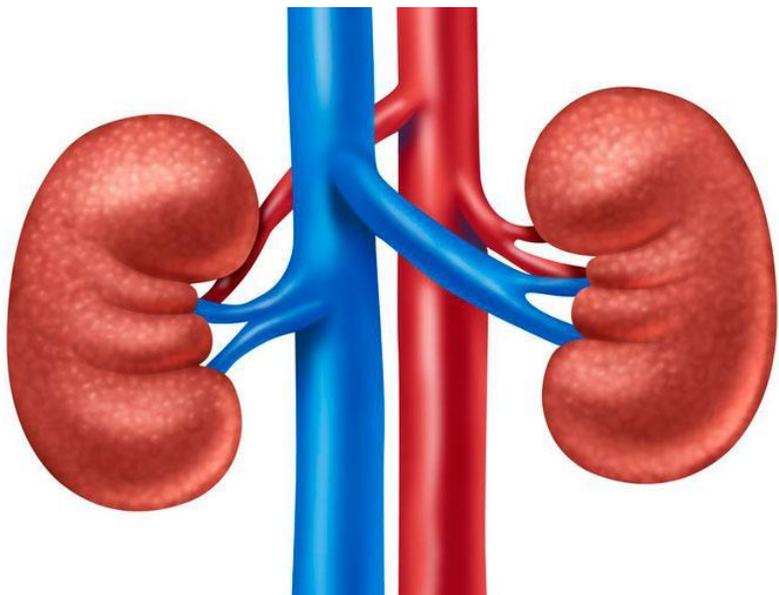


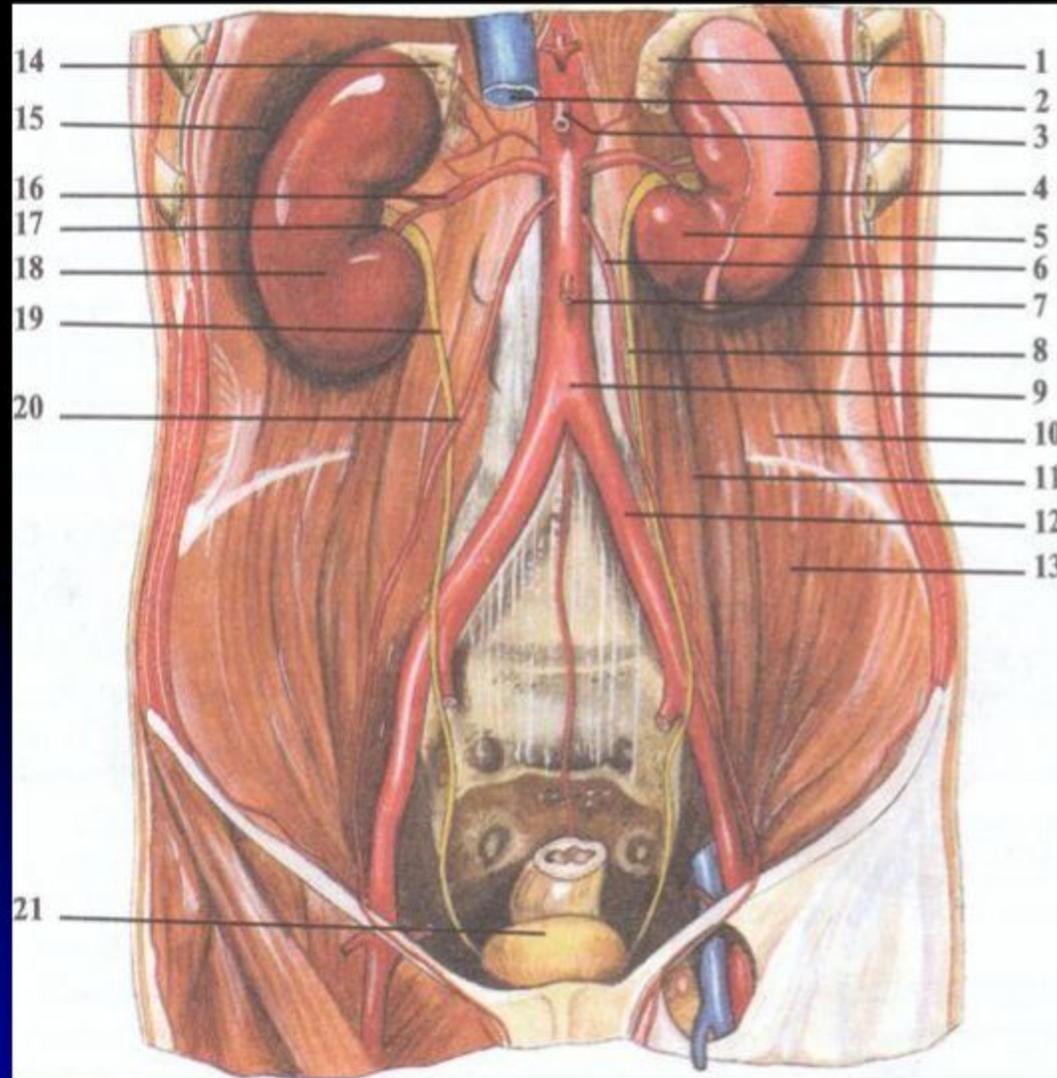
# **Анатомия и физиология мочевыделительной системы**



# Строение мочевыделительной системы

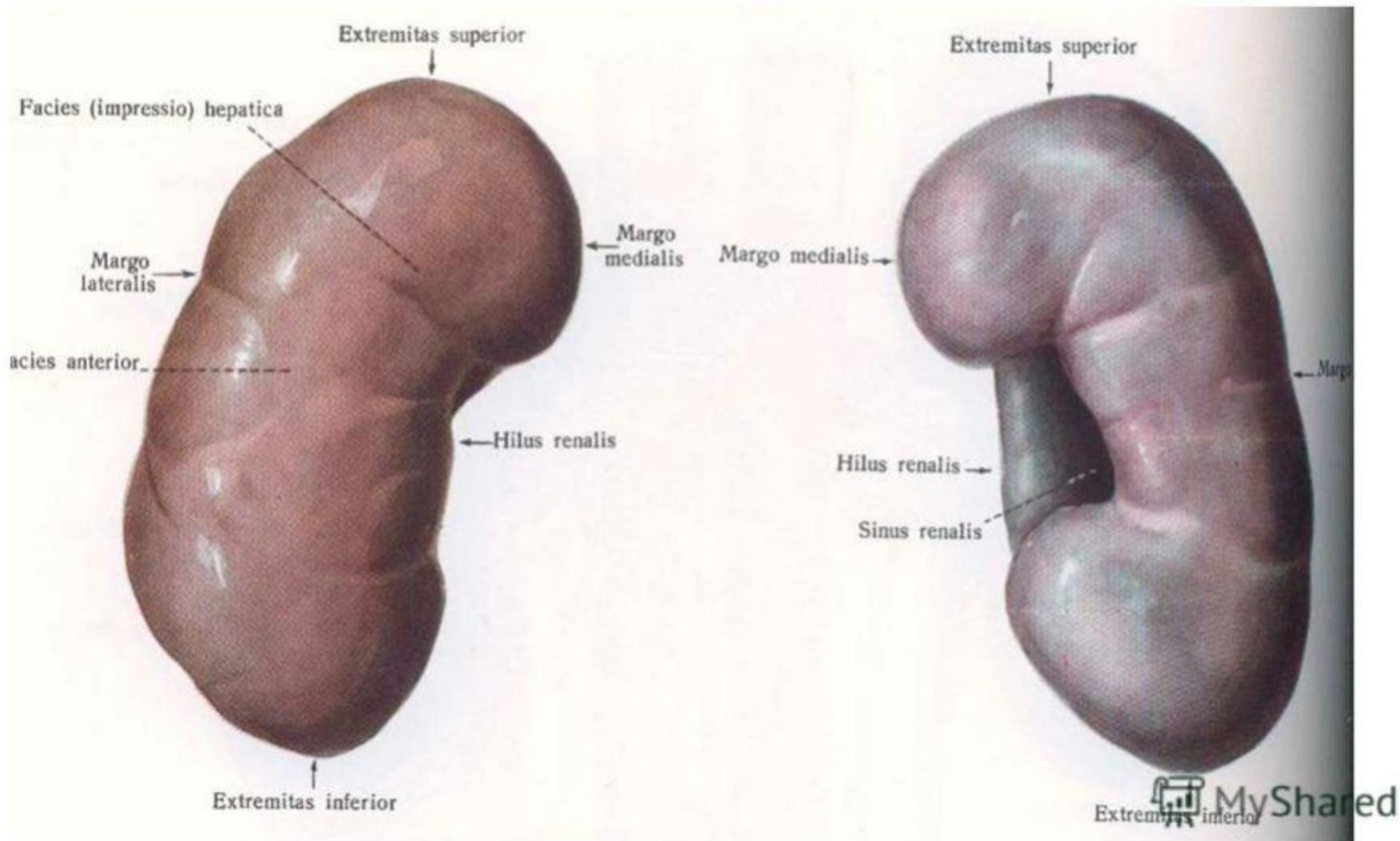


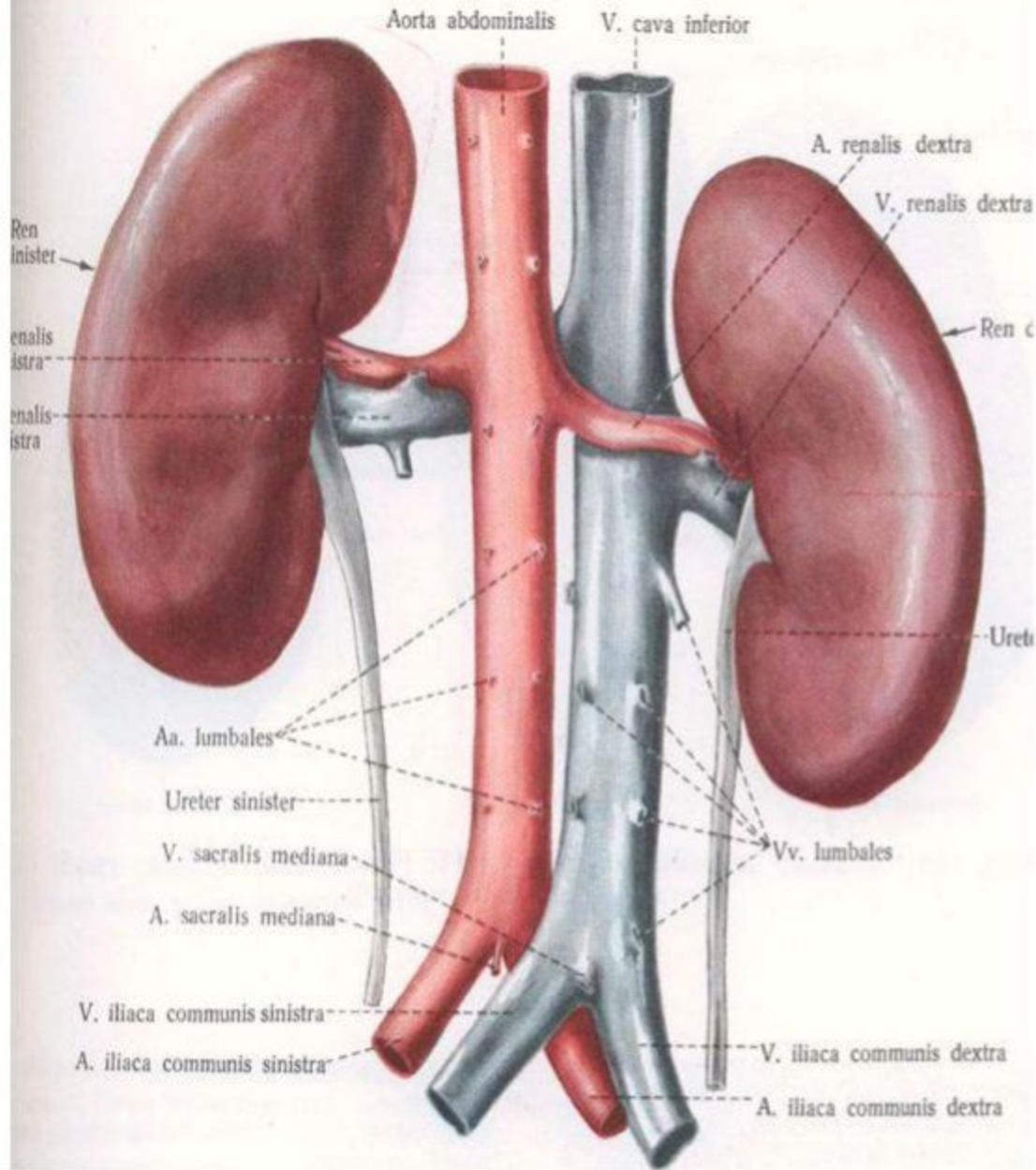
# Топография почек



- А — вид спереди:
- 1 — левый надпочечник
- 2 — нижняя полая вена отрезана;
- 3 — верхняя брыжеечная артерия
- 4 — фиброзная капсула почки;
- 5 — левая почка;
- 6 — левая яичковая артерия
- 7 — нижняя брыжеечная артерия
- 8 — левый мочеточник
- 9 — брюшная аорта
- 10 — квадратная мышца поясницы
- 11 — большая поясничная мышца
- 12 — левая общая подвздошная артерия
- 13 — подвздошная мышца
- 14 — правый надпочечник
- 15 — диафрагма
- 16 — правая почечная артерия
- 17 — почечные ворота
- 18 — правая почка

# Внешнее строение почки

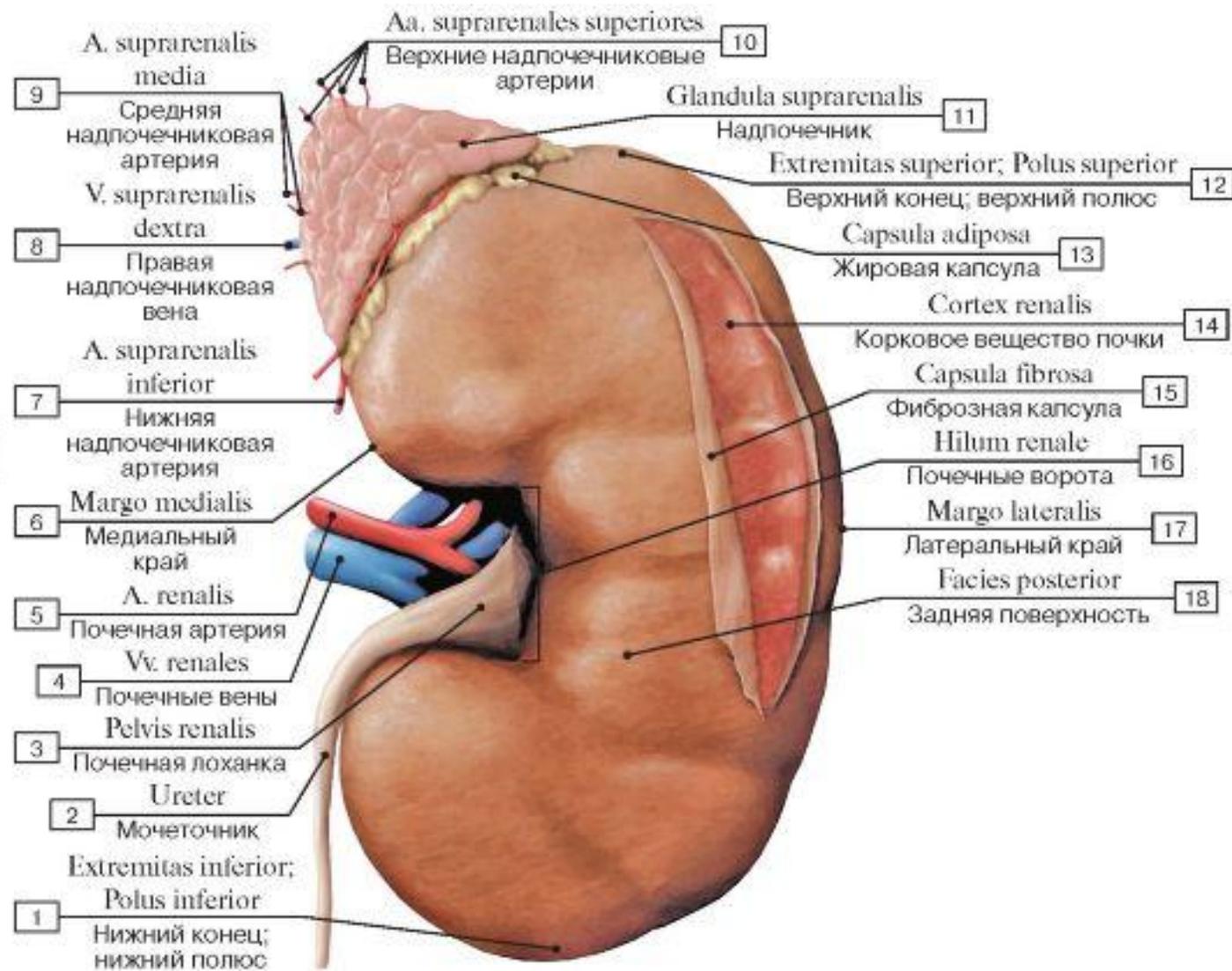




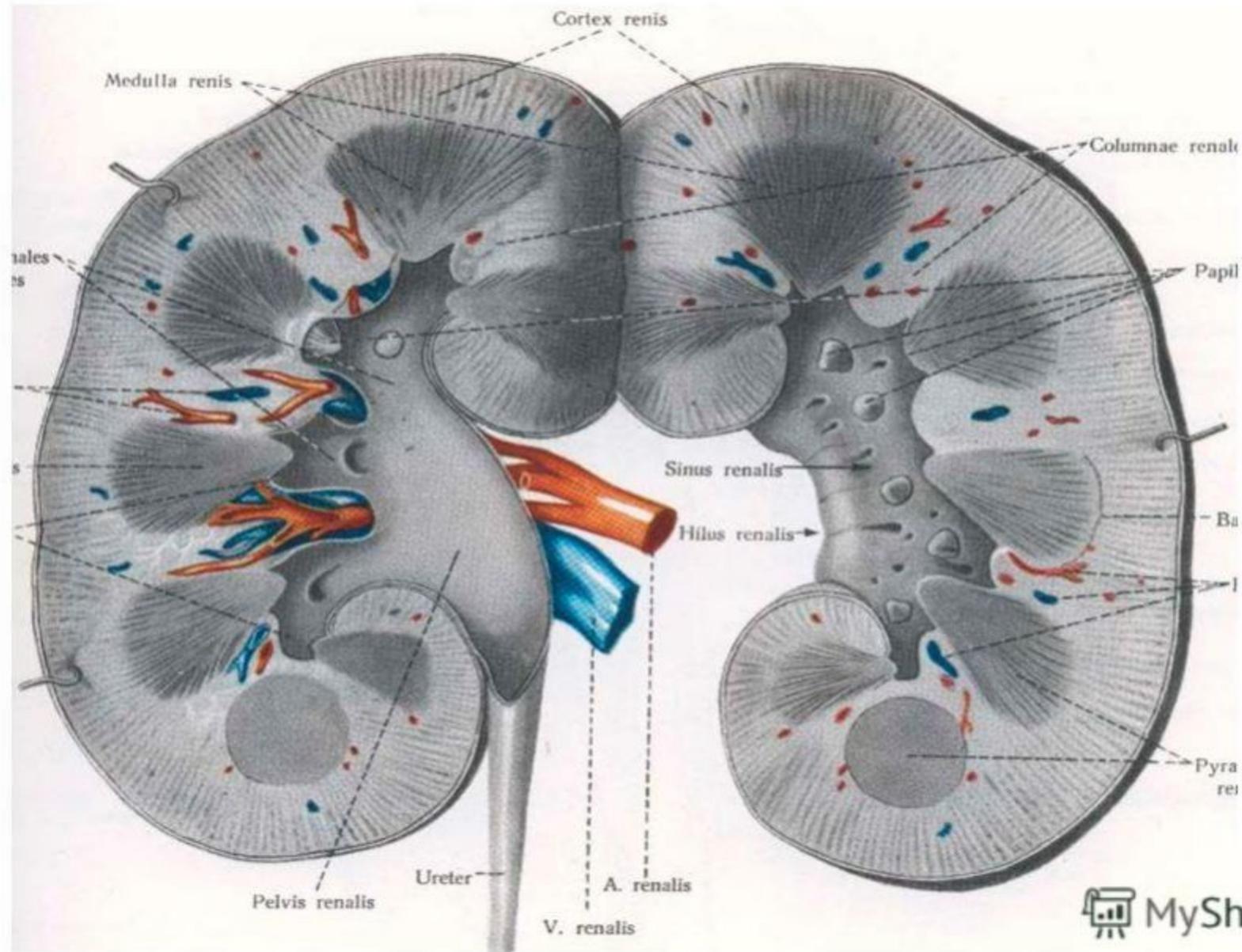
# Ворота почек

# Капсулы почки:

- Фиброзная
- Жировая
- Почечная фасция



# Внутреннее строение



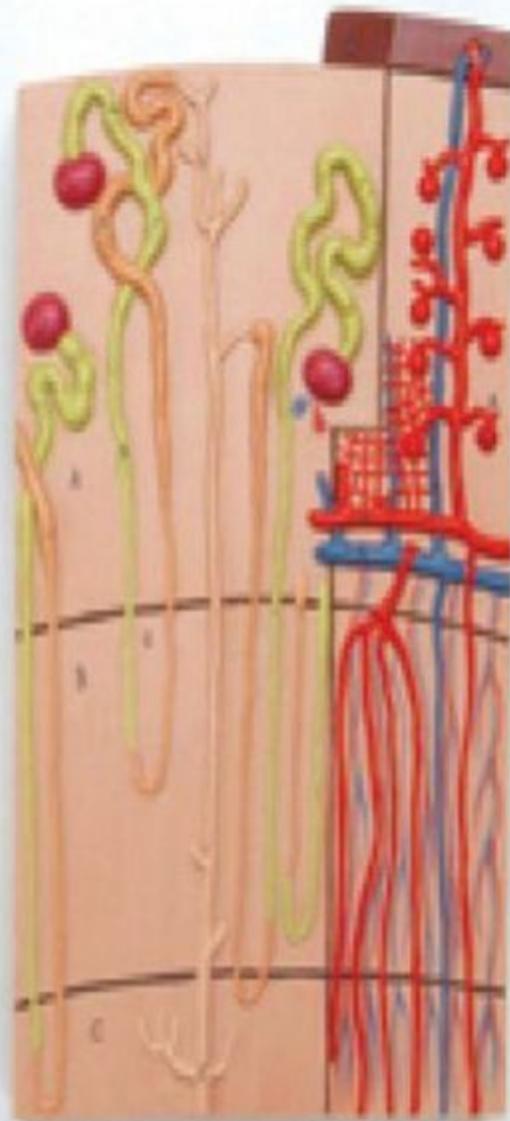
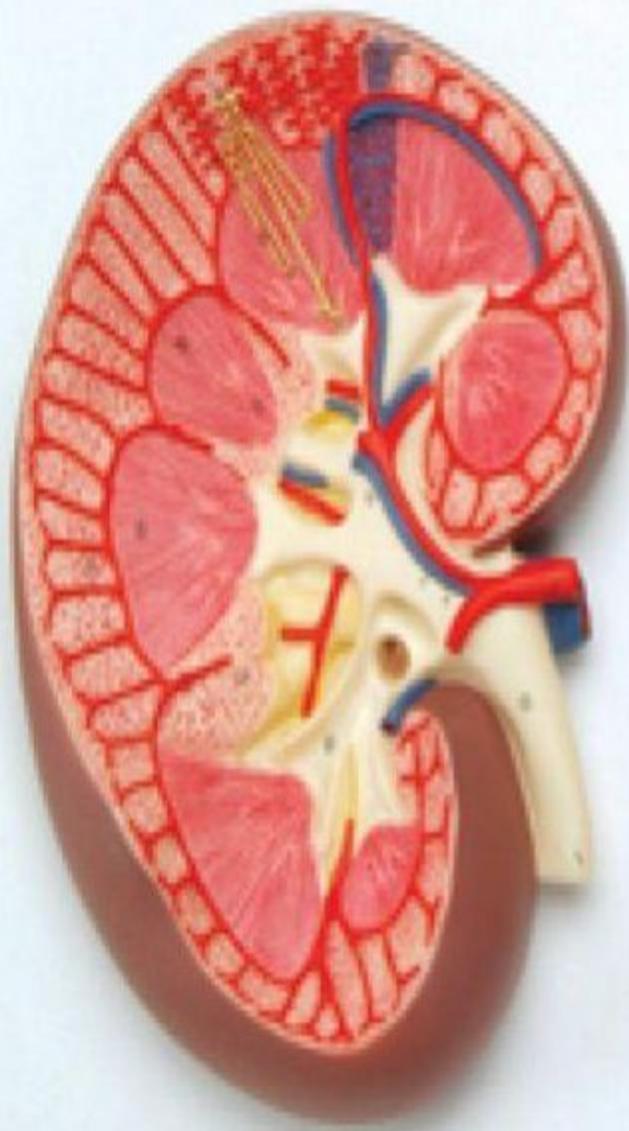
# Кровоснабжение почки

В обычных условиях через обе почки, составляющие лишь около 0,43% массы тела здорового человека, проходит от 1/4 до 1/5 объема крови, выбрасываемой сердцем.

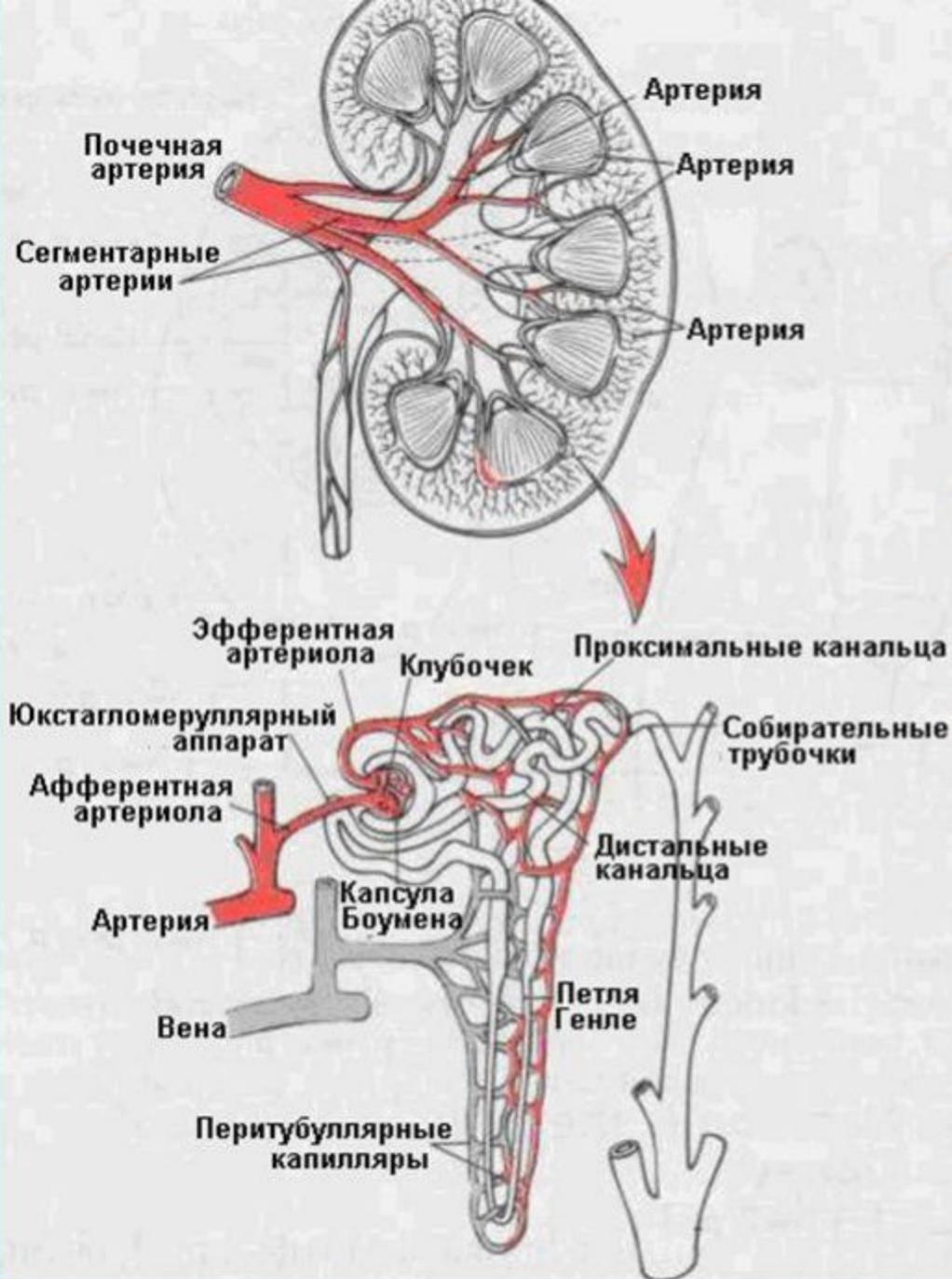
Особенность почечного кровотока состоит также в том, что в широких пределах изменения артериального давления (от 90 до 190 мм рт. ст.) кровоток почки остается постоянным. Это обусловлено специальной системой саморегуляции кровообращения в почке.

Короткие почечные артерии отходят от брюшного отдела аорты, постепенно разветвляются в почке на все более мелкие сосуды. В почечный клубочек входит **приносящая (афферентная) артериола**, в нем она распадается на капилляры. При слиянии они образуют **выносящую (эфферентную) артериолу**, по которой кровь оттекает от клубочка. Вскоре после отхождения от клубочка **эфферентная артериола вновь распадается на капилляры**, образуя густую сеть вокруг проксимальных и дистальных извитых канальцев. Таким образом, большая часть крови в почке дважды проходит через капилляры — вначале в клубочке, затем вокруг канальцев.

Отличие кровоснабжения юкстамедуллярного нефрона в том, что эфферентная артериола не распадается на окологанальцевую капиллярную сеть, а образует прямые сосуды, спускающиеся в мозговое вещество.



# Кровообращение ПОЧКИ:



- через почки проходит до 25% сердечного выброса (1000- 1200 мл/мин),
- давление в капиллярах клубочка около 65-70 мм рт.ст.,
- выносящий сосуд меньшего диаметра, чем приносящий, что повышает сопротивление кровотоку.

# Функции почек

I. **Экскреторная.** Выделение продуктов метаболизма (образование и выделение мочи).

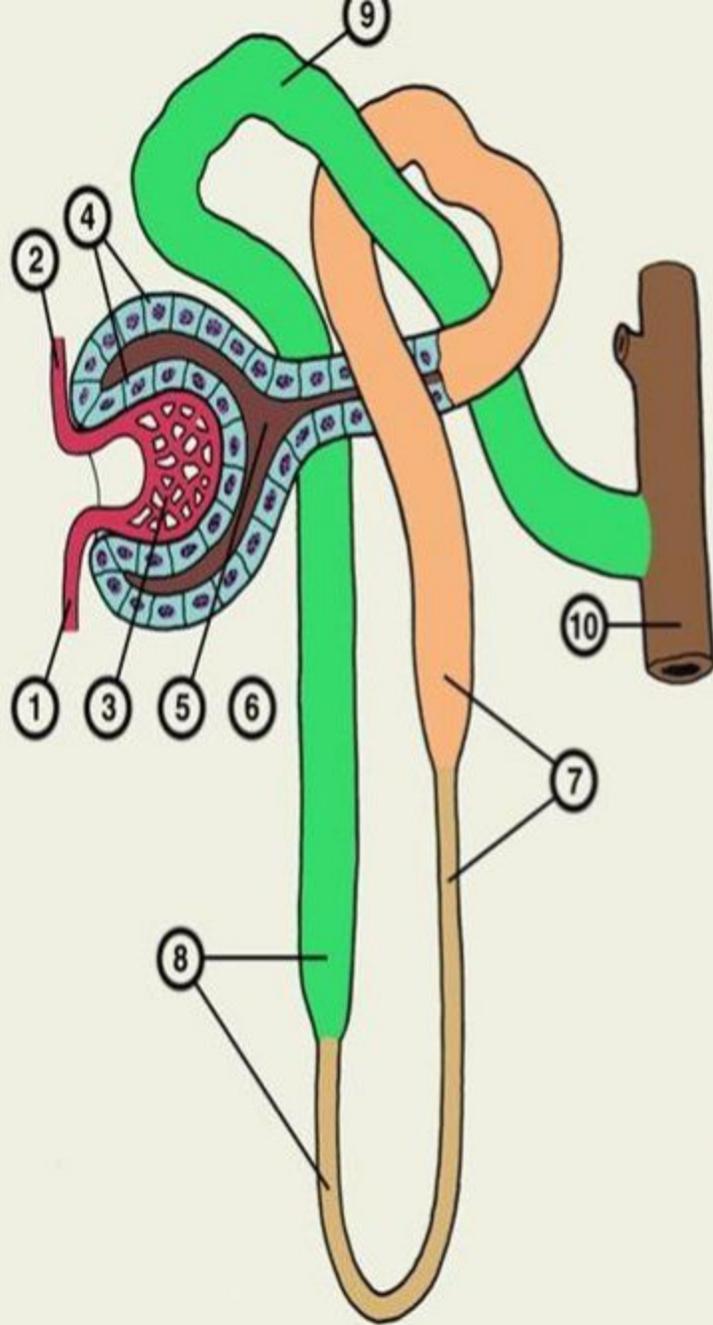
II. **Инкреторная.** Образование биологически активных веществ (ренин, медуллин, простагландин, брадикинин).

III. **Внеэкскреторная:**

- регуляция АД (ренин-ангиотензиновая система)
- участие в эритропоэзе
- участие в свертывании крови
- участие в метаболизме (белков, жиров, углеводов)
- активация витамина Д<sub>3</sub>

Все эти функции обеспечивают поддержание гомеостаза в организме.

# Нефрон



- Это структурная и функциональная единица почки
- В почке около 2 млн нефронов
- Есть несколько разных видов нефронов
- Части нефрона:

-почечный клубочек – мальпигиев клубочек

-проксимальный сегмент – проксимальный извитой каналец

-проксимальный прямой каналец

-тонкая нисходящая ветвь петли Генле

-толстая восходящая ветвь петли Генле, которая подходит к клубочку, образуя плотное пятно –

юктагломерулярный аппарат

- Дистальный извитой каналец

Каждый нефрон начинается **двустенной капсулой** (Шумлянскогo — Боумена), внутри которой находится **клубочек капилляров** — мальпигиево тельце.

Полость капсулы переходит в просвет **проксимального канальца**, особенностью клеток которого является наличие щеточной каемки — большого количества микроворсинок, обращенных в просвет канальца.

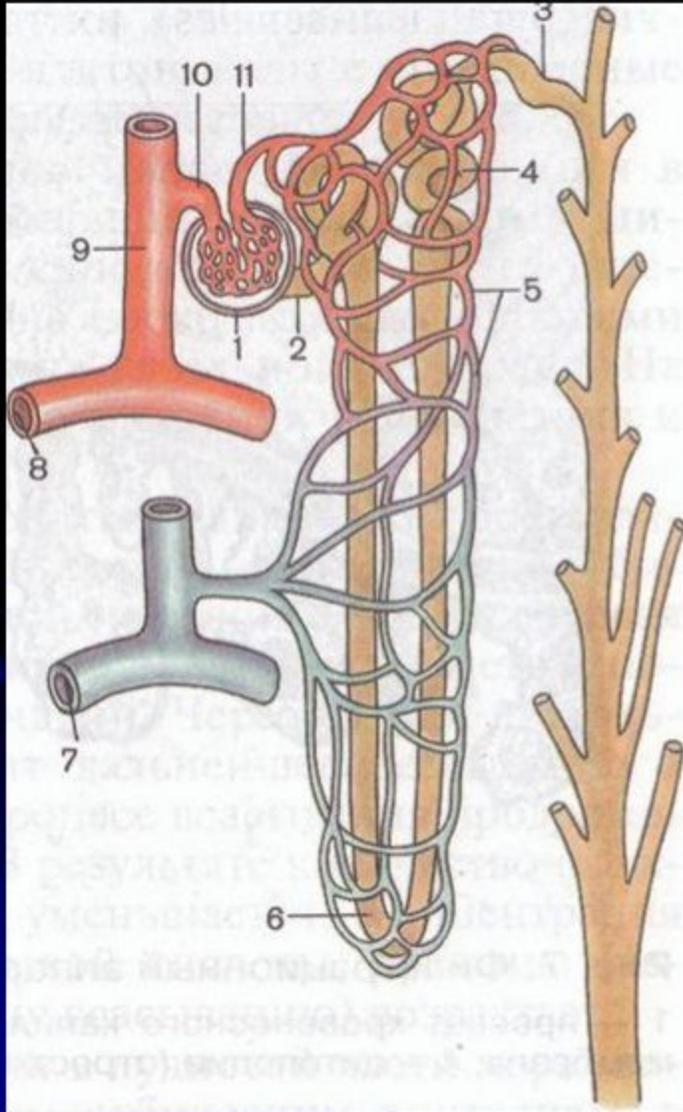
Следующий отдел нефрона — **тонкая нисходящая часть петли нефрона (петли Генле)**. Каналец может глубоко спускаться в мозговое вещество, где он изгибается на 180°, образует петлю и поворачивает в сторону коры почки, образуя **восходящую часть петли нефрона**.

Восходящий отдел петли нефрона поднимается почти до уровня клубочка своего же нефрона, где начинается **дистальный извитой каналец**. Этот отдел канальца обязательно прикасается к клубочку между приносящей и выносящей артериолами.

Дистальный извитой каналец переходят в конечный отдел нефрона — короткий **связующий каналец**, впадающий в **собирательную трубку**.

Начинаясь в коре почки, собирательные трубки сливаются, образуют более крупные выводные протоки, проходящие через мозговое вещество. Они открываются в полость почечной лоханки.

# Строение нефрона и его взаимоотношение с кровеносными сосудами



- 1 — почечное тельце;
- 2 — проксимальный извитой каналец;
- 3 — собирательная трубочка;
- 4 — дистальный извитой каналец;
- 5 — околоканальцевая капиллярная сеть;
- 6 — петля нефрона;
- 7 — дугообразная вена;
- 8 — дугообразная артерия;
- 9 — междольковая артерия;
- 10 — приносящая клубочковая артерия (приносящий сосуд);

# ТИПЫ НЕФРОНОВ

- **СУПЕРФИЦИАЛЬНЫЕ - 20-30%**
- **ИНТРАКОРТИКАЛЬНЫЕ - 60-70%**
- **ЮКСТАМЕДУЛЛЯРНЫЕ - 10-15%**

**В почке функционирует несколько различных типов нефронов:**

суперфициальные (поверхностные),  
интракортикальные и  
юкстамедуллярные .

**Различие между ними заключается:**

в локализации,  
величине клубочков ,  
в длине отдельных участков нефрона, особенно петель нефрона.

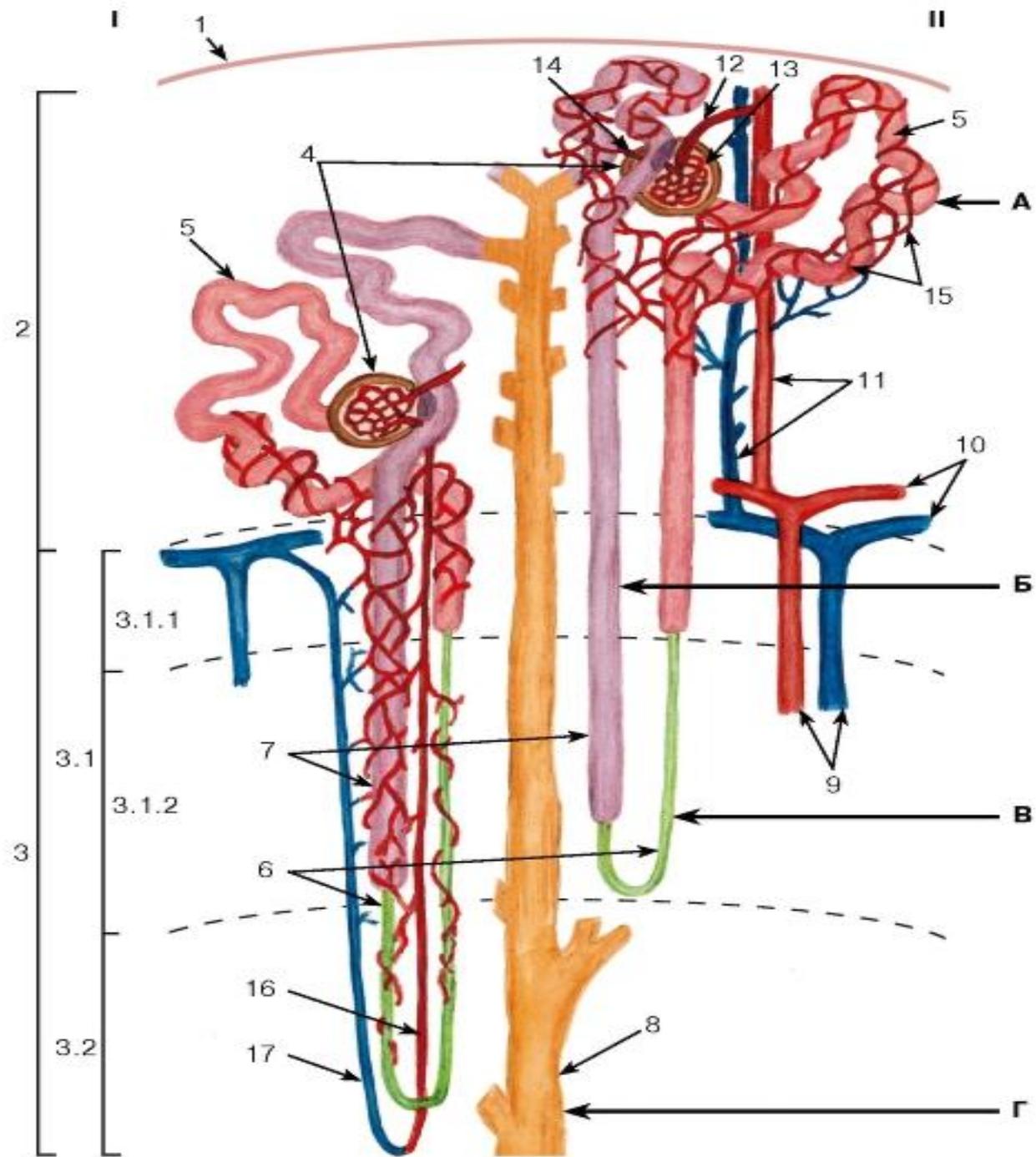
**У юкстамедуллярных** нефронов клубочки крупнее, располагаются на границе коркового и мозгового слоев, имеют длинную петлю Генле.

**У суперфициальных и интракортикальных** нефронов клубочки мельче имеют короткую петлю нефрона.

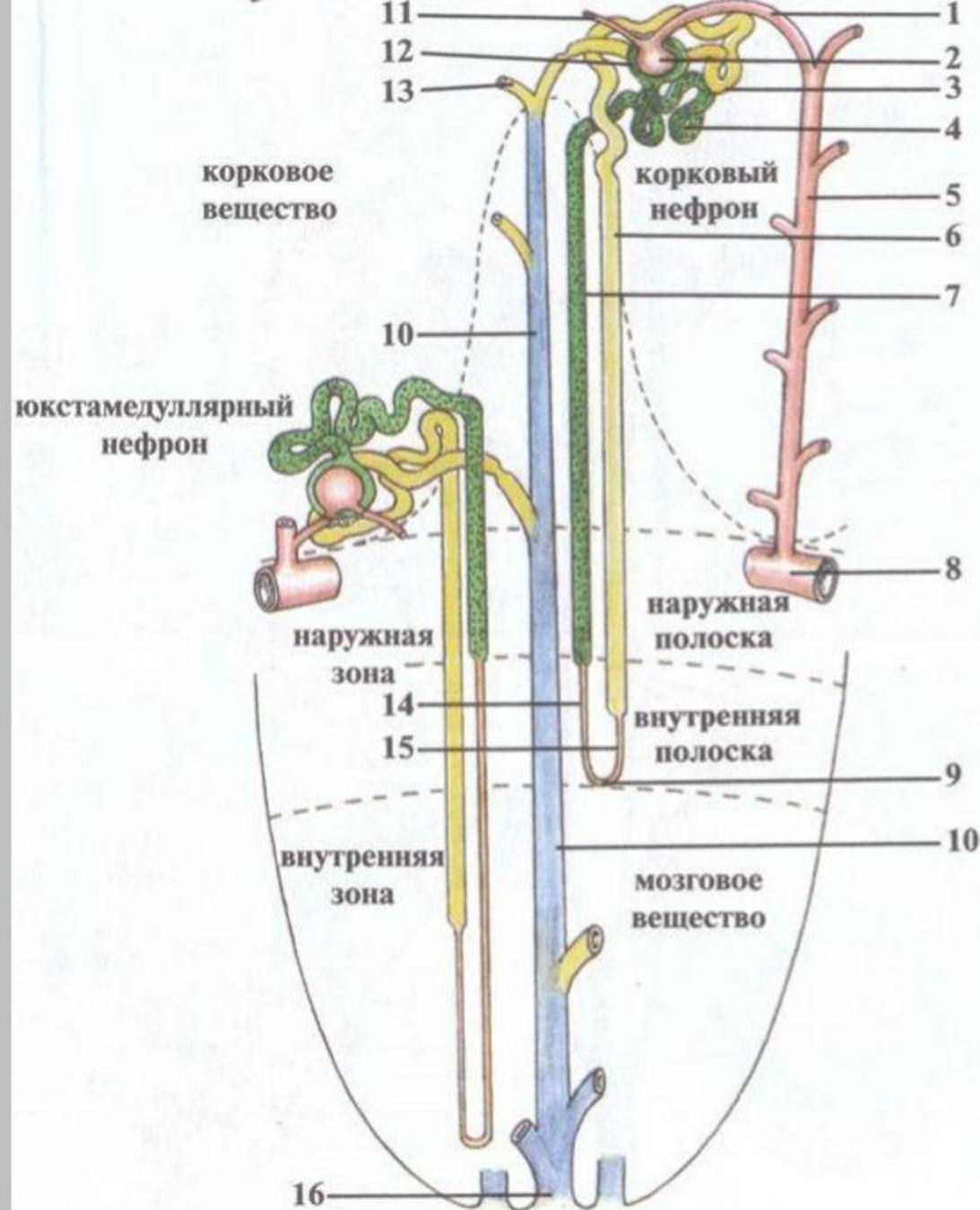
**В корковом слое** находятся почечные клубочки, проксимальные и дистальные отделы канальцев.

**В наружном слое мозгового вещества** — тонкие нисходящие и толстые восходящие отделы петель нефрона, собирательные трубки, .

**Во внутреннем слое мозгового вещества** располагаются тонкие отделы петель нефрона и собирательные трубки.

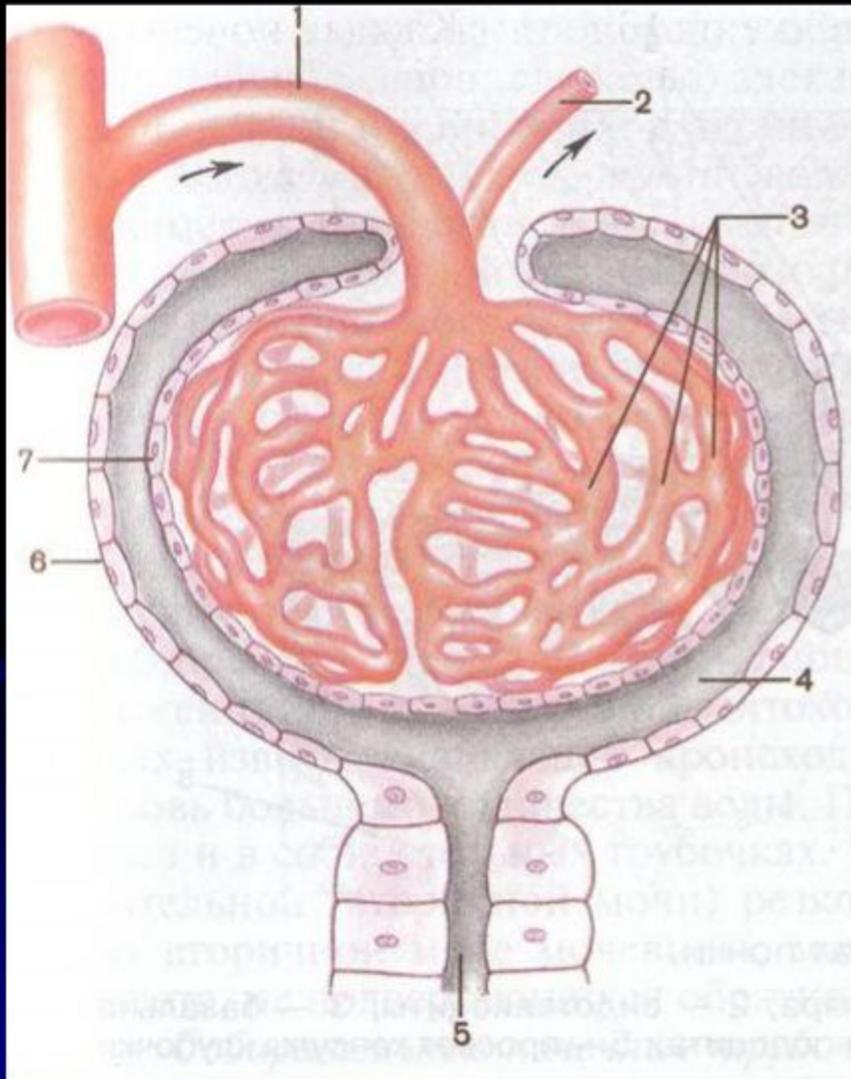


# Строение нефрона



- 1 — прносящая артериола
- 2 — клубочек
- 3 — дистальный извитой каналец
- 4 - проксимальный извитой каналец
- 5 — междольковая артерия
- 6 — дистальный прямой каналец
- 7— проксимальный прямой каналец
- 8 — дуговая артерия
- 9 — петля нефрона;
- 10 — прямая собирательная трубочка
- 11 — выносящая клубочковая артериола
- 12 — капсула клубочка
- 13 — дуговая собирательная трубочка
- 14 - нисходящая часть тонкого канальца;
- 15 — восходящая часть тонкого канальца;
- 16 — сосочковый проток

# Строение почечного тельца



- 1 — приносящая клубочковая артериола (приносящий сосуд);
- 2 — выносящая клубочковая артериола (выносящий сосуд);
- 3 — сеть клубочковых капилляров;
- 4 — полость капсулы клубочка;
- 5 — проксимальный извитой каналец;
- 6 — наружная стенка капсулы клубочка;
- 7 — внутренняя

# **Фильтрационно-реабсорбционно-секреторная теория образования мочи**

Включает три процесса:

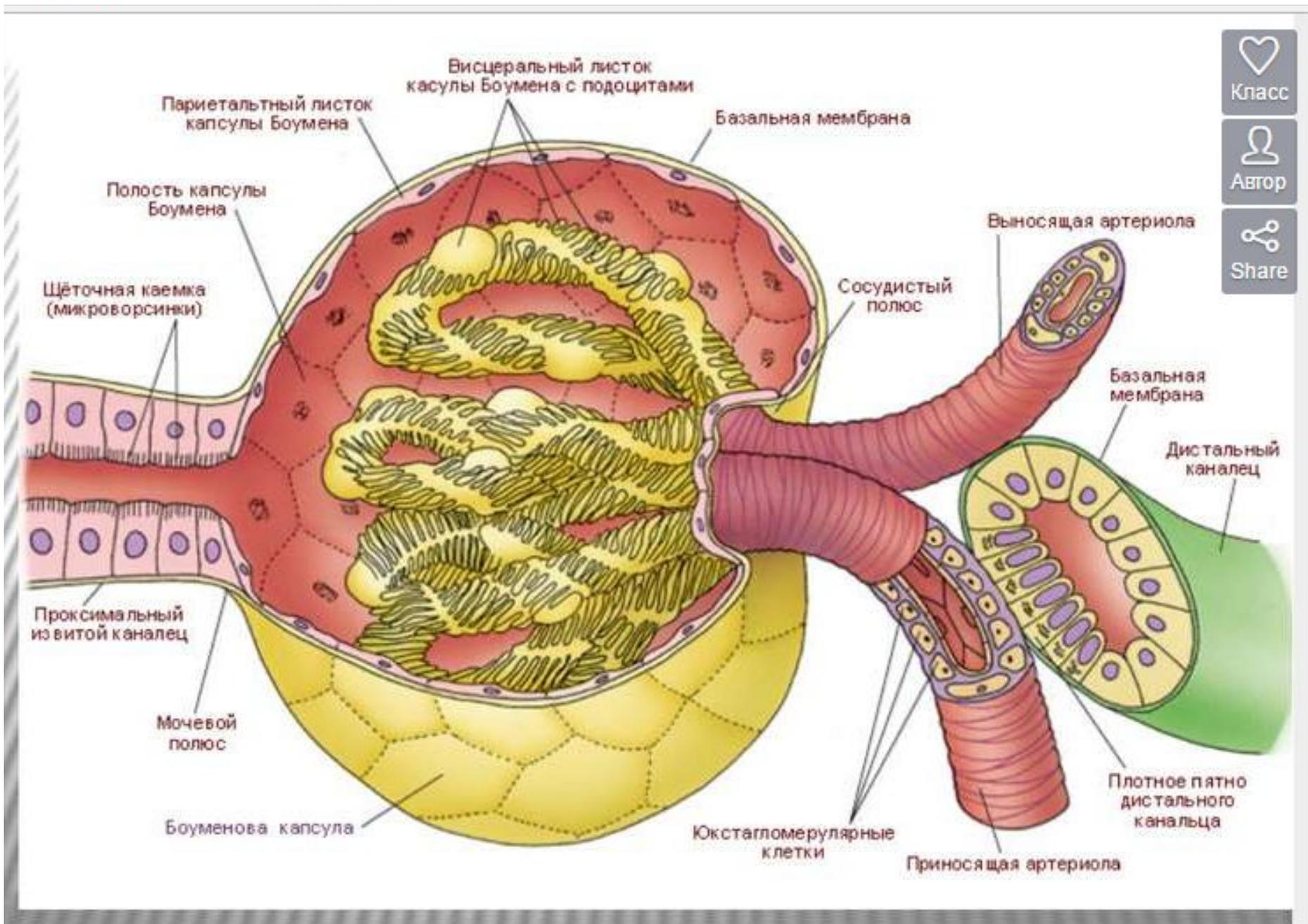
1. Клубочковая или гломерулярная фильтрация.
2. Канальцевая реабсорбция.
3. Канальцевая секреция.

**Клубочковая фильтрация** осуществляется из плазмы крови в капсулу Шумлянско-Боумена.

В результате образуется безбелковый ультрафильтрат плазмы – первичная или провизорная моча (150-180 л в сутки).

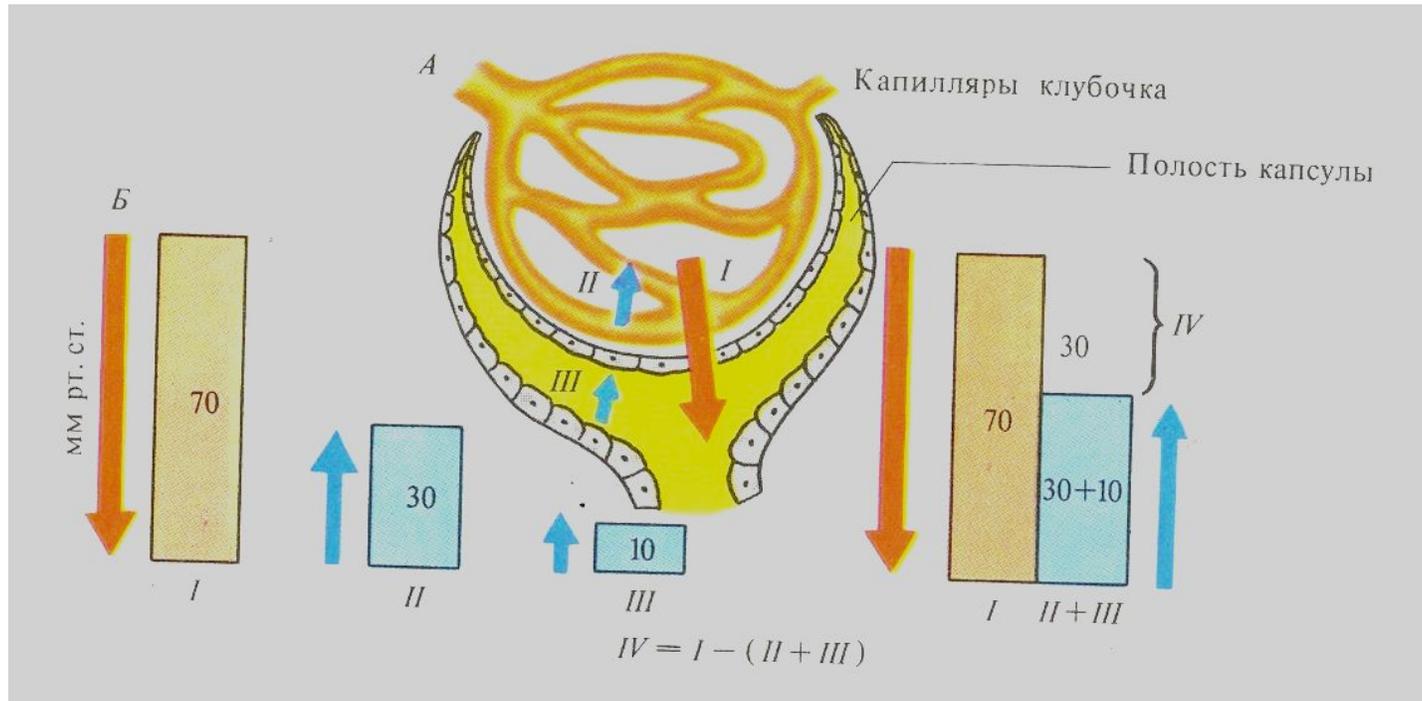
Фильтрационный барьер состоит из 3-х слоев:

1. Эндотелий капилляров.
2. Базальная мембрана.
3. Эпителий внутреннего листка капсулы (подоциты).



- Класс
- Автор
- Share

# Схема фильтрации



$$\Phi.д = К.д - (О.д + П.д)$$

Ф.д – фильтрационное давление (20 мм.рт.ст.)

К.д – давление крови в капиллярах клубочка (70 мм.рт.ст.)

О.д – онкотическое давление белков плазмы крови (30 мм.рт.ст.)

П.д – давление жидкости в капсуле (20 мм.рт.ст.)

**Канальцевая реабсорбция** – это обратное всасывание веществ из просвета канальцев в кровь.

### **Механизмы реабсорбции**

1. Активный транспорт
  - а) первично-активный (ионы Na)
  - б) вторично-активный (глюкоза, аминокислоты)
2. Пассивный транспорт (H<sub>2</sub>O, ионы Cl, мочевины)

**В проксимальном отделе** канальцев происходит обязательная реабсорбция следующих веществ:

- Глюкоза
- аминокислоты
- витамины
- вода
- 4/5 NaCl, соли

Различают пороговые и беспороговые вещества. Порог – это концентрация вещества в крови, при которой оно не может быть реабсорбировано полностью.

**Глюкоза** – пороговое вещество. Если количество глюкозы в крови больше **10ммоль/л**, то она полностью не реабсорбируется.

Появление глюкозы в моче называется глюкозурией.

Креатинин, инулин – не пороговые вещества (не реабсорбируются).

В нисходящем отделе петли Генле всасывается вода (пассивно по осмотическому градиенту).

В восходящем отделе петли Генле всасываются преимущественно ионы натрия (активный транспорт, сукцинат дегидрогеназа).

В дистальных извитых канальцах и собирательных трубочках происходит факультативное всасывание воды (под влиянием **антидиуретического гормона** (АДГ), а Na под влиянием **альдостерона**.

# ОБРАЗОВАНИЕ МОЧИ



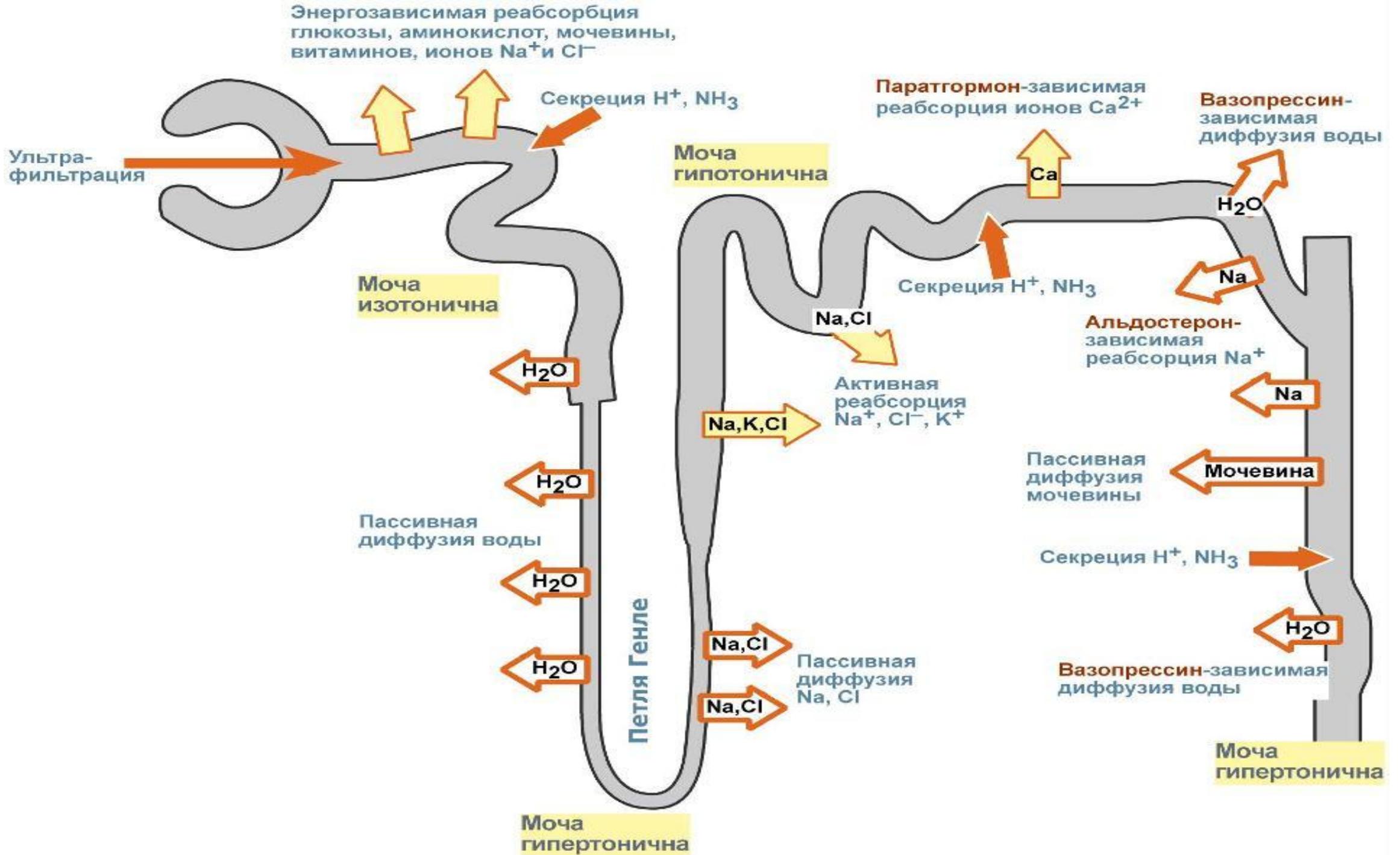
Всего в почечных канальцах реабсорбируется  
98-99% воды:

-в проксимальном отделе – 40-45% воды,

-в петле Генле – 25-28% воды,

-в дистальном - 10 % воды,

-в собирательных трубочках – 10-15 % воды



# Регуляция функции почек

## I. Нервная

- Парасимпатическая (увеличивает реабсорбцию глюкозы)
- Симпатическая (увеличивает реабсорбцию хлорида натрия)

## II. Рефлекторная (безусловно рефлекторные и условно рефлекторные изменения мочеобразования)

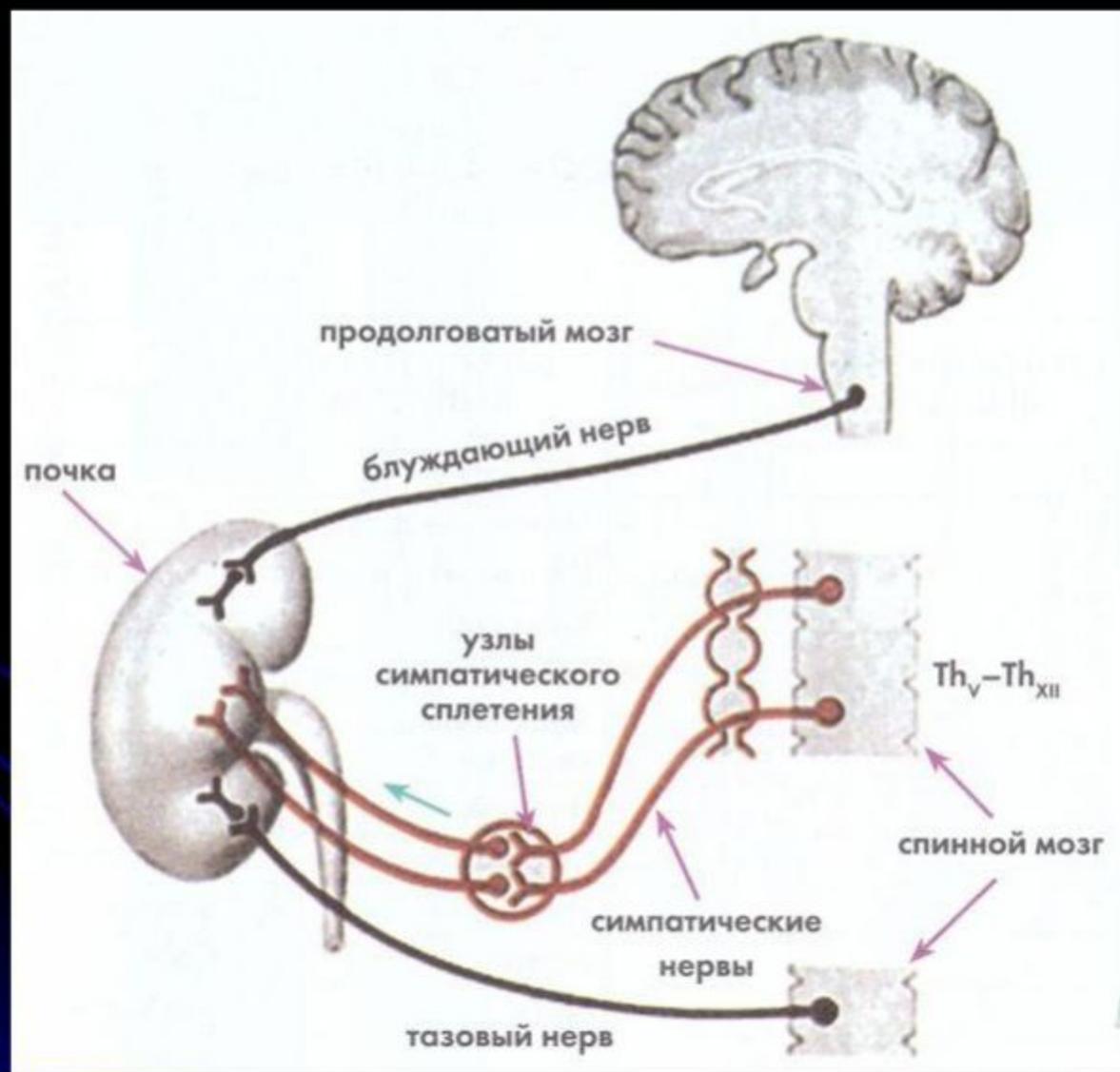
## III. Гуморальная

## Состав конечной мочи

(1000-1500 мл)

Органические вещества	Неорганические вещества
1. Мочевина. 2. Мочевая кислота. 3. Креатинин. 4. Гиппуровая кислота. 5. Урохром, уробилин.	$\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{NH}_4^+$ $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^-$ , $\text{PO}_4^{2-}$

# Пути нервной регуляции работы почек



# Гуморальная регуляция

Гормоны:

1. АДГ (антидиуретический гормон) – усиливает реабсорбцию воды.
2. Альдостерон – усиливает реабсорбцию ионов  $\text{Na}^+$ .
3. Натрийуретический гормон – усиливает выделение ионов  $\text{Na}^+$ .
4. Паратгормон – усиливает всасывание ионов  $\text{Ca}^{++}$ .
5. Тиреокальцитонин – усиливает выделение ионов  $\text{Ca}^{++}$ .
6. Адреналин – в малых дозах уменьшает фильтрацию, в больших – усиливает фильтрацию.
7. Тироксин – увеличивает диурез.
8. Соматотропный гормон – усиливает диурез.
9. Инсулин уменьшает выделение ионов  $\text{K}^+$ .

## Гуморальная регуляция работы почек

Ведущая роль в регуляции деятельности почек принадлежит гуморальной системе. На работу почек оказывают влияние многие гормоны, главными из которых являются антидиуретический гормон (АДГ), или вазопрессин, и альдостерон.

**Антидиуретический гормон (АДГ)**, или вазопрессин, способствует реабсорбции воды в дистальных отделах нефрона путем увеличения проницаемости для воды стенок дистальных извитых канальцев и собирательных трубочек.

При избытке АДГ может наступить полное прекращение мочеобразования. Уменьшение секреции АДГ вызывает развитие тяжелого заболевания несахарного диабета (несахарного мочеизнурения). При этом заболевании выделяется большое количество светлой мочи с незначительной относительной плотностью (до 25 л в сутки).

**Альдостерон** увеличивает реабсорбцию ионов натрия и секрецию ионов калия и водорода клетками почечных канальцев. Одновременно возрастает реабсорбция воды, которая всасывается пассивно по осмотическому градиенту, создаваемому ионами  $\text{Na}^+$ , что приводит к уменьшению диуреза. Гормон уменьшает реабсорбцию кальция и магния в проксимальных отделах канальцев.

## Гуморальная регуляция работы почек

**Натрийуретический гормон** усиливает выведение ионов натрия с мочой.

**Паратгормон** стимулирует реабсорбцию кальция и тормозит реабсорбцию фосфатов.

**Кальцитонин** тормозит реабсорбцию кальция и фосфата.

**Адреналин** в малых дозах суживает просвет выносящих артериол, в результате чего повышается гидростатическое давление, увеличиваются фильтрация и диурез. В больших дозах он вызывает сужение как выносящих, так и приносящих артериол, что приводит к уменьшению диуреза вплоть до анурии.

**Инсулин.** Его недостаток приводит к гипергликемии, глюкозурии, увеличению осмотического давления мочи и увеличению диуреза.

**Тироксин** усиливает обменные процессы, в результате чего в моче возрастает количество осмотически активных веществ, что приводит к увеличению диуреза.

**Соматотропин и андрогены** увеличивают секрецию парааминогиппуровой кислоты.

**Ренин-ангиотензин-альдостероновая система** участвует в регуляции почечного и системного кровообращения, объема циркулирующей крови, электролитного баланса организма.

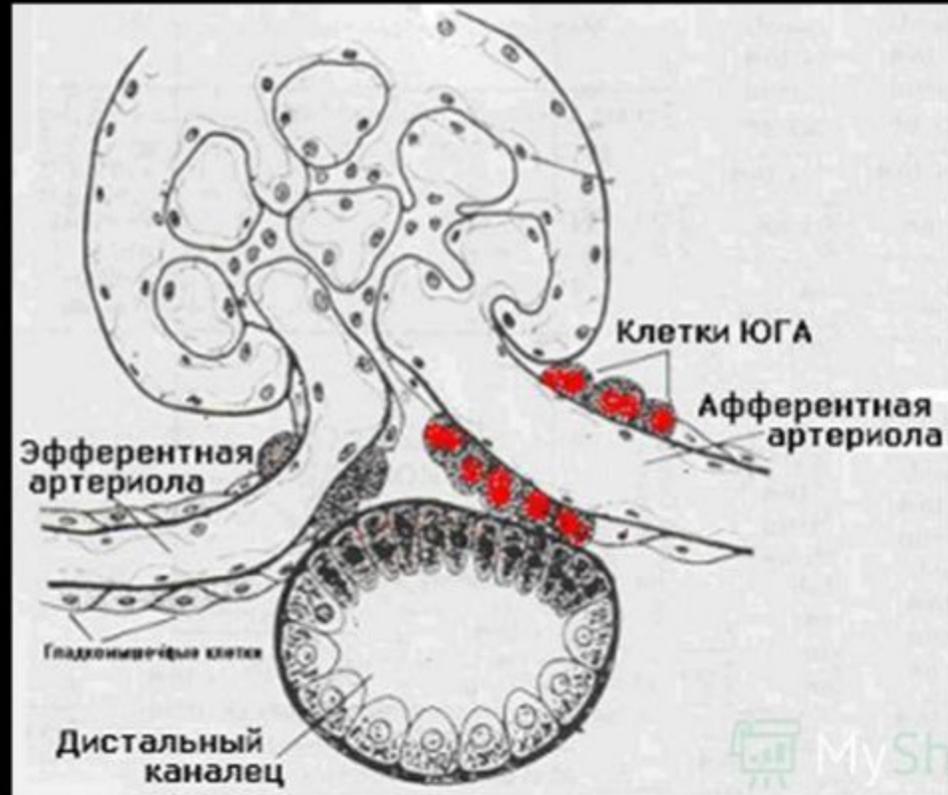
- **Кровоток:**
- **Миогенная ауторегуляция.**
- 1. **Сужение сосудов**  
**вызывают:**
  - *ангиотензин II;*
  - *производные арахидоновой кислоты – тромбоксан, лейкотриен;*
  - *и ряд других гормонов.*
  - **Вазодилататорами** *обеих сосудов являются ацетилхолин, дофамин, гистамин, простаглицлин.*

- **Мочеобразование:**
- **АДГ** (гипофиз) **создает условия для реабсорбции воды**
- **Альдостерон** - гормон коркового вещества надпочечников – обеспечивает реабсорбцию Na.
- **Натрийуретический гормон** предсердий – обеспечивает снижение реабсорбции Na

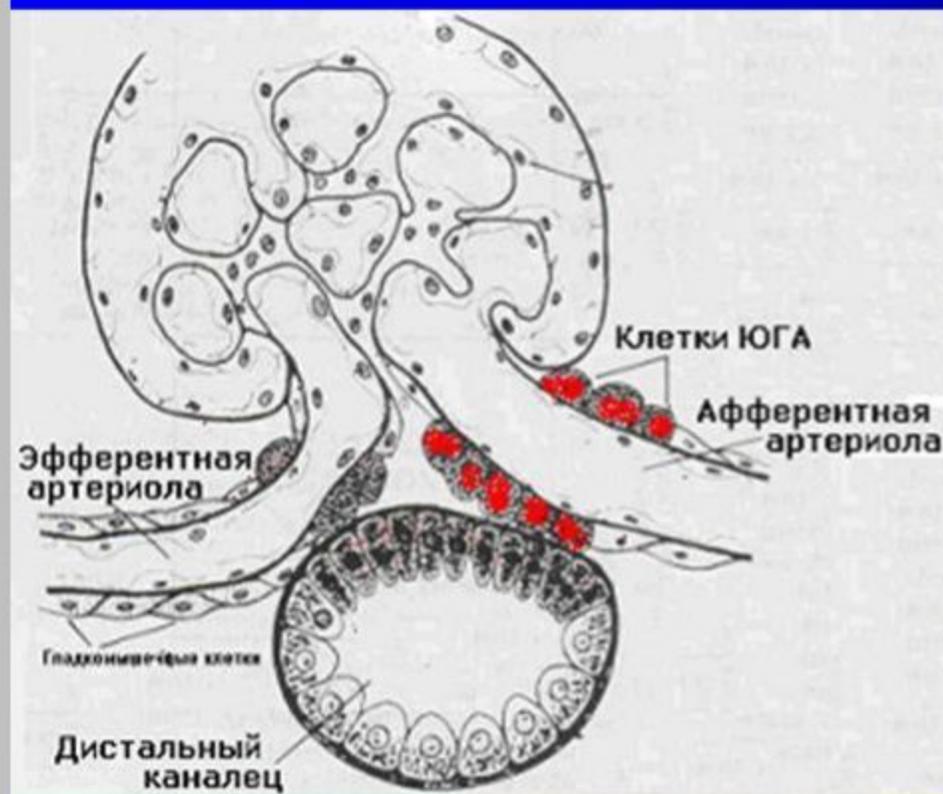


# Юкстагломерулярный комплекс

Это образование морфологически напоминает треугольник, две стороны которого представлены афферентной и эфферентной артериолами, а основание — клетками так называемого плотного пятна дистального канальца.



# Юкстагломерулярный аппарат (ЮГА) – регуляция почечного кровотока ренином



# АДГ

- Образование вазопрессина (АДГ) происходит в гипоталамусе откуда он по нейронам поступает в нейрогипофиз.
- Регулируется образование с помощью осморцепторов, контролирующих осмотическое давление крови.

