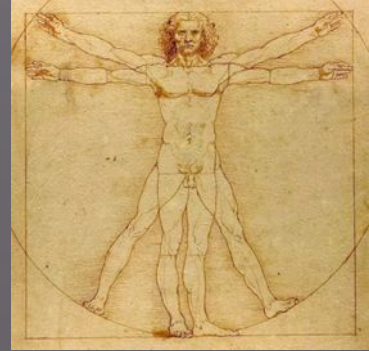




МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Выделение — это совокупность процессов, обеспечивающих поддержание оптимального состава внутренней среды организма путем удаления чужеродных веществ, конечных продуктов метаболизма, избытка воды и других веществ.

Конечные продукты метаболизма:

- углекислый газ,
- мочевины,
- мочевая кислота,
- аммиак,
- билирубин.

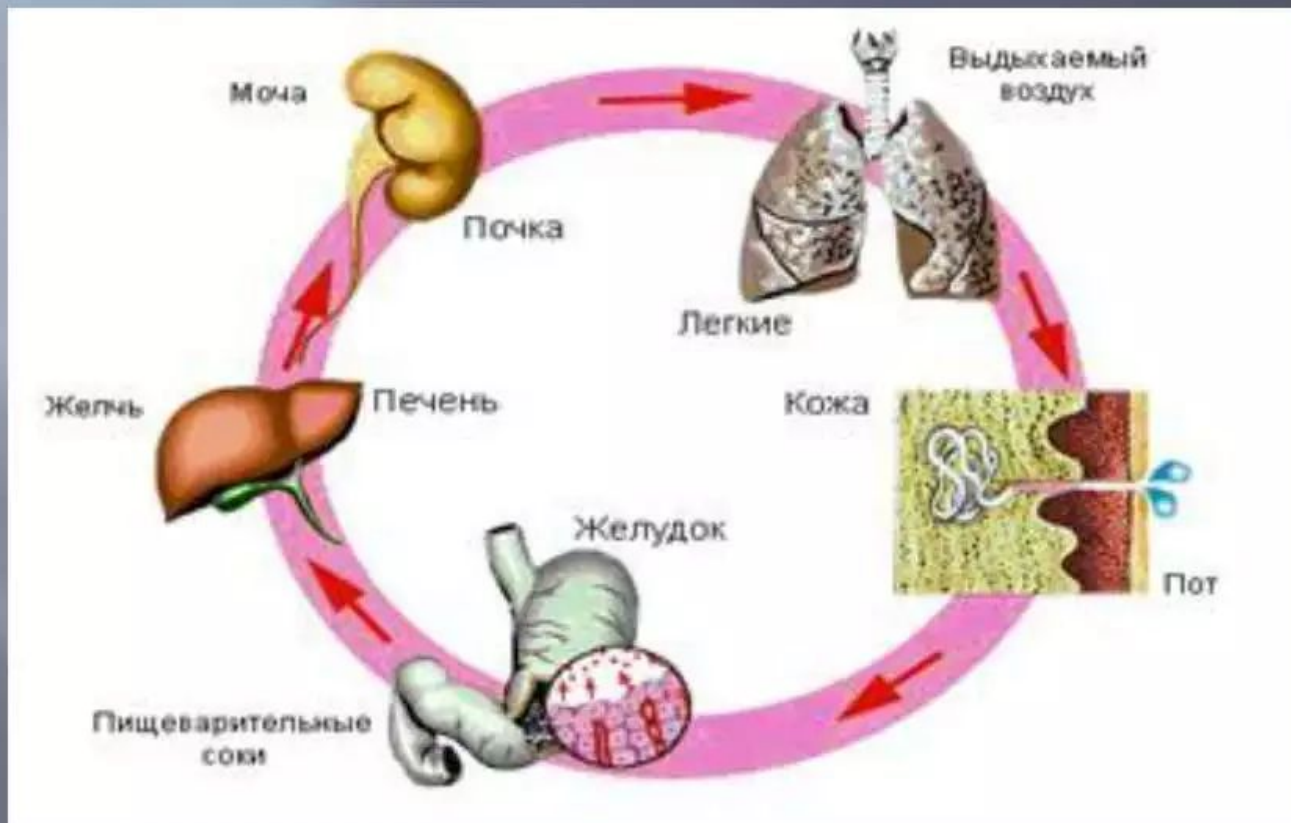


Ксенобиотики — химические соединения, которые не образуются в организме и не являются естественными компонентами пищи:

- лекарства (как правило, синтетического происхождения),
- токсины,
- консерванты.

Несмотря на существующую взаимозаменяемость названных органов, основной системой выделения у человека является **мочевыделительная система**, на долю которой приходится удаление более 80 % конечных продуктов обмена веществ.

Система выделения



Мочевыделительная система включает в себя органы, которые обеспечивают образование мочи — почки, и выведение ее из организма — мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

Топографическое расположение мочевыделительной системы



Почка-*ren, nephros*(греч.)

Мочеточник-*ureter*

Мочевой пузырь-*vesica urinaria, cystis* (греч.)

Мочеиспускательный канал- *uretra*



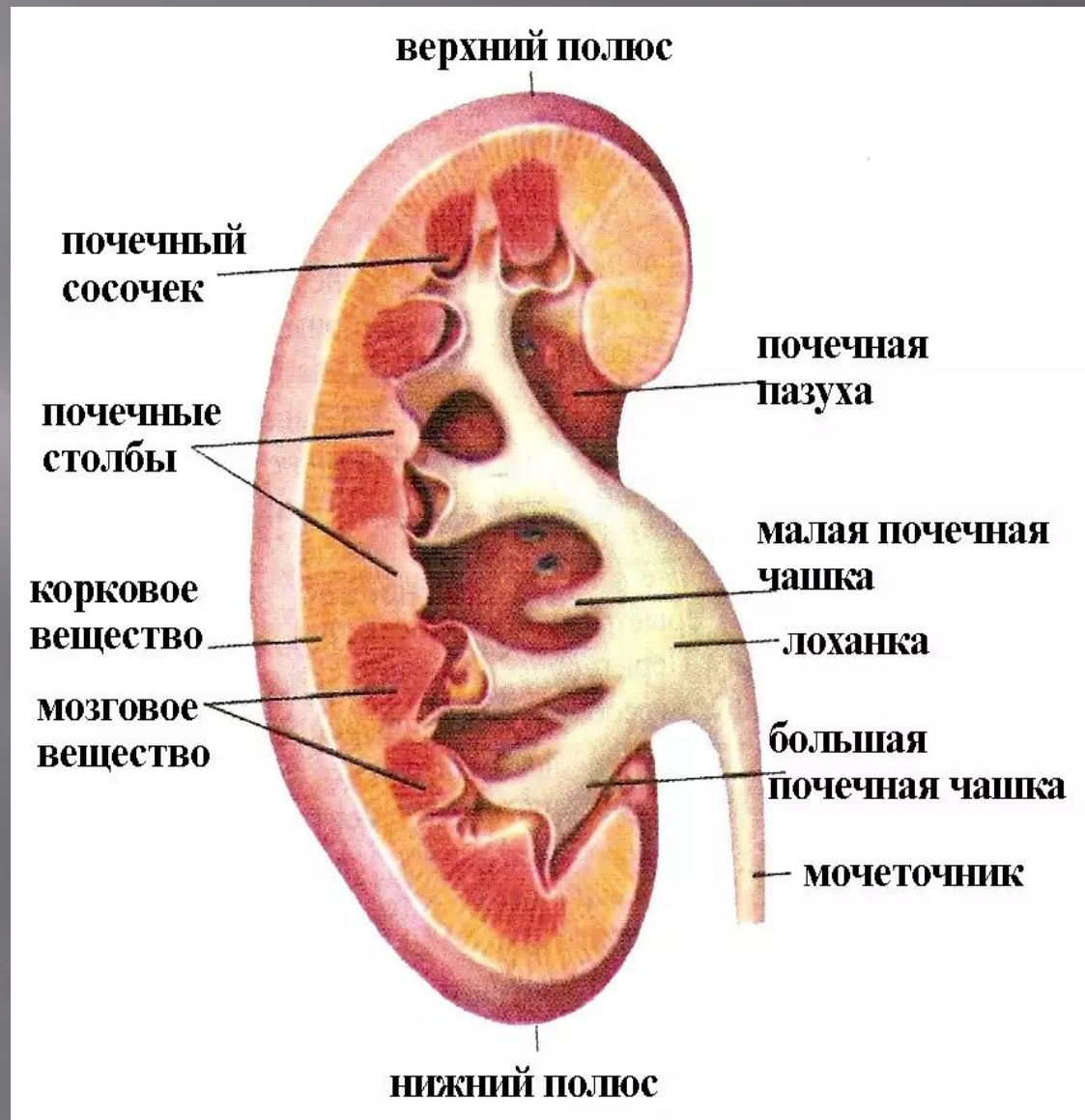
Топография почек

- Почки расположены в поясничной области справа и слева от позвоночного столба на границе 12 грудного и верхнего края 3 поясничного позвонка у мужчин, у женщин эта граница смещена на полпозвонка ниже.
- Правая почка расположена на 1-1,5 см ниже левой у мужчин и женщин.
- Задняя поверхность почек сверху соприкасается с диафрагмой, всей остальной поверхностью с почечным ложем большой поясничной мышцы
- Сверху почки граничат с надпочечниками
- Правая почка сверху контактирует с печенью, правым изгибом ободочной и нисходящей частью двенадцатиперстной кишки
- Левая почка спереди граничит с желудком, поджелудочной железой, селезенкой, левым изгибом двенадцатиперстной кишки
- Масса почки составляет 300-315 грамм.

Почка имеет бобовидную форму, красно-бурый цвет, гладкую поверхность, плотную консистенцию. Средняя масса органа составляет 120 г, длина 10–12 см, ширина около 6 см, толщина 3–4 см. В строении почки выделяют две поверхности: переднюю — более выпуклую и заднюю — сглаженную; два конца (полюса): верхний — закругленный и нижний — заостренный; два края: латеральный — выпуклый и медиальный — вогнутый. На медиальном крае расположены ворота почки. В них входят почечная артерия и нерв, а выходят почечная вена, лимфатические сосуды и мочеточник. Все эти образования объединены понятием «почечная ножка». У новорожденных, а иногда и у взрослых людей на поверхности почки видны борозды, разделяющие ее на доли.



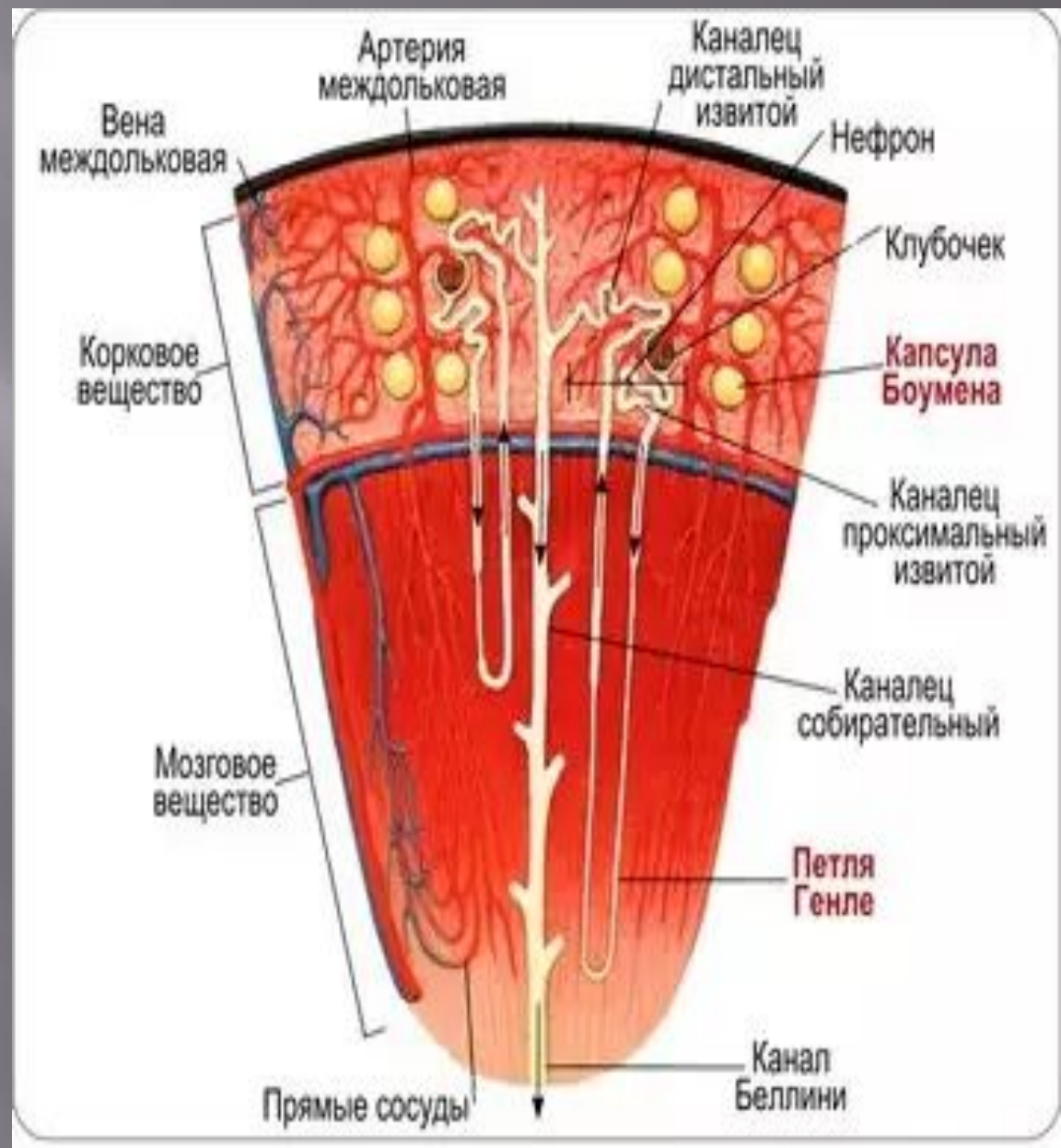
Паренхима почки состоит из двух слоев: наружного — коркового вещества, имеющего темно-красный цвет, и внутреннего, более светлого — мозгового вещества. Мозговое вещество представлено почечными (Мальпигиевыми) пирамидами (всего их 12—18), основание которых обращено к корковому веществу, а вершины — к центру. Корковое вещество на срезе почки занимает узкий наружный слой почечной паренхимы, а также участки между пирамидами, которые называют почечными столбами.



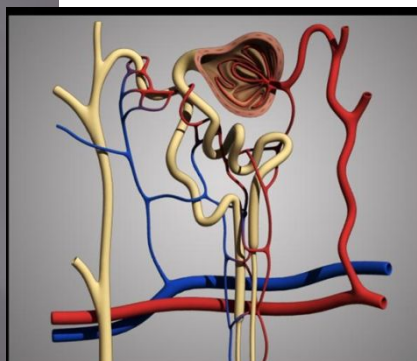
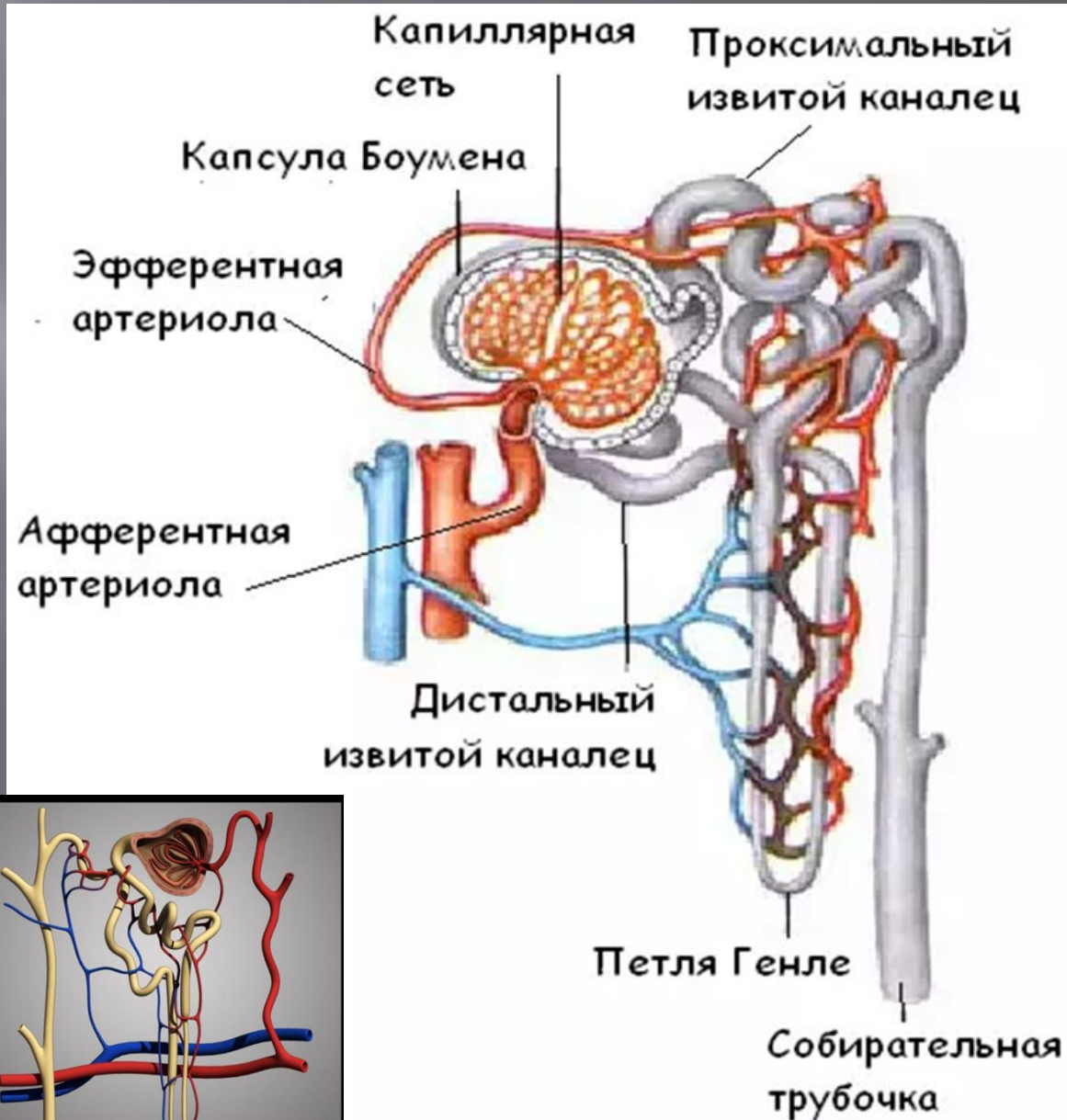
Строение почки в разрезе.

- На разрезе почка состоит из наружного коркового вещества темно-коричневого цвета и шириной 5-8 мм.
- Корковое вещество проходит между пирамидами в виде почечных столбов (колонки Бертини)
- Внутри расположено мозговое вещество бледно-розового цвета в форме пирамид.
- Верхушки пирамид называются сосочками, в каждой почке имеется 11-13 сосочков с мелкими отверстиями
- Каждая верхушка окружена 3-5 малыми чашками, которые сливаются и образуют 2-3 большие чашки, при слиянии которых формируется почечная лоханка.
- Указанные полости формируют чашечно-лоханочную систему почки.
- Мозговое вещество образовано прямыми лучами, которые сходятся на верхушках пирамид (лучи Феррейна)

Структурно-функциональной единицей почки является **нефрон**, общее количество которых составляет более 2 млн. Нефрон представляет собой длинный каналец, начальный отдел которого в виде двустенной чаши окружает капиллярный клубочек, а конечный — впадает в собирательную трубочку. В нефроне выделяют четыре отдела: почечное тельце; извитой каналец первого порядка (проксимальный извитой каналец); петлю нефрона (Генле); извитой каналец второго



Почечное тельце расположено в корковом веществе почки и состоит из сосудистого клубочка, окруженного капсулой Шумлянского — Боумена. Данная капсула представляет собой чашу, состоящую из двух стенок — наружной и внутренней, между которыми имеется щелевидное пространство. Это пространство сообщается со следующим отделом нефрона. Клетки, выстилающие внутренний листок капсулы Шумлянского — Боумена, получили название «подоциты».



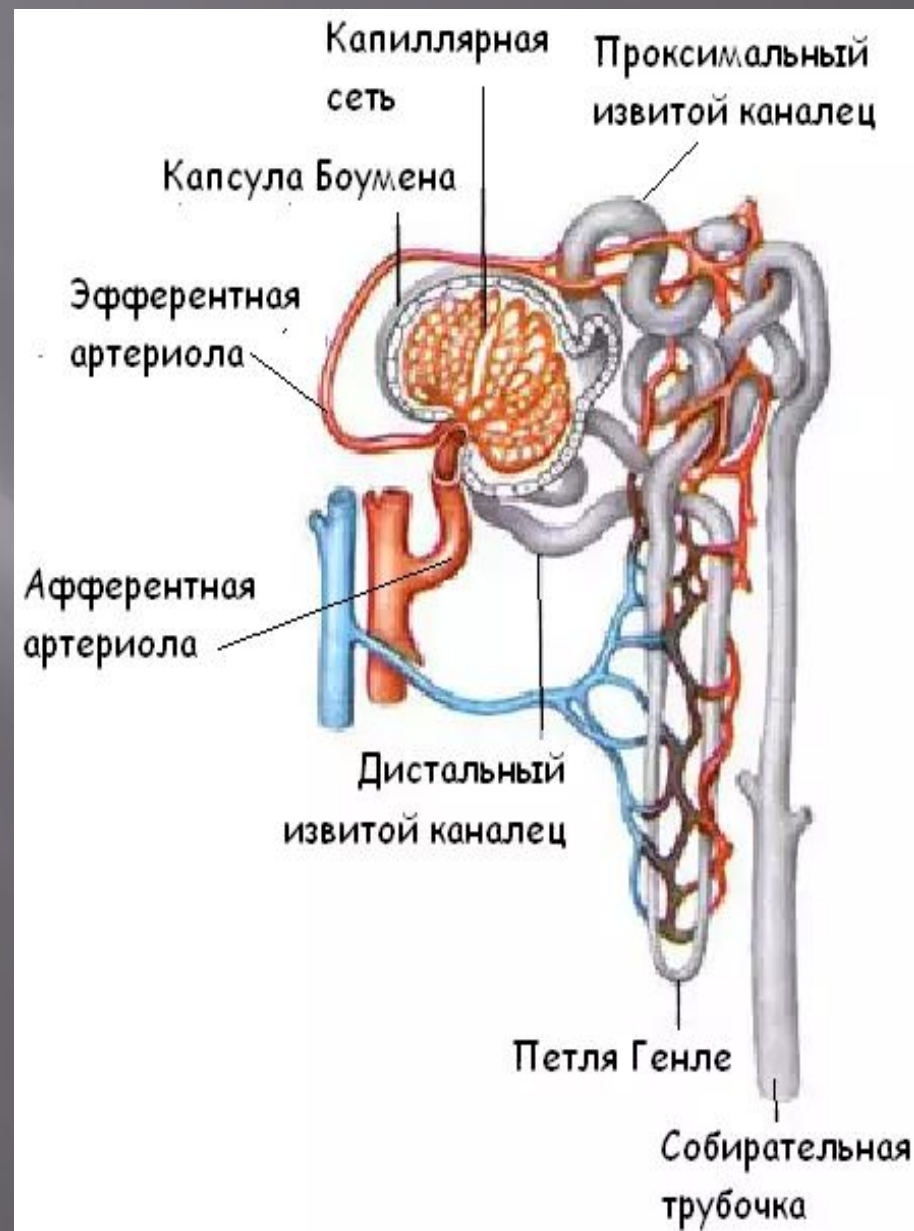
NEPHRON

Сосудистый клубочек представляет собой сеть соединяющихся между собой капилляров. Общая

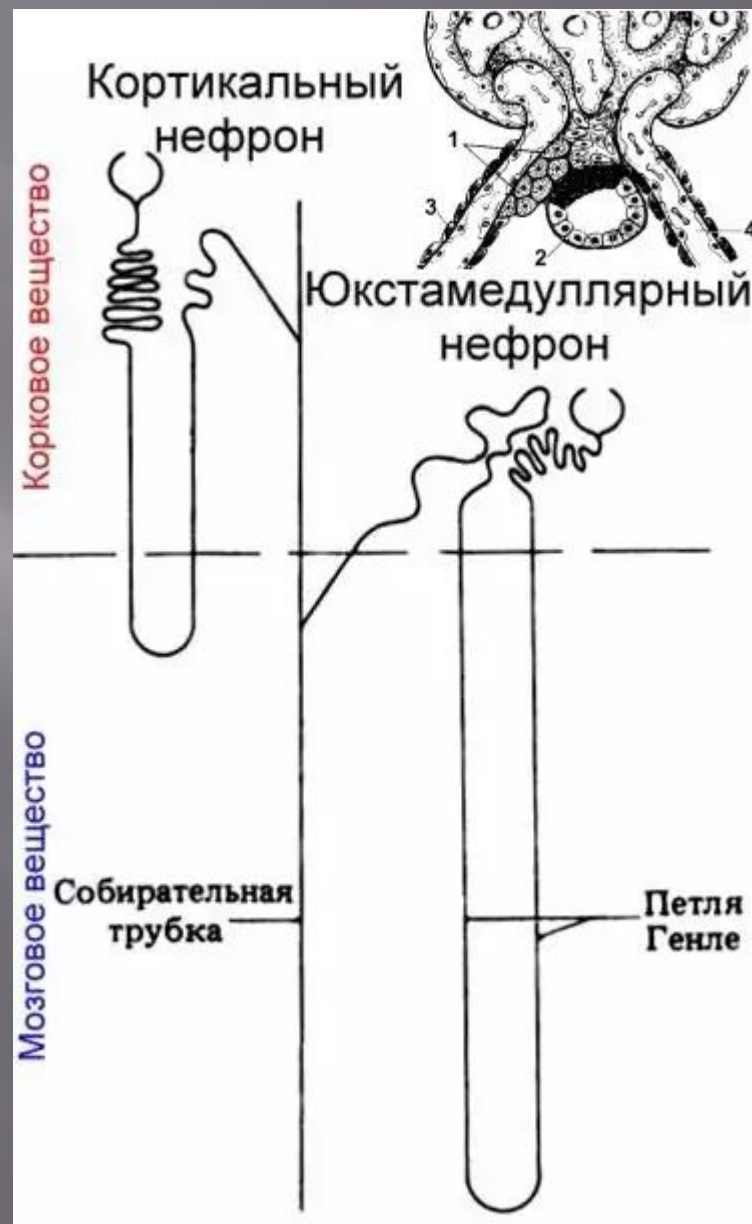
поверхность всех капиллярных клубочков в обеих почках составляет около $1,5 \text{ м}^2$. Кровь в них попадает по приносящей артериоле, а оттекает в выносящую артериолу, диаметр которой в 2 раза меньше. Подоциты и эндотелий капилляров сосудистого клубочка имеют общую базальную мембрану. Все вместе они образуют барьер, через который из просвета капилляров в просвет капсулы Шумлянского — Боумена происходит фильтрация компонентов плазмы крови



Проксимальный извитой каналец расположен в корковом веществе, затем он зигзагообразно опускается в мозговое вещество и переходит в следующий отдел нефрона — **петлю Генле**. Она состоит из нисходящей и восходящей частей. Нисходящая часть образует изгиб — колено, который и продолжается в восходящую часть. Петля Генле по возвращении в корковое вещество получает название **дистального извитого канальца**. Он зигзагообразно поднимается вверх и впадает в начальный отдел мочевыводящих путей почки — **собирательную трубочку**. Общая длина канальцев нефрона от капсулы Шумлянского — Боумена до начала собирательных трубочек составляет 35 — 50 мм, общая длина всех канальцев обеих почек 70 — 100 км,



В почке человека различают два вида нефронов: корковые (80 %), Мальпигиево тельце которых находится в наружной зоне коры, и юкстамедуллярные (20 %), Мальпигиево тельце которых расположено на границе с мозговым веществом. Последний тип нефронов в связи с особенностями своего строения (приносящая артериола по диаметру равна выносящей) функционирует только в экстремальных ситуациях, связанных с уменьшением притока артериальной крови в корковое вещество почки (например, при кровопотере).



Корковые нефроны – 80 %
Юкстамедуллярные нефроны –

Нефрон как структурно-функциональная единица почки

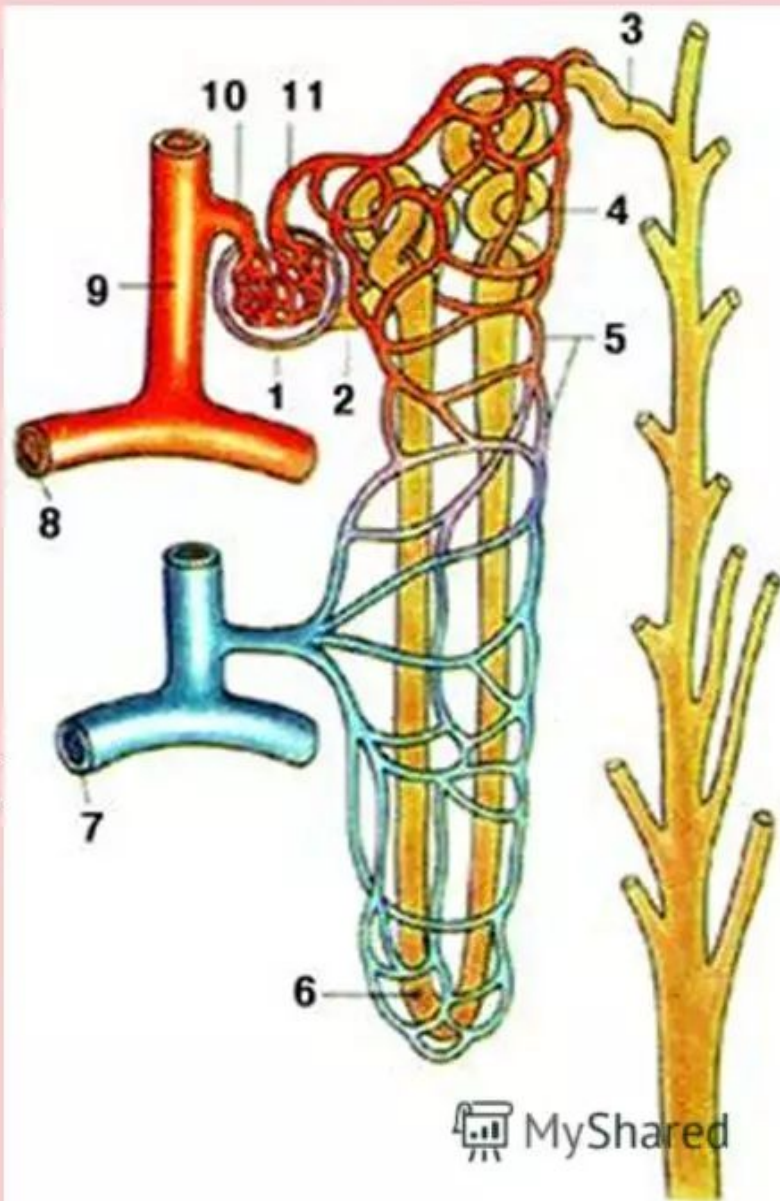
- Нефрон- это трубчатое образование, имеющее длину 50 мм, в одной почке содержится 1,2-1,3 млн. нефронов
- По расположению различают нефроны корковые, мозговые, около мозговые или юкстамедулярные
- В нефроне различают следующие отделы:
 - капсула Шумлянского-Боумана
 - проксимальный каналец (извитая и прямая части)
 - петля Генле (нисходящая и восходящая части)
 - дистальный каналец
 - собирательная трубочка

Кровоснабжение почки. Несмотря на свои относительно небольшие размеры, почка — один из наиболее кровоснабжаемых органов. За 1 мин через почки проходит до 20 — 25 % объема сердечного выброса. В течение 1 сут через эти органы весь объем крови человека проходит до 300 раз. Почечная артерия отходит непосредственно от брюшной аорты. В воротах почки она разветвляется на более мелкие артерии до артериол. Конечные их ветви называют приносящими артериолами. Каждая из данных артериол входит в капсулу Шумлянско-го — Боумена, где распадается на капилляры и образует сосудистый клубочек — первичную капиллярную сеть почки. Многочисленные капилляры первичной сети в свою очередь собираются в выносящую артериолу, диаметр которой в два раза меньше диаметра приносящей. Таким образом, кровь из артериального сосуда попадает в капилляры, а затем в другой артериальный сосуд. Практически во всех органах после капиллярной сети кровь собирается в вены. Поэтому этот фрагмент интраорганического сосудистого русла получил название «чудесная сеть почки». Выносящая артериола вновь распадается на сеть капилляров, оплетающих канальцы всех отделов нефрона. Тем самым образуется вторичная капиллярная сеть почки. Следовательно, в почке имеются две системы капилляров, что связано с функцией мочеобразования. Капилляры, оплетающие канальцы, окончательно сливаются и образуют вены. Последние, поэтапно сливаясь и переходя в интраорганные вены, формируют почечную вену.

Кровоснабжение почки

Дуговые а. (8) → междольковые а. (9) → приносящие клубочковые артериолы (10) → капилляры клубочка (Мальпигиево тельце или «чудесная сеть») → выносящая клубочковая артериола (11) → вторичная капиллярная сеть (5) → венулы → междольковые вены → дуговые вены (7) → междольковые вены → почечная вена → нижняя полая вена

От выносящих а., междольковых и дуговых а. отходят **прямые сосуды** (*vasa recta*) — часть противоточной системы почки (осмотическое концентрирование мочи)

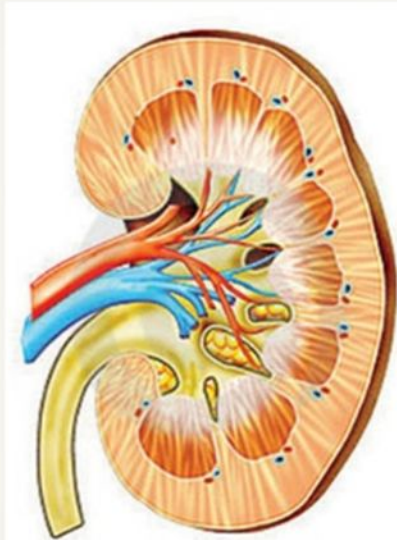
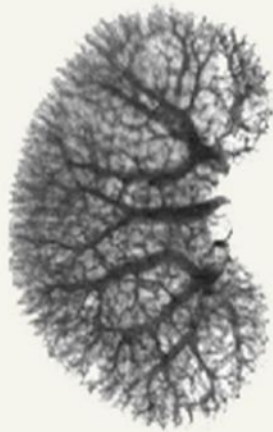


Мочевыводящие пути
почки. Началом
интраорганных
мочевыводящих путей
являются собирательные
трубочки, в которые
приносят вторичную мочу
извитые каналцы II порядка.
Они расположены в мозговом
веществе. Собирательные
трубочки сливаются, образуя
сосочковые проточки. В
области верхушки пирамиды
они вливаются в малые
чашки (всего их 12–18).
Малые чашки, объединяясь,
образуют две или три
большие чашки, которые
переходят в расширенную
полость, называемую
почечной лоханкой. Из
последней моча поступает в



Стенки почечной лоханки, малых и больших чашек состоят из слизистой и мышечной оболочек. От других структур они отделены соединительной тканью. Мышечная оболочка мочевыводящих путей почки представлена гладкой мышечной тканью. Своей перистальтикой она обеспечивает активную

Значение почек



Почки поддерживают постоянство объема и состава межклеточной жидкости. Они выводят из организма излишки воды и растворенных в ней веществ, тем самым создавая оптимальные условия жизнедеятельности клеток. При недостатке воды или солей начинают действовать процессы, уменьшающие дальнейшую потерю именно этих веществ, причем скорость вывода вредных для организма продуктов обмена веществ остается неизменной.

Почки пронизаны огромным количеством кровеносных сосудов. Они пропускают через себя всю кровь в организме 360 раз в день!

Кровеносные сосуды почек (ангиограмма правой и левой почки).

Почки осуществляют воздействие:

- **на углеводный обмен:** в почках интенсивно протекают такие процессы: гликогеногенез (синтез гликогена) и глюконеогенез (синтез глюкозы из белков и жиров), тканевое дыхание.
- **на липидный обмен:** синтез фосфолипидов, триглицеридов, активной формы витамина D_3 .
- **на белковый обмен:** синтез креатина, дезаминирование, трансаминирование.
- **гормональная функция** – синтезируется ренин, простагландины, эритропоэтин.

Функции почек. Основная функция почек — удаление из организма чужеродных веществ, продуктов метаболизма, избытка воды и ионов. Она осуществляется посредством образования и эвакуации мочи. Кроме этого они выполняют и другие жизненно важные функции.

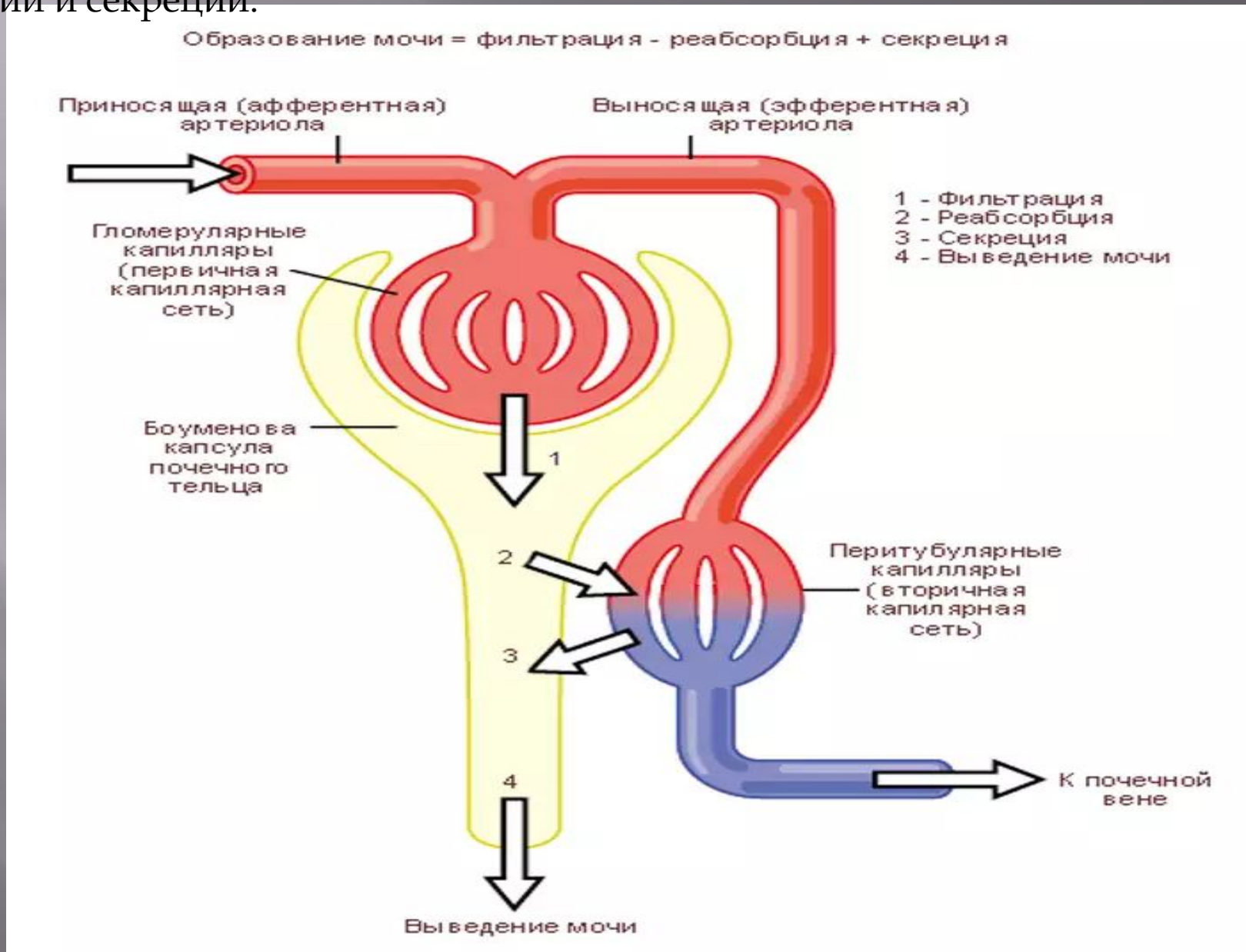
Почки участвуют в регуляции артериального давления. В паренхиме почек специальные клетки образуют ренин, являющийся частью ренин-ангиотензиальдостероновой системы. Секреция ренина активируется при снижении уровня артериального давления. Попадая в кровь, он катализирует расщепление белка ангиотензиногена, что ведет к образованию ангиотензина, который стимулирует секрецию альдостерона, являющегося мощным вазоконстриктором (вызывает спазм артериальных сосудов). Таким образом, ренин способствует увеличению артериального давления. Почки — основное место синтеза эритропоэтина — клеточного фактора роста. Под его влиянием в первую очередь усиливается пролиферация клеток — предшественниц эритроцитов. Почки также являются местом образования некоторых других биологически активных веществ (простагландины, брадикинин и т.д.).

Тесно связаны с мочеобразованием и осуществляются благодаря ему следующие гомеостатические функции почек: регуляция ионного состава и кислотно-основного равновесия крови, регуляция количества внеклеточной жидкости.

Ренин-ангиотензин- альдостероновая система



Процесс образования и выделения мочи называют диурезом; он протекает в три фазы: фильтрации, реабсорбции и секреции.



Совокупность повышенного гидростатического давления в капиллярах и пониженного давления в просвете капсулы Шумлянского — Боумена, медленный ток крови и особенность строения стенок капсулы и клубочка создают благоприятные условия для фильтрации плазмы крови — перехода жидкой части крови в просвет капсулы в силу разницы давлений. Образующийся фильтрат собирается в просвете капсулы Шумлянского — Боумена и носит название первичной мочи. Следует отметить, что снижение артериального давления ниже 50 мм рт. ст. (например, при кровопотере) ведет к прекращению процессов образования первичной мочи.

Основной количественной характеристикой процесса фильтрации является скорость клубочковой фильтрации (СКФ) — количество первичной мочи, образующейся за единицу времени. В норме скорость клубочковой фильтрации составляет 90—140 мл в минуту. За сутки образуется 130—200 л первичной мочи (это примерно в 4 раза больше общего количества жидкости в организме).

Образование мочи.

Этапы мочеобразования	Процессы	Где образуется	Состав
<i>І. Образование первичной мочи</i>	<i>Ультра-фильтрация</i>	<i>в почечной капсуле</i>	<i>плазма без белка</i>
<i>ІІ. Образование вторичной мочи</i>	<i>обратное всасывание (реабсорбция), секреция</i>	<i>в канальцах</i>	<i>мочевина, мочевая кислота, креатинин, креатин</i>

Обратное всасывание может происходить пассивно, по принципу диффузии и осмоса, и активно — благодаря деятельности эпителия почечных канальцев при участии ферментных систем с затратой энергии. В норме реабсорбируется около 99 % объема первичной мочи.

Многие вещества при увеличении их концентрации в крови перестают в полной мере подвергаться реабсорбции. К ним относится, например, глюкоза. Если ее концентрация в крови превышает 10 ммоль/л (например, при сахарном диабете), глюкоза начинает появляться в моче. Связано это с тем, что белки-переносчики не справляются с возросшим количеством глюкозы, поступающей из крови в первичную мочу.

Кроме реабсорбции в канальцах происходит процесс секреции. Он подразумевает активный транспорт эпителиальными клетками некоторых веществ из крови в просвет канальца. Как правило, секреция идет против градиента концентрации вещества и требует затраты энергии АТФ. Таким образом могут удаляться из организма многие ксенобиотики (красители, антибиотики и другие лекарства), органические кислоты и основания, аммиак, ионы (K^+ , H^+). Следует подчеркнуть, что для каждого вещества существуют свои строго определенные механизмы выделения почками. Некоторые из них выводятся только путем фильтрации, а секреции практически не подвергаются (креатинин); другие, наоборот, удаляются преимущественно путем секреции; для некоторых характерны оба механизма выделения из организма.

Вследствие процессов реабсорбции и секреции из первичной мочи образуется вторичная, или конечная моча, которая и выводится из организма. Образование конечной мочи происходит по мере прохождения фильтрата по канальцам нефрона.

Таким образом, из 130–200 л первичной мочи в течение 1 сут образуется и выводится из организма только около 1,0–1,5 л вторичной мочи.

Вторичная моча представляет собой прозрачную жидкость светло-желтого цвета, в которой содержатся 95 % воды и 5 % сухого остатка. Последний представлен продуктами азотистого обмена (мочевина, мочевая кислота, креатинин), солями калия, натрия и др.

Реакция мочи непостоянна. Во время мышечной работы в крови накапливаются кислоты. Они выводятся почками и, следовательно, реакция мочи становится кислой. То же самое наблюдается и при питании белковой пищей. При употреблении растительной пищи реакция мочи нейтральная или даже щелочная. В то же время чаще всего моча представляет собой слабокислую среду (рН 5,0–7,0). В норме в моче присутствуют пигменты, например, уробилин. Они придают ей характерный желтоватый цвет. Пигменты мочи образуются в кишечнике и почках из билирубина. Появление неизмененного билирубина в моче является признаком для заболеваний печени и желчевыводящих путей.



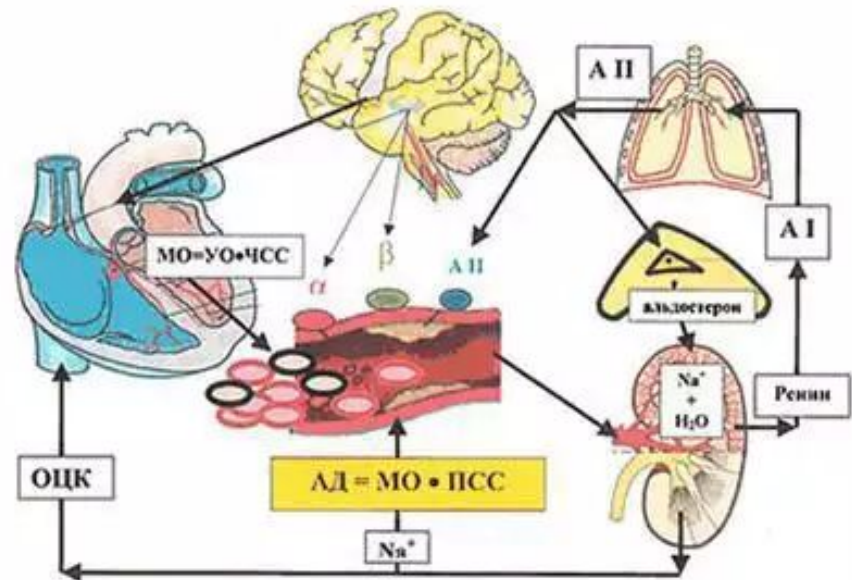
Сравнительный состав плазмы крови, первичной и вторичной мочи

Вещества	Плазма крови, %	Первичная моча, %	Вторичная моча, %
Белки, жиры, гликоген	7—9	—	—
Глюкоза	0,1	0,1	—
Натрий (в составе солей)	0,3	0,3	0,4
Хлор (в составе солей)	0,37	0,37	0,7
Калий (в составе солей)	0,02	0,02	0,15
Мочевина	0,03	0,03	1,8
Мочевая кислота	0,004	0,004	0,2

Назв. вещества	Плазма	Первичная	Вторичная	Соотношение во вторичной и первичной моче
Мочевина	0,03	0,03	2	в 65 раз больше
Мочевая кислота	0,004	0,004	0,05	в 12 раз больше
Глюкоза	0,01–0,015	0,01–0,015	—	отсутствует в моче
Калий	0,2	0,02	0,15	в 7 раз больше
Натрий	0,32	0,32	0,35	примерно столько же

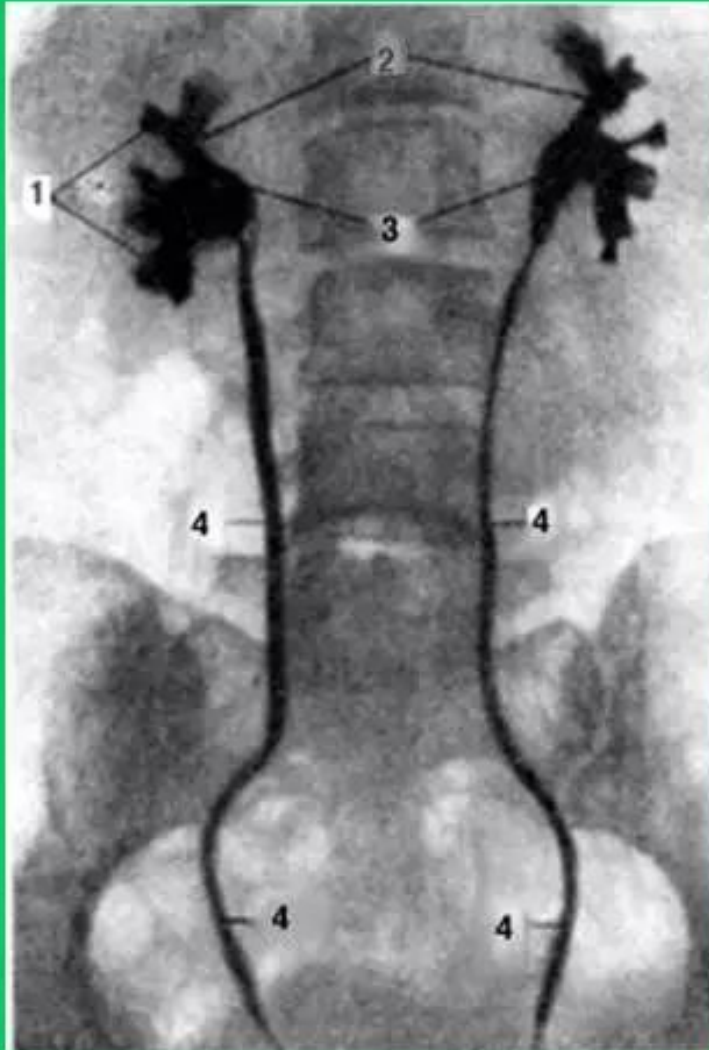
Регуляция деятельности почек

- Гормон задней доли гипофиза — **вазопрессин**, или **антидиуретический гормон**, уменьшает мочеотделение путем усиления обратного всасывания воды.
- Гормон щитовидной железы **тироксин** усиливает мочеотделение.
- Противоположное тироксину действие оказывает гормон мозгового вещества надпочечников — **адреналин**.



Мочеточник

Обеспечивает выведение мочи из почки в мочевой пузырь. Трубка длиной 30-35 см и диаметром до 8 мм



3 части:

- брюшная
- тазовая
- внутристеночная

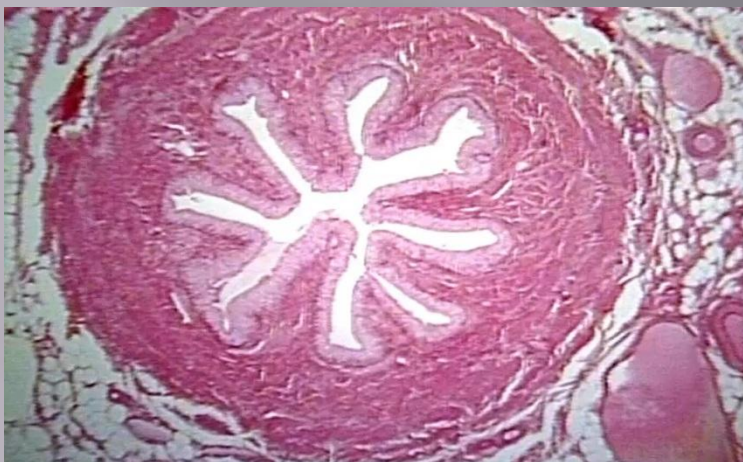
Стенка:

- слизистая
- мышечная: **2 (3)** слоя
- адвентиций

3 сужения:

- начало мочеточника из лоханки
- переход брюшной части в тазовую
- место впадения в мочевой пузырь

1 – малые почечные чашки, 2 – большие почечные чашки, 3 – почечная лоханка, 4 – мочеточник

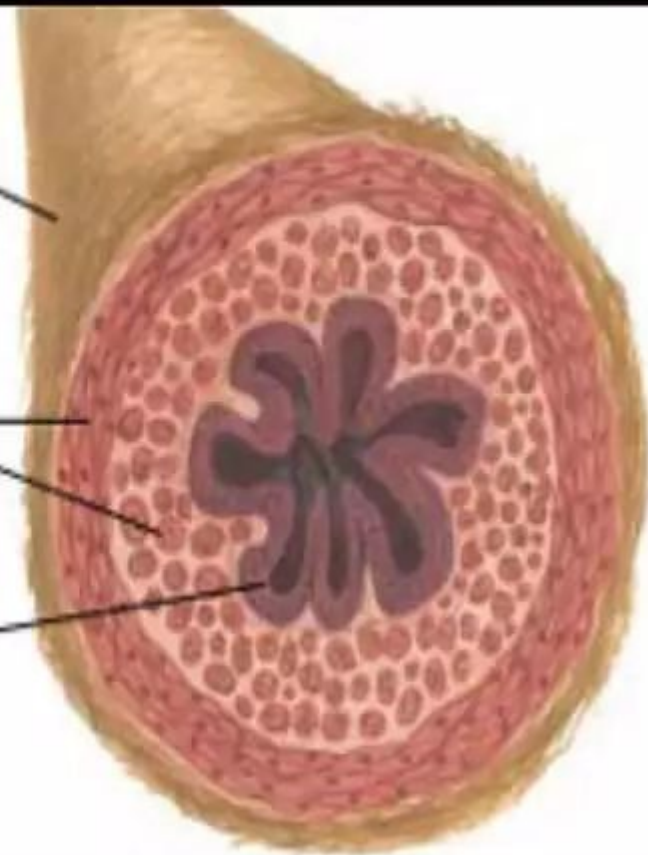


Строение мочеточника

Наружная
оболочка

Мышечная
оболочка

Слизистая
оболочка



У женщин

Мочевой пузырь

Находится ниже в тазу, перед влагалищем и мочеточниками и позади лобковой кости

Уретра

Длина уретры у женщин 3–4 см



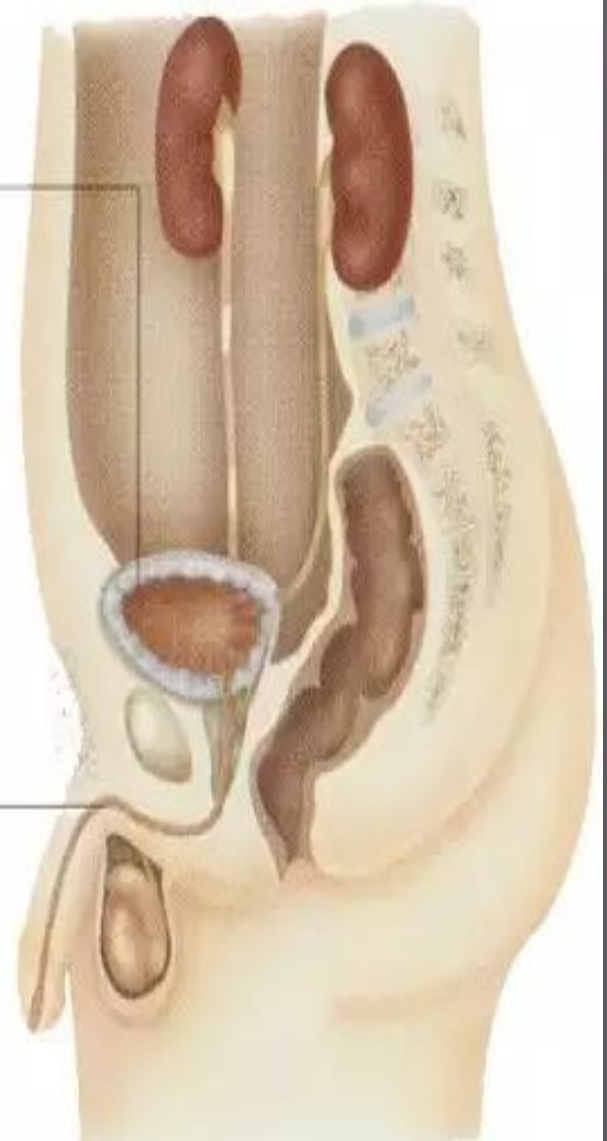
У мужчин

Мочевой пузырь

Находится выше в тазу, между лобковой костью впереди и прямой кишкой сзади

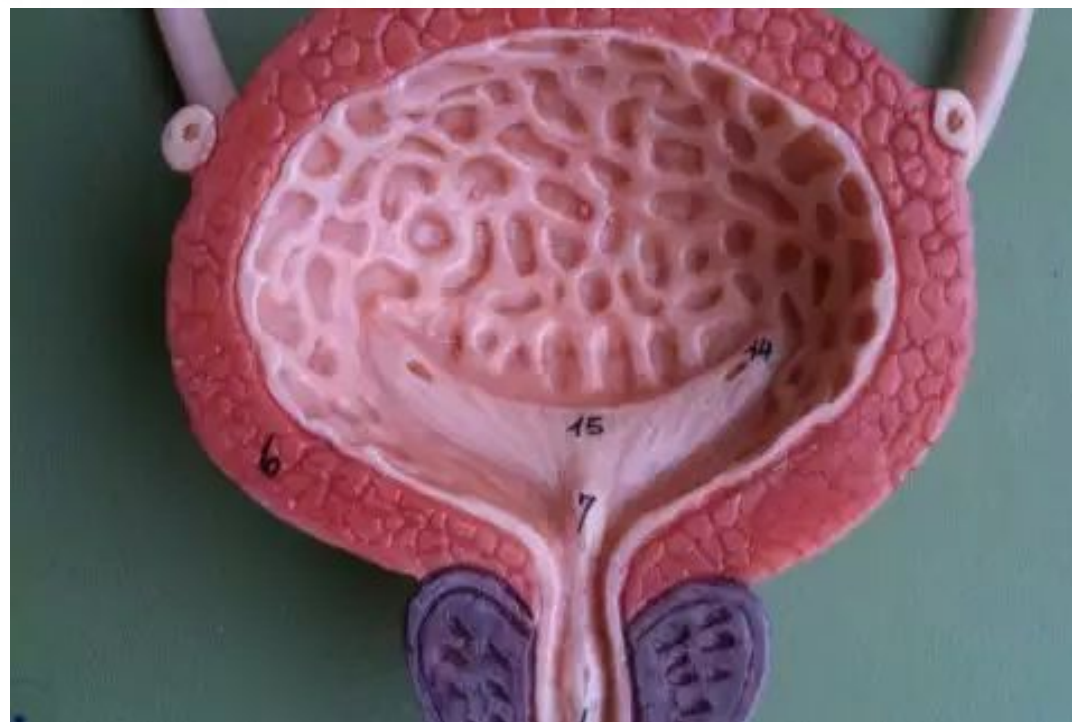
Уретра

У мужчин уретра значительно длиннее, проходит через пенис



МОЧЕВОЙ ПУЗЫРЬ

Формы и размеры мочевого пузыря на цистограмме могут быть весьма разнообразны и в основном зависят от пола и возраста. Нормальный мочевой пузырь обычно имеет округлую, продолговатую или пирамидальную форму; нижняя граница его расположена на уровне верхнего края лобкового сочленения или несколько ниже его, верхняя достигает уровня III крестцового позвонка.



Складки эпителия мочевого пузыря

кса

Мочеиспускательный

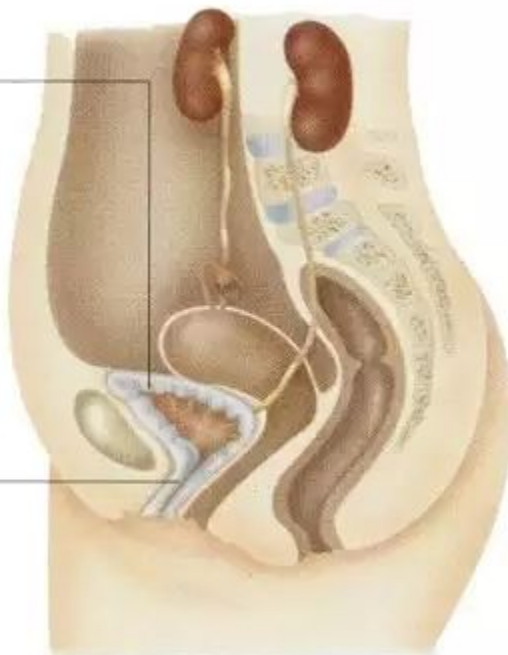
У женщин

Мочевой пузырь

Находится ниже в тазу, перед влагалищем и мочеточниками и позади лобковой кости

Уретра

Длина уретры у женщин 3–4 см



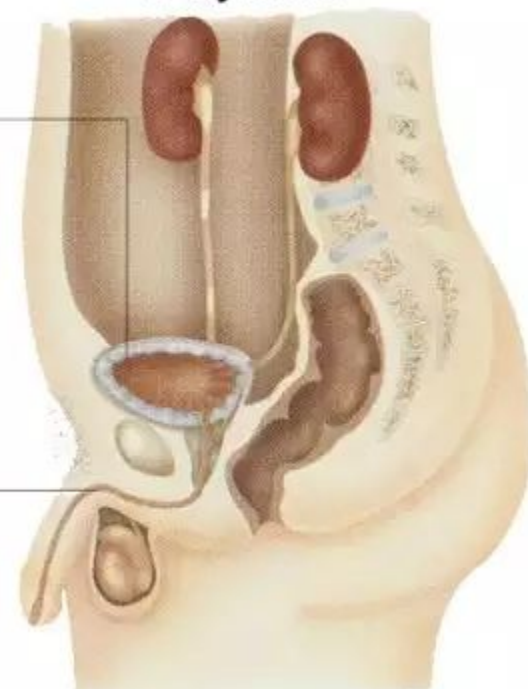
У мужчин

Мочевой пузырь

Находится выше в тазу, между лобковой костью впереди и прямой кишкой сзади

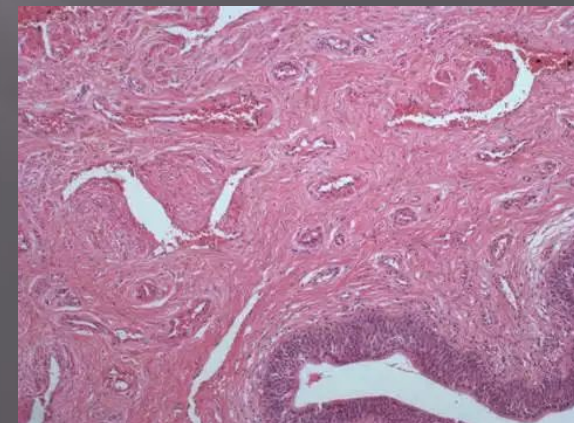
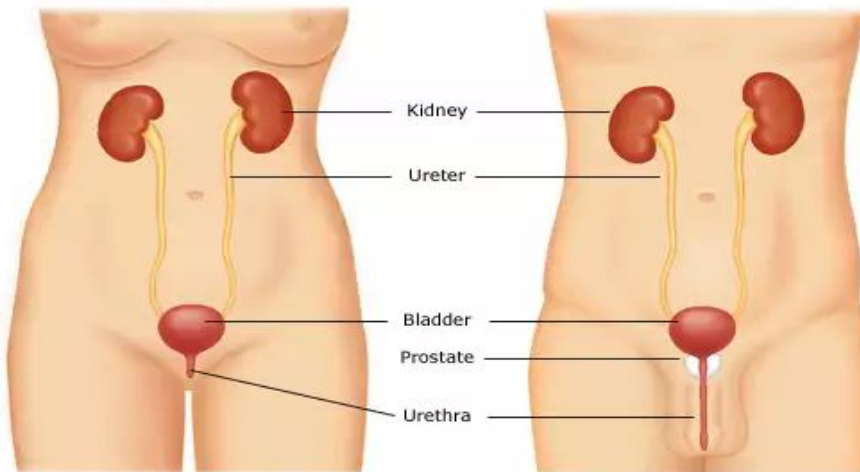
Уретра

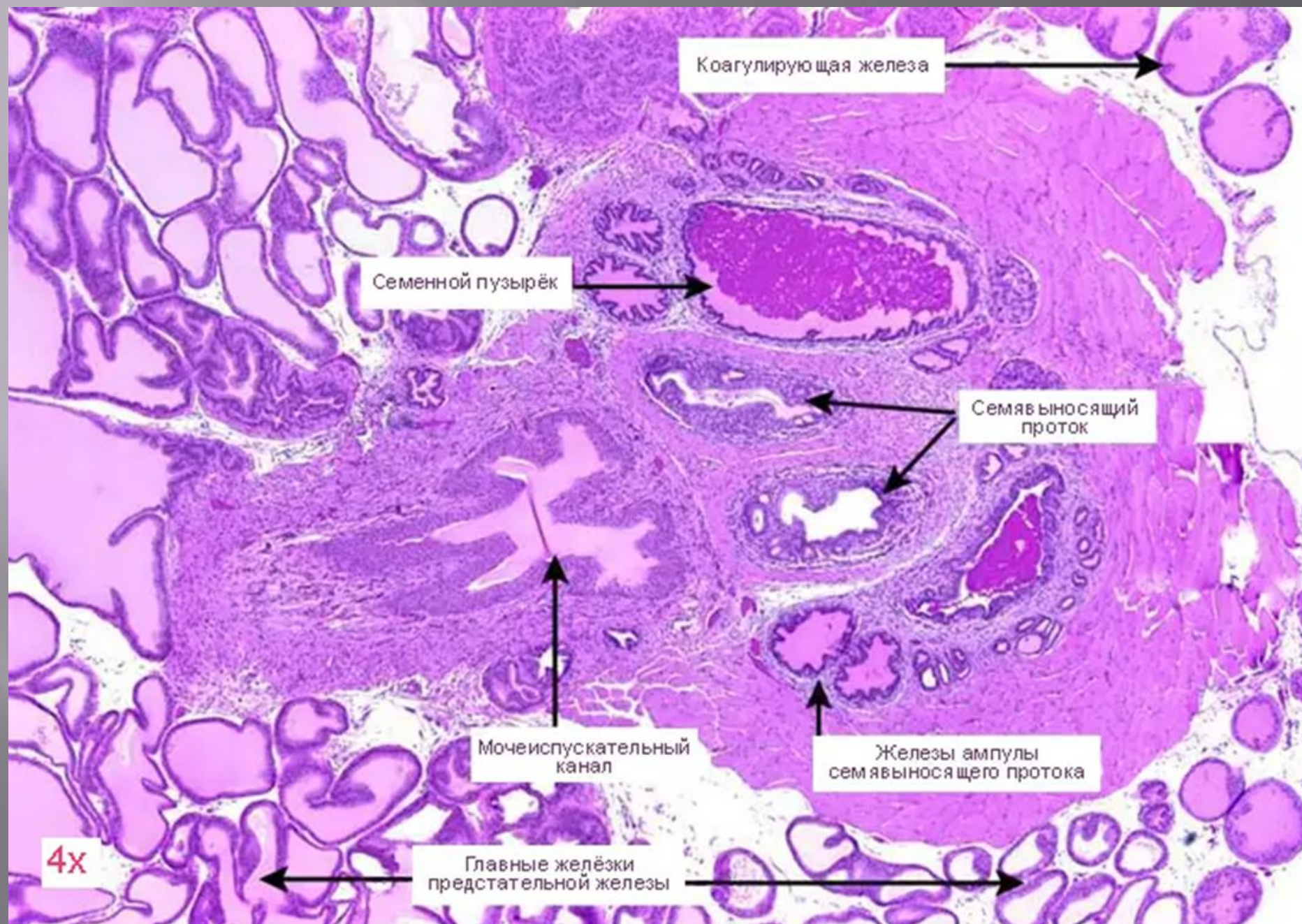
У мужчин уретра значительно длиннее, проходит через пенис



Female

Male





Нервная регуляция мочеиспускания



Почка

Камень →

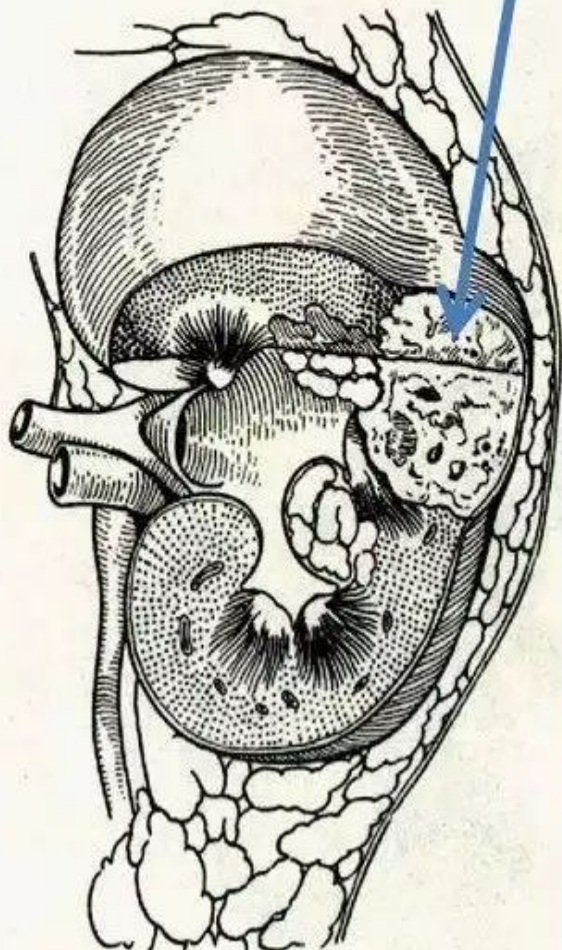
← **Мочеточник** →

**Мочевой
пузырь**

Камни



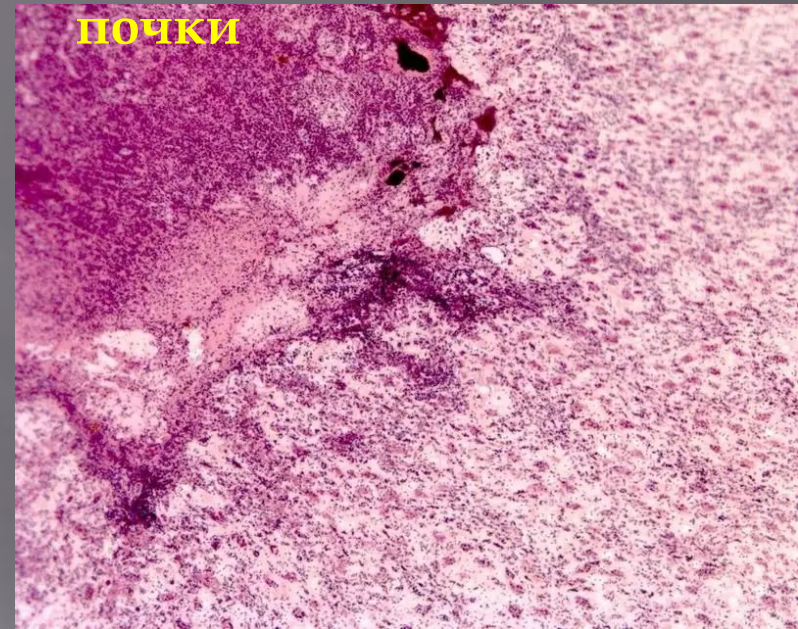
Абсцесс почки



Воспаленные
клубочки



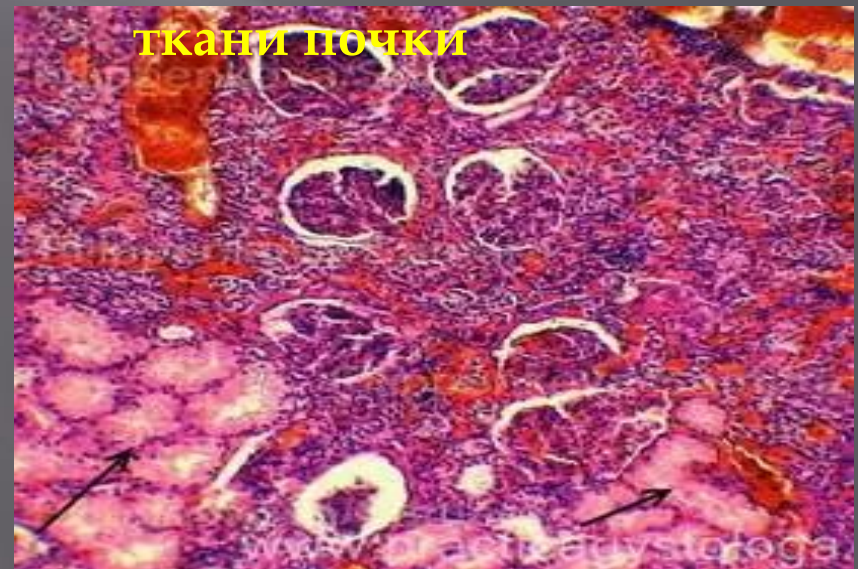
Пораженная ткань
почки



Волчаночный
нефрит

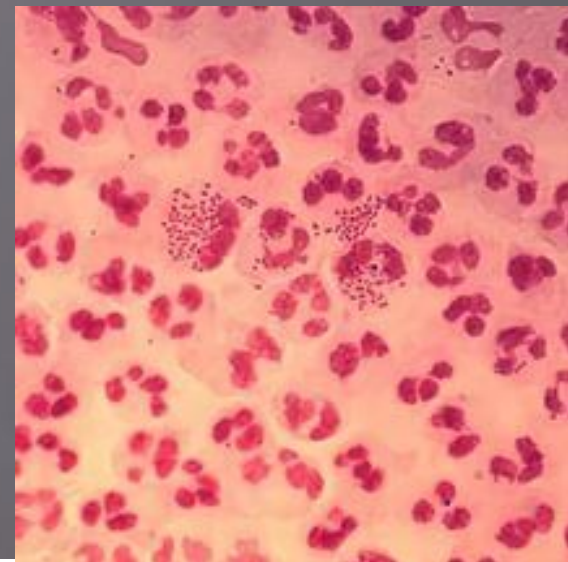


Крупноочаговое
воспаление
ткани почки





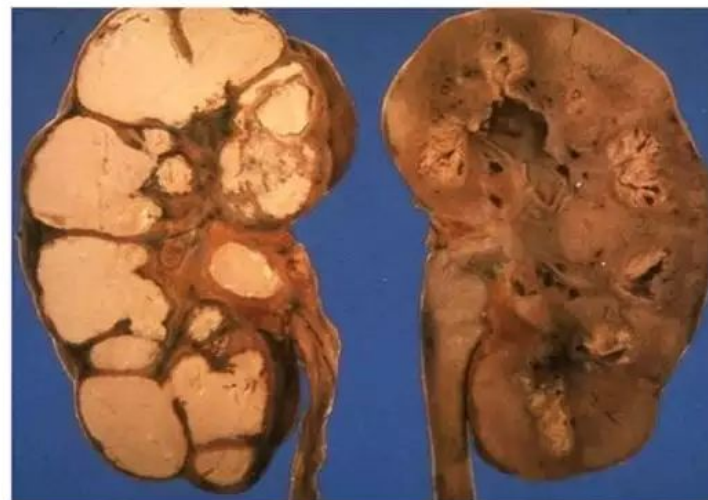
Гонорейны и уретрит



Солидный рак мочевого пузыря



Туберкулёз почек



Туберкулёз почек- нередкая форма внелёгочного туберкулёза.