ножки этих участков тела у млекопитающих утрачивают сегментальное строение и образуют нефрогенный тяж. Последний, разрастаясь, формирует сегментально расположенные узкие закрытые трубочки. Один конец их доходит до протока предпочки и открывается в него, после чего этот проток превращается в проток промежуточной почки и называется вольфовым каналом. Другой конец этих трубочек входит в перитонеальную полость. Здесь слепыми концами трубочек формируются двустенные внутривисцеральные капсулы, в которых располагаются сосудистые клубочки. Так возникают почечные (мальпигиевы) тельца и мочеотделительные трубочки. Каждая из таких трубочек даёт ряд вторичных трубочек с почечными тельцами. Образуется компактный орган — **вольфово тело**. Промежуточная почка функционирует только в *эмбриональный период*. Продукты её жизнедеятельности в это время выделяются в мочевой мешок, или *аллантоис* (см. рис. 4).

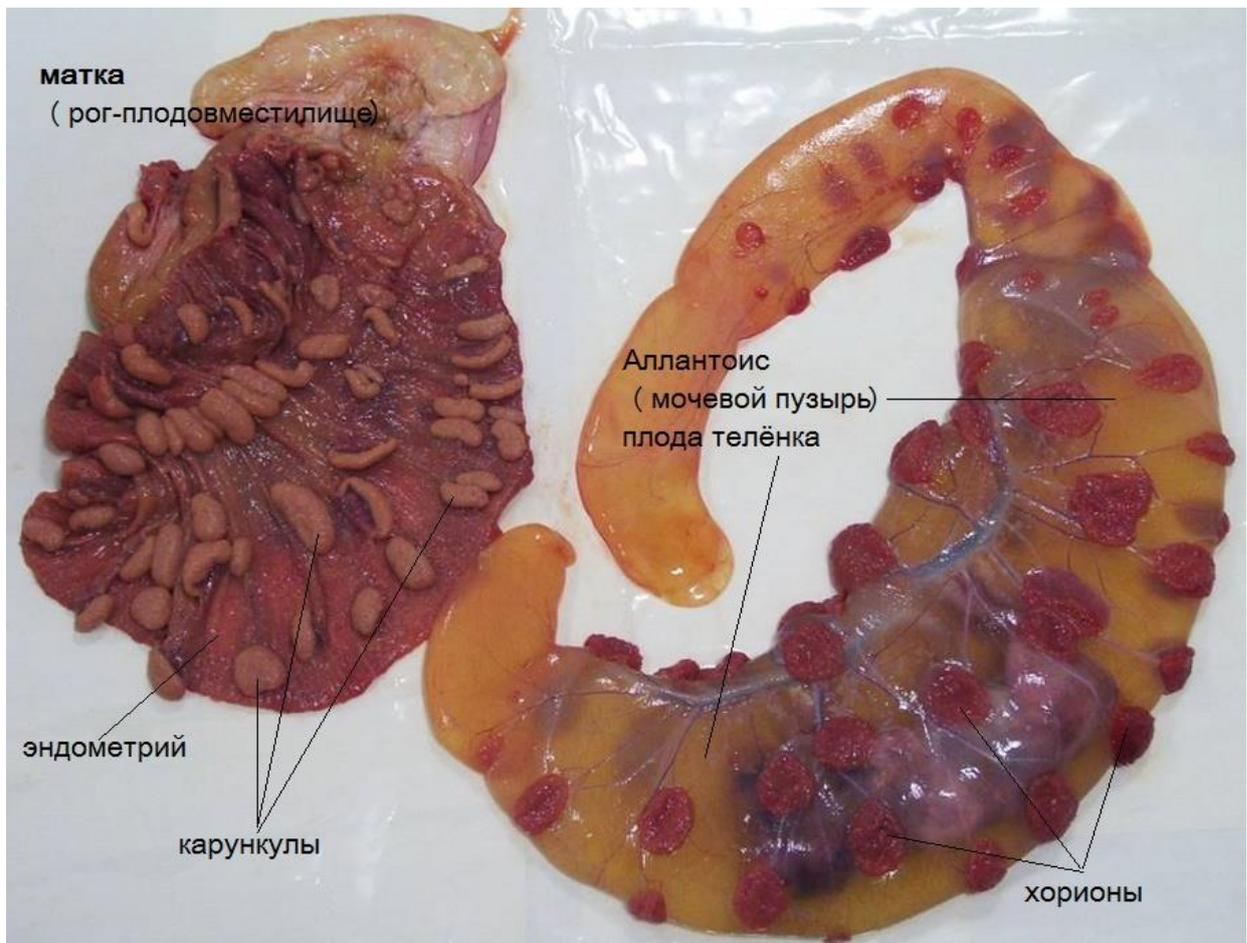


Рис. 4 Онтогенез почек
(матка и плодный пузырь с плодом телёнка)

Дефинитивная почка образуется из заднего участка нефрогенного тяжа, дающего начало мочеотделительной зоне почки. Из него развиваются извитые мочеотделительные слепые трубочки, один конец которых открывается в собирательную трубочку, а другой превращается в двустенную почечную капсулу и входит в состав почечного тельца. Мочеотделительные трубочки, развиваясь, превращаются в извитые каналы I и II порядка и в почечную петлю (петля Генле).

Основной функцией сосудистых клубочков одни учёные считают фильтрацию воды, минеральных веществ, продуктов конечного обмена, находящихся в крови. Основной функцией извитых канальцев признаётся преимущественно обратное всасывание излишней воды. Другие учёные придают стенкам сосудистых клубочков и извитых канальцев активную роль в образовании мочи. Предполагают, что в сосудистых клубочках выделяются вода и минеральные соли, а в клетках извитых канальцев синтезируются мочевины, мочевая кислота и другие продукты обмена. Выводящие мочу каналы дефинитивной почки расположены преимущественно в центральной её части — мозговой зоне. Формируются они из развитого уже протока промежуточной почки. От конечного участка протока промежуточной почки выпячивается в сторону дефинитивной почки новый канал — вторичный, или

окончательный, мочеточник. Слепой конец мочеточника, вращая в нефрогенную ткань, образует почечную лоханку. Из почечной лоханки выпячиваются почечные чашечки, от которых радиально идут прямые (сосочковые) собирательные трубочки. Сосочковые собирательные трубочки в дальнейшем соединяются с мочеполовыми трубочками (см. рис. 5, B).

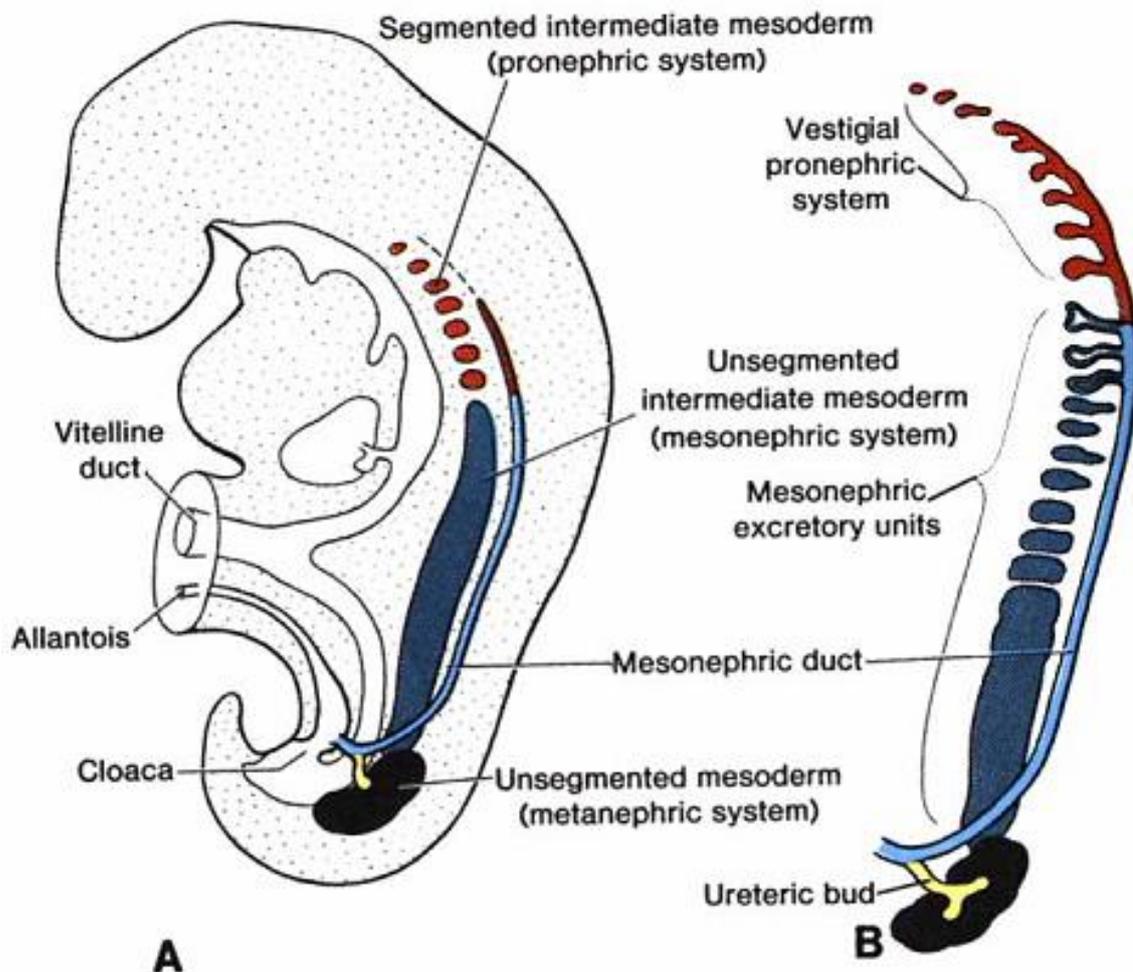


Рис. 5 Онтогенез почек (генерация почек в эмбриогенезе)

Мочевой пузырь млекопитающих развивается путём выпячивания, а затем и отшнуровывания вентральной стенки клоаки и частично ножки аллантиса (рис. 5, A). Сначала на стенках клоаки образуются две парные мочеполовые складки, которые направляют одна навстречу другой, срастаются и разделяют клоаку на участок прямой кишки и мочеполовой синус. Отхождение ножки аллантоиса от прямой кишки, начинающееся спереди назад, довершает полное разделение указанных полостей. Мочеточник, открывающийся в задний конец канала промежуточной почки, вначале бывает соединён с мочеполовым синусом. В дальнейшем мочеточник постепенно отходит от протока промежуточной почки и, наконец, совсем обособляется от него и открывается анатомически самостоятельно в мочеполовой синус.

4. Строение почки

Почки — лат. *renes*, греч. *nephros* — органы, обеспечивающие извлечение из разветвляющихся в них кровеносных сосудов продуктов жизнедеятельности клеток и излишней воды и выведение их из организма в виде мочи во внешнюю среду. Почки сравнительно крупные анатомические образования. Правая и левая почки по размеру примерно одинаковы. У молодых животных они крупнее, чем у старых, а у крупных животных правая и левая почки часто имеют разную форму.

У млекопитающих почка имеет характерную бобовидную уплощённую форму, уплощённые поверхности почек в теле животного расположены горизонтально. Вогнутый край почки, как правило, очень вогнут, и представляет собой **ворота почки** (*hilus renalis*) – место вхождения в почку сосудов и нервов, а также выхода из неё мочеточника (см. рис. 6).

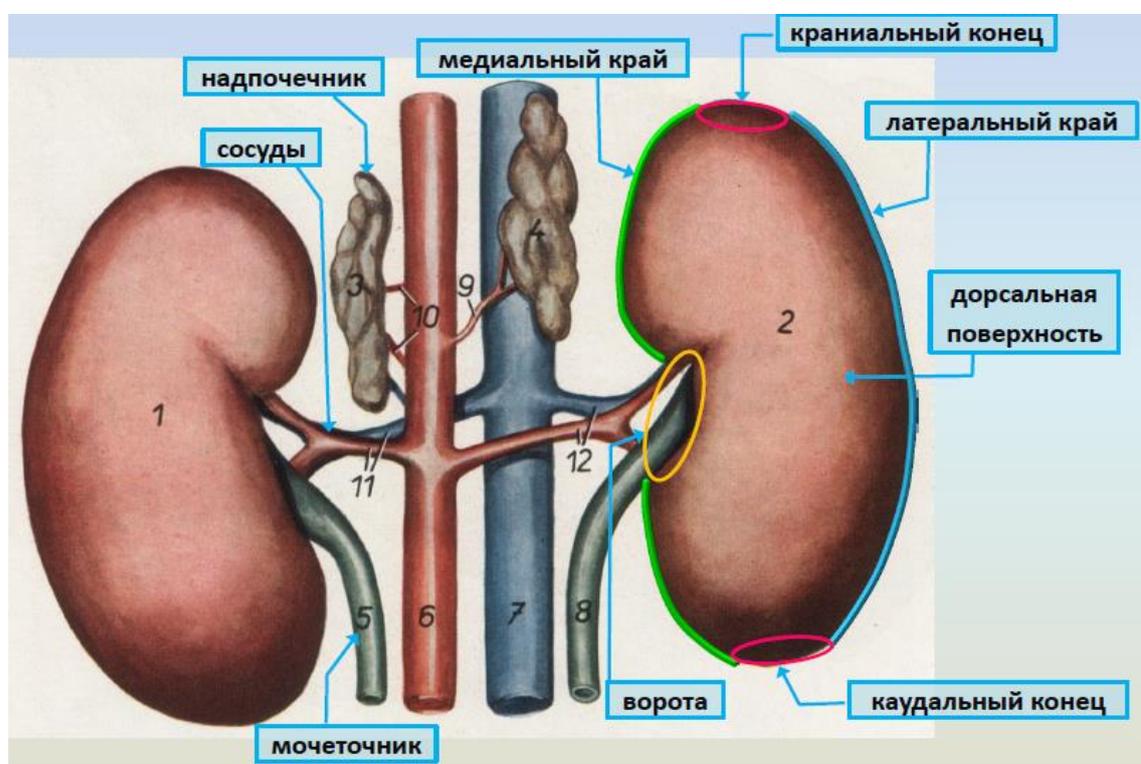


Рис. 6 Строение почек (анатомические части):

- 1 – левая почка; 2 – правая почка; 3, 4 – надпочечники (правый и левый);
- 5, 8 – мочеточники (правый и левый); 6 – брюшная аорта;
- 7 – каудальная полая вена; 9, 10 – надпочечниковые артерии;
- 11, 12 – почечные артерии и вены

Итак, на почке выделяют: латеральный и медиальный **края**, дорсальная (уплощённая) и вентральная (выпуклая) **поверхности**, краниальный (заострённый) и каудальный (закруглённый) **концы**, **ворота почки** – это углубление на медиальном крае (**входят**: почечная а., нервы; **выходят** – почечная в., лимфатические сосуды, мочеточник) и **синус почки** – полость в глубине ворот почки, содержит **почечные чашечки, лоханку, сосуды и нервы, жир**.

Снаружи почка покрыта плотной **фиброзной капсулой** (рис. 7, 1), которая рыхло соединяется с паренхимой почки и, заворачиваясь внутрь органа (в области почечного синуса), прикрепляется к почечной лоханке. Фиброзная капсула – это соединительнотканная строма, покрывает почку, легко снимается (со здоровой почки), удерживается только в воротах почки и в почечной полости – синусе, где переходит на почечную лоханку. Она содержит гладкомышечные волокна, сокращение которых способствует фильтрации плазмы, выведению мочи.

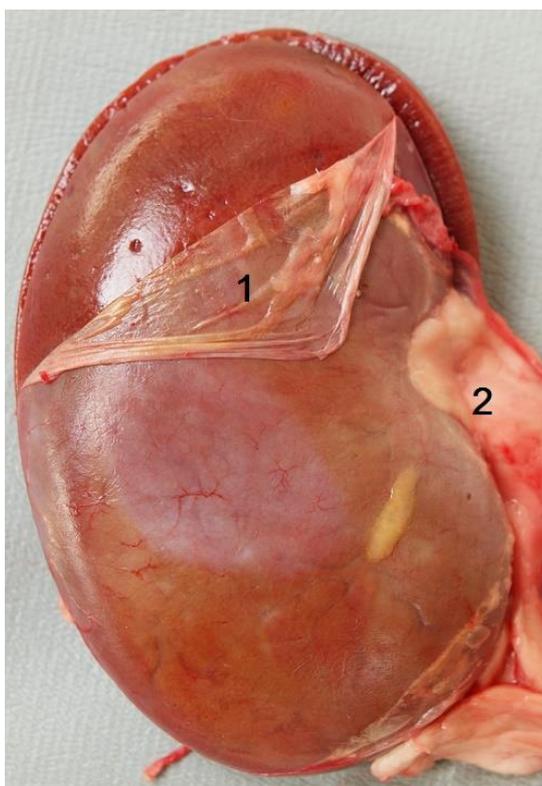


Рис. 7 Строение почки (капсулы):
1 – фиброзная капсула; 2 – жировая капсула

Поверх фиброзной капсулы лежит **жировая капсула** (2). С вентральной поверхности каждая почка прикрыта ещё и серозной оболочкой (брюшиной), забрюшинное (*ретроперитонеальное*) положение почек. Располагаясь под телами позвонков, почки одеты серозной оболочкой, как правило, только с вентральной и боковых сторон. При хорошем кормлении животных почки окружаются большим количеством жировой ткани.

Почечный синус – *sinus renalis* – это расширенная полость в глубине ворот почек, в которой заключена почечная лоханка, поверхность её покрыта внутри слизистой оболочкой, выстланной многослойным переходным эпителием. В однососочковой почке в полость почечной лоханки выступает один широкий, а в многососочковых почках открываются в чашечки несколько узких почечных сосочков (см. рисунок 9, 12 и 14).

Строение почки на разрезе (макроанатомия). На продольном разрезе почки различают два слоя с узкой полосой между ними (рис. 8): корковый, мозговой и пограничный. Периферический слой почки имеет розоватый оттенок и называется **корковым** (1) или мочееотделительной зоной. Центральный слой почки расположен ближе к её воротам, имеет более светлый цвет с беловатым оттенком и называется **мозговым** (2) или мочевыводящей зоной. Более тёмная узкая прослойка, лежащая на границе этих двух слоёв, называется **пограничным** слоем (5).

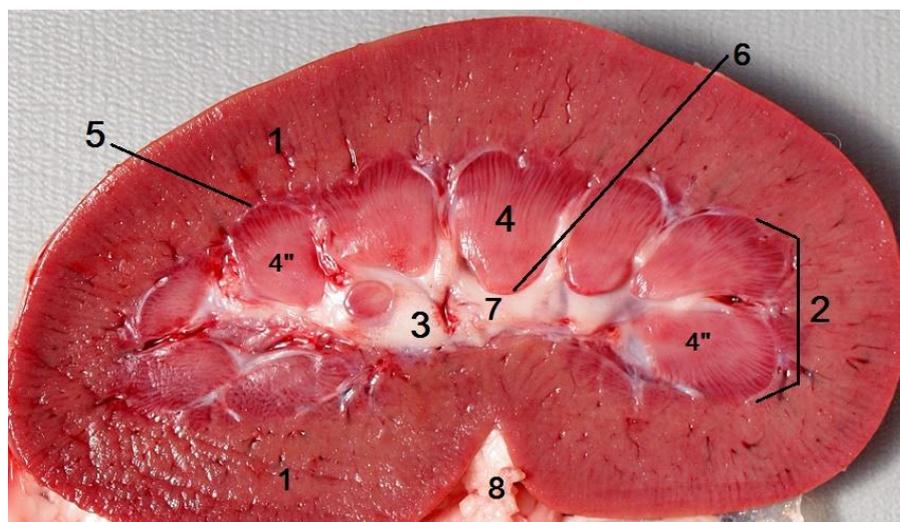


Рис. 8 Гладкая многососочковая почка (продольный разрез):

- 1 – корковая зона (кора); 2 – мозговая зона; 3 – почечная лоханка;
 4, 4'' – почечные пирамиды; 5 – пограничная зона; 6 – почечный сосочек;
 7 – почечная чашечка; 8 - мочеточник

Корковая или мочееотделительная зона – *cortex renis* – расположена по периферии почки, она тёмно-красного цвета, содержит *почечные тельца*, которые на разрезе под микроскопом видны в виде точек, расположенных радиально и *извитые канальцы*. Ряды телец отделяются друг от друга полосками мозговых лучей. Корковая зона вдаётся в мозговую зону между её пирамидами.

Мозговая или мочевыводящая зона – *medulia renis* – более светлая зона почки с радиальной исчерченностью, расположена в центре почки. Она разделена на *почечные пирамиды* (4), основания которых направлены к периферии, из них выходят в корковую зону мозговые лучи. Вершина пирамид образует *почечные сосочки* (6), в гладких однососочковых почках они сливаются в один обширный почечный сосочек, который расположен по всему контуру почечной лоханки.

Пограничная зона – тёмно-красная прослойка, которая отграничивает корковую зону от мозговой. В ней сосредоточены дуговые сосуды, отдающие в корковую зону радиальные артерии, вдоль которых располагаются *почечные тельца* (см. ниже – микроанатомию почки).

Итак, на разрезе почки видно (см. рис. 9):

- 1) **корковая зона (кора)** – бурого цвета, содержит почечные тельца, извитые почечные канальцы;
- 2) **пограничная зона** – тёмная линия, в ней проходят дуговые сосуды и нервы;
- 3) **мозговая зона** – светлее коры, содержит **собирательные трубочки**, образующие **пирамиды 5, 13** (основание направлено к поверхности, вершина – к синусу почки). Трубочки впадают в **сосочковые каналы**;
- ✓ **почечный сосочек 3** – вершина пирамиды с **решётчатым полем** (отверстия сосочковых, собирательных трубочек);
- ✓ **почечная чашечка 12, 14** – под каждым сосочком – малая или под несколькими малыми чашечками – большая;
- ✓ **почечная лоханка 11** – собирает мочу из чашечек;
- ✓ **почечные столбы 2** (разграничивают доли – **почечки**) – внедрение коры между пирамидами;
- ✓ **мозговые лучи 15** – внедрение мозгового вещества в кору.

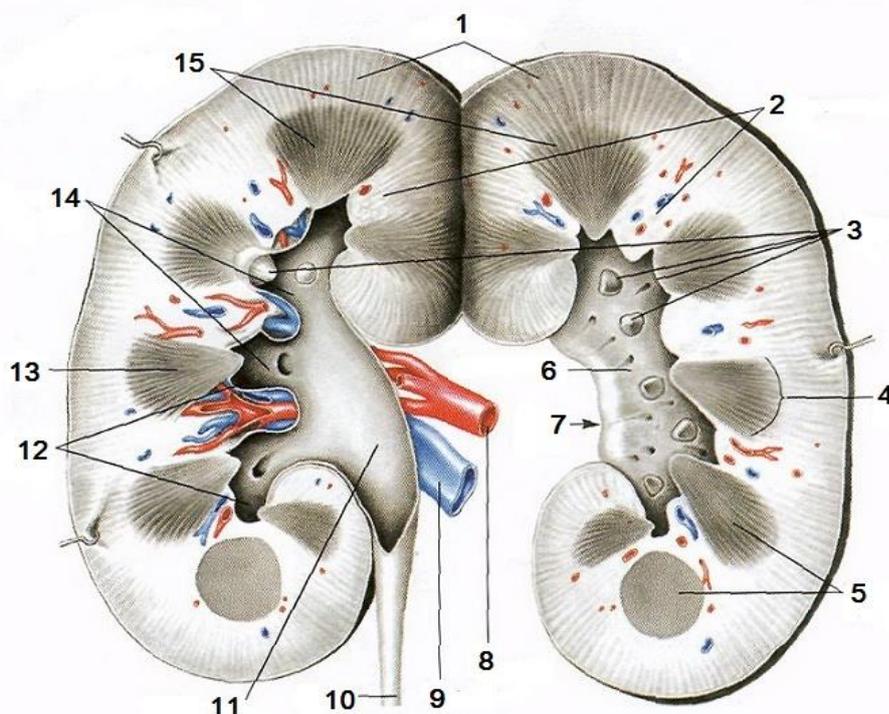


Рис. 9 Строение гладкой многососочковой почки (продольный разрез):

- 1 – корковая зона (кора); 2 – почечные столбы; 3 – почечные сосочки;
4 – основание почечной пирамиды; 5, 13 – почечные пирамиды; 6 – почечный синус;
7 – ворота почки; 8 – почечная артерия; 9 – почечная вена; 10 – мочеточник;
11 – почечная лоханка; 12, 14 – малые почечные чашечки; 15 – мозговая зона

Рассмотренные зоны (слои) почки формируют доли почки – почечки. *Долька* является своеобразной копией самой почки только на эмбриональном уровне. Каждая почечка имеет аналогичные зоны и свой сосочек с чашечкой. Почечки соединяются друг с другом выводящими трубочками и соединительной тканью.

Микроанатомия почки. Итак, мы выяснили, что каждая долька делится на корковое и мозговое вещество. Последнее разделено на пирамиды. Вершиной пирамиды является почечный сосочек, который выходит в чашечку, а основание пирамиды граничит с корковым веществом. Опосредованно, через основание пирамиды мозговое вещество вдаётся в корковое в виде мозговых лучей. Различие между корковым и мозговым веществом связано с особенностями гистологического строения и функций этих участков.

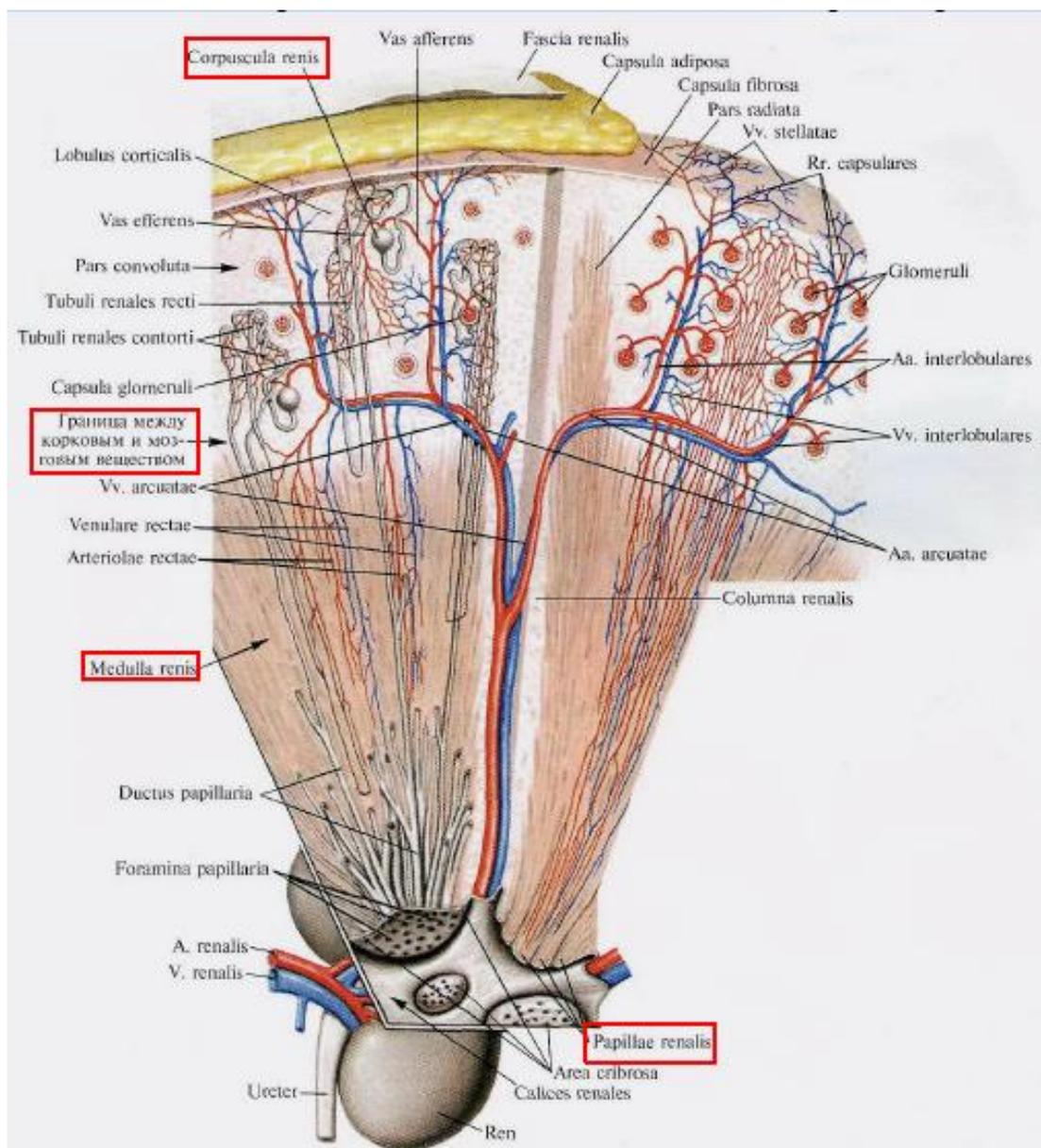


Рис. 10 Строение почечной дольки

Пограничная зона – тёмно-красная прослойка, которая отграничивает корковую зону от мозговой. В ней сосредоточены дуговые сосуды, отдающие в корковую зону радиальные артерии, вдоль которых располагаются *почечные тельца* (рис. 10). Каждое почечное тельце состоит из сосудистого клубочка (гломерула), и капсулы клубочка (капсулы Шумлянско-Боумана) 5 и 6.

Сосудистые клубочки (гломерулы) (рис. 10 и 11) образованы афферентными (приносящими кровь) веточками радиальных артерий (2), а окружающие их двуслойные капсулы (5, 6) переходят в извитые канальцы – *tubuli renalis contorti* (7), которые в сумме и составляют паренхиму корковой зоны почки. Из сосудистого клубочка выходит уже эфферентная (выносящая) артерия, которая при выходе образует капиллярную сеть на канальцах.

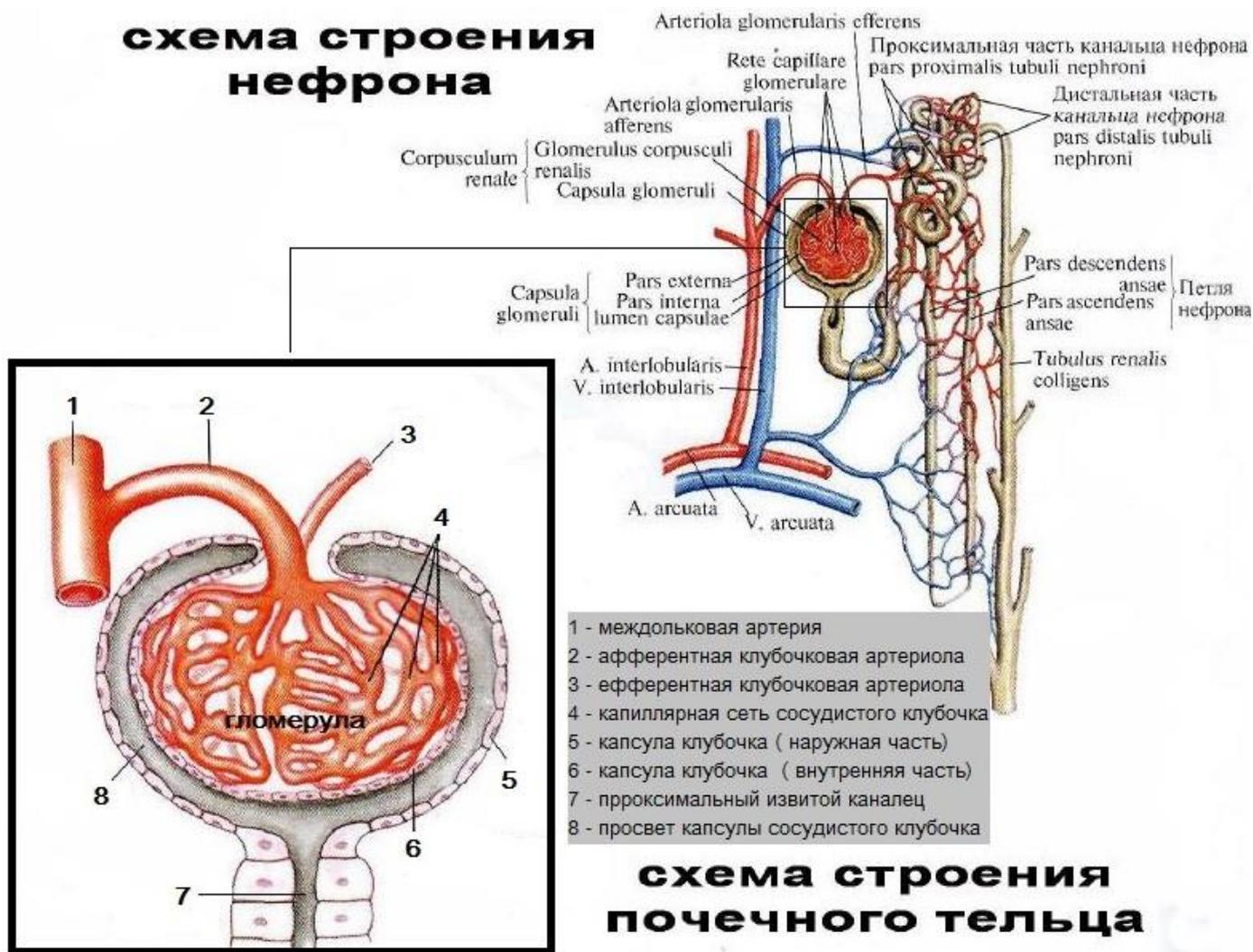


Рис. 11 Схема строения нефрона и почечного тельца

В области мозговых лучей продолжением извитых канальцев служат прямые мочевыделительные канальцы – *tubuli renalis recti*, составляющие основу мозговой зоны почек. Они переходят в более крупные собирательные мочевыделительные протоки, которые открываются отверстиями на поверхности почечных сосочков, формируя там решётчатое поле – *area cribrosa*.

Почечное тельце + система извитых и прямых почечных канальцев вместе с сосудистой (капиллярной) сетью составляют структурную и функциональную единицу рабочей паренхимы почки – **НЕФРОН**.

Итак, **Нефроны** – это основные структурные единицами рабочей **паренхимы почки!**, которые состоят из капсулы клубочка (капсулы Шумлянско-Боумана), проксимального (главного) отдела, имеющего вид извитых канальцев, петли нефрона (петли Генле), состоящей из нисходящей и восходящей частей, и дистального (вставочного) извитого отдела (см. рис. 11 и 12).

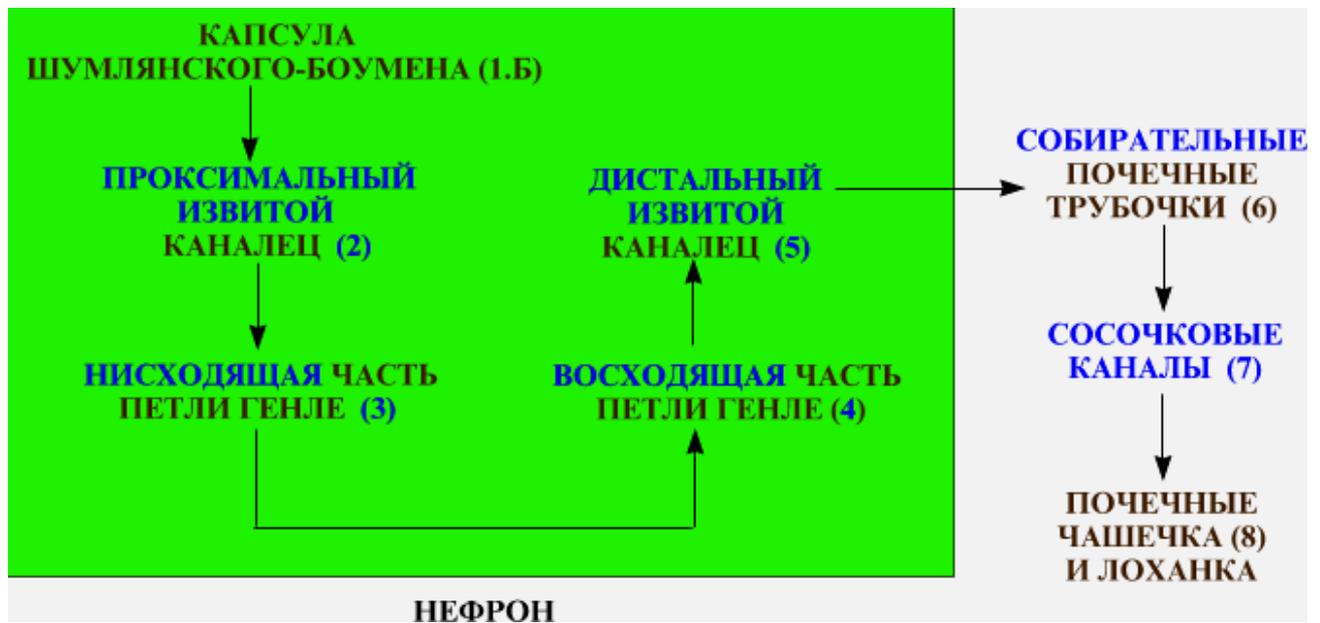


Рис. 12 Схема нефрона

Длина каждого нефрона составляет около 4 см. Около 80% всех нефронов находится в корковом веществе и примерно 20% располагается так, что клубочки и часть проксимальных отделов нефронов лежат в корковом веществе, а петля — в мозговом веществе. Эти нефроны называются *юкта-медулярными*. Нефроны впадают в собирательные трубочки коркового вещества, входя вместе с прямыми канальцами нефронов в состав мозговых лучей. Собирательные трубочки проходят через мозговое вещество и оканчиваются сосочковым каналом.

Таким образом, в корковом веществе почки находятся почечные тельца и проксимальные и дистальные отделы нефронов (извитые канальцы). А мозговое вещество и мозговые лучи состоят из прямых канальцев. В мозговых лучах проходят нисходящие и восходящие части петель корковых нефронов и начальные отделы собирательных трубок, а в мозговом веществе находятся нисходящие и восходящие части петель юкта-медулярных нефронов, конечные отделы собирательных трубок и сосочковых каналов.

Число нефронов в почках млекопитающих велико и сильно различается в зависимости от вида. В почках крупного рогатого скота до 4млн. нефронов, у лошадей - 2,7млн., у свиней - 1млн., у кошек 500 тысяч, у собак – 400 тысяч, а у человека – до 2млн. нефронов на каждую почку.

Сосудистая сеть почки. Как мы выяснили, паренхима почки разделена на дольки (см. рис. 13), соответствующие отдельным почечкам эмбриона и множественной почки. Границы между дольками обозначаются благодаря участкам коркового вещества, которое вдаётся между ними в область мозгового вещества, образуя почечные колонки, и благодаря междольковым кровеносным сосудам с незначительными соединительнотканными прослойками.

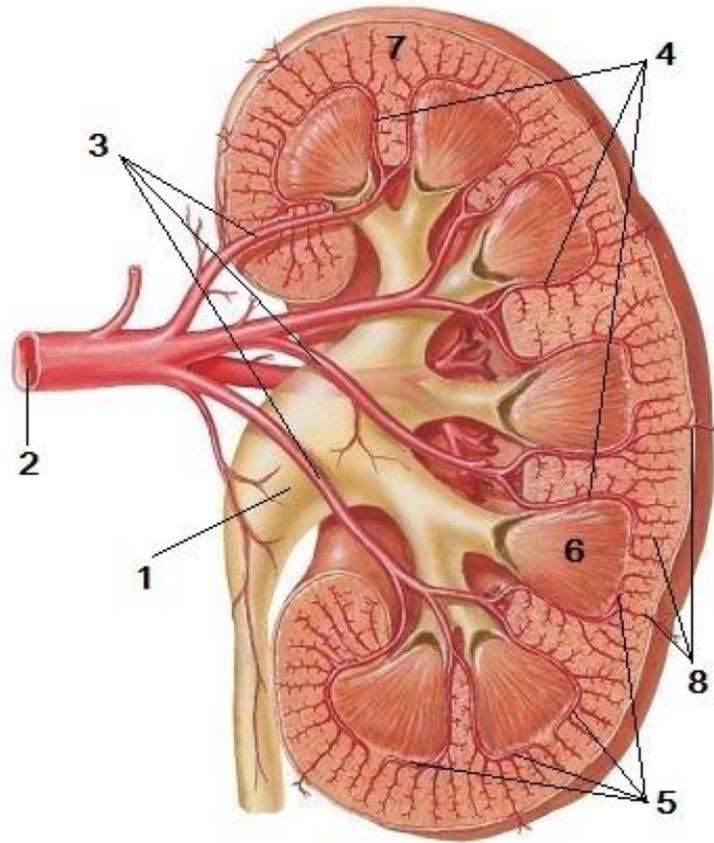


Рис. 13 Сосуды почка (гладкая многососочковая почка):

1 – почечная лоханка; 2 – почечная артерия; 3 – сегментальные артерии;
4 – междольковые артерии; 5 – дуговые артерии; 6 – мозговое вещество (пирамида);
7 – корковое вещество (кора); 8 – междольковые артерии

*Междольковые артерии (4) являются ветвями сегментальных артерий (3), которые в свою очередь являются ветвями входящей в почку почечной артерии (2). На границе коркового и мозгового вещества междольковые артерии соединяются дуговыми артериями (5). От них в корковую зону отходят радиальные междольковые артерии (8), которые, разветвляясь, переходят в приносящие (афферентные) артерии почечных телец. Каждая приносящая артерия распадается на капилляры, образующие *сосудистый клубочек* (см. рис. 11). Из капилляров сосудистого клубочка кровь собирается в более тонкую выносящую артерию. Таким образом, капиллярный клубочек (гломерула) находится между двумя артериями. Это вторая чудесная сеть, только не венозная, как в печени, а артериальная.*

Морфофизиология почки. *Итак, кровь в почках проходит через две капиллярные сети:*

- *вначале - через капилляры клубочка почечного тельца,*
- *затем - через капилляры канальцев нефрона.*

Важно помнить, что 20% крови, выбрасываемой левым желудочком в большой круг кровообращения, проходит через почки. У человека в сутки через почки проходит 1800 л крови, фильтруется 180 л первичной мочи (содержит много полезных веществ), из которой 99% всасывается обратно (реабсорбируется) и образуется 1,5 л вторичной мочи. У крупных собак за сутки через почки проходит 1000-2000 литров крови, образуется 200-300 литров первичной мочи, из которой в процессе реабсорбции остаётся лишь 1-2 литра вторичной мочи (около 1-2 % от первичной мочи).

Таблица 1.

Физиологические параметры в капиллярной сети почек

	давление крови	происходящие физиологические процессы
капилляры клубочков	50-60 мм рт. ст.	фильтрация плазмы крови из капилляров в просвет капсулы (первичная моча)
капилляры канальцев	12 мм. рт. ст.	обратная реабсорбция компонентов фильтрата из канальцев в капилляры (вторичная моча)

Стенки капилляров состоят из одного слоя эндотелия, лежащего на трёхслойной базальной мембране. В эндотелиальных клетках капилляра имеются поры, поэтому они получили название *окончатых эндотелиоцитов*. Между капиллярами располагаются клетки типа фибробластов и соединительнотканые элементы — мезангии. *Диаметр капилляров сосудистого клубочка корковой зоны вдвое больше, чем диаметр отводящей артериолы, вследствие чего давление крови в капиллярах очень высокое и благодаря этому фильтруется **первичная моча**.*

В юкста-медулярных нефронах диаметр приносящей и выносящей артериол примерно одинаков, поэтому давление крови в капиллярах невысокое. Эта система имеет большое значение в случае прохождения через почки повышенных количеств сосудистой крови.

Наружная часть капсулы клубочка состоит из одного слоя эпителиальных клеток непостоянной высоты, лежащих на базальной мембране. Эпителий наружной части капсулы переходит в высокий эпителий проксимального отдела нефрона. Внутренняя часть капсулы образована плоскими, неправильной формы клетками — подоцитами с большими широкими отростками — цитотрабекулами, которые, в свою очередь, ветвятся на мелкие отростки — цитоподии. Между подоцитами находятся межклеточные промежутки. Цитоподии подоцитов соприкасаются с трёхслойной базальной мембраной, к обратной стороне которой прилежат эндотелиоциты капилляров (см. рис. 14).

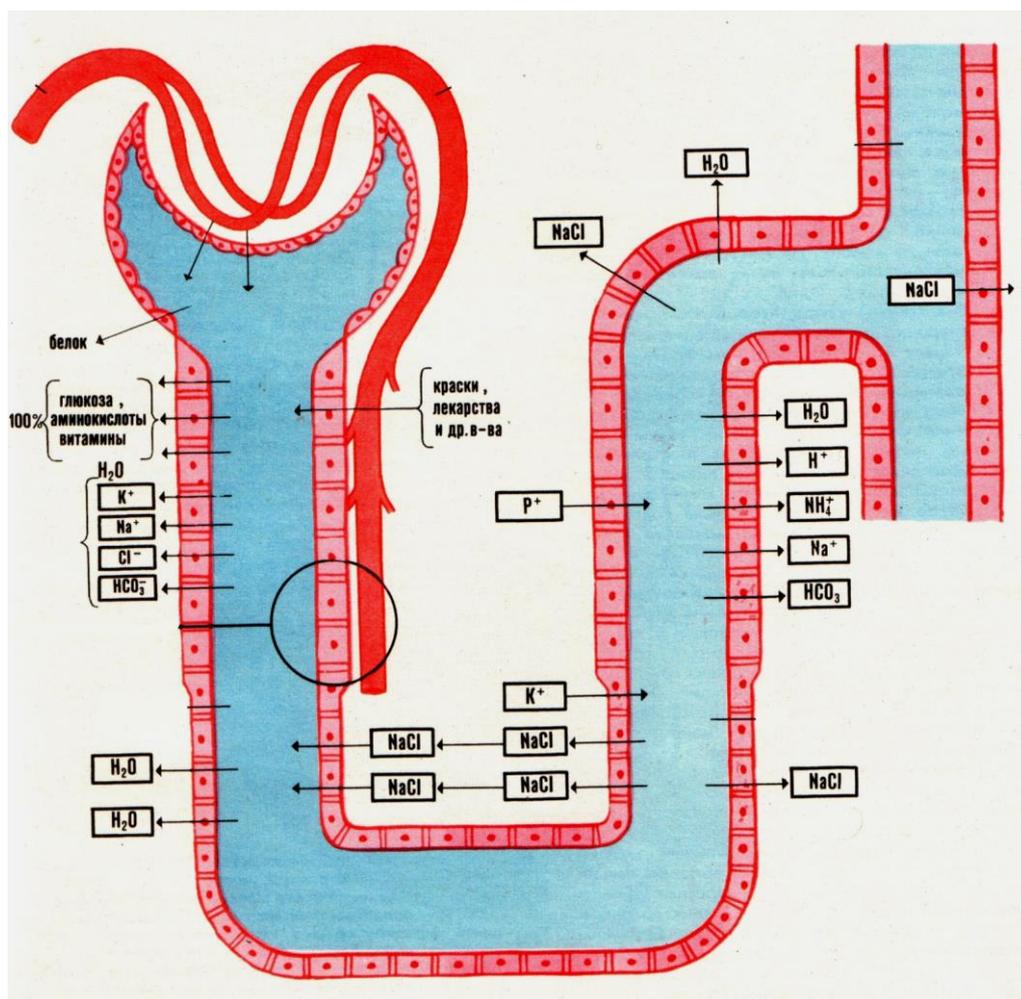


Рис. 14 Схема работы нефрона

Через внутреннюю часть капсулы нефрона и стенку капилляров клубочка выделяется в полость капсулы первичная моча — все составные части плазмы крови, за исключением белков. Первичной мочи образуется примерно на 80% больше, чем окончательной. Из полости капсулы она попадает в полость проксимального (главного извитого) канальца главного отдела. Этот каналец имеет значительную протяжённость и сильно извивается. Стенка его состоит из кубического эпителия, с отчётливой базальной исчерченностью, обусловленной впячиванием плазмалеммы и ориентированно расположенными митохондриями.

На апикальном полюсе, обращённом в просвет канальца, клетки несут щёточную каёмку, состоящую из микроворсинок. Цитоплазма этих клеток всегда мутная. В этом отделе происходит обратное всасывание воды и глюкозы.

Следом за главным отделом располагается петля нефрона, представляющая собой прямую трубку, состоящую из тонкой нисходящей части петли и толстой восходящей. Нисходящая часть петли состоит из плоских клеток, лишь в части, где лежит ядро, клетки утолщаются, и эти участки выступают в просвет петли. На этой же поверхности имеются малочисленные ворсинки. В дистальном отделе всасывается только вода и окончательно формируется моча. Дистальный отдел переходит в собирательную почечную трубочку, выстланную однослойным кубическим эпителием. Собирательные трубочки впадают в сосочковые протоки, которые открываются на вершине почечных пирамид. Из сосочковых протоков моча стекает в почечные чашечки, а из них через стемельки в лоханку. Все эти образования выстланы переходным эпителием. Из лоханки моча направляется во внепочечную систему органов (мочеточники, мочевого пузыря и мочеиспускательный канал), отводящую мочу от почек.

5. Типы и топография почек

Типы почек зависят от особенностей строения структурной единицы почки и самой почки в целом. Почечная долька, как мы уже изучили выше, является своеобразной копией самой почки только на эмбриональном уровне, поэтому её называют почечкой. Каждая почечка построена по общему плану обычной почки, в ней также имеются все слои (зоны) и свой сосочек с чашечкой, а все почечки соединены между собой соединительной тканью и выводящими трубочками.

Итак, почки разных видов животных имеют различную форму и относятся к четырём разным типам (см. рисунок 15):

- *множественная почка,*
- *бороздачатая многососочковая почка,*
- *гладкая многососочковая почка,*
- *гладкая однососочковая почка.*

У некоторых водных животных (дельфин) и у белого **медведя** почки состоят из неслившихся маленьких почечек, соединённых полыми стемельками с мочеточником, и имеют вид виноградной кисти (см. рис. 15, А, рис. 16).

На продольном разрезе в каждой из таких почечек выделяют *корковую*, или *мочеподделительную* (периферическую), и *мозговую*, или *отводящую* (центральную), зоны, разделяющиеся пограничной зоной. Средний участок отводящей зоны, обращенный внутрь почечки, образует выступ, называемый почечным сосочком (5). В нём открываются собирательные трубочки, по которым

моча переходит в лежащую под почечным сосочком почечную чашечку (8), откуда по отдельному каналцу — *стебельку* мочеточника (2) она проходит в расширенную часть мочеточника (12) и далее в мочеточник (3). Такие почки относятся к типу **множественных**.

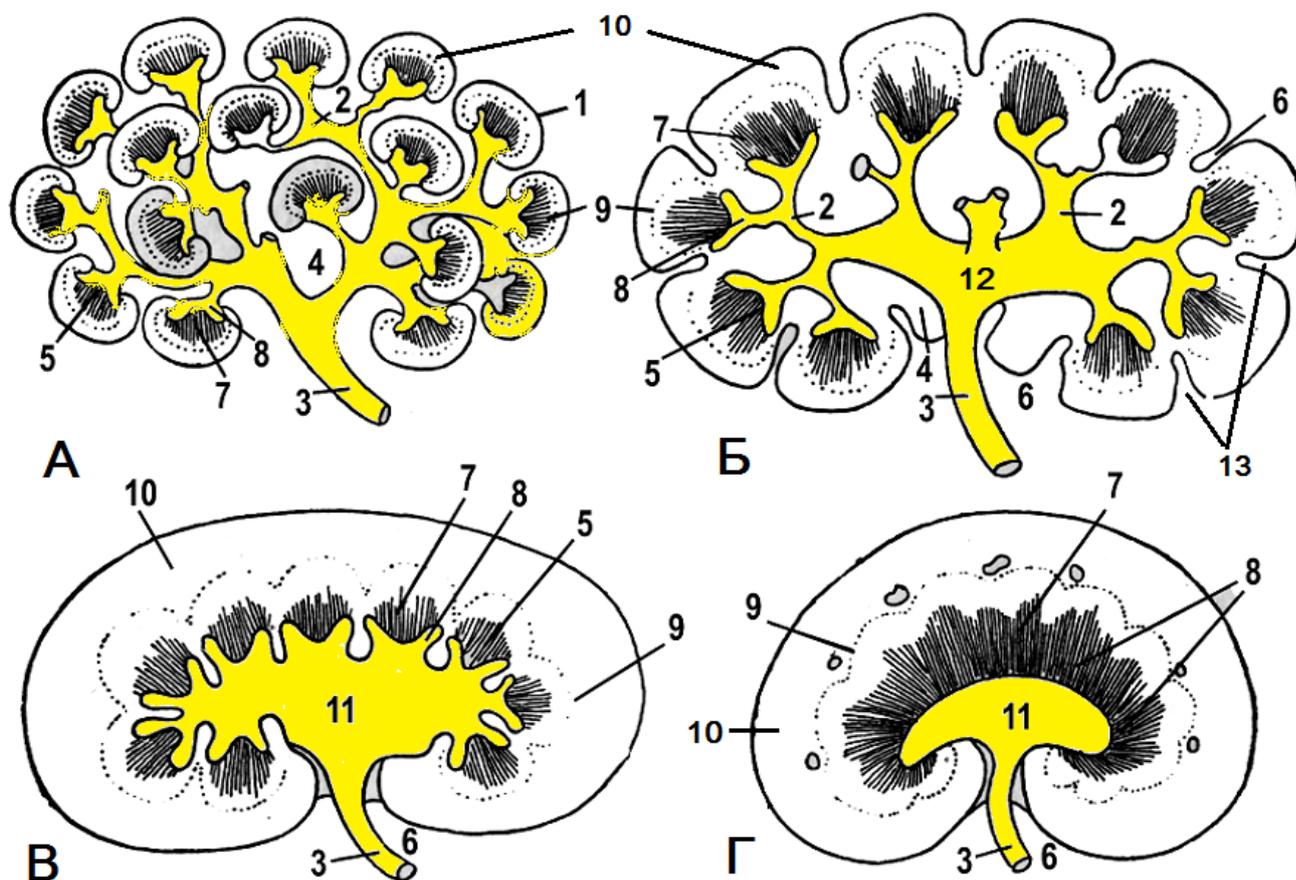


Рис. 15 Типы почек (схема - продольный разрез):

- А – множественная почка; Б – бороздчатая многососочковая почка;
 В – гладкая многососочковая почка; Г – гладкая однососочковая почка;
 1 – почечка; 2 – стебельки мочеточника; 3 – мочеточник;
 4 – почечная ямка; 5 – почечный сосочек; 6 – ворота почки; 7 – мозговая зона;
 8 – почечная чашечка; 9 – пограничный слой; 10 – корковая зона (кора);
 11 – почечная лоханка; 12 – расширенная часть мочеточника

У крупного рогатого скота почки представляют собой как бы слившиеся средней частью множественные почки, в которых остались неслившимися периферические участки почек и их сосочки. Такие почки имеют на поверхности бороздки (13), а внутри отдельные сосочки и относятся к типу **бороздчатых многососочковых почек (Б)**. У бороздчатых многососочковых почек отсутствует почечная лоханка. У эмбрионов крупного рогатого скота почки значительно сильнее разделены на дольки. У *свиньи домашней* корковая зона почечек полностью сливается и с поверхности становится гладкой, а сосочки остаются разделёнными; такие почки относятся к **типу гладких многососочковых (В)**.

У *мелкого рогатого скота, собаки и лошади* сливаются в одно целое и корковая зона, и сосочки мозговой зоны, которые формируют один общий и обширный по площади почечный сосочек. Поэтому почки данных животных относят к *типу гладких однососочковых (Г)*.

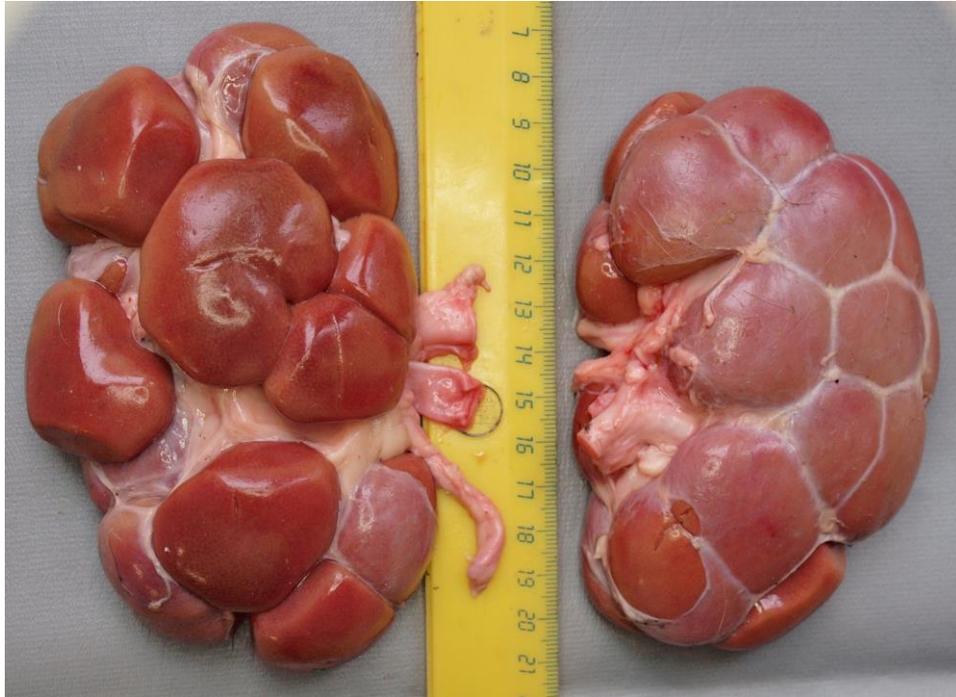


Рис. 16 Почки гималайского медведя

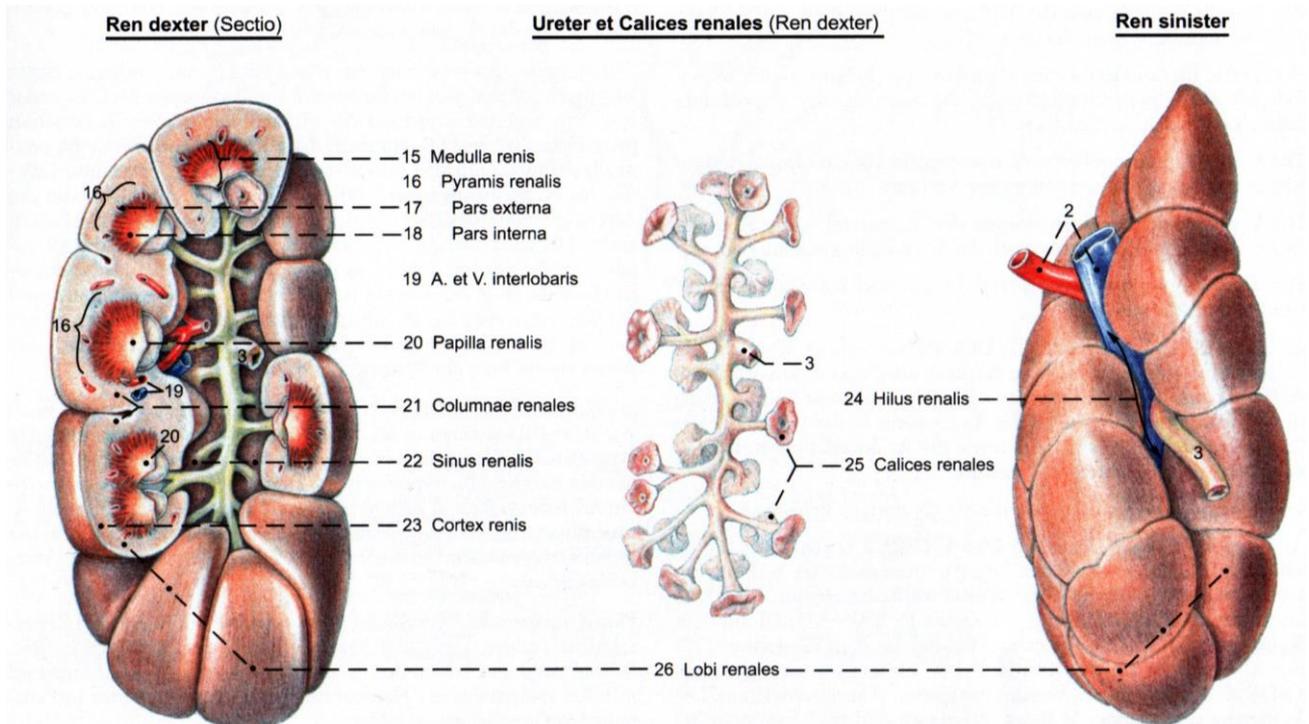


Рис. 17 Почки крупного рогатого скота

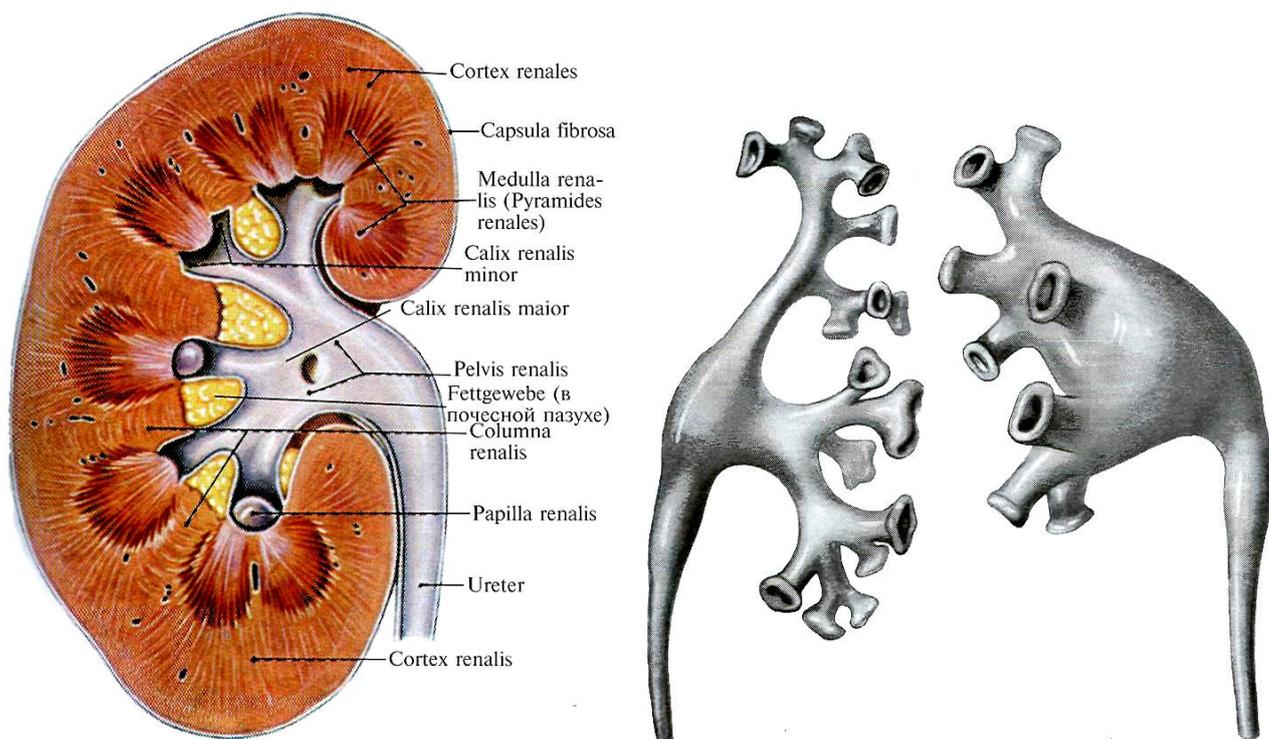


Рис. 18 Почка человека

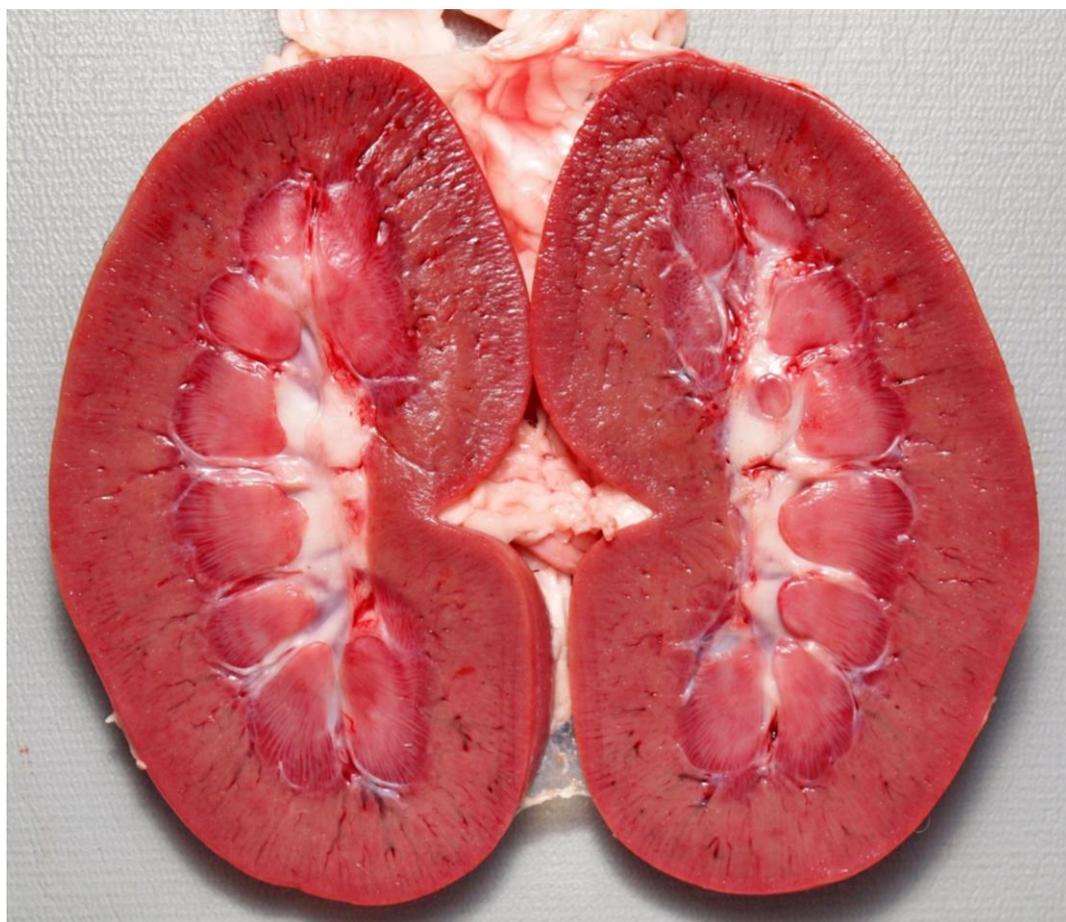
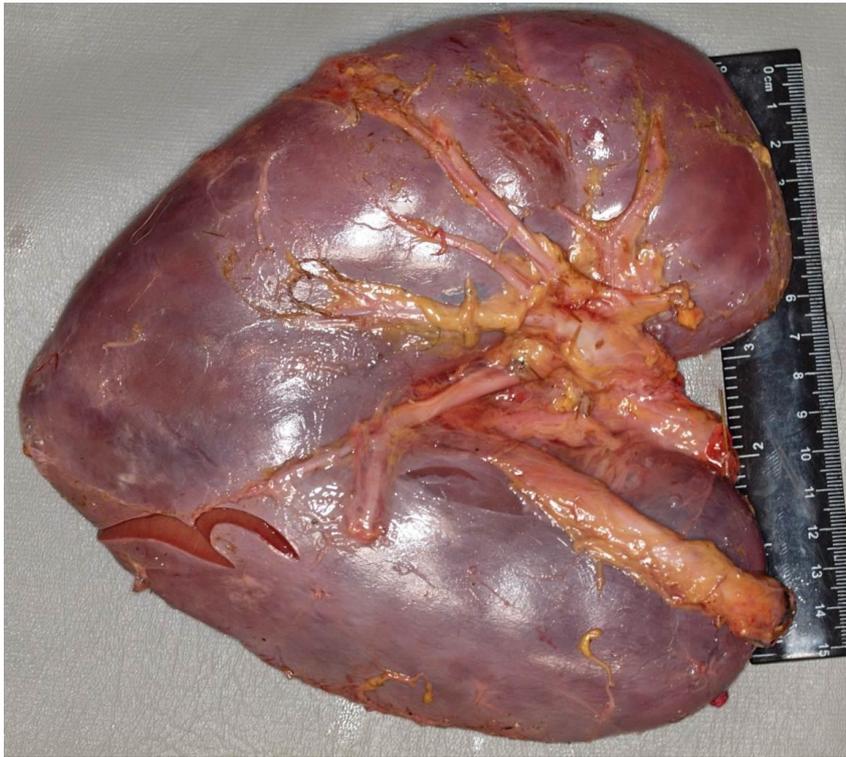


Рис. 19 Почка свиньи домашней



правая



левая

Рис. 20 Почки лошади (правая и левая)



Рис. 21 Почка собаки



Рис. 22 Почки кошки

Топография почек. В организме животных имеются две почки — **правая и левая**. Почки большинства животных бобовидной формы, но правая и левая почки все же несколько различаются между собой. У лошади левая почка бобовидной, а правая сердцевидной формы (см рис. 20). У крупного рогатого скота левая почка перекручена по оси.

Почки большинства животных располагаются в поясничной области под телами поясничных позвонков.

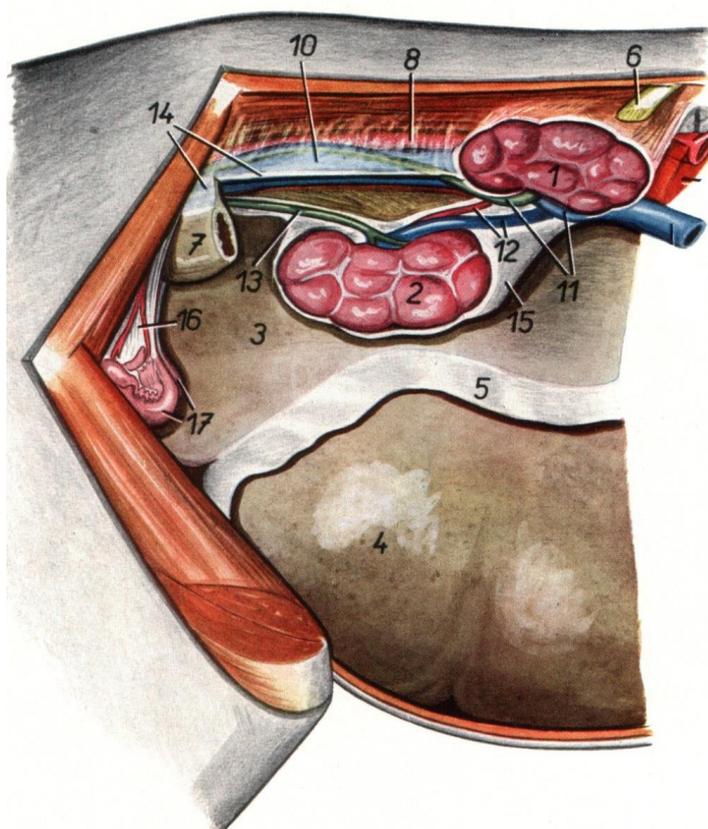


Рис. 23 топография почек у крупного рогатого скота:

- 1 – правая почка; 2 – левая (блуждающая) почка; 3 – дорсальный мешок рубца;
4 – вентральный мешок рубца; 5 – лепесток брюшины

У крупного рогатого скота правая почка лежит впереди левой, частично заходит в правое подреберье и тесно соприкасается с печенью. Левая почка свободно подвешена на брюшине (блуждающая почка) и при наполнении рубца может перемещаться в правую половину поясничной области, располагаясь позади правой почки (см. рис. 23).

У свиньи домашней и собаки почки лежат в поясничной области.

У лошади правая почка почти целиком находится в правом подреберье и тесно соприкасается с печенью. Левая почка также немного заходит в левое подреберье.

У крупного рогатого скота, лошади и собаки правая почка на печени образует почечное вдавление. У свиней его нет.

6. Мочеточник, мочевого пузыря и мочеиспускательный канал

Итак, мы выяснили, что из почечной лоханки (почки) моча направляется во внепочечную систему органов (мочеточники, мочевого пузыря и мочеиспускательный канал), отводящую мочу от почек.

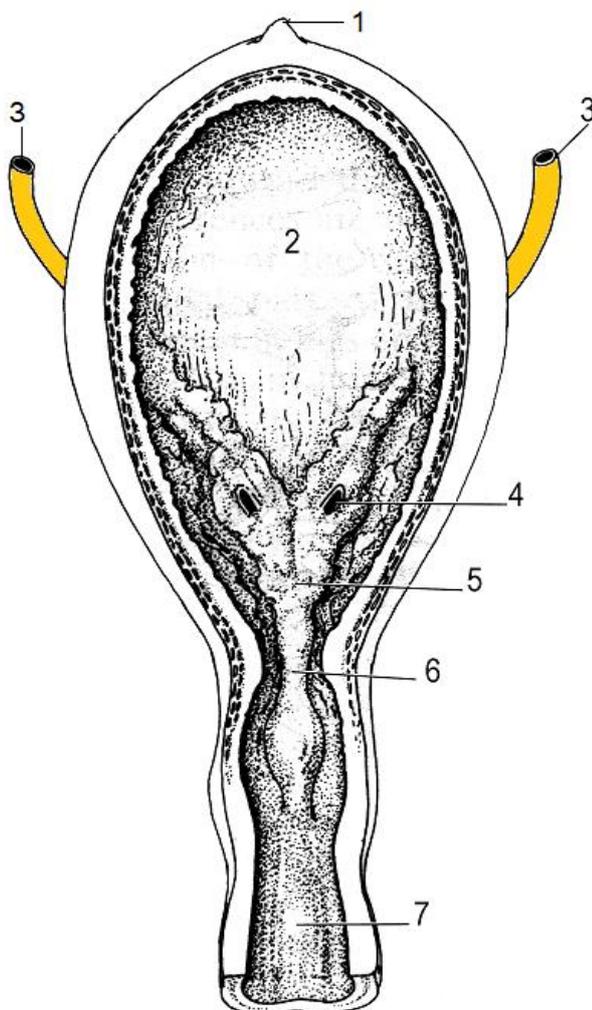


Рис. 24 Мочевого пузыря, мочеточники и уретра:

1 – верхушка пузыря; 2 – тело пузыря; 3 – мочеточники;
4 – отверстие мочеточника; 5 – треугольник пузыря; 6 – гребень уретры; 7 - уретра

Мочеточники — ureteres — узкие длинные трубочки, проводящие мочу из почечной лоханки в мочевого пузыря. Мочеточники входят в дорсальную стенку мочевого пузыря и некоторое время идут в толще его стенки между мышечной и слизистой оболочками. При переполнении мочевого пузыря стенка его напрягается и придавливает слизистую оболочку к мышечной, вследствие чего вход мочеточников в мочевого пузыря плотно прикрывается. Это обеспечивает свободное продвижение мочи в мочевого пузыря, но не позволяет обратному её движению. Открываются мочеточники в мочевого пузыря возле его шейки.

Мочевой пузырь — лат. — *vesica urinaria*, греч. — *cystis* — грушевидной формы, в ненаполненном состоянии располагается на дне тазовой полости, при наполнении заходит в лонную область. В нём различают краниальный широкий округлый конец — верхушку, основную часть — тело (2) и суженную каудальную часть — шейку (треугольник пузыря) (5).

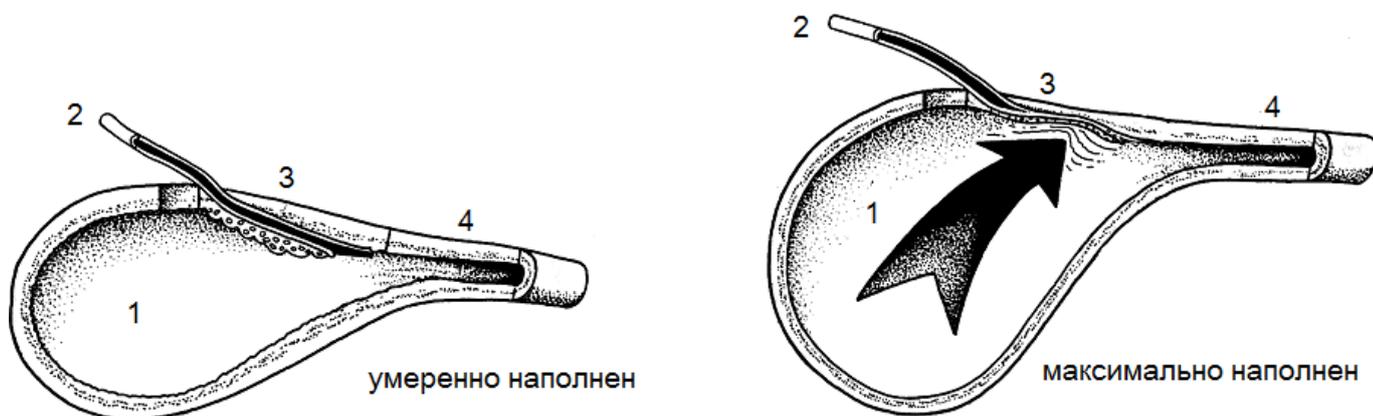


Рис. 25 Наполнение мочевого пузыря:

- 1 – полость мочевого пузыря; 2 – мочеточник;
 3 – стенка мочевого пузыря в устье мочеточника; 4 – мочеиспускательный канал
 → - давление мочи на устье мочеточника

Мочеиспускательный канал — *urethra* (7) — сравнительно короткий. По нему моча идёт из мочевого пузыря в мочеполовой канал у самцов или в мочеполовой синус у самок. У самцов недалеко от шейки мочевого пузыря в мочеиспускательный канал открываются семяпроводы, после чего канал, по которому в одно время проходит моча, а в другое время — сперма, называется мочеполовым каналом. У самок мочеиспускательный канал несколько длиннее, чем у самцов, и открывается он в стенке мочеполового преддверия, перед вступлением в которое он у крупного рогатого скота, овец и свиней имеет клапан, препятствующий затоку в мочевой пузырь жидкости из влагалища (Г.В. Шичкова). Конечный отрезок этого общего полового и мочеполового отрезка пути называется мочеполовым преддверием или мочеполовым синусом у всех самок.

Гистологическое строение стенки органов, отводящих мочу от почек. Все эти органы относятся к типу трубкообразных, а, следовательно, стенка их состоит из трёх оболочек.

Снаружи мочеточник и краниальная часть мочевого пузыря покрыты *серозной оболочкой* обычного строения. А каудальная же часть мочевого пузыря и мочеиспускательный канал — *адвентицией*.

Средняя оболочка образована гладкой мышечной тканью. В мочеточнике и мочевом пузыре пучки мышечных клеток формируют два продольных и лежащий между ними кольцевой слой. В шейке мочевого пузыря кольцевые слои формируют крепкий сфинктер, который расслабляется лишь в момент мочеиспускания. В мочеиспускательном канале мышечная оболочка развита слабее.

Внутренняя, **слизистая оболочка** состоит из переходного эпителия и основной пластинки слизистой. Ни мышечной пластинки слизистой, ни подслизистой основы в путях, отводящих мочу, нет. Переходный эпителий выстилает просвет мочеотводящих путей, начиная от почечных чашечек до мочеиспускательного канала. Строение его подчинено двум задачам:

1) обеспечению возможности органам резко изменять свой объём в связи с опорожнением или наполнением их мочой;

2) ограждению организма от вредного контакта с мочой, так как она содержит ядовитые продукты, которые не должны всосаться обратно, и обладает высоким осмотическим давлением, следствием чего может быть чрезмерное обезвоживание организма водой. Переходный эпителий — многослойный. В нём различают слои базальных, промежуточных и покрывающих клеток. Базальные клетки мелкие, лежат на базальной мембране и благодаря митотической активности играют роль камбия. Клетка промежуточного слоя крупнее, грушевидной формы и связаны тонким отростком с базальной мембраной. У крупных животных эта зона включает несколько слоёв клеток.

Покрывающие клетки самые крупные, часто двудерные. Широкое основание их обращено в просвет органа и несёт кутикулярную каёмку. У травоядных животных они вырабатывают слизь, которая предохраняет поверхность эпителия от действия мочи. При наполнении мочой эпителий сильно растягивается и становится значительно ниже, количество рядов клеток в нём уменьшается. Это и дало повод назвать эпителий переходным.

**кандидат ветеринарных наук, доцент ФГБОУ ВО Костромской ГСХА
Бармин С.В.**