

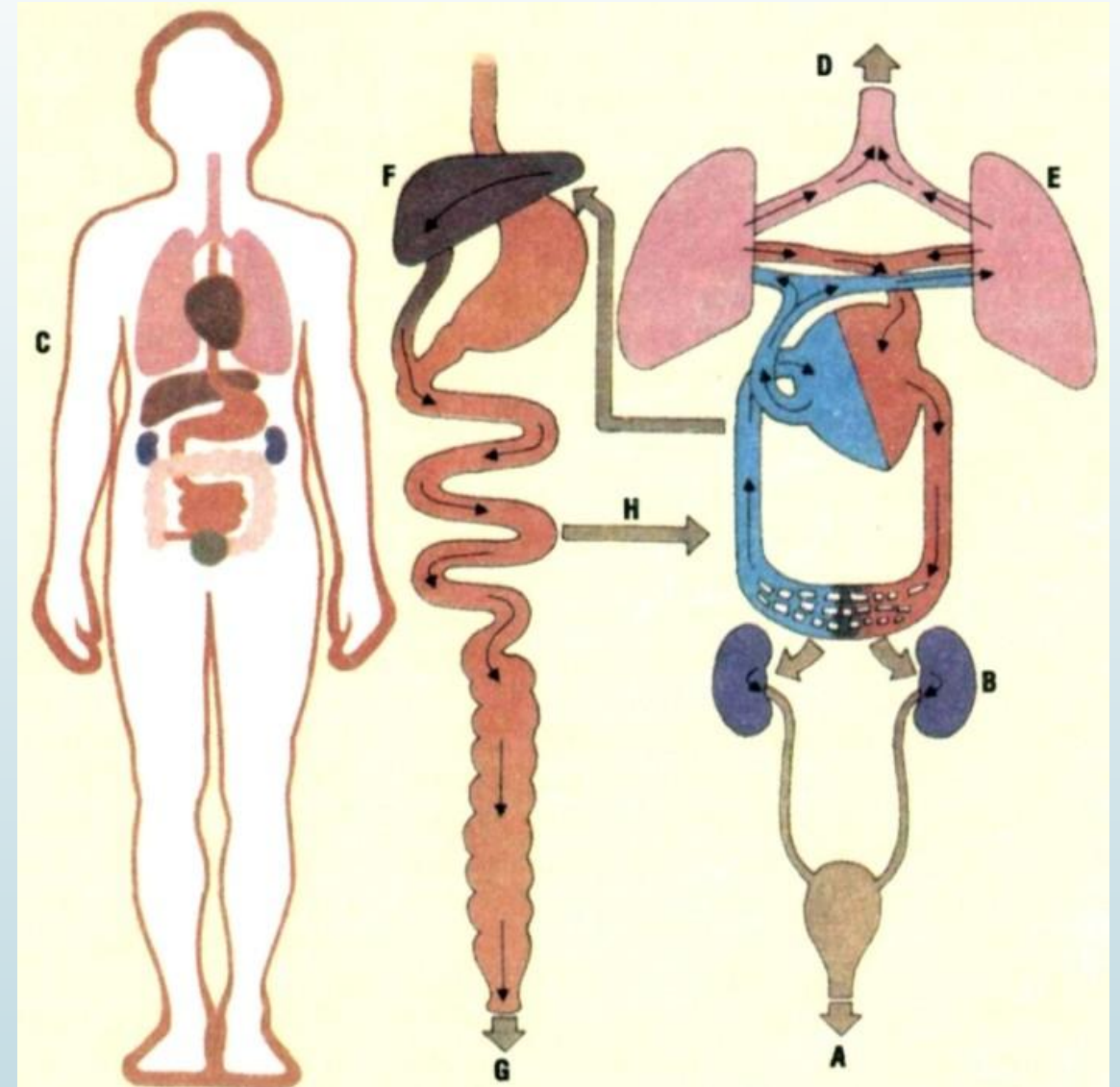


# Анатомия и физиология мочеполового аппарата

# Процесс выделения

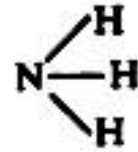
**Выделение или экскреция** - процесс освобождения организма от конечных продуктов метаболизма — экскрементов.

Эффективный процесс выделения как составляющая часть обмена веществ — важное условие сохранения гомеостаза. Он обеспечивает освобождение организма от ненужных и вредных продуктов обмена, а также от инородных и ядовитых веществ (алкоголя, наркотиков, лекарств и пр.), которые поступили извне. Органами выделения являются почки, лёгкие, кожа (её потовые железы), слюнные железы, желудочно-кишечный тракт, печень.

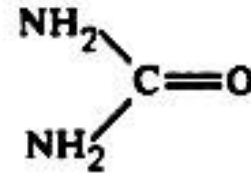


# Экскреты

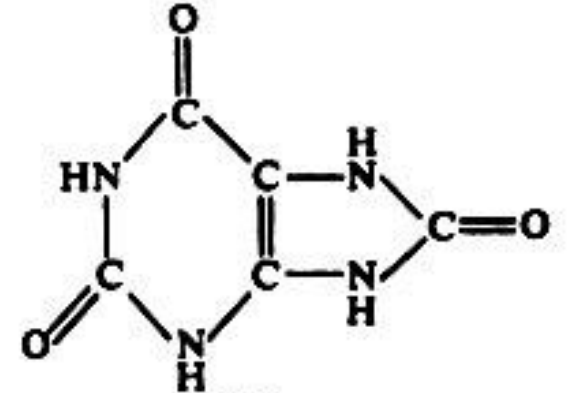
- Конечными продуктами метаболизма (обмена веществ) являются **углекислый газ, вода, азотсодержащие вещества (аммиак, мочеви́на, креатинин, мочева́я кислота)**. Углекислый газ и вода образуются при окислении углеводов, жиров и белков и выделяются из организма в основном в свободном виде.
- В процессе окисления питательных веществ всегда выделяется тепло, избыток которого необходимо отводить от места его образования в организме. Эти образующиеся в результате метаболических процессов вещества должны постоянно удаляться из организма, а избыток тепла рассеиваться во внешнюю среду.



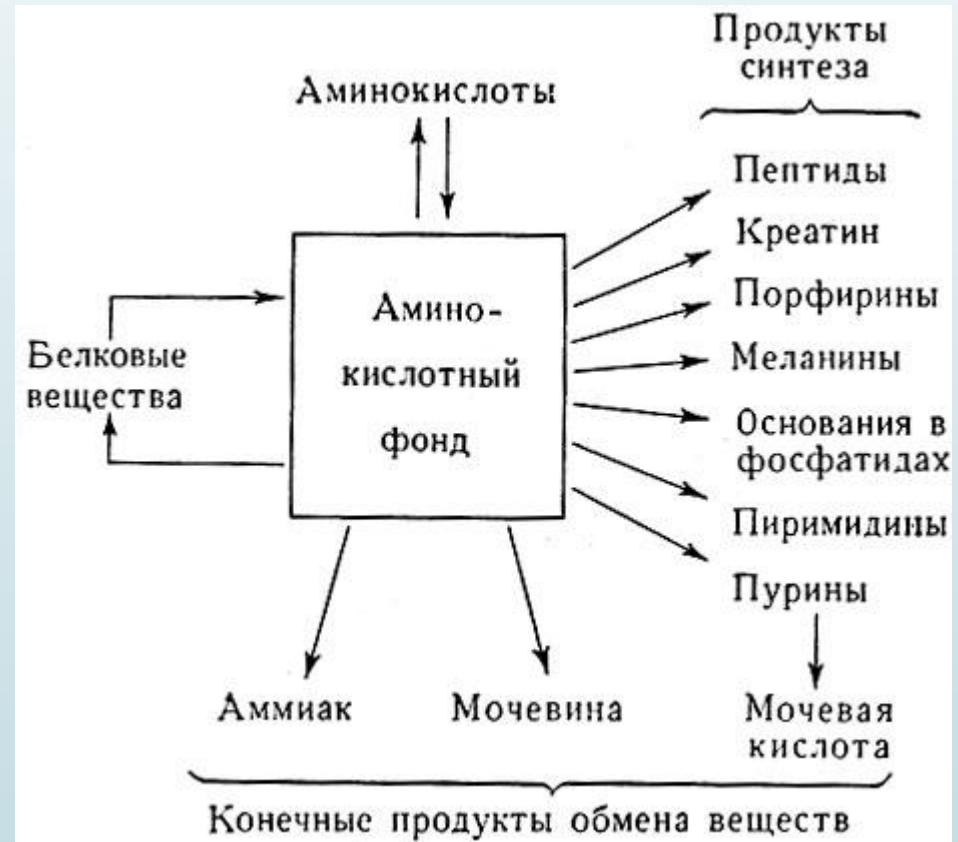
Аммиак



Мочевина



Мочевая кислота



# Органы выделения

- Каждый из органов системы выделения играет ведущую роль в удалении тех или иных экскретируемых веществ и рассеянии тепла. Однако эффективность системы выделения достигается за счет их совместной работы, которая обеспечивается сложными регуляторными механизмами. При этом изменение функционального состояния одного из выделительных органов (вследствие его повреждения, заболевания, истощения резервов) сопровождается изменением выделительной функции других, входящих в целостную систему выделения организма.





# Обзор мочевыделительной системы



**Почка** — парный фасолевидный орган, очищающий кровь, выполняющий посредством функции мочеобразования регуляцию химического гомеостаза организма. Входит в систему органов мочевого выделения (мочевыделительную систему). Обычно находятся у человека спереди.

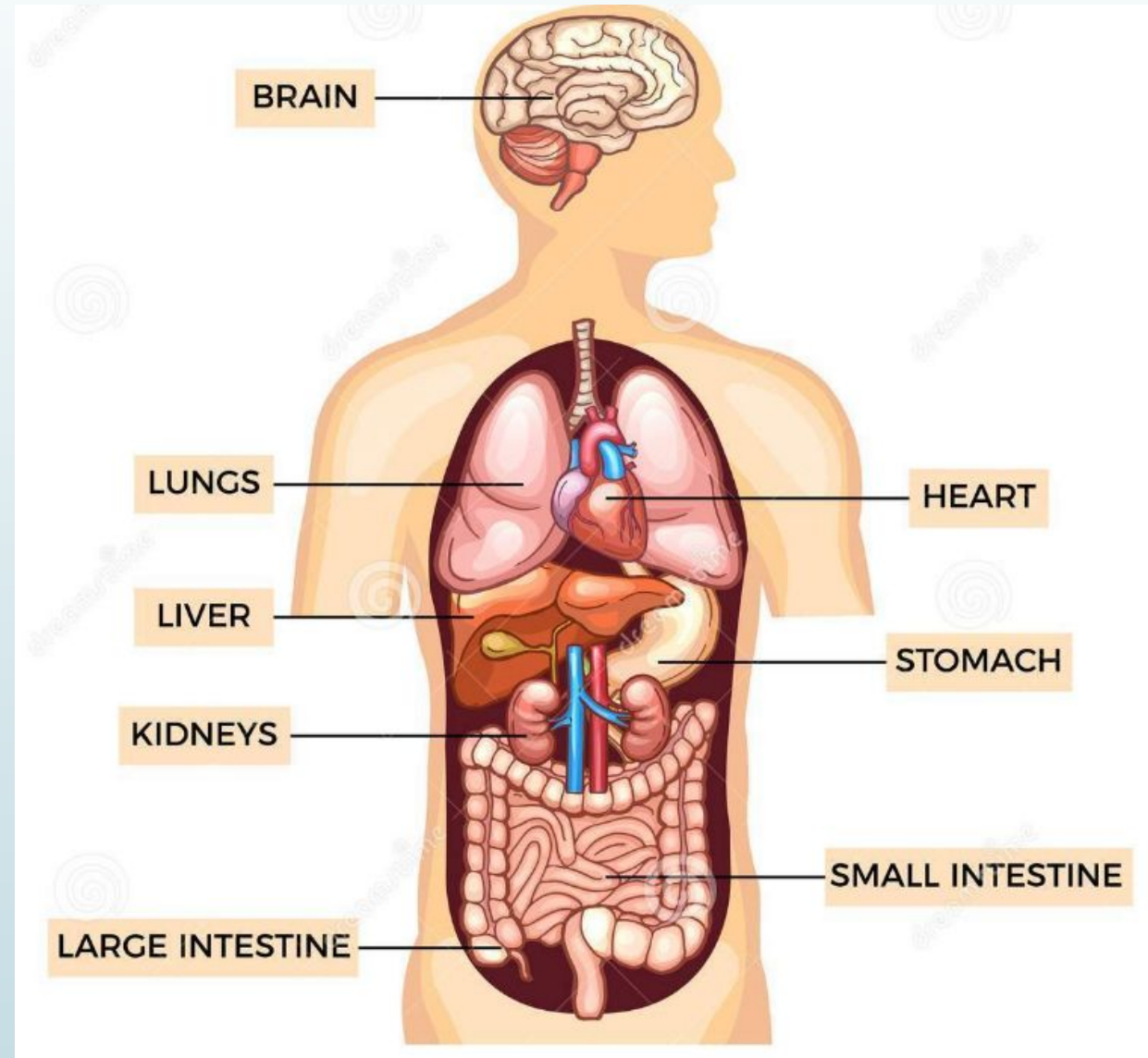
## Функции

- — очищение организма от токсических веществ (как вырабатываемых в процессе жизнедеятельности организма, так и поступающих извне),
- — выведение лишней жидкости,
- — продукция гормона эритропоэтина, необходимого для поддержания нормального уровня гемоглобина (Hb),
- — участие в обмене кальция, фосфора и витамина D3,
- — поддержание артериального давления,
- — поддержание кислотно-основного состояния,
- — поддержание питательного статуса организма

# Анатомия почек

У человека почки расположены за пристеночным листком брюшины в поясничной области по бокам от двух нижних грудных и двух верхних поясничных позвонков в проекции которых прилегают к задней брюшине, причём правая почка в норме расположена несколько ниже, поскольку сверху она граничит с печенью (у взрослого верхний полюс правой почки обычно достигает уровня 12-го межреберья, верхний полюс левой — уровня 11-го ребра).

Передняя поверхность более выпуклая у правой почки прилежит к висцеральной поверхности правой доли печени, где образует одноименное вдавление, и к правому изгибу поперечной ободочной кишки; у левой почки передняя поверхность контактирует с задней стенкой желудка, селезенкой, хвостом поджелудочной железы, петлями тонкой кишки. Задняя поверхность почек уплощена, соприкасается с квадратной мышцей поясницы, диафрагмой и большой поясничной мышцей.





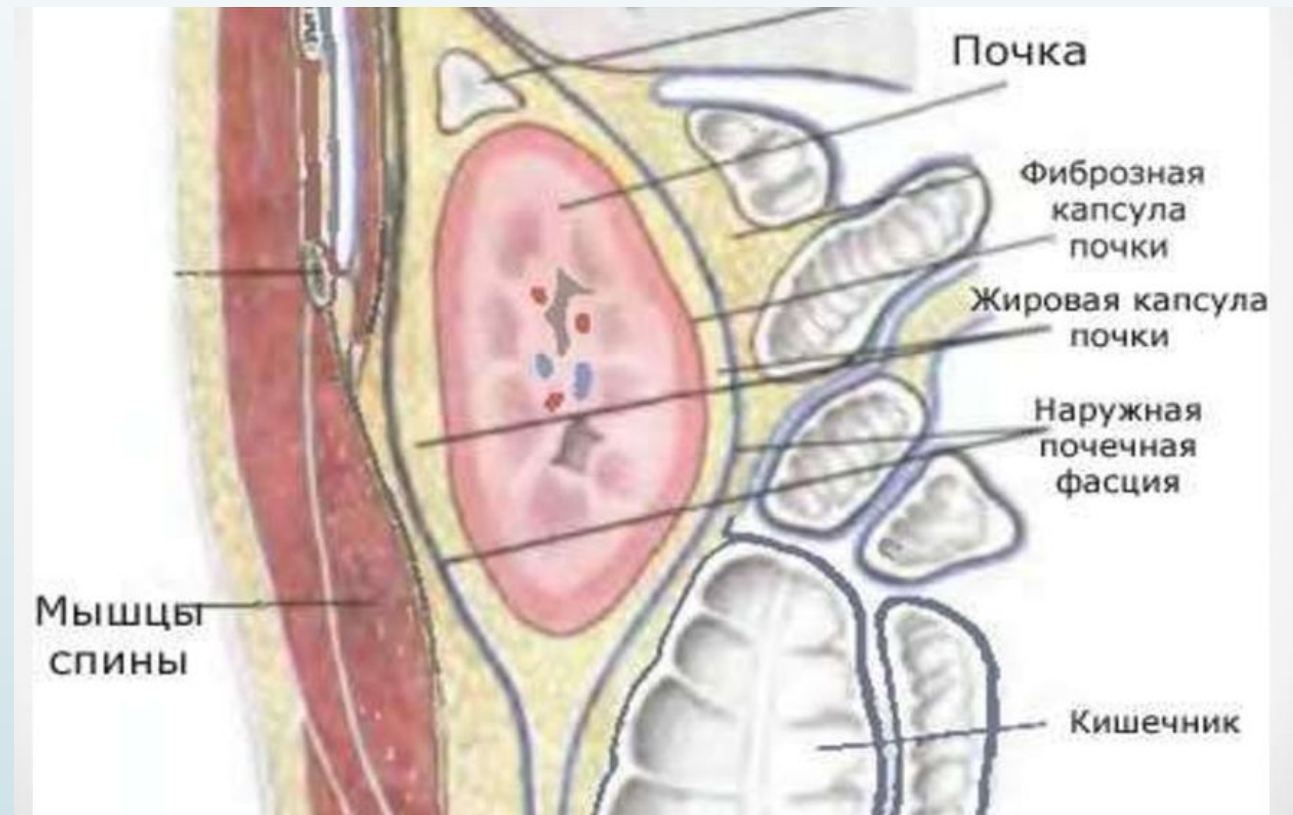
# Оболочки почки

Почка окружена: 1) фиброзной капсулой; 2) жировой капсулой; 3) почечной фасцией.

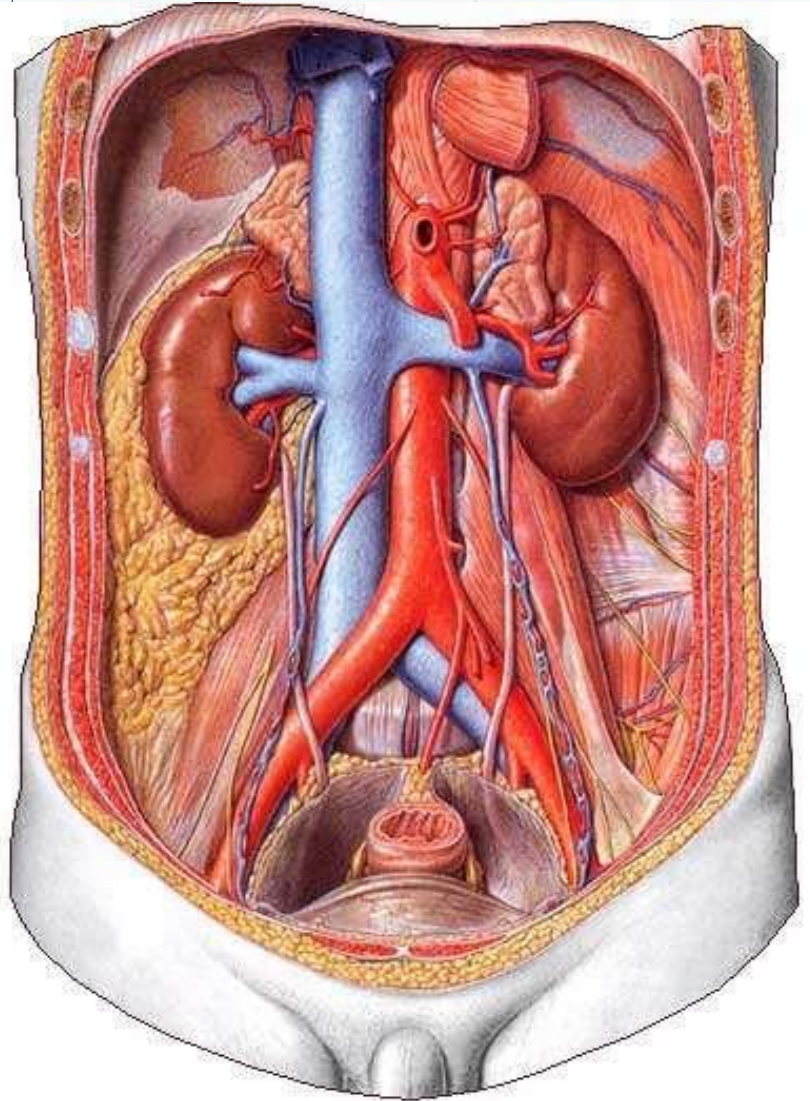
Фиброзная капсула, является собственно оболочкой почки и представлена плотной соединительнотканной пластинкой, которая сращена с веществом почки. Эта оболочка имеет гладкую поверхность, блестящий вид, и легко отделяется от вещества почки.

Жировая капсула – слой рыхлой соединительной ткани, богатой жиром, располагается кнаружи от фиброзной капсулы почки, хорошо выражена в области ворот и на задней поверхности органа.

Почечная фасция, находится кнаружи от жировой капсулы, представлена передним и задним листками плотной соединительной ткани. Почечная фасция сверху окружает также надпочечники.



# Фиксирующий аппарат

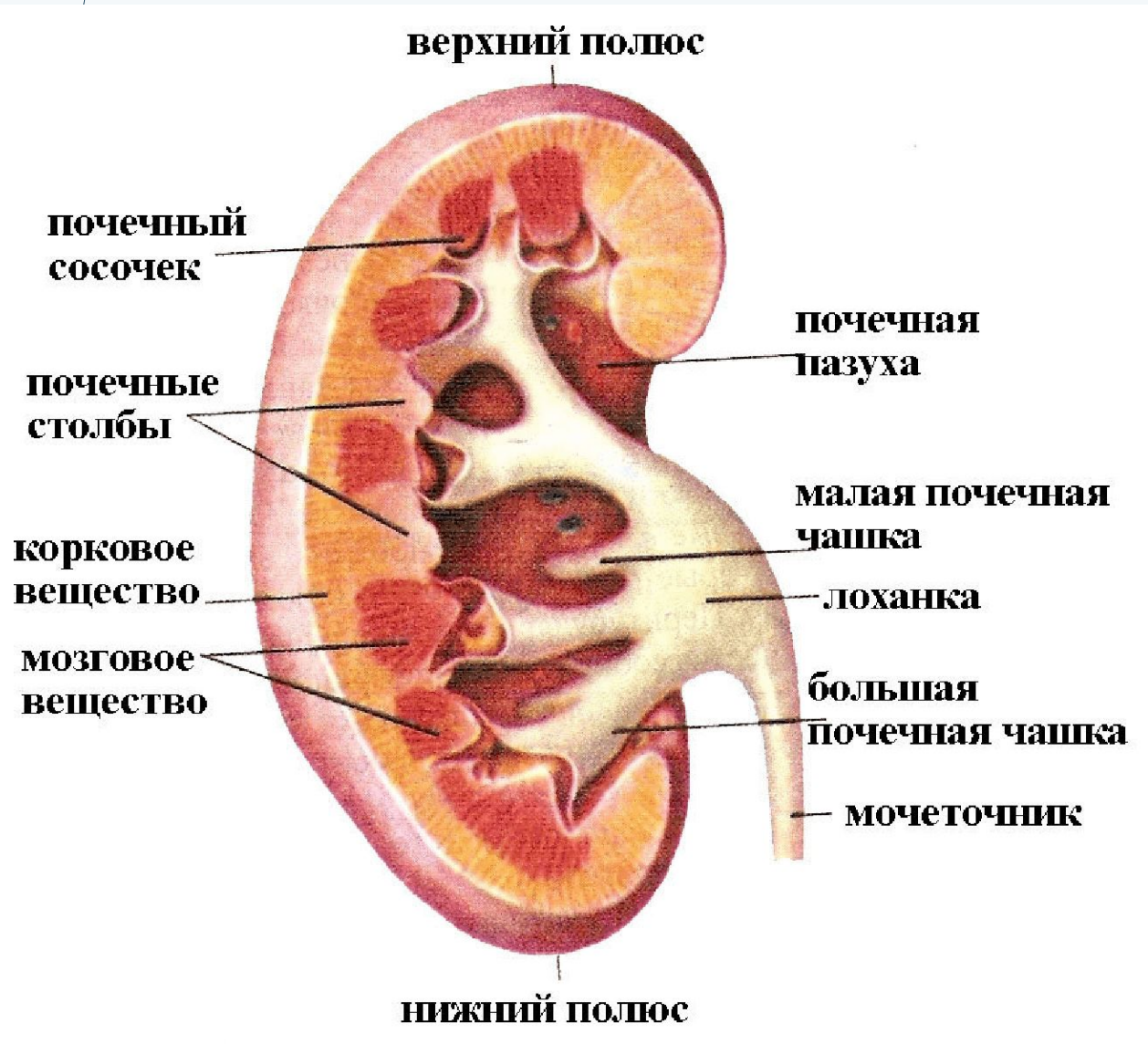


Почки фиксируются следующими факторами:

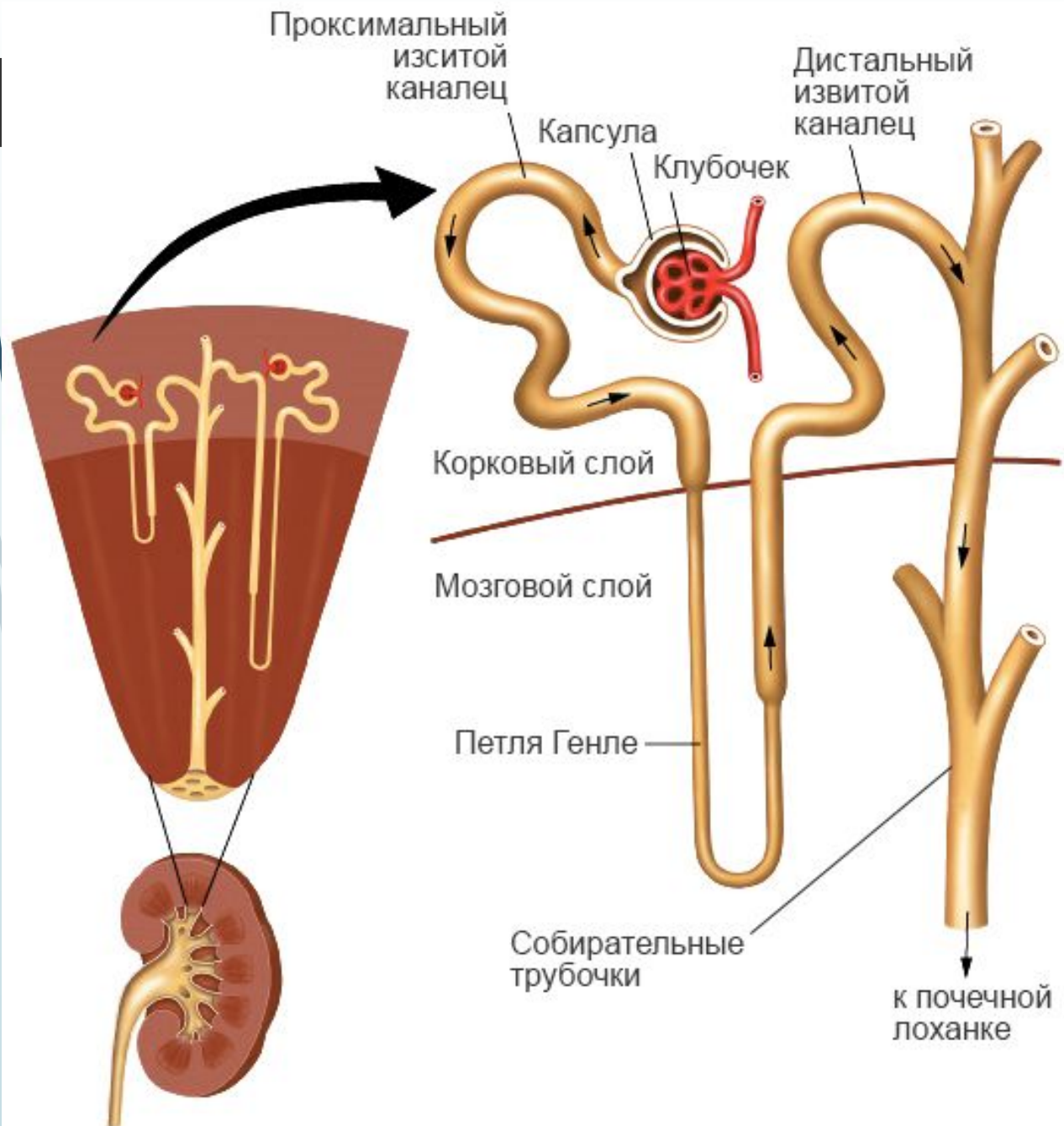
- 1) внутрибрюшным давлением, за счет сокращения мышц брюшного пресса;
- 2) мышечным ложе, образованным диафрагмой большой поясничной мышцей, квадратной мышцей поясницы и поперечной мышцей живота;
- 3) артериями и венами почки (почечной ножкой);
- 4) почечной фасцией и жировой капсулой, которые связаны с капсулой почки соединительно-тканными тяжами.
- Нарушение фиксирующего аппарата может явиться причиной опущения почек и сопровождаться заболеваниями мочевыводящих путей.



# Внутреннее строение



- Ворота почки продолжаются в расширенную полость органа – **почечную пазуху**, в которой располагаются **малые почечные чашки, большие почечные чашки и почечная лоханка**. Кнаружи от пазухи располагается паренхима почки, которая состоит из **мозгового и коркового вещества**.
- **Корковое вещество** в виде слоя толщиной 5–7 мм располагается по периферии органа и проникает в виде тяжей – **почечных столбов**, в толщу **мозгового вещества**. **Мозговое вещество** лежит внутри от коркового, вокруг почечной пазухи; почечными столбами оно разделено на 15–20 конусовидной формы участков – **почечных пирамид (Мальпигиевых)**.
- Основания соседних пирамид, обращенных к корковому веществу, сливаются, вершины выступают в почечную пазуху в виде **7–8 сосочков на поверхности которых находится 15–20 сосочковых отверстий**, что придает вершине сосочка вид решетчатого поля.



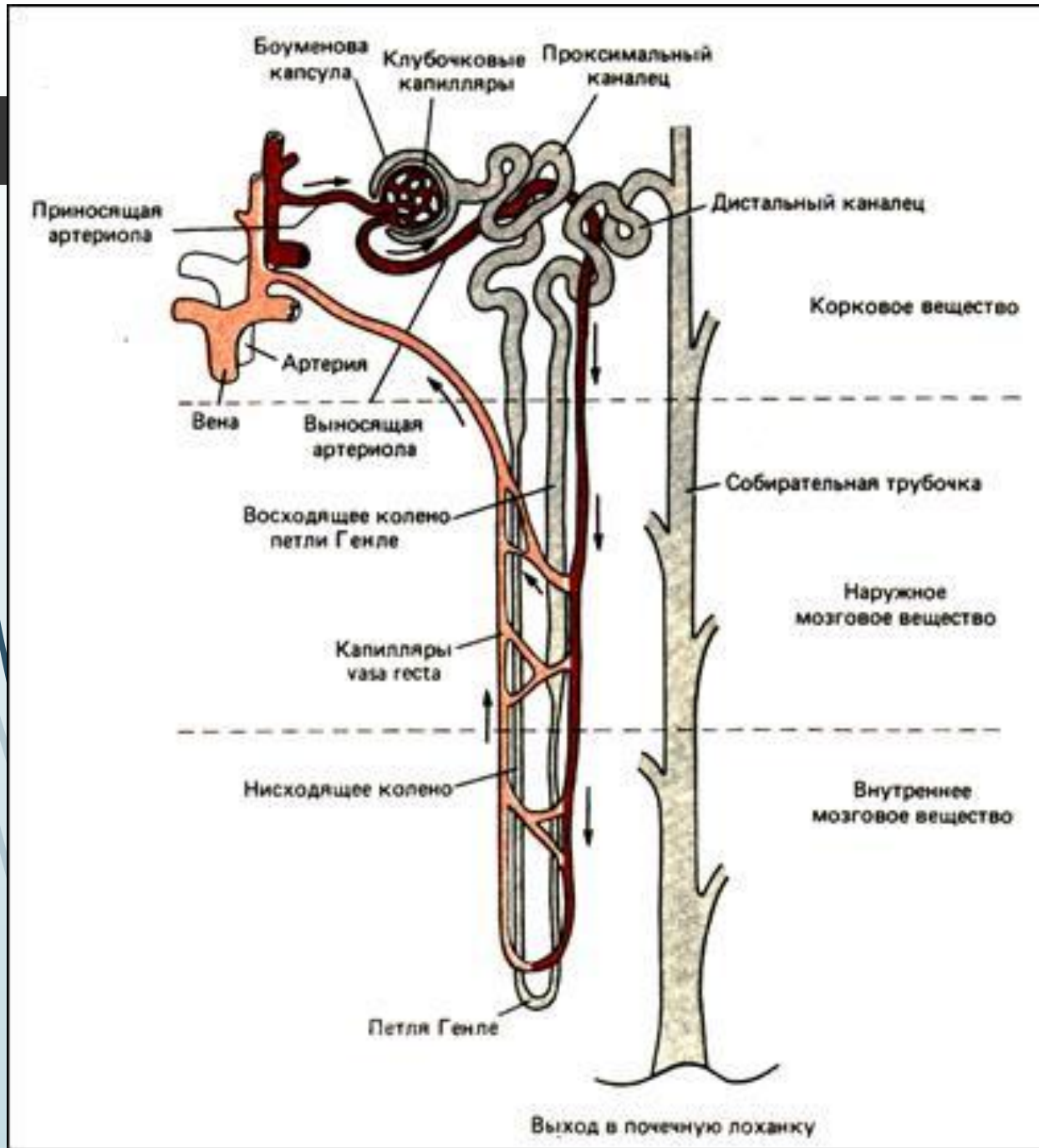
Нефрон является структурно-функциональной единицей почки, где образуется моча. Нефрон включает 4 отдела:

- 1 – почечное тельце (Мальпигиево-здесь происходит фильтрация), состоящее из капиллярного клубочка, окруженного капсулой Шумлянско-Боумэна (начало нефрона),
- 2 – проксимальный извитой каналец (реабсорбция – обратное всасывание),
- 3 – петля нефрона (Генгле),
- 4 – дистальный извитой каналец.



Клубочек состоит из сети артериальных капилляров, которые образуются из **приносящей артериолы**, а отток из клубочка происходит по **выносящей артериоле**, которая по диаметру меньше приносящей, что создаёт высокое давление в капиллярах клубочка. Эти **особенности кровотока в клубочке получили название чудесной сети почки**.





**Капсула клубочка, (капсула Шумлянского-Боумена)** – слепое начало почечного канальца, которое в виде двустенного бокала плотно прилежит к капиллярам клубочка. Щель между наружным и внутренним листками капсулы продолжается в проксимальный извитой каналец (извитой каналец 1-го порядка), далее следуют прямые канальцы, образующие петлю нефрона (петля Генле), которая имеет нисходящую и восходящую части, переходящую в дистальный извитой каналец (извитой каналец 2-го порядка). Дистальный извитой каналец впадает в почечную собирательную трубочку, которая идет через корковое вещество, принимая по ходу несколько извитых канальцев 2-го порядка. Собирательные трубочки являются началом мочевыводящих путей, они постепенно сливаются друг с другом и образуют 15-20 коротких сосочковых протоков, которые открываются сосочковыми отверстиями на вершине почечного сосочка.

# Типы нефронов

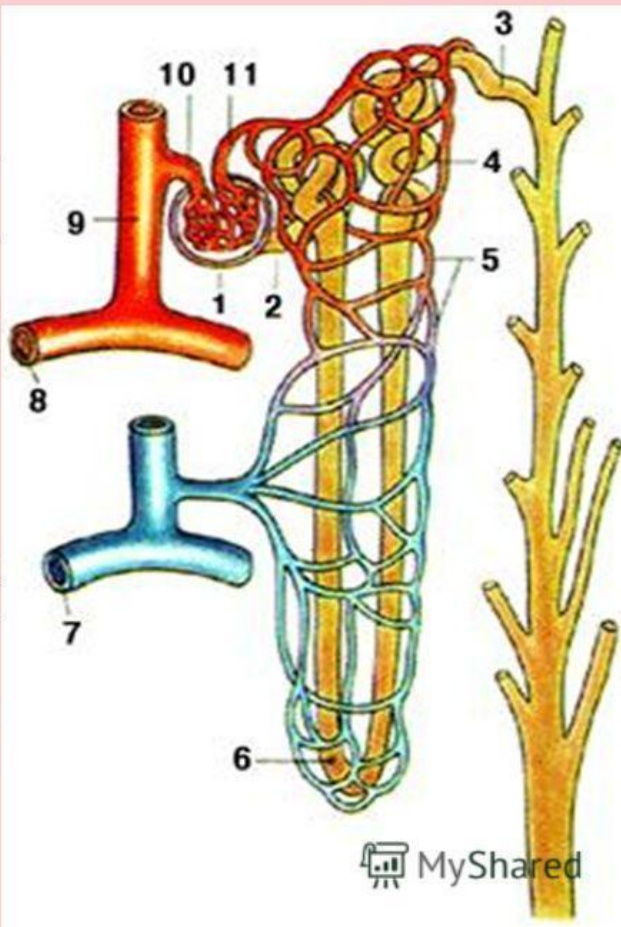
Различают три типа нефронов — интракортикальные нефроны (~85 %), юкстамедуллярные нефроны (~15 %) и субкапсулярные (суперфициальные).

- Почечное тельце интракортикального нефрона расположено в наружной части коркового вещества (внешняя кора) почки. Петля Генле у большинства интракортикальных нефронов имеет небольшую длину и располагается в пределах внешнего мозгового вещества почки.
- Почечное тельце юкстамедуллярного нефрона расположено в юкстамедуллярной коре, около границы коры почки с мозговым веществом. Большинство юкстамедуллярных нефронов имеют длинную петлю Генле. Их петля Генле проникает глубоко в мозговое вещество и иногда достигает вершечек пирамид
- Субкапсулярные (суперфициальные) находятся под капсулой.

## 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

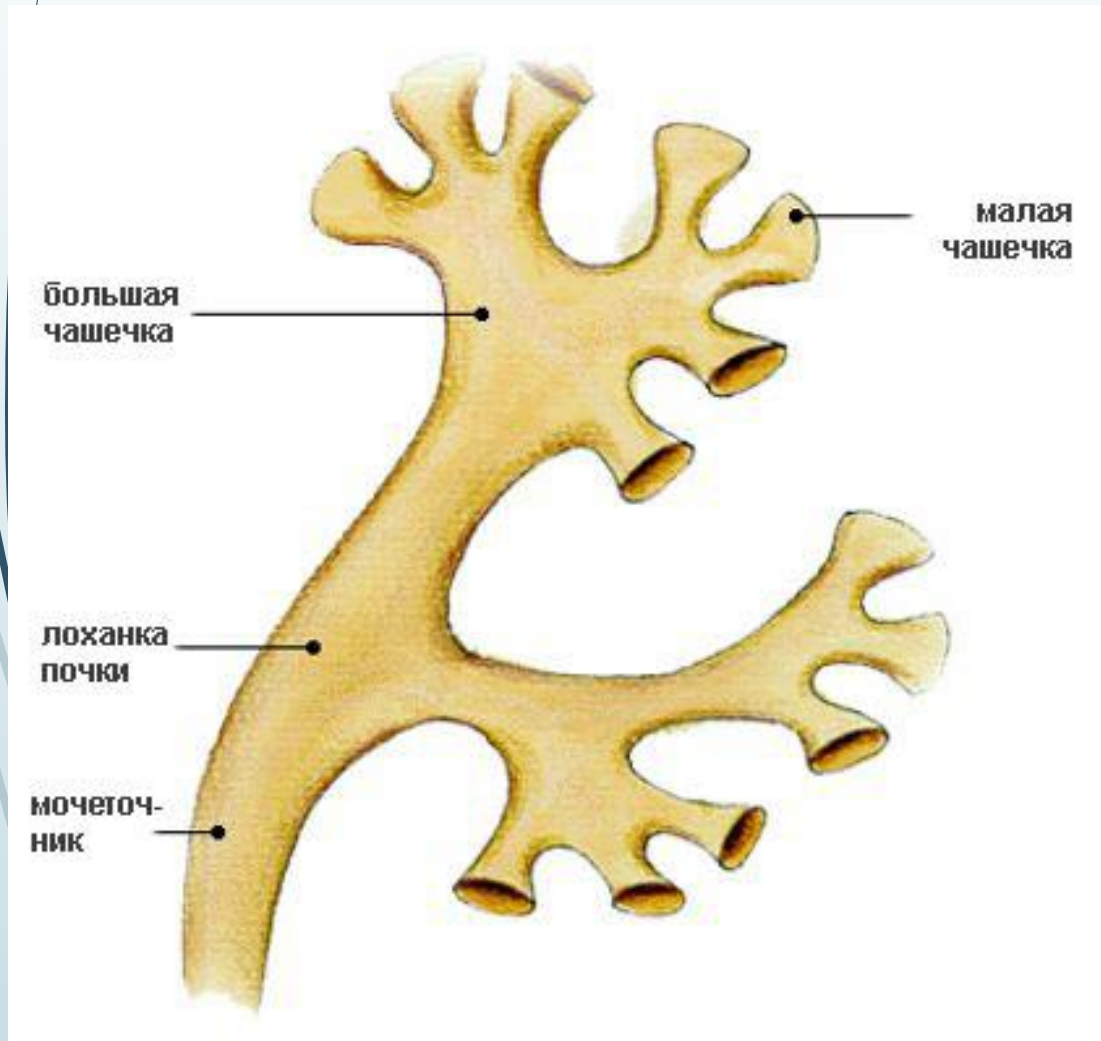
От выносящих а., междольковых и дуговых а. отходят **прямые сосуды** (*vasa recta*) – часть противоточной системы почки (осмотическое концентрирование мочи)



Кровь поступает в почку по почечной артерии, которая разветвляется сначала на междольковые, а затем на дуговые и междольковые артерии; от последних отходят приносящие артериолы, снабжающие кровью клубочки. Из клубочков кровь, объем которой уменьшился, оттекает по выносящим артериолам. Далее она течет по сети перитубулярных капилляров, находящихся в корковом веществе и окружающих проксимальные и дистальные извитые канальцы всех нефронов и петли Генле корковых нефронов. От этих капилляров отходят прямые сосуды, идущие в мозговом веществе параллельно петлям Генле и собирательным трубкам.



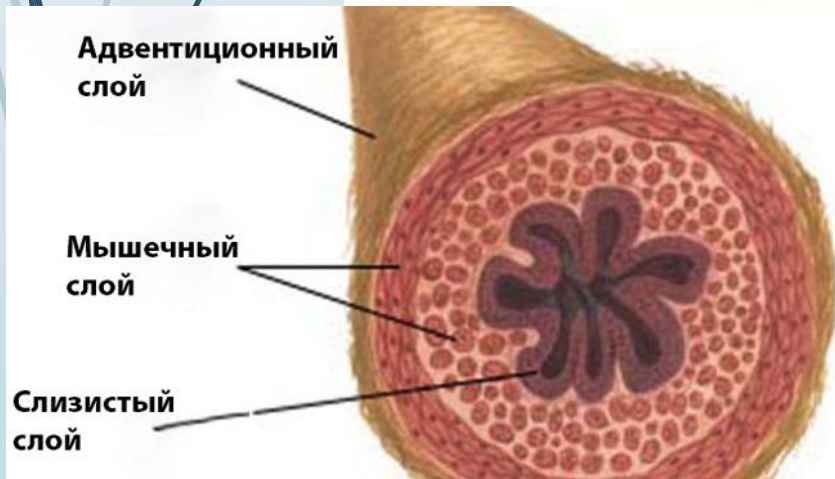
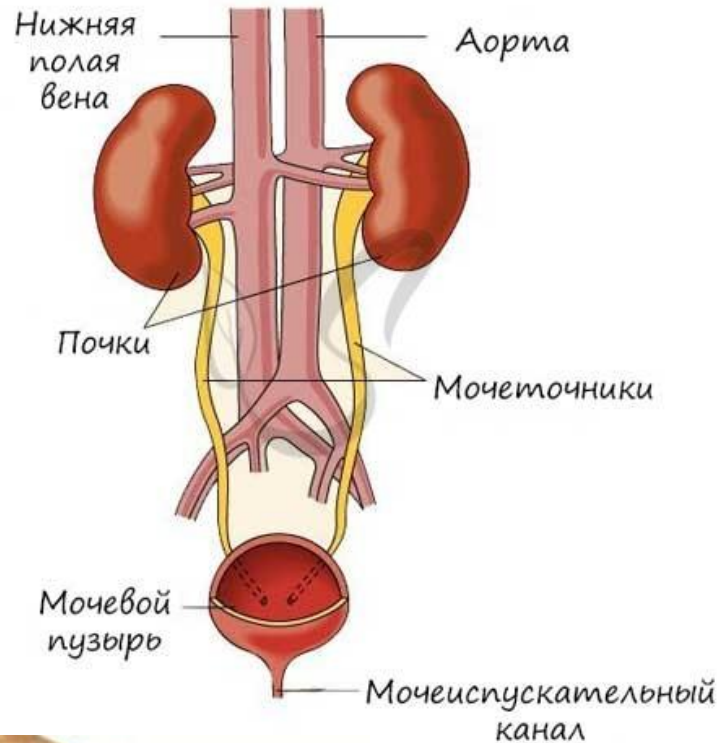
# Мочевыводящие органы



- Моча из сосочковых протоков поступает в 6-8 малых чашек, каждая из которых в виде бокала охватывает один, реже два-три почечных сосочка; 2–3 малые почечные чаши объединяются и образуют 1 большую чашку, которая имеет форму несколько вытянутой трубки. Каждая почка имеет от 2 до 5, чаще 3 большие почечные чаши: верхнюю, среднюю и нижнюю. Большие почечные чаши, объединяясь, формируют расширенную полость почечную лоханку.
- **Почечная лоханка** имеет форму сдавленной в переднее-заднем направлении воронки. Начальная расширенная ее часть образуется при слиянии больших почечных чашек и находится в почечной пазухе, конечная суженная часть направлена книзу, выступает из почечных ворот и постепенно переходит в мочеточник. Стенки лоханки, малых и больших почечных чашек как полых органов, состоят из трех оболочек: слизистой, подслизистой основы, мышечной и соединительнотканной (адвентиции).

# Мочеточник

Строение мочевыделительной системы



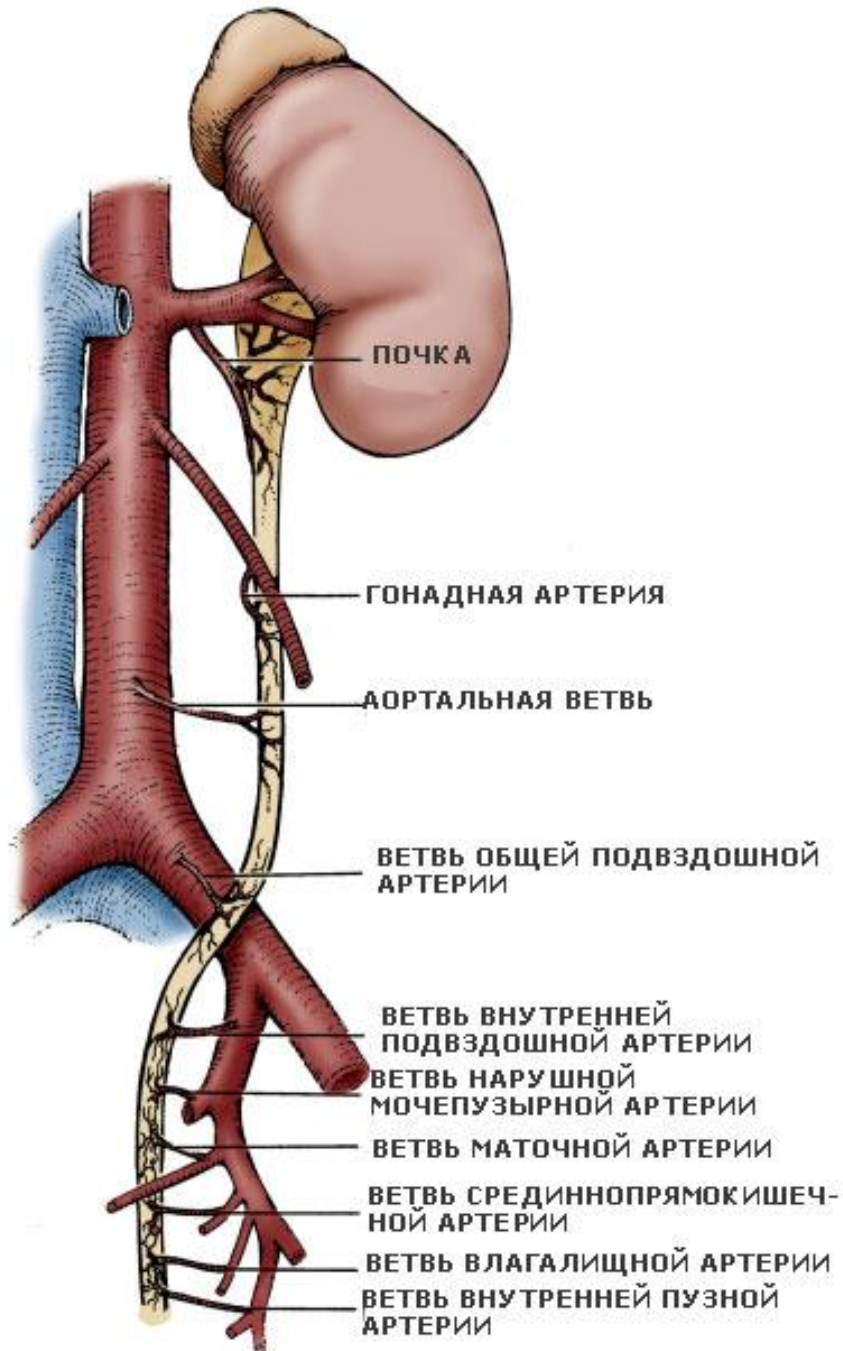
**Мочеточник**, парный трубчатый орган, длиной 30–35 см, расположенный забрюшинно, соединяет почечную лоханку и мочевого пузырь.

Мочеточник имеет 3 части: брюшную, тазовую, и внутривенечную – это **три физиологических сужения: у выхода из лоханки, у входа в малый таз и внутри пузырной стенки.**

□ **Брюшная часть** с наибольшим просветом (8–13 мм), длиной 15–17 см) следует вниз и медиально, через пограничную линию таза 7 переходит в **тазовую часть** (просвет 6 мм, длина 15–17 см); внутривенечная часть длиной 1,5–2 см имеет просвет 4 мм в области дна мочевого пузыря проходит через его стенку и открывается щелевидным отверстием в полость мочевого пузыря.

**Стенка мочеточника состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и адвентициальной.**

## КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ МОЧЕТОЧНИКА

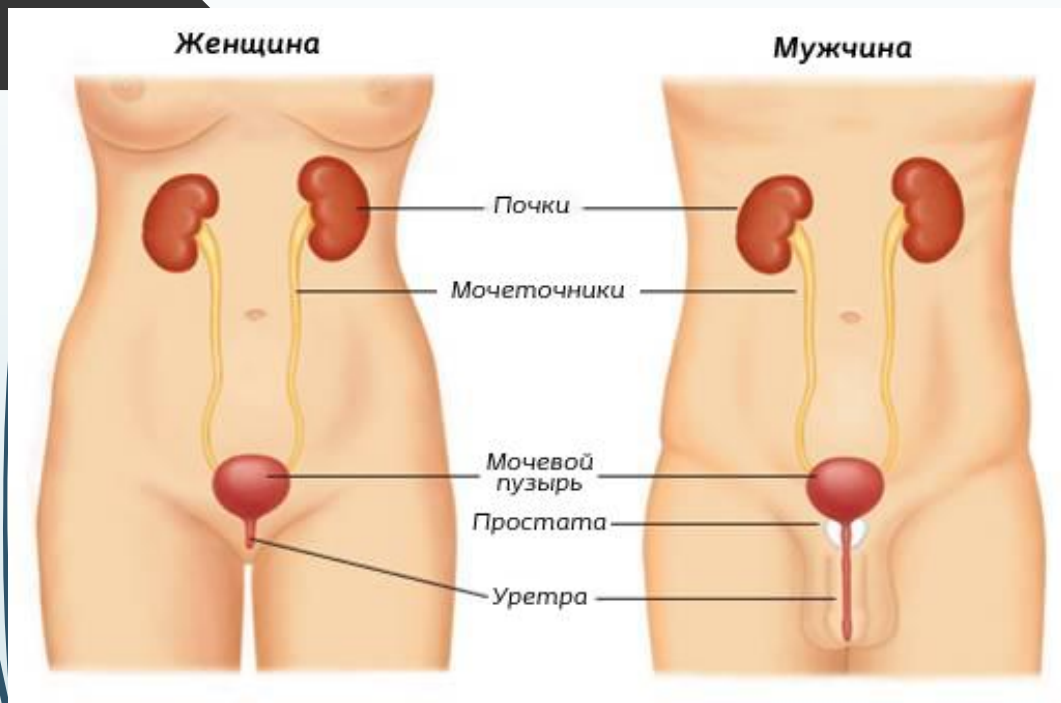


Кровеносные сосуды мочеточника происходят из нескольких источников. К верхней части мочеточника подходят мочеточниковые ветви из почечной, яичниковой (яичковой) артерий. Средняя часть мочеточника кровоснабжается мочеточниковыми ветвями из брюшной части аорты, от общей и внутренней подвздошных артерий. К нижней части мочеточника идут ветви от средней прямокишечной и нижней мочепузырной артерий. Вены мочеточника впадают в поясничные и внутренние подвздошные вены.

**Основная функция** — проведение мочи от почек к мочевому пузырю. Прохождение мочи по мочеточнику осуществляется за счет сокращений сегментов мочеточника — цистоидов, которых обычно три. Проведение мочи осуществляется за счет произвольных перистальтических (ритмичных волнообразных) сокращений мышечной оболочки стенок мочеточников. Каждые 15 — 20 секунд поочередно из мочеточников моча поступает в полость мочевого пузыря порциями. Мочеточники имеют механизмы, препятствующие обратному забросу (рефлюксу) мочи из полости мочевого пузыря при повышении внутрипузырного давления (в т.ч. при сокращении мочевого пузыря во время мочеиспускания).

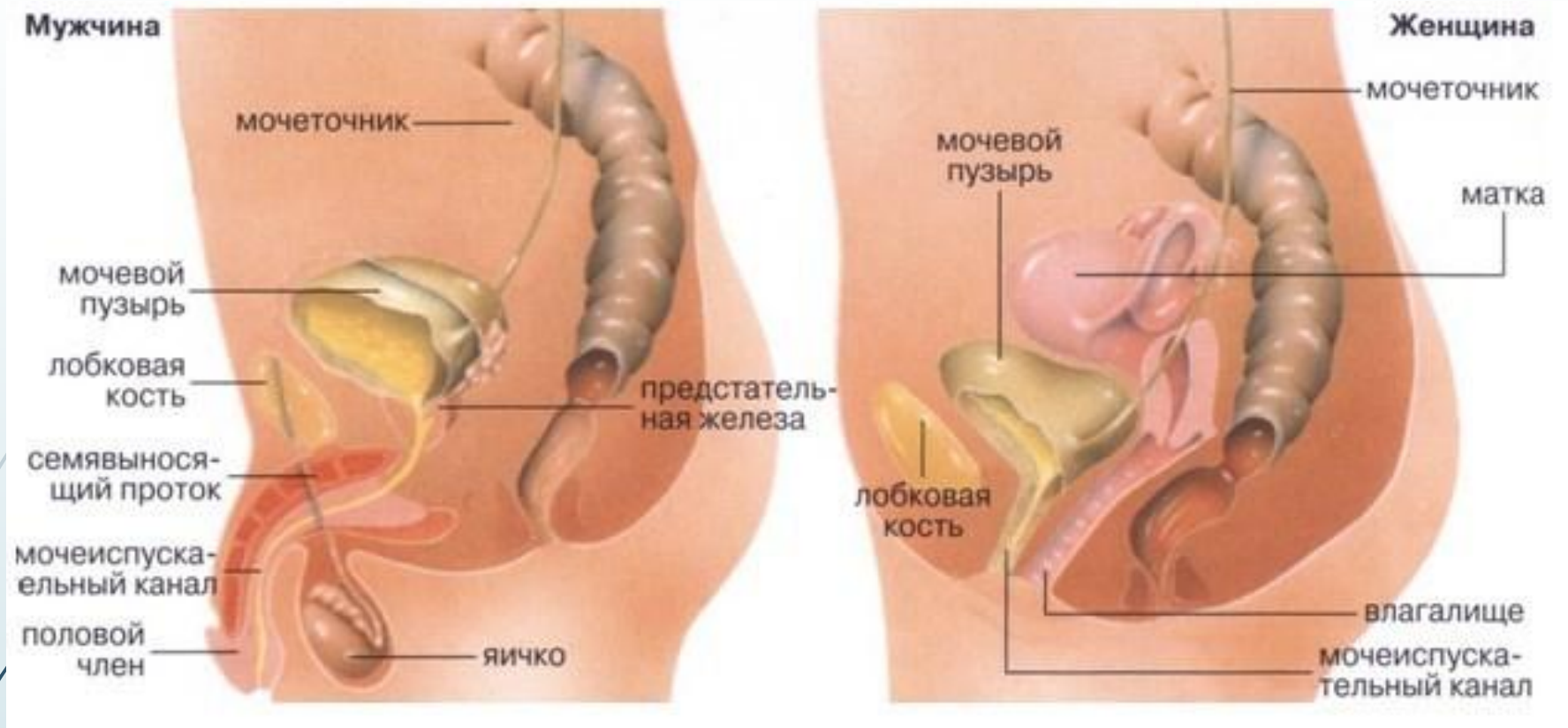


# Мочевой пузырь

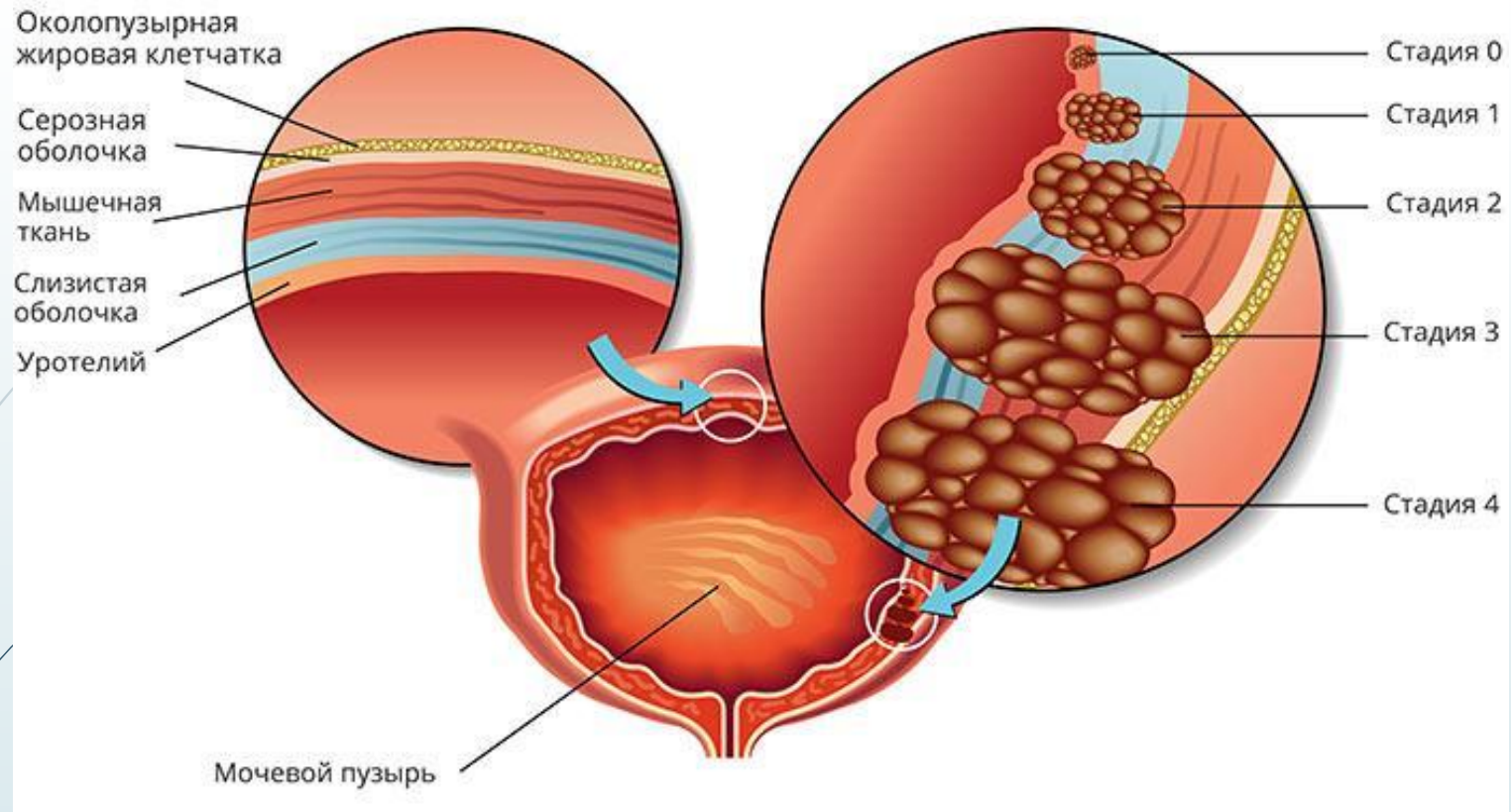


Мочевой пузырь представляет собой непарный полый мышечный орган, расположенный в полости малого таза, служит резервуаром для накопления и выведения мочи. Форма и размеры мочевого пузыря изменяются по мере наполнения его мочой. Наполненный мочевой пузырь имеет округлую или грушевидную форму; его вместимость в среднем 250–750 см<sup>3</sup>. Наполненный пузырь имеет округлую форму.

В мочевом пузыре различают верхушку, тело, дно, и шейку. Верхушка мочевого пузыря обращена вверх и вперед, переходит в фиброзный тяж к пупку – срединную пупочную связку – остаток зародышевого мочевого протока. Тело мочевого пузыря – средняя расширенная часть – сзади и внизу переходит в дно мочевого пузыря: которое расположено напротив верхушки мочевого пузыря, ниже уровня отверстий мочеточников.



**Мочевой пузырь находится в полости малого таза позади лобкового сочленения, от которого отделен рыхлой клетчаткой; его задняя поверхность у мужчин прилежит к прямой кишке, семенным пузырькам, ампулам семявыносящих протоков, а дно – к предстательной железе; у женщин задняя поверхность органа соприкасается с передней стенкой влагалища и шейкой матки, а дно – с мочеполовой диафрагмой. Боковые стенки органа граничат с мышцей, поднимающей задний проход; сверху к мочевому пузырю прилежат у мужчин петли тонкой кишки, у женщин – тело матки. По отношению к брюшине наполненный мочевой пузырь располагается мезоперитонеально (покрыт сверху, сзади, с боков), опорожненный – ретроперитонеально (покрыт сверху и сзади).**



**Стенка мочевого пузыря состоит из слизистой оболочки, подслизистого слоя, мышечной и серозной (адвентициальной) оболочек.**

**Слизистая оболочка розового цвета, покрыта переходным эпителием, подвижна, имеет за счет хорошо выраженного подслизистого слоя многочисленные складки, за исключением треугольной формы участка в области дна – мочепузырного треугольника, где слизистая прочно сращена с мышечным слоем и имеет гладкую поверхность.**

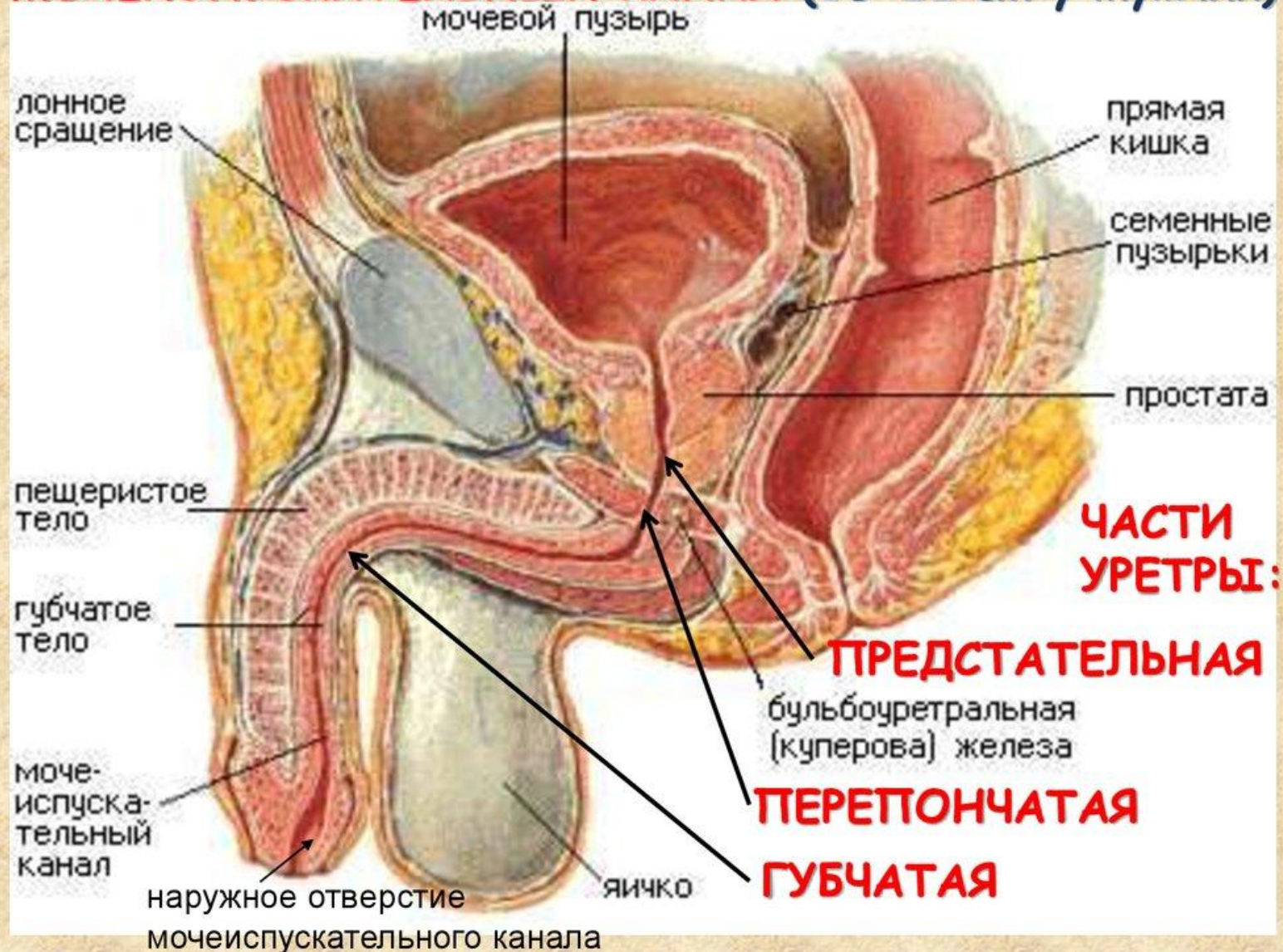
**Мышечная оболочка представлена гладкой (неисчерченной) мускулатурой и состоит из трех слоев: наружного и внутреннего продольных и среднего циркулярного.**

**Серозная оболочка покрывает мочевой пузырь сзади и с боков, на остальном протяжении наружная оболочка представлена адвентицией. У начала мочеиспускательного канала из этого слоя образован сжиматель мочевого пузыря.**



# Мужской мочеиспускательный канал

## МОЧЕИСПУСКАТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ (16-22 см у мужчин)



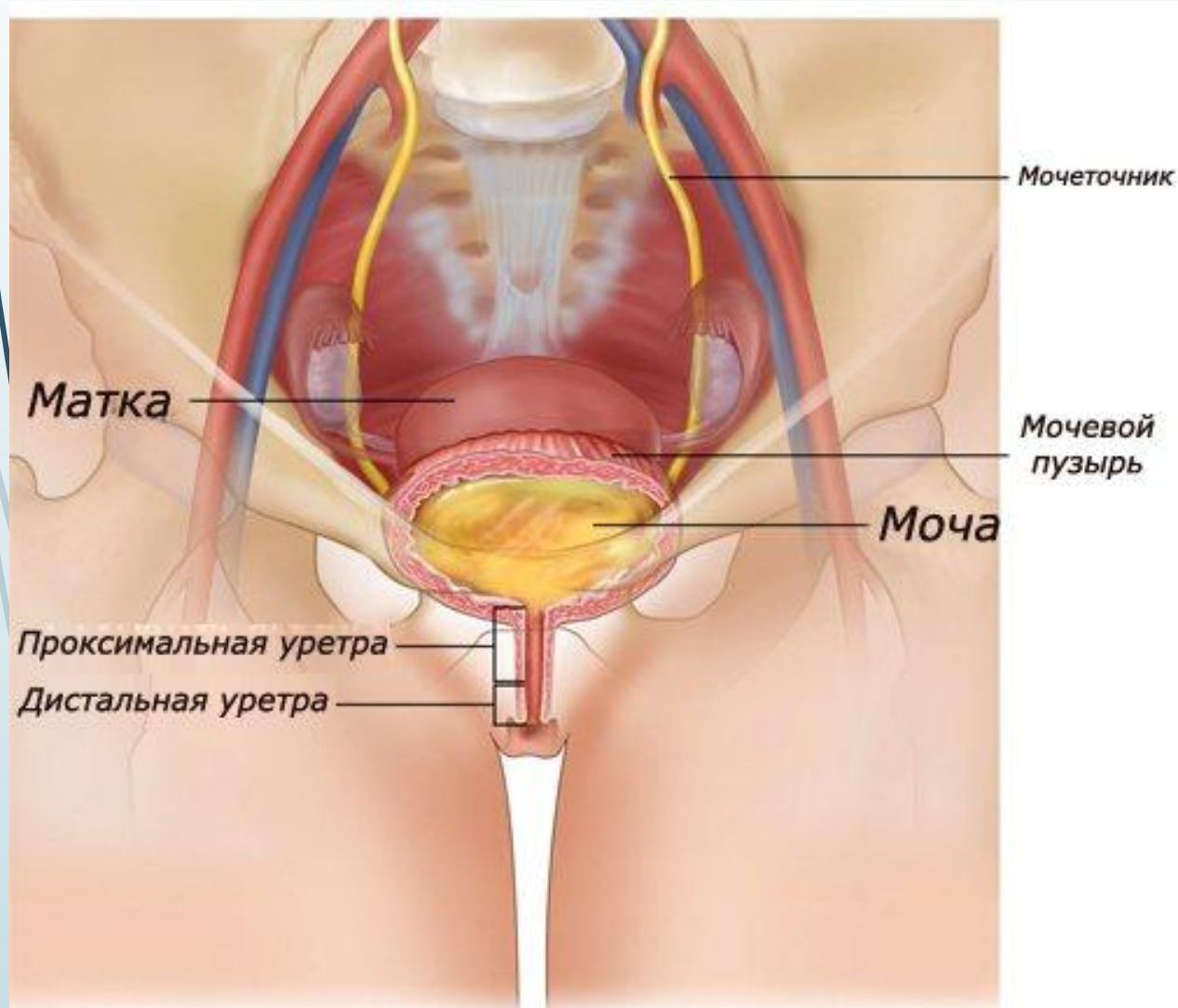
Мужской мочеиспускательный канал (мужская уретра), — непарный орган, имеет форму трубки диаметром 0,5—0,7 см и длиной 16—22 см; прободает предстательную железу, мочеполовую диафрагму и губчатое тело полового члена. Мужской мочеиспускательный канал служит для выведения мочи и выбрасывания семени. Начинается внутренним отверстием мочеиспускательного канала в стенке мочевого пузыря и заканчивается наружным отверстием расположенным на головке полового члена.

- • **Предстательная часть** имеет длину около 3 см, проходит в вертикальном направлении через предстательную железу. Просвет мужского мочеиспускательного канала в среднем отделе предстательной части расширен. На задней стенке предстательной части мочеиспускательного канала находится продолговатое возвышение — **гребень мочеиспускательного канала (уретры)**. Наиболее выступающая часть этого гребня носит название **семенного холмика, или семенного бугорка** на вершине которого имеется углубление — **предстательная маточка**, являющаяся рудиментом конечного отдела парамезонефральных протоков. По сторонам от предстательной маточки открываются устья **семявыбрасывающих протоков**. По окружности самого семенного холмика расположены отверстия выводных протоков предстательной железы.
- • **Перепончатая часть** простирается от верхушки предстательной железы до луковицы полового члена. Этот участок является самым коротким (до 1,5 см) и наиболее узким. В том месте, где перепончатая часть проходит через мочеполовую диафрагму, мужской мочеиспускательный канал окружен концентрическими пучками поперечно – полосатых мышечных волокон, образующих произвольный сфинктер мочеиспускательного канала.
- • Самой длинной (около 15 см) частью мужского мочеиспускательного канала является **губчатая часть**. В области луковицы полового члена мужской мочеиспускательный канал несколько расширяется, а на остальном протяжении диаметр его постоянен. Конечный отдел мужского мочеиспускательного канала, находящийся в головке полового члена, вновь расширяется, образуя ладьевидную ямку мочеиспускательного канала.

Заканчивается мужской мочеиспускательный канал на головке полового члена наружным отверстием, которое малорастяжимо, так как здесь в стенке канала имеется фиброзно-эластическое кольцо.



# Женский мочеиспускательный канал



Женский мочеиспускательный канал скрыт в полости малого таза. Он шире и короче, чем мужской. Длина женской уретры 3-5 см.

Это прямая трубка, расположенная спереди от влагалища и открывающаяся наружу в преддверии влагалища; её строение аналогично перепончатой части мочеиспускательного канала мужчин.

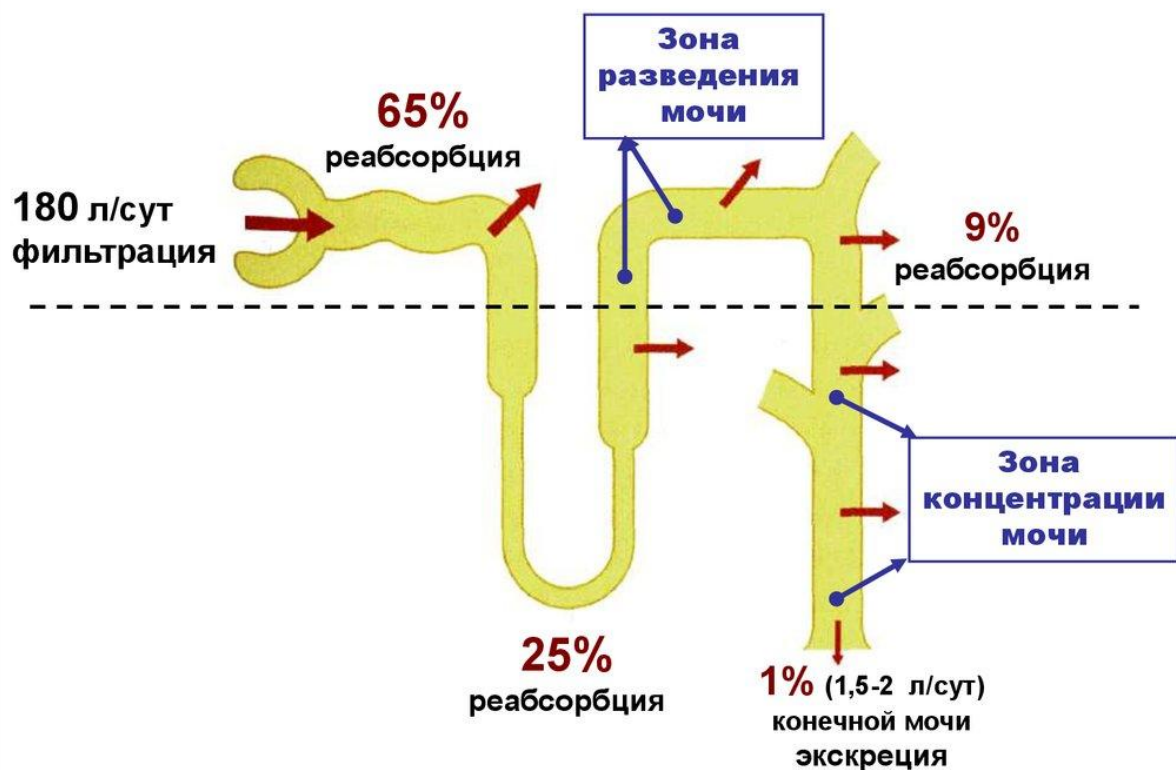
Женский мочеиспускательный канал прикрепляется к задней поверхности лобкового симфиза *латеральными лобково-пузырными связками*.

Мочеиспускательный канал обычно не проходит в теле женского полового члена — клитора, и этим клитор помимо обычно значительно меньших размеров отличается от мужского полового члена.



# Механизм образования мочи

## ФИЛЬТРАЦИЯ И РЕАБСОРБЦИЯ



**Первый этап мочеобразования.** В капиллярах клубочков проходит начальный этап мочеобразования – фильтрация из плазмы крови воды со всеми растворенными в ней органическими и неорганическими веществами за исключением белка через капсулу Шумлянско-Боумена. За счёт высокого давления крови в капиллярах клубочков вода и небольшие молекулы различных веществ, содержащиеся в плазме крови, поступают в щелевидное пространство капсулы, от которой начинается почечный канал. Так образуется **первичная моча**, близкая по составу к плазме крови.

**Второй этап мочеобразования – реабсорбция.**

В проксимальных отделах почечных канальцев происходит изоосмотический транспорт, обеспечивающий реабсорбцию веществ. Все вещества первичной мочи делятся на пороговые и беспороговые. Пороговые вещества реабсорбируются, беспороговые – нет, поэтому выделяются с мочой в количествах пропорциональных их концентрации в плазме крови.

**3 этап.** Кроме реабсорбции в канальцах осуществляется процесс секреции. В клетках почечных канальцев синтезируются некоторые вещества, например, гиппуровая кислота, аммиак путем дезаминирования части аминокислот.

В собирательных трубках протекает заключительная фаза реабсорбции. В них реабсорбируется вода и образуется окончательная или вторичная моча.

# Регуляция мочеобразования



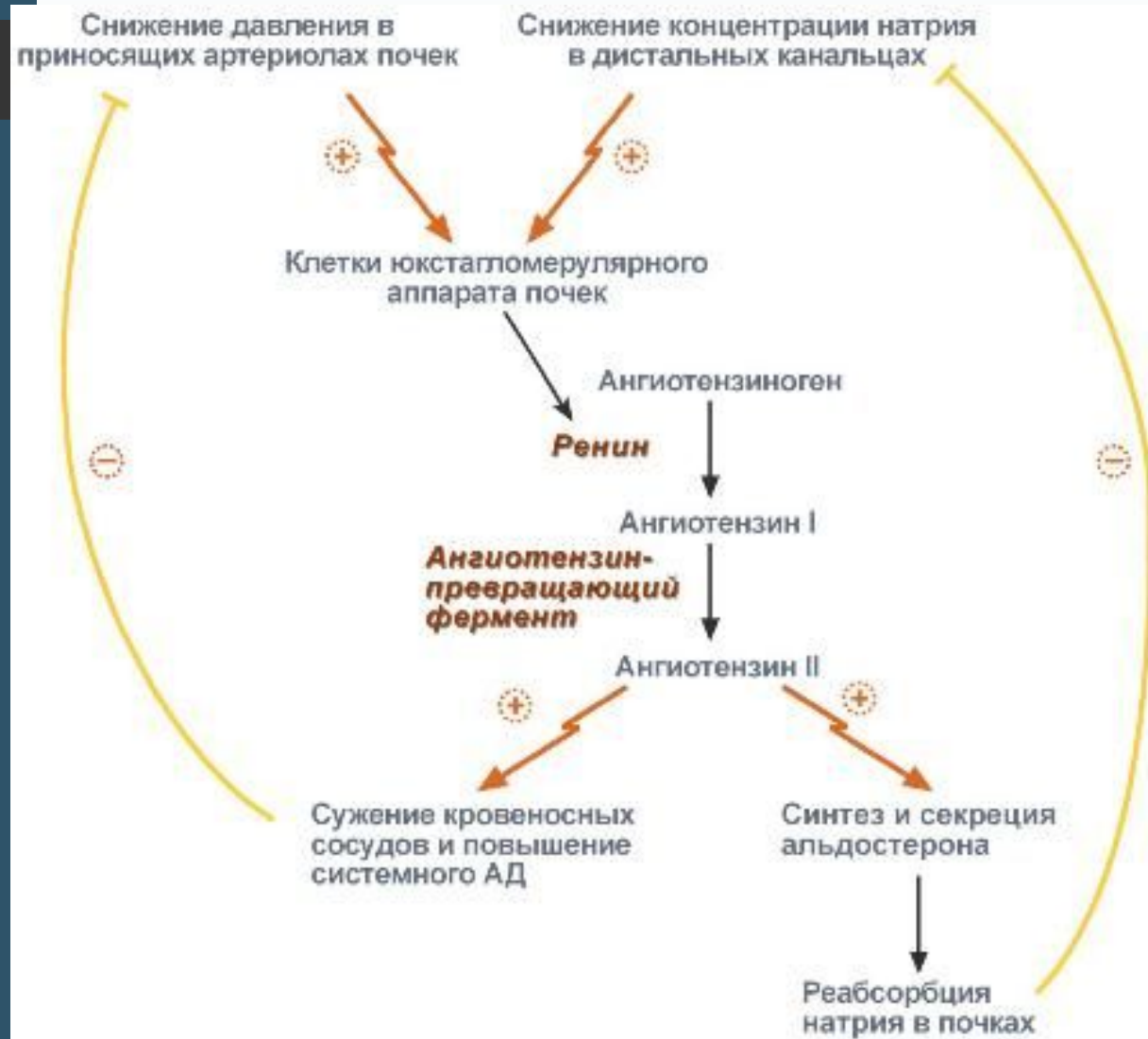
Гуморальная регуляция осуществляется такими гормонами:

- **вазопрессин, или АДГ**, стимулирует обратное всасывание воды (при усиленной секреции АДГ мочеобразования уменьшается, а при пониженной - наоборот);

- **альдостерон** усиливает реабсорбцию ионов натрия, калия, тормозит обратное всасывание кальция

- **тироксин** усиливает мочеобразования, **адреналин** - ослабляет.

Раздражение о концентрации солей воспринимается рецепторами, которые располагаются в кровеносных сосудах. Возбуждение от рецепторов поступает в центр мочеобразования в промежуточном мозге. От промежуточного мозга поступают сигналы к гипофизу, который выделяет антидиуретический гормон (АДГ). АДГ усиливает всасывание воды в канальцах (реабсорбцию), вследствие чего моча становится концентрированнее и с ней из организма выходит избыток солей.



- Минералокортикоид **альдостерон** в почках увеличивает выделение калия с мочой и реабсорбцию натрия. Секреция данного гормона в организме контролируется ренин-ангиотензинной системой. **Глюкокортикоиды** увеличивают диурез, стимулируя скорость клубочковой фильтрации и уменьшая реабсорбцию воды, а также повышают экскрецию кальция.
- **Катехоламины** при небольшом повышении их уровня в крови усиливают фильтрацию из-за сужения выносящих сосудов клубочков. При значительном возрастании концентрации катехоламинов, приносящие и выносящие артериолы сужаются одновременно, что ослабляет или даже прекращает фильтрацию.
- Кроме этого, катехоламины стимулируют секрецию ренина почками, который является одним из представителей **ренин-ангиотензиновой системы**. Он секретируется юкстагломерулярным аппаратом кортикальных нефронов и ускоряет превращение циркулирующего в крови ангиотензиногена в ангиотензин I. Последний в присутствии соответствующих ферментов (преимущественно в легких и почках) превращается в ангиотензин II, который сужает артериолы, усиливает реабсорбцию  $\text{Na}^+$ , а при выходе в системный кровоток стимулирует секрецию гормонов (альдостерона и АДГ) и появление чувства жажды.



# Состав и физико-химические свойства мочи

Органические вещества	Количество, кг (г)	Неорганические вещества	Количество, кг (г)
Мочевина	$25 \cdot 10^{-3} - 35 \cdot 10^{-3}$ (25—35)	Хлорид натрия	$10 \cdot 10^{-3} - 15 \cdot 10^{-3}$ (10—15)
Мочевая кислота	$1,7 \cdot 10^{-3}$ (1,7)	Сульфаты	$2,5 \cdot 10^{-3}$ (2,5)
Креатинин	$1,5 \cdot 10^{-3}$ (1,5)	Фосфаты	$2,5 \cdot 10^{-3}$ (2,5)
Гиппуровая кислота	$0,7 \cdot 10^{-3}$ (0,7)	Окись калия	$3,3 \cdot 10^{-3}$ (3,3)
		» кальция	$0,8 \cdot 10^{-3}$ (0,8)
		» магния	$0,8 \cdot 10^{-3}$ (0,8)
		Аммиак	$0,7 \cdot 10^{-3}$ (0,7)

**Моча́, или ури́на** — вид экскрементов, продукт жизнедеятельности животных и человека, выделяемый почками.

Количество выделяемой в сутки мочи называется диурез. Состав мочи зависит от факторов окружающей среды (температуры и влажности воздуха), а также от активности человека, его пола, возраста, веса, состояния здоровья. Суточный диурез в норме составляет 800—1500 см<sup>3</sup>.

Химический и микроскопический анализ мочи имеет важное диагностическое значение. При диабете в моче находят сахар, при нефритах — белок, мочевые цилиндры. Любые отклонения от нормального состава мочи указывают на неправильный обмен веществ в организме.

**Почки выделяют из организма «ненужные» и задерживают необходимые вещества для обеспечения обмена воды, электролитов, глюкозы, аминокислот и поддержания кислотно-основного баланса. Реакция мочи – рН – в значительной мере определяет эффективность и особенность этих механизмов. В норме реакция мочи слабокислая (рН 5,0–7,0). Она зависит от многих факторов: возраста, диеты, температуры тела, физической нагрузки, состояния почек и др. Наиболее низкие значения рН – утром натощак, наиболее высокие – после еды.**