



ТАМБОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Г.Р. ДЕРЖАВИНА

Лекция на тему:

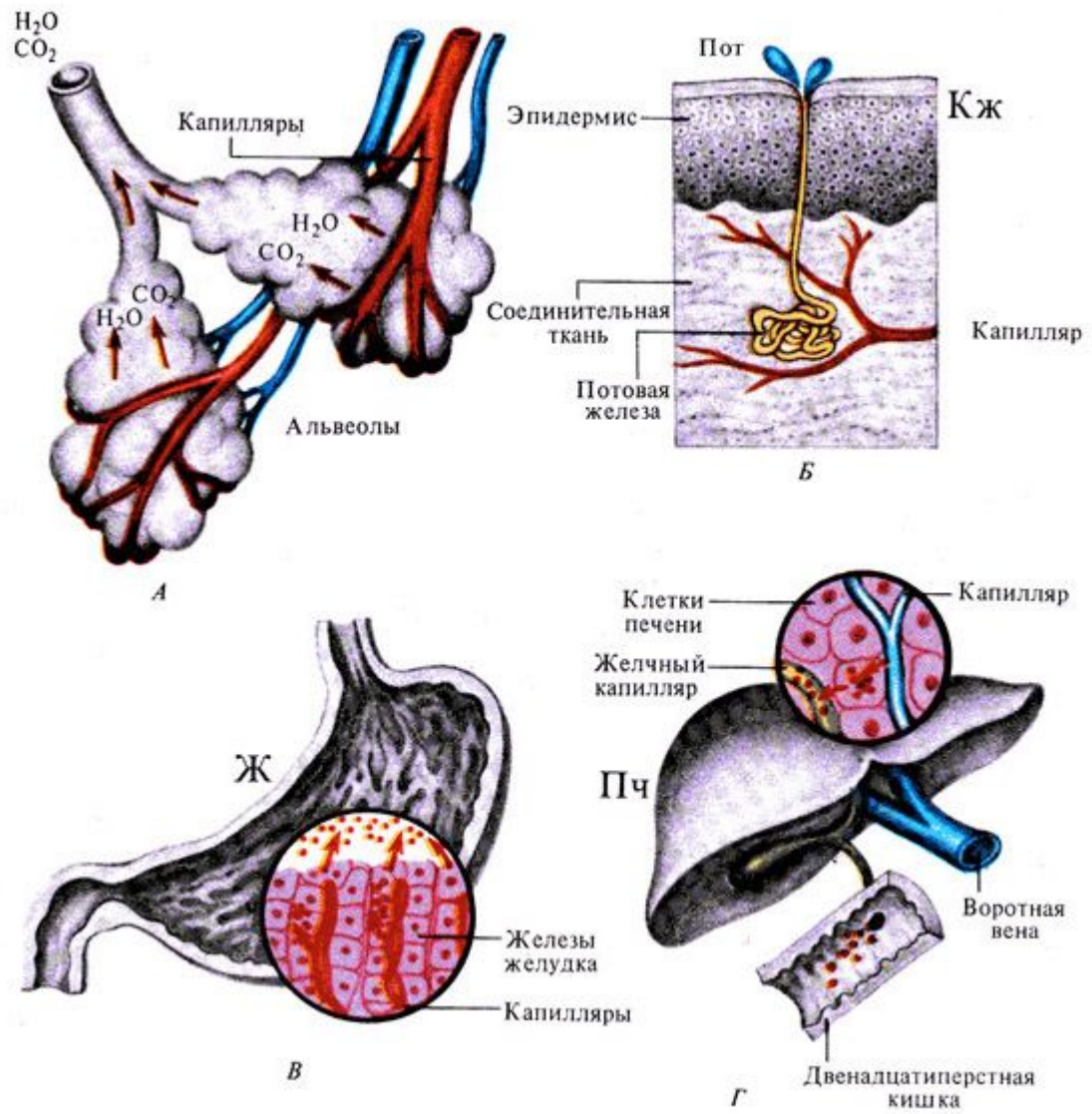
# ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

Шутова С.В.  
к.б.н., доцент

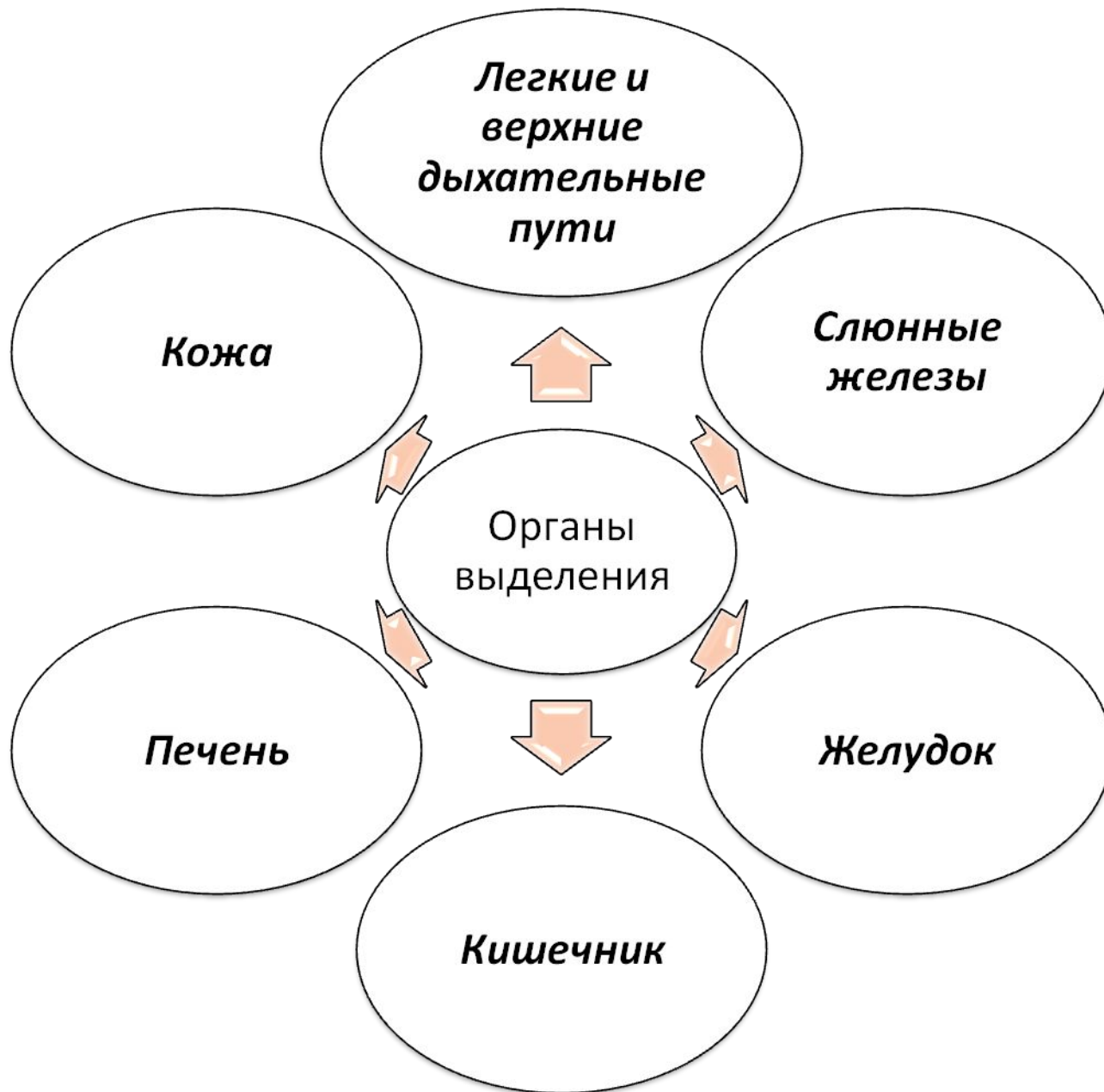
Тамбов 2019

- 1. Органы выделения и их функции**
- 2. Структурно-функциональные особенности почек**
- 3. Функции почек**
- 4. Механизмы мочеобразования**
- 5. Количество и состав мочи**
- 6. Нейрогуморальная регуляция мочеобразовательной функции почек.**
- 7. Мочевыведение, мочеиспускание и их регуляция**
- 8. Кислотно-щелочной баланс организма**

# **1. Органы выделения и их функции**

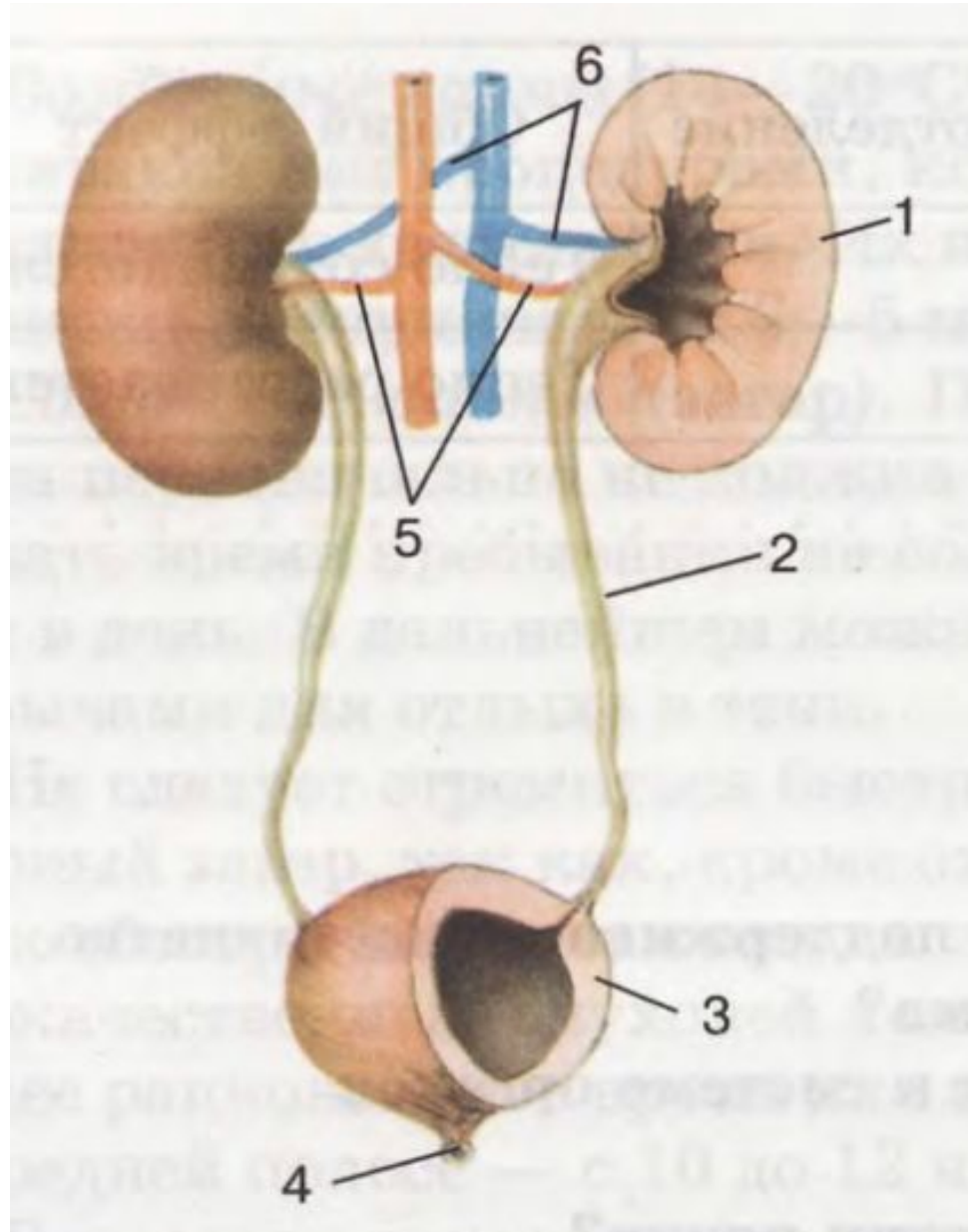


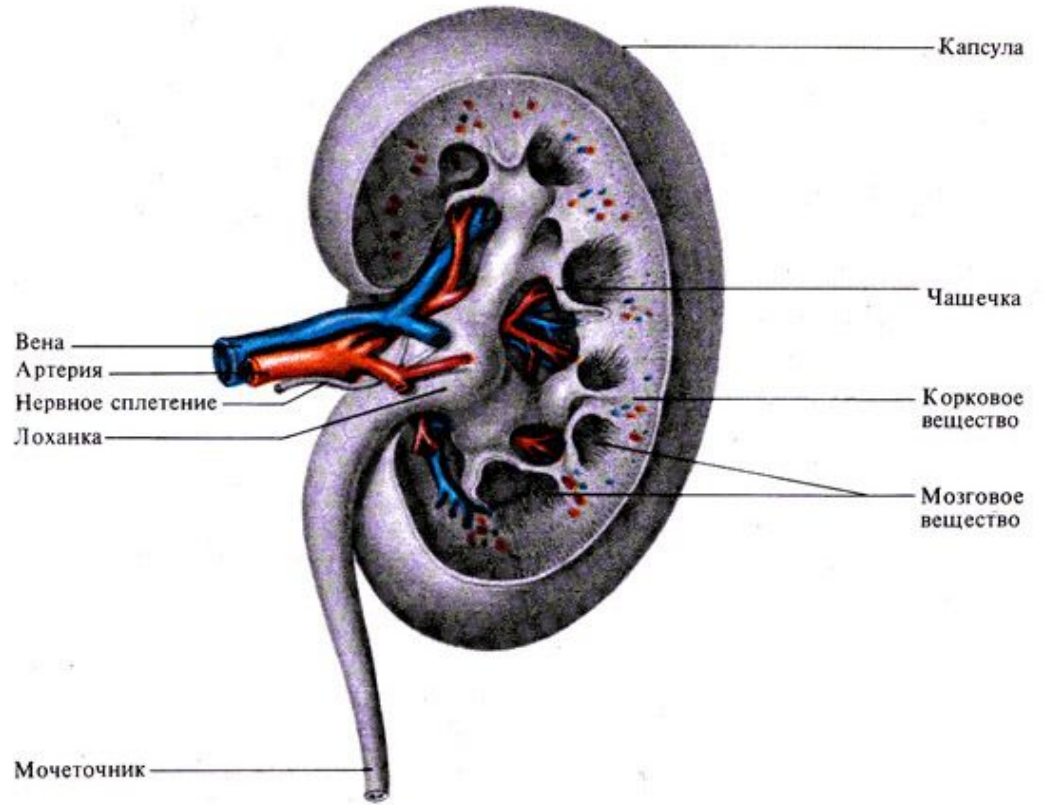
Органы, выполняющие функции, называются **выделительными**, или **экскреторными**.



## **2. Структурно-функциональные особенности почек**

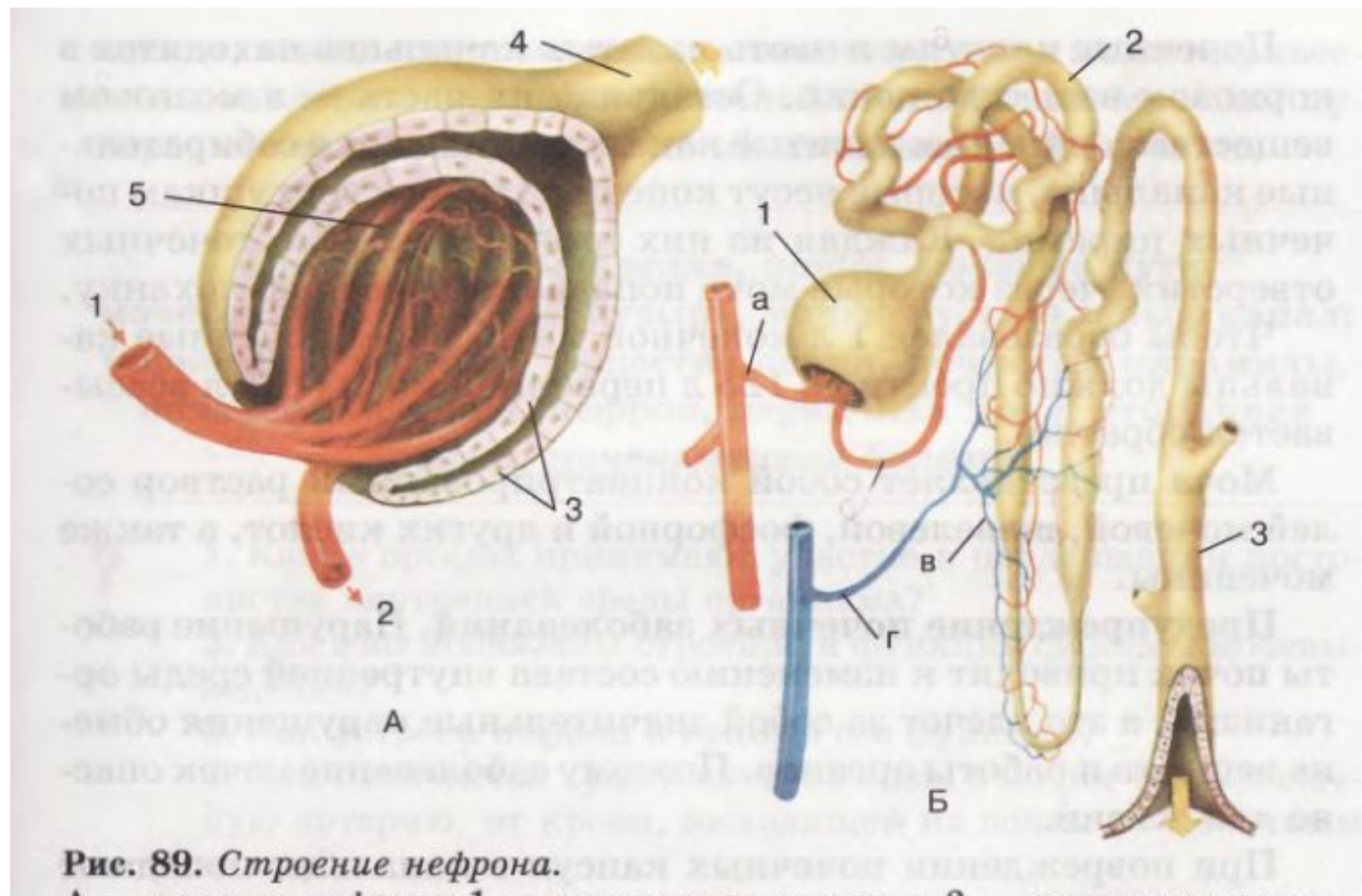
1. **Почки**
2. **Мочеточники**
3. **Мочевой пузырь**
4. **Мочеиспускательный канал**
5. **Почечные артерии**
6. **Почечные вены**





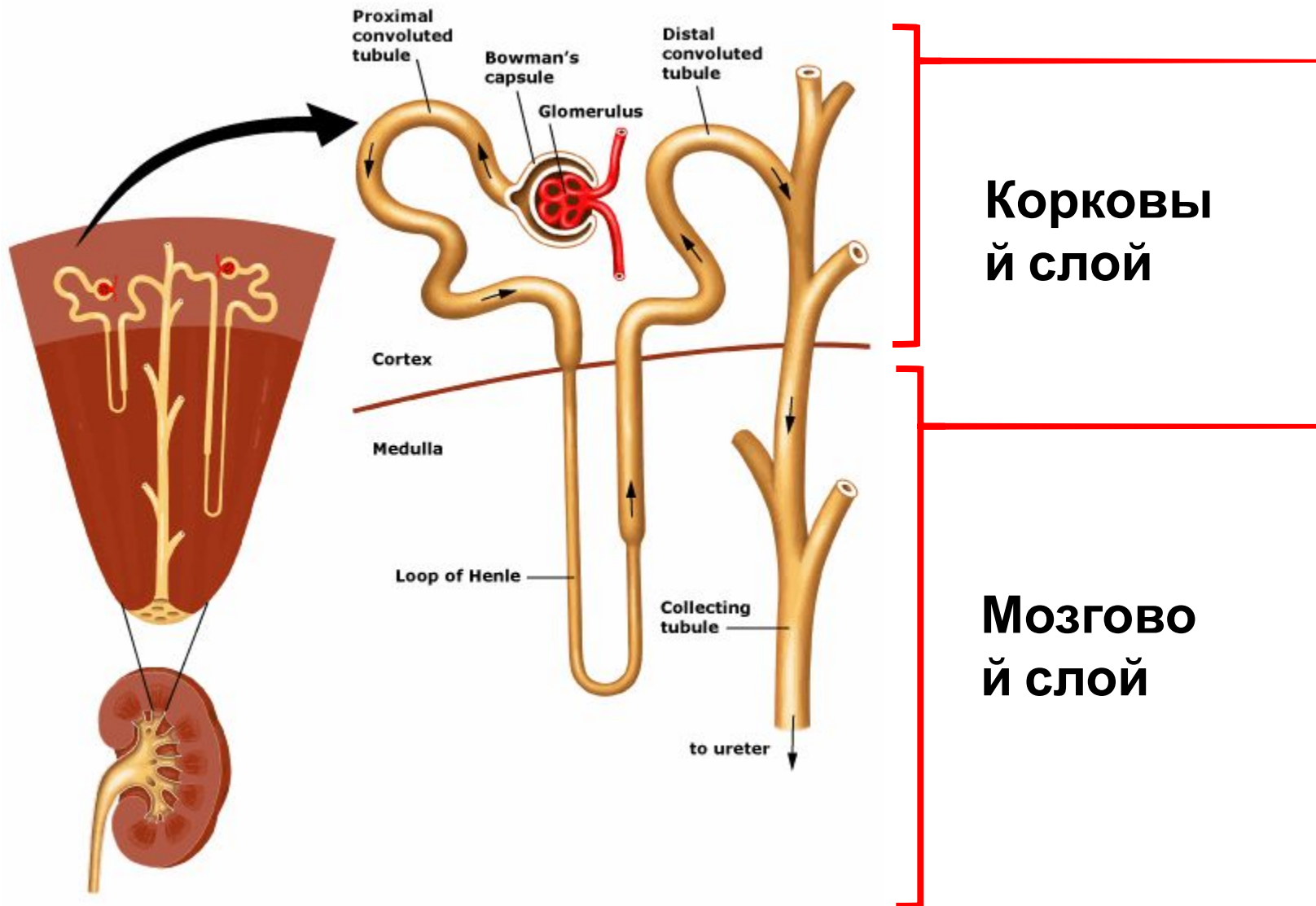
## Строение почки



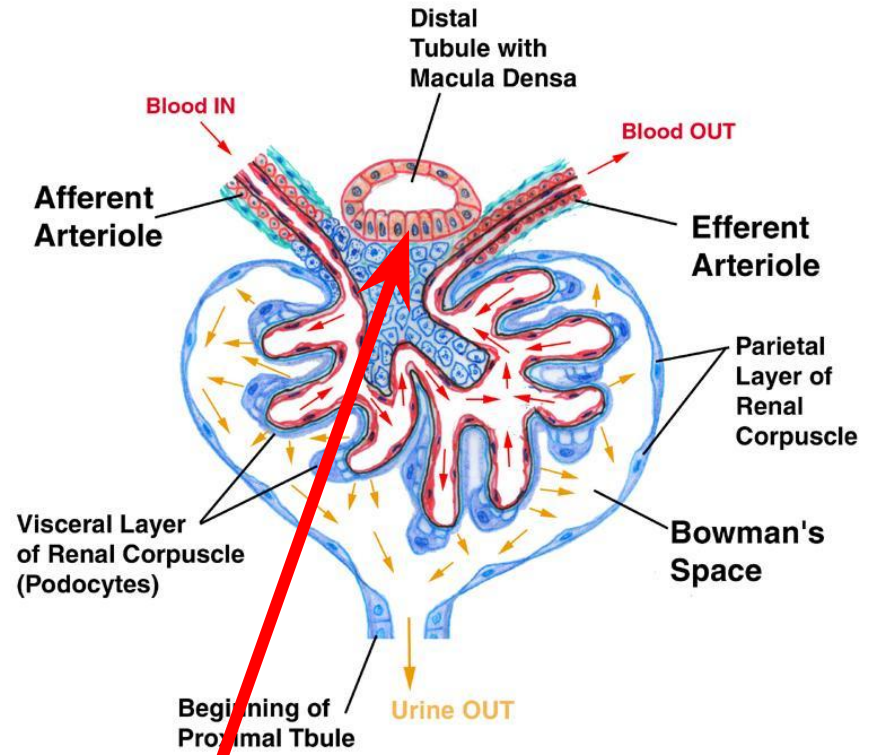


**Рис. 89. Строение нефрона.**

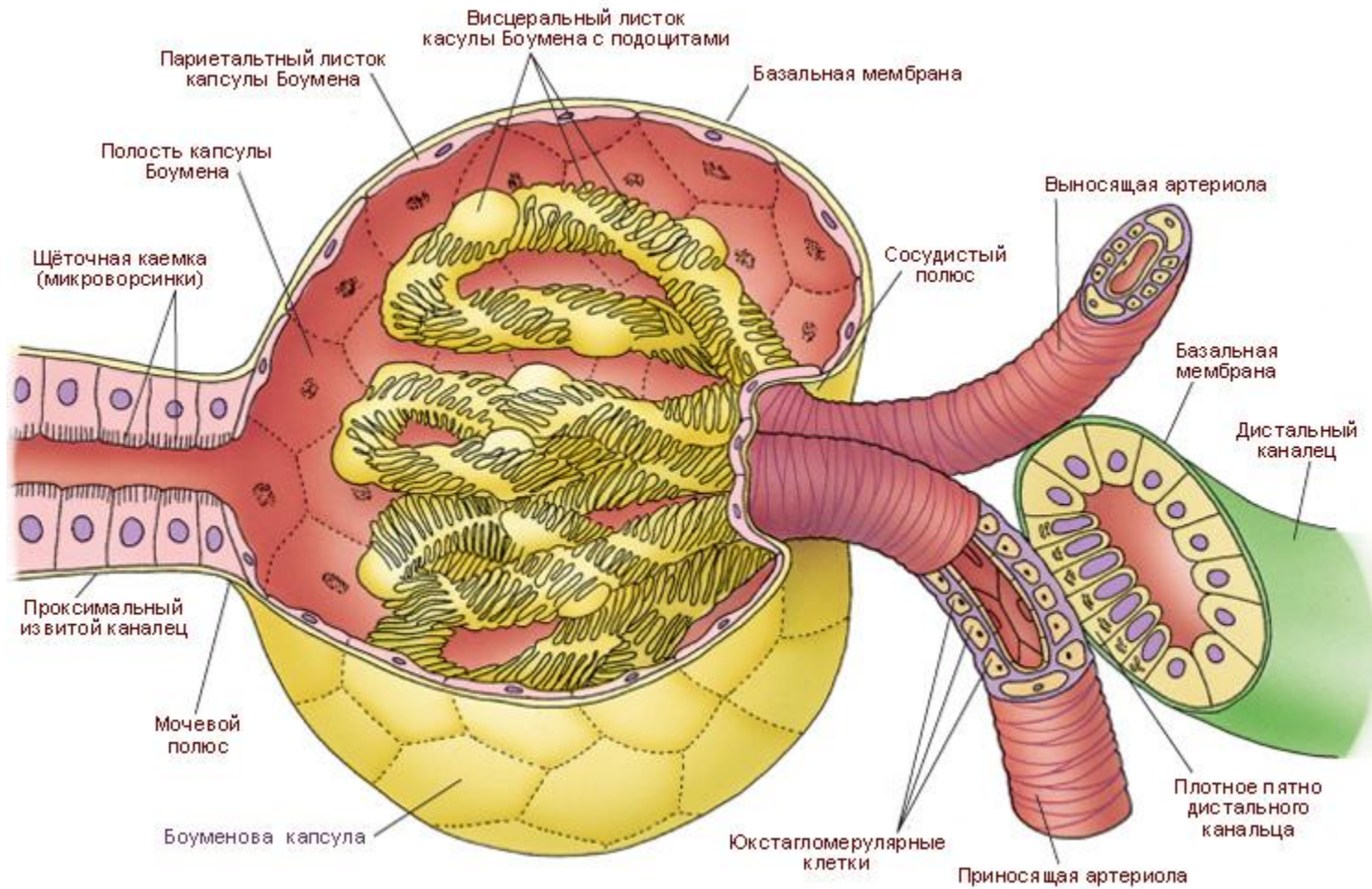
А — капсула нефрона: 1 — приносящая артерия; 2 — выносящая артерия; 3 — эпителиальная стенка капсулы (внешняя и внутренняя); 4 — каналец нефрона; 5 — клубок артериол; Б — нефрон: 1 — капсула нефрона; 2 — каналец нефрона; 3 — собирательный каналец. Кровеносные сосуды нефрона: а — приносящая артерия; б — выносящая артерия; в — капилляры канальца нефрона; г — вена нефрона



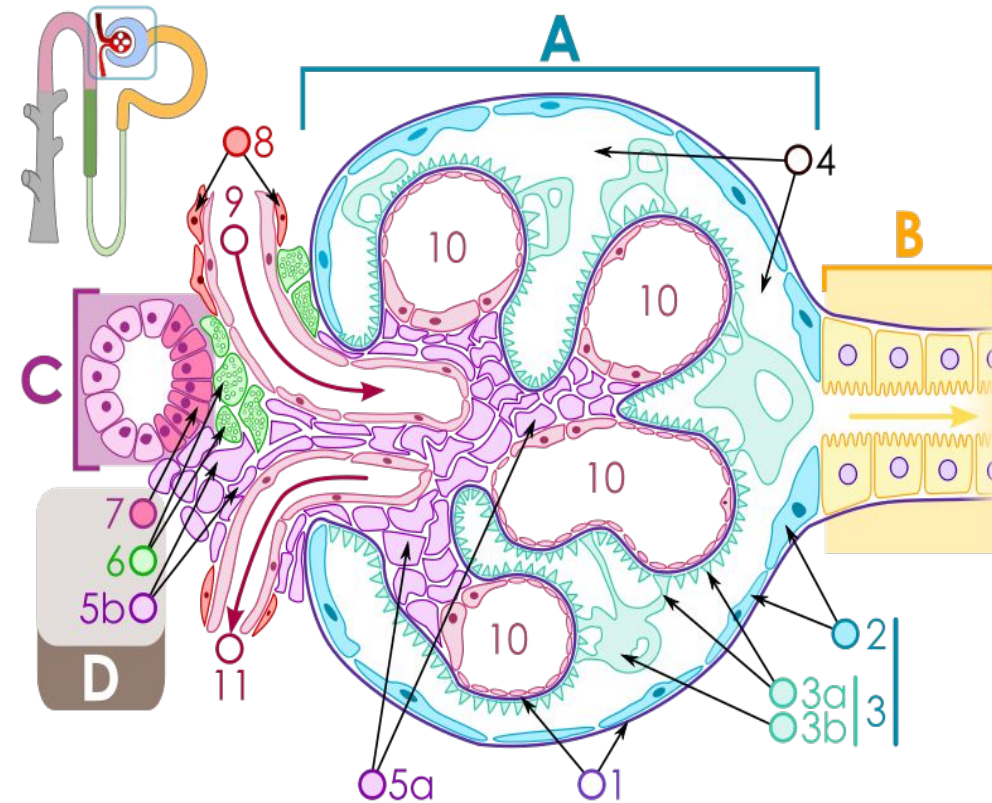
**Строение нефрона**



**Темное пятно (macula densa)**



## Юкстагломерулярный аппарат



A – капсула

B – проксимальный отдел

C – дистальный отдел

D – юкстагломерулярный аппарат

1. Базальная мембрана

2, 3 капсула Боумана

4. Пространство капсулы

5а, 5b, 8 – гладкомышечные клетки

**6. Юкстагломерулярные клетки**

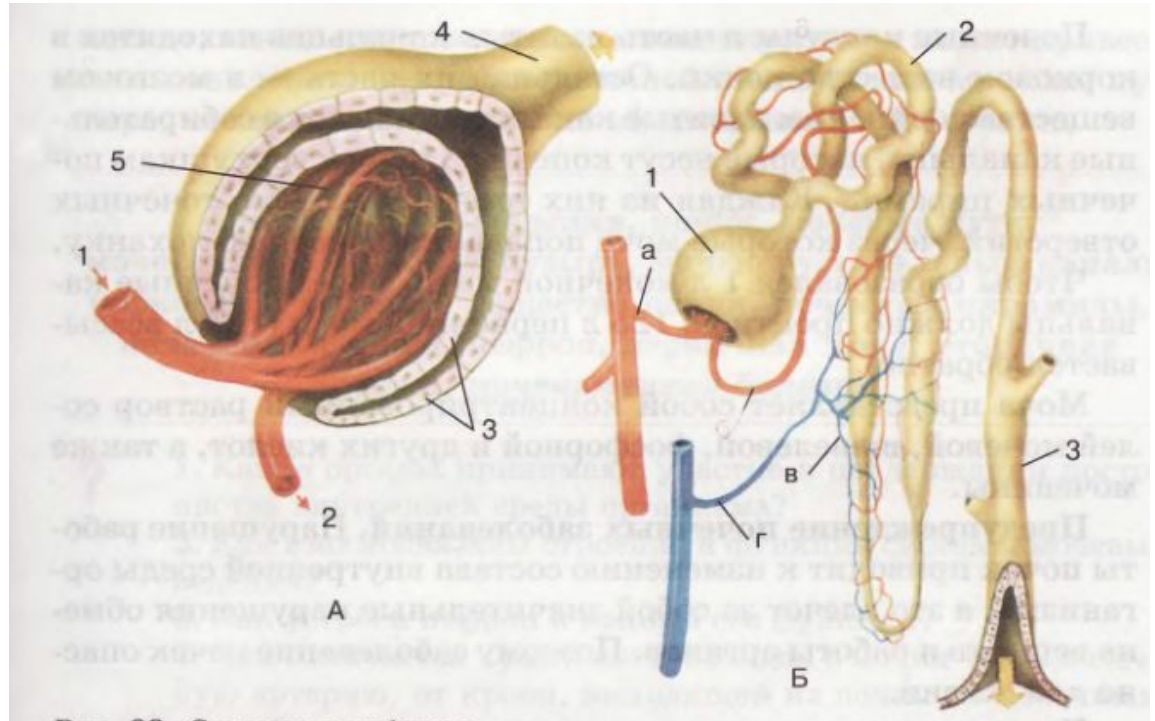
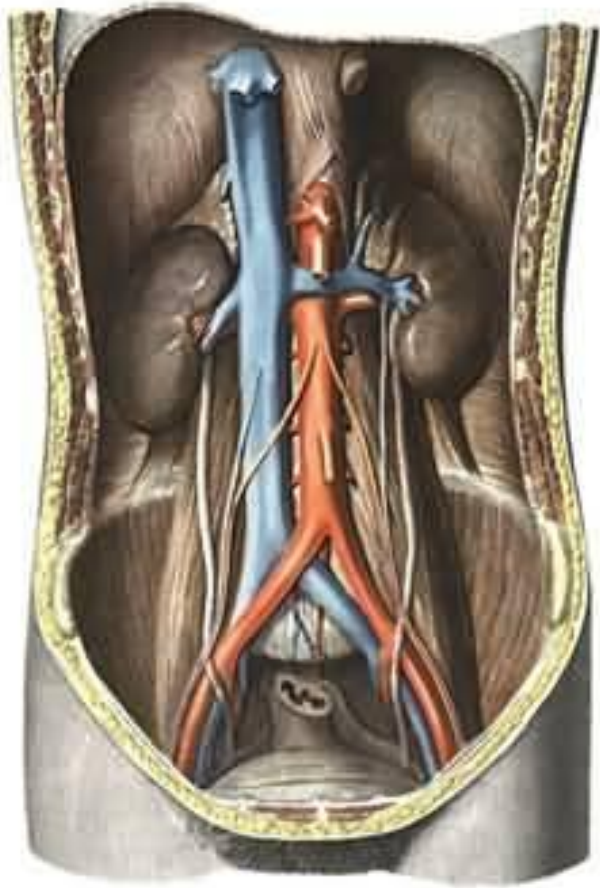
**7. Темное пятно**

9. Аfferентная артериола

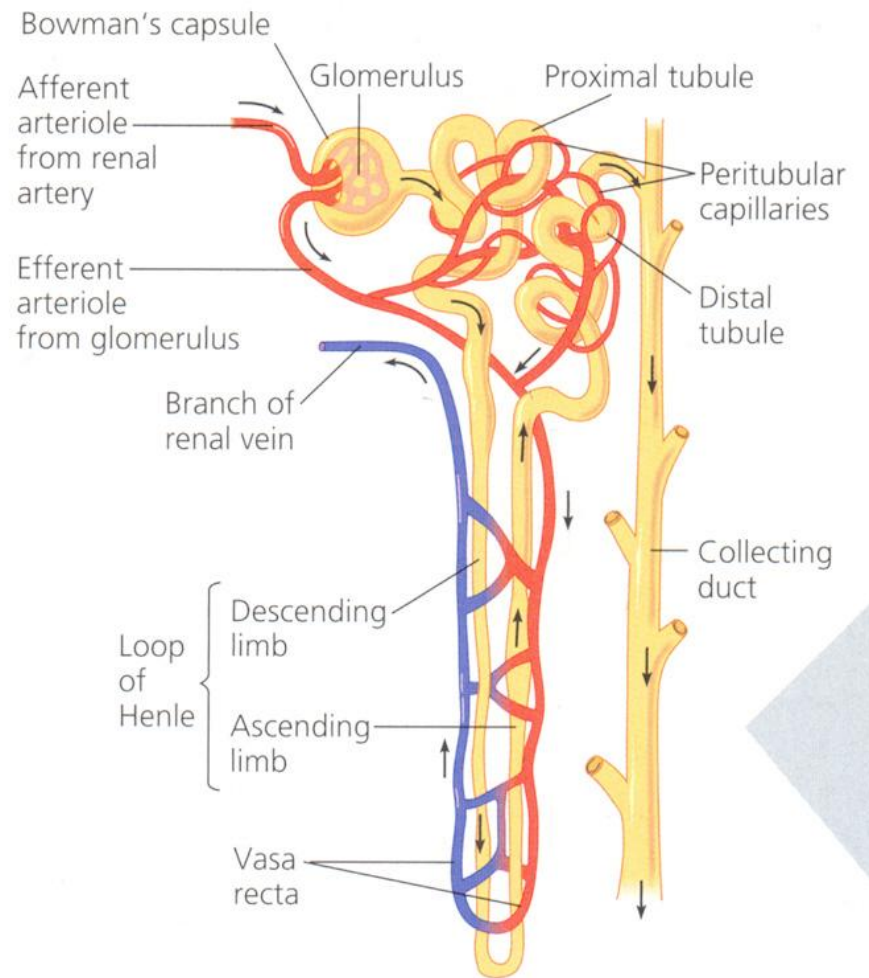
10. Клубочковые капилляры

11. Эfferентная артериола

## Юкстагломерулярный аппарат



## Кровоснабжение почек



## Кровоснабжение почек

### **3. Функции почек**



# Функции почек

Выделительная, или экскреторная

Образование и выделение БАВ

Регуляция водного баланса

Регуляция ионного состава

Регуляция осмотического давления

Регуляция кислотно-основного состояния

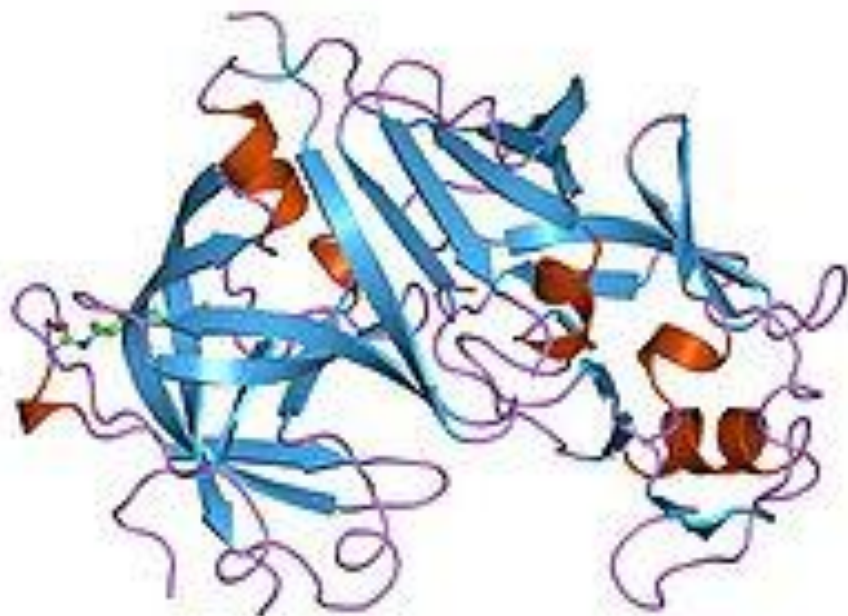
Регуляция артериального давления

Регуляция эритропоэза

Регуляция гемостаза

Участие в обмене белков, липидов и углеводов

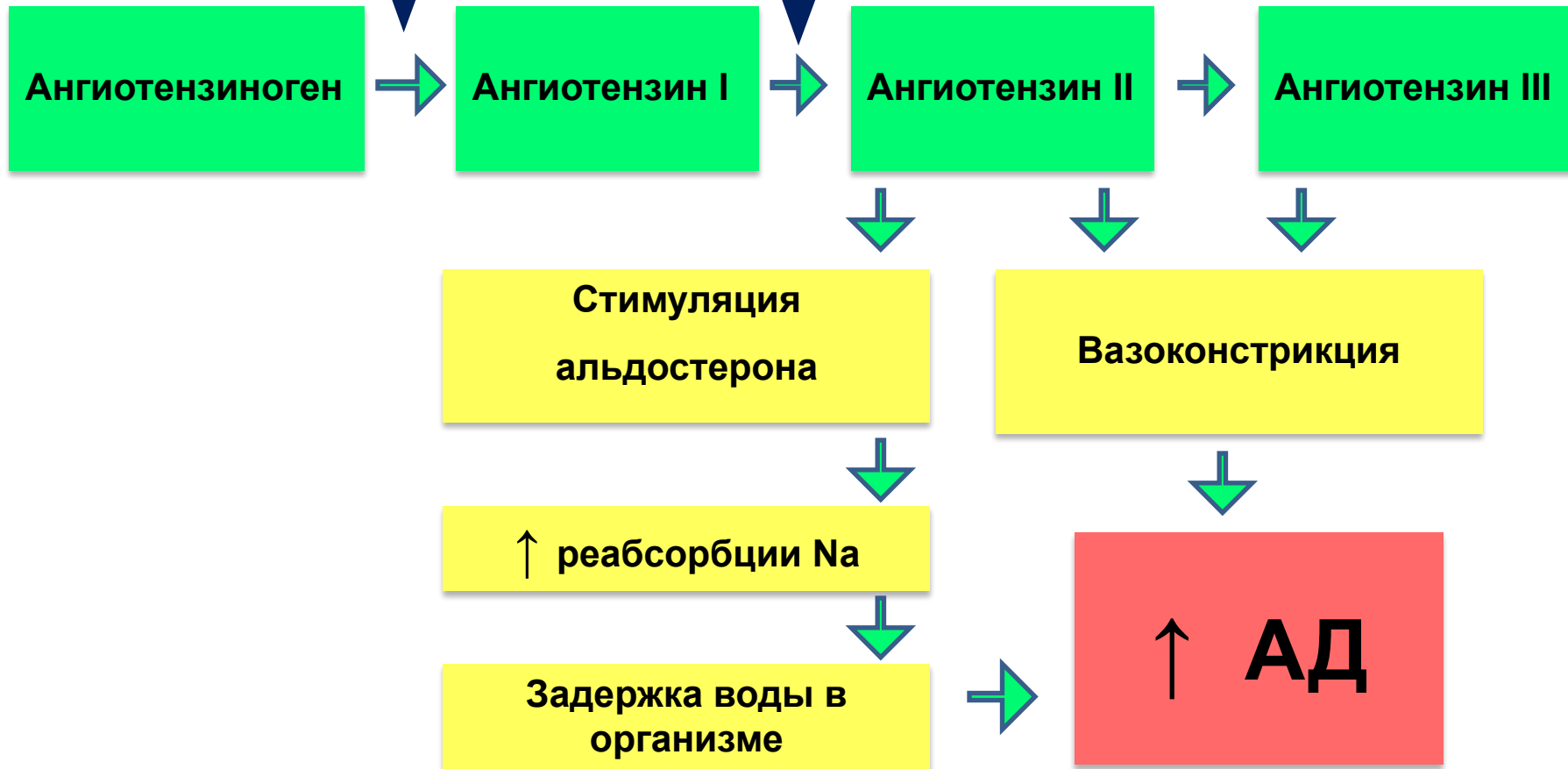
Защитная функция



**Ренин**

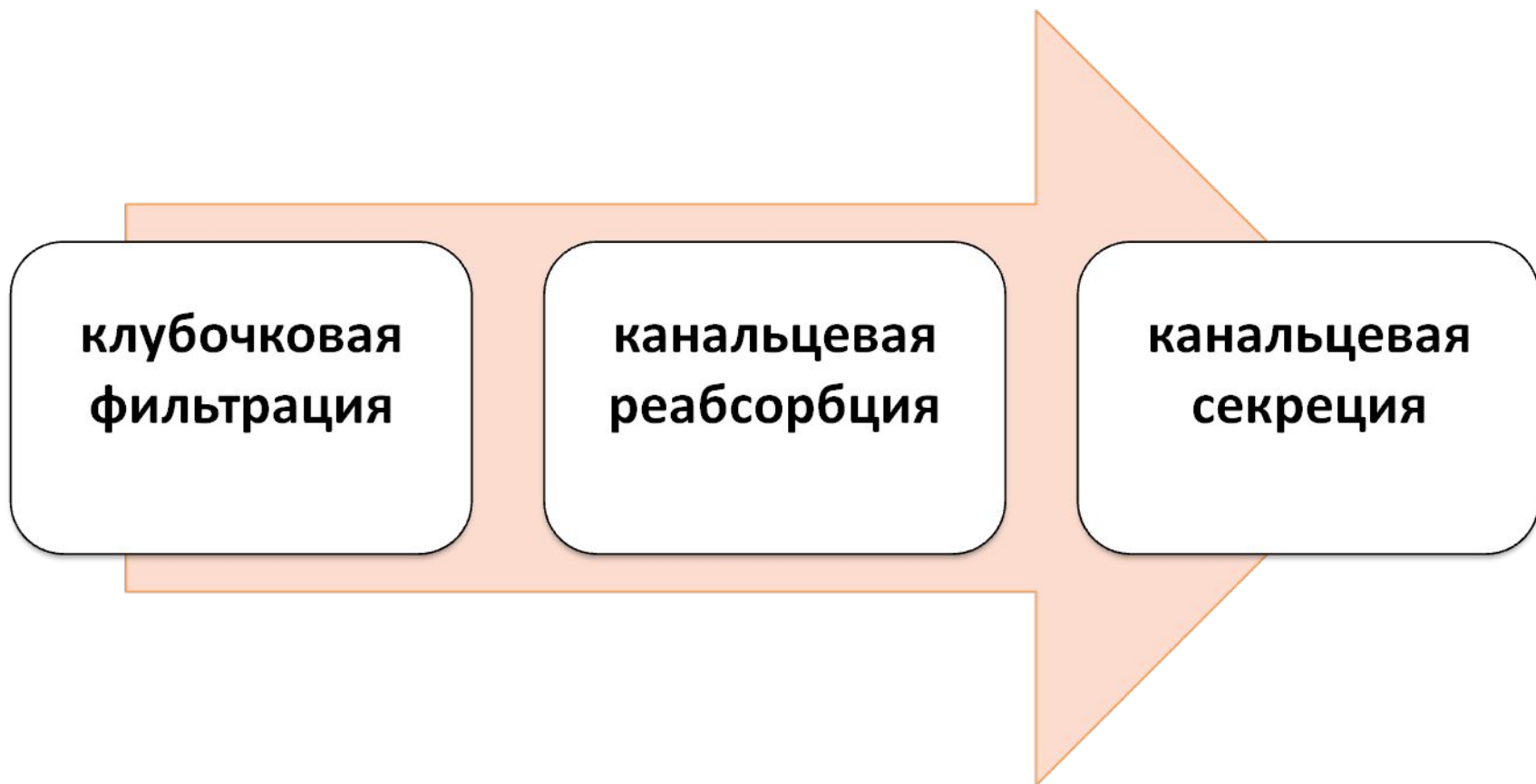
**Ангиотензин-  
превращающий  
фермент**

**Ренин**



## **4. Механизмы мочеобразования**

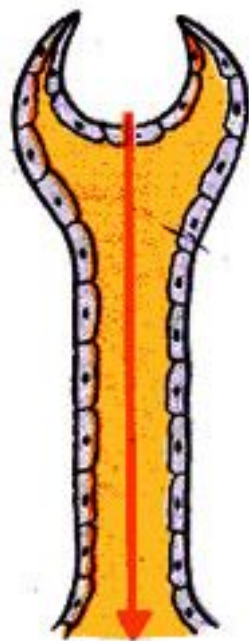
# Механизмы мочеобразования:



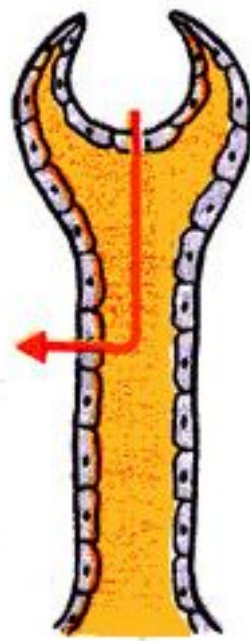
Фильтрация

Реабсорбция

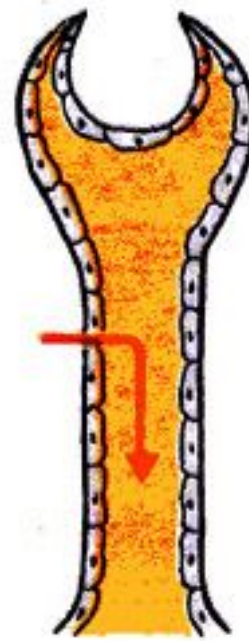
Секреция



Инулин

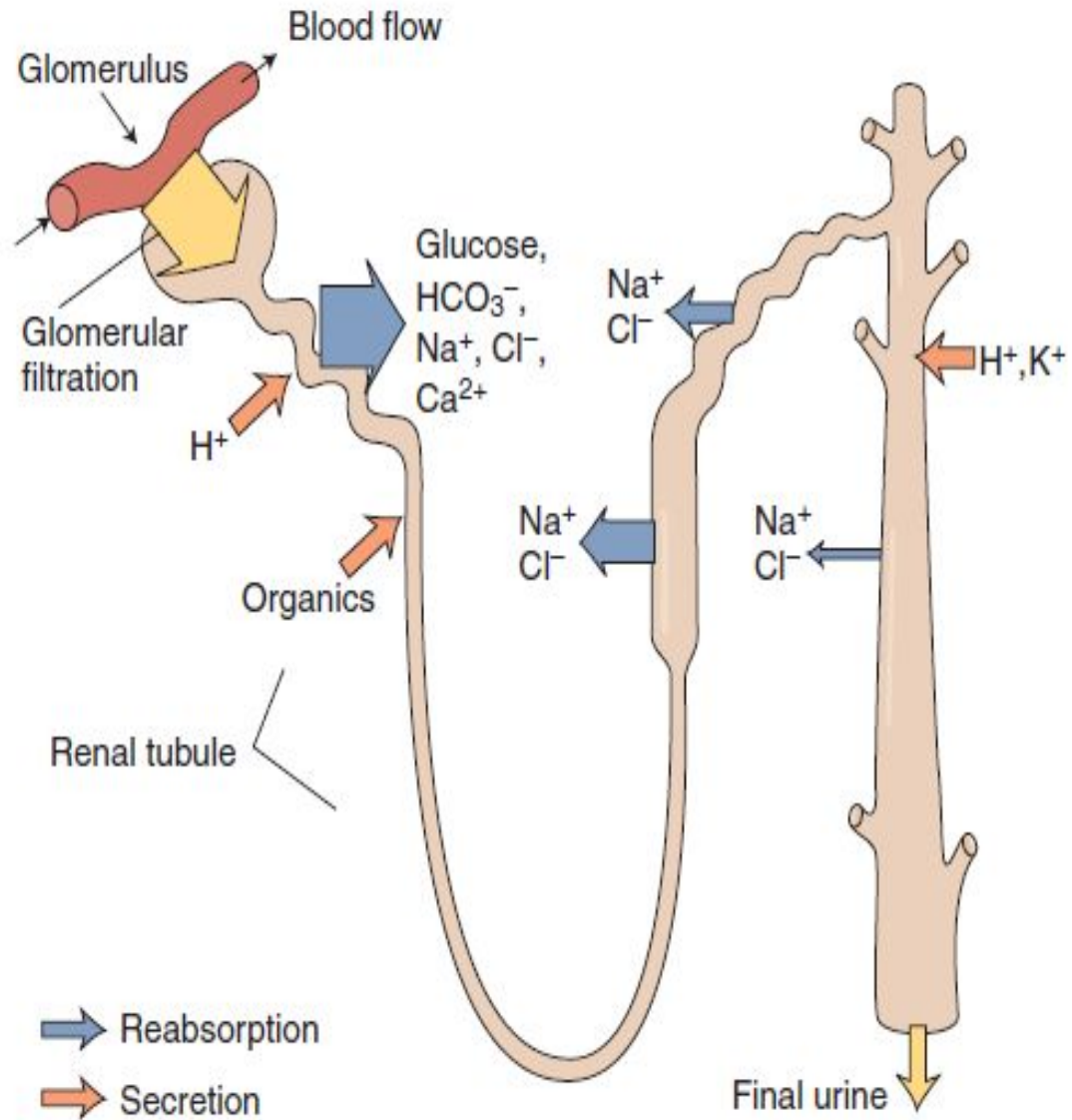


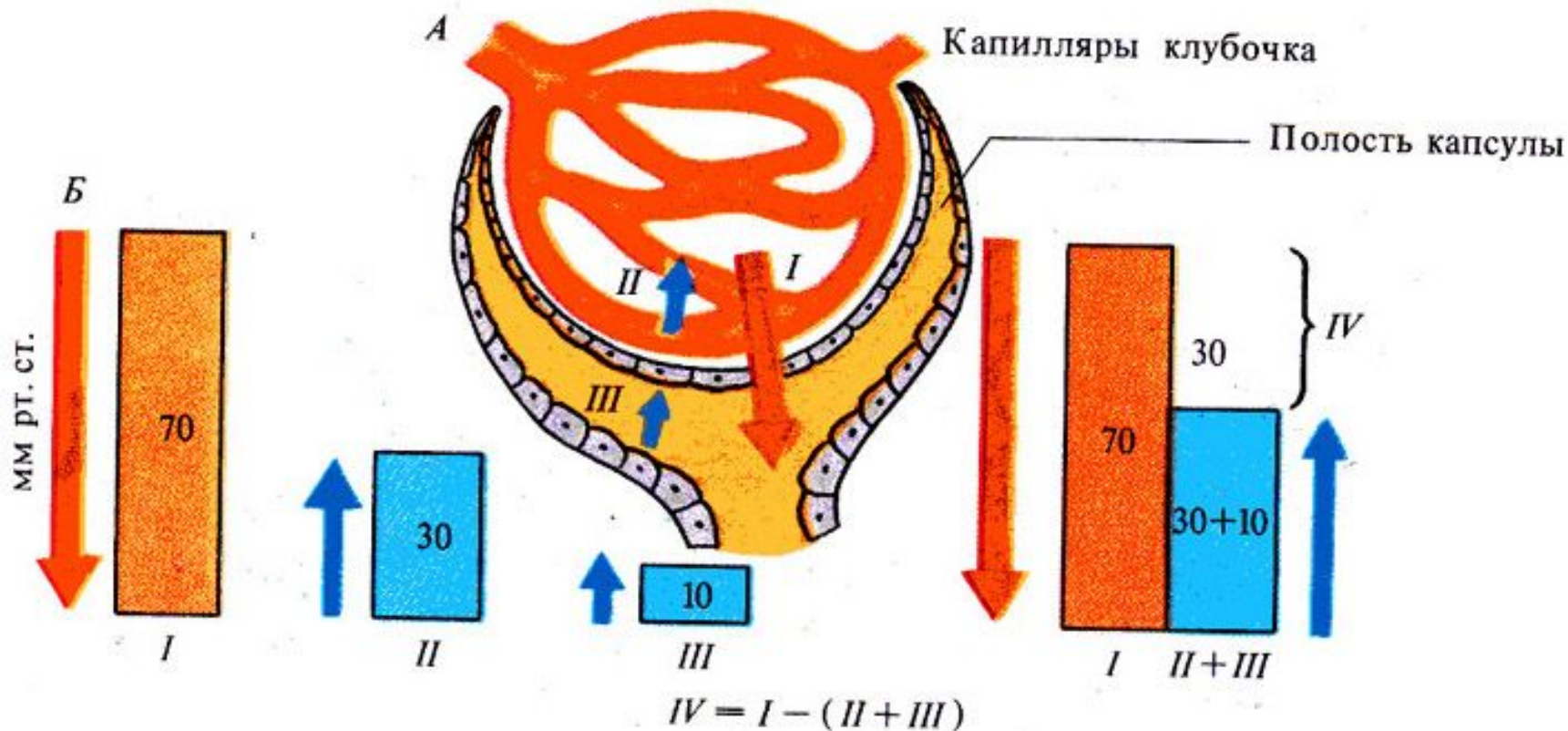
Глюкоза  
(в норме)



Ионы  $K^+$

## Механизмы мочеобразования

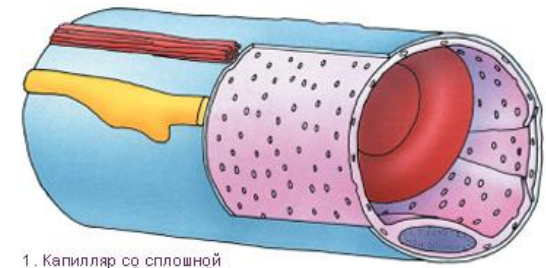
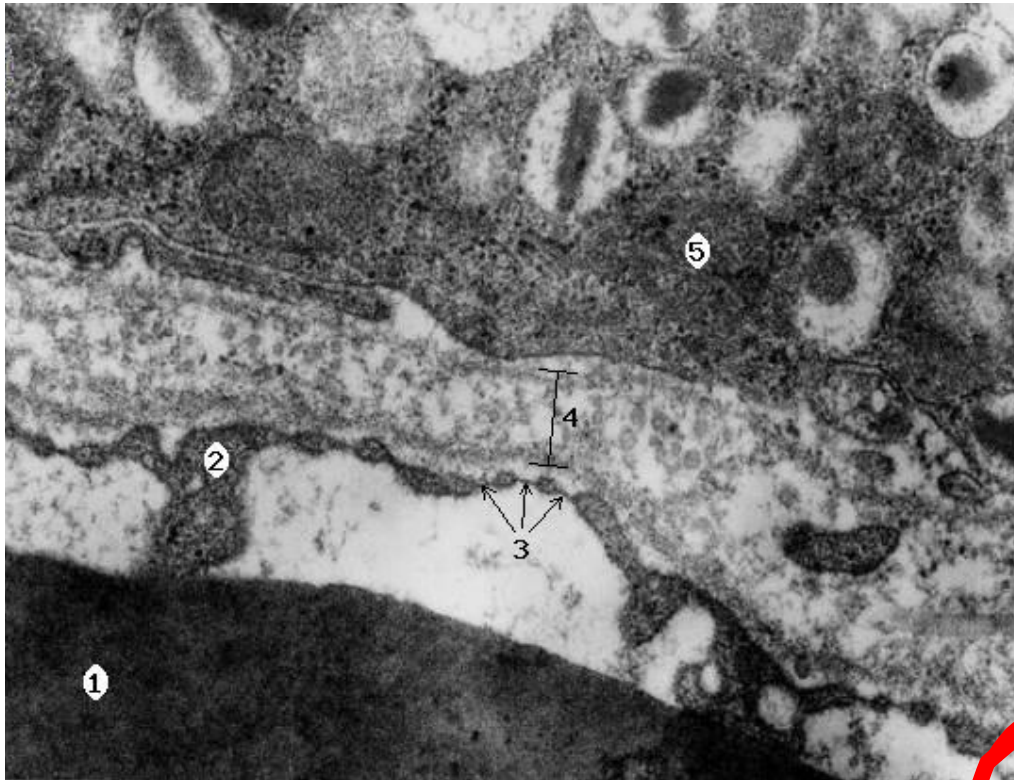




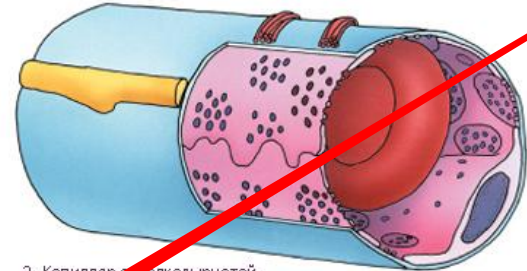
**СИЛЫ клубочковой фильтрации (силы Старлинга).**

I – гидростатическое давление, II – онкотическое давление, III – давление жидкости в полости капсулы клубочка

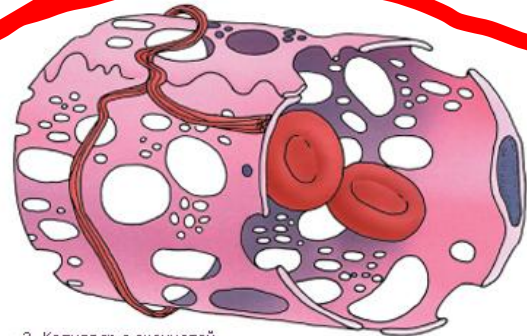




1. Капилляр со сплошной (непрерывной) стенкой

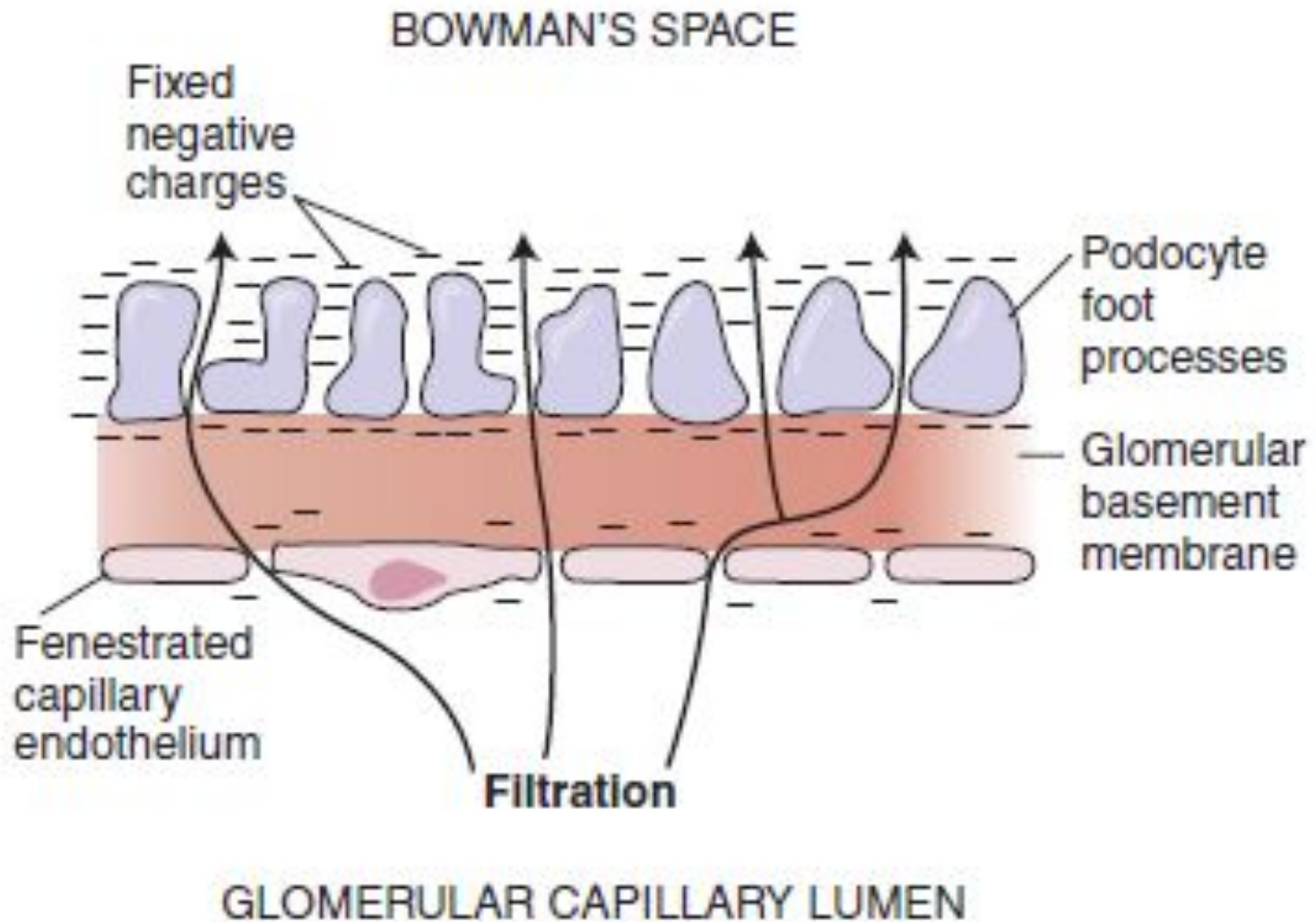


2. Капилляр с fenestrальной (fenестрированной) стенкой



3. Капилляр с окончатой (прерывистой) стенкой

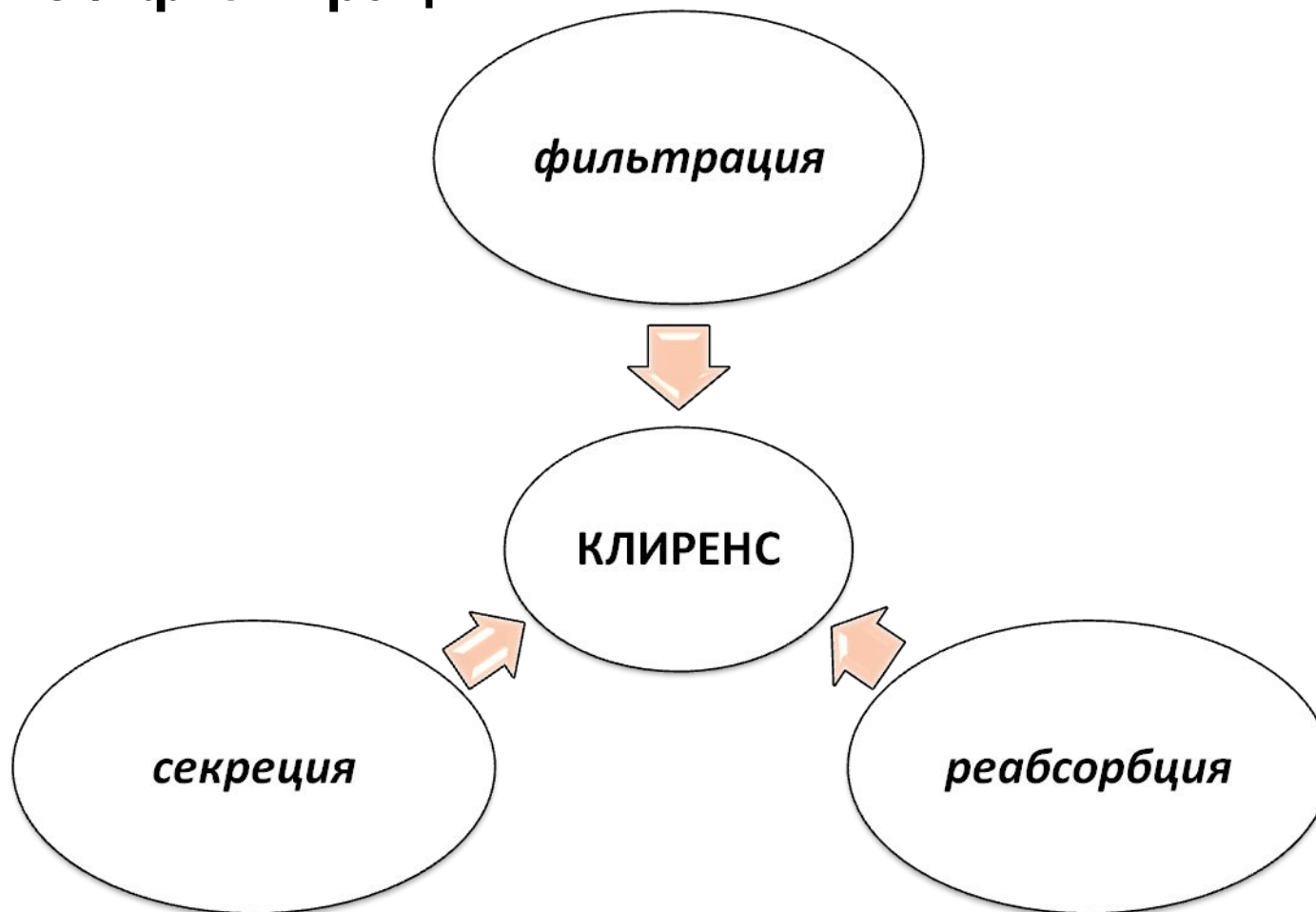
## Фенестрированные капилляры нефрона

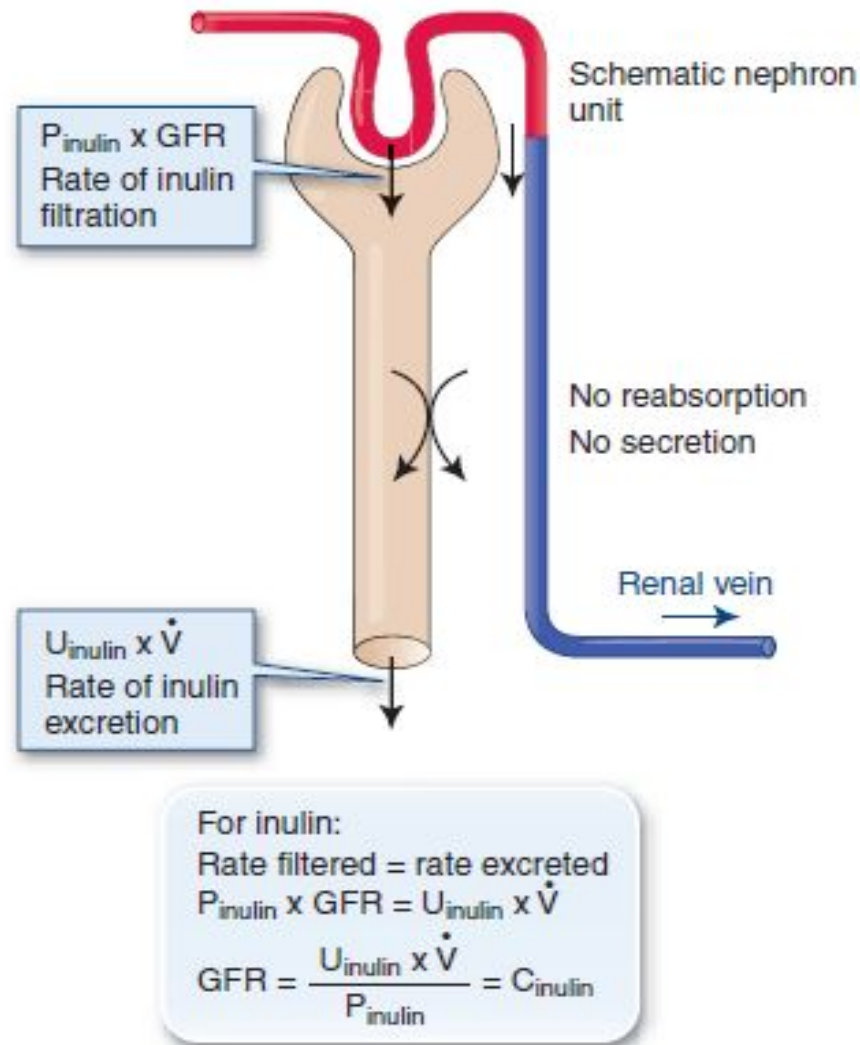


**Фильтрация в клубочке**

**Клиренс** определяется как объем плазмы, которая освобождается от данного вещества в 1 минуту.

**Клиренс  $\neq$  фильтрации**





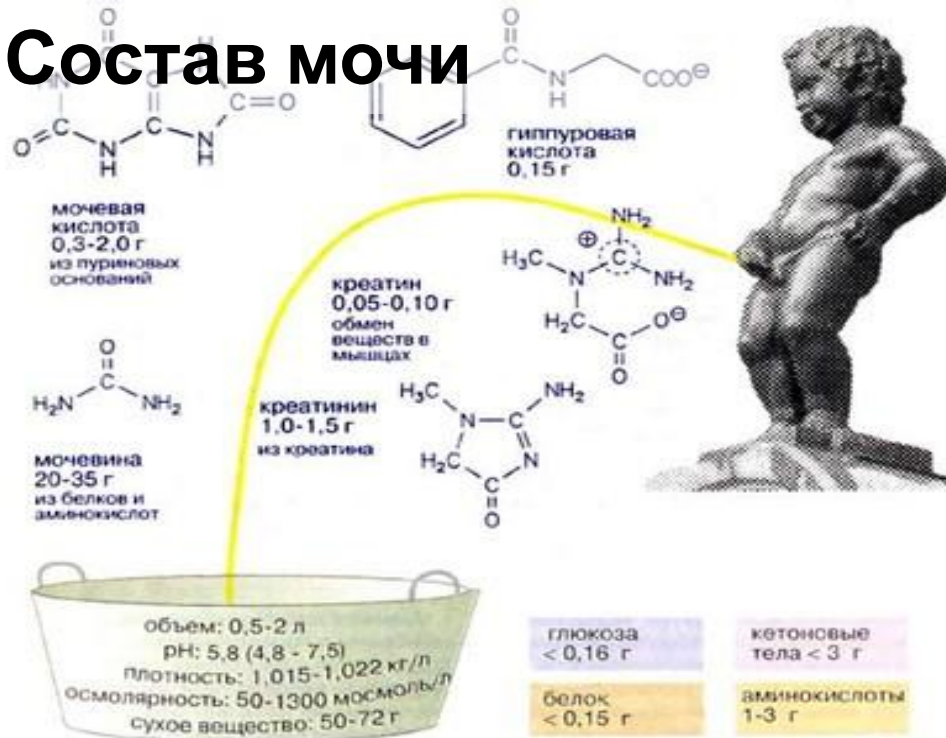
**Использование инулина для оценки клиренса**

**Канальцевая реабсорбция** - это процесс обратного всасывания профильтровавшихся воды и веществ из содержащейся в просвете канальцев первичной мочи во внеклеточную жидкость и далее в кровь.

**Канальцевая секреция** - это транспорт веществ из крови околоканальцевых капилляров или из клеток канальцев, где эти вещества образуются, в просвет канальцев (мочу).

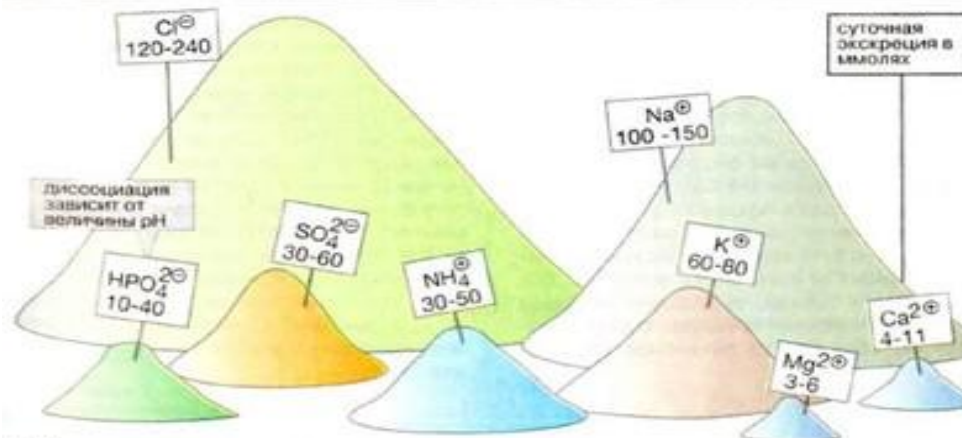
## **5. Количество и состав мочи**

# Состав мочи



## А. Моча: общие сведения

## Б. Органические составляющие мочи



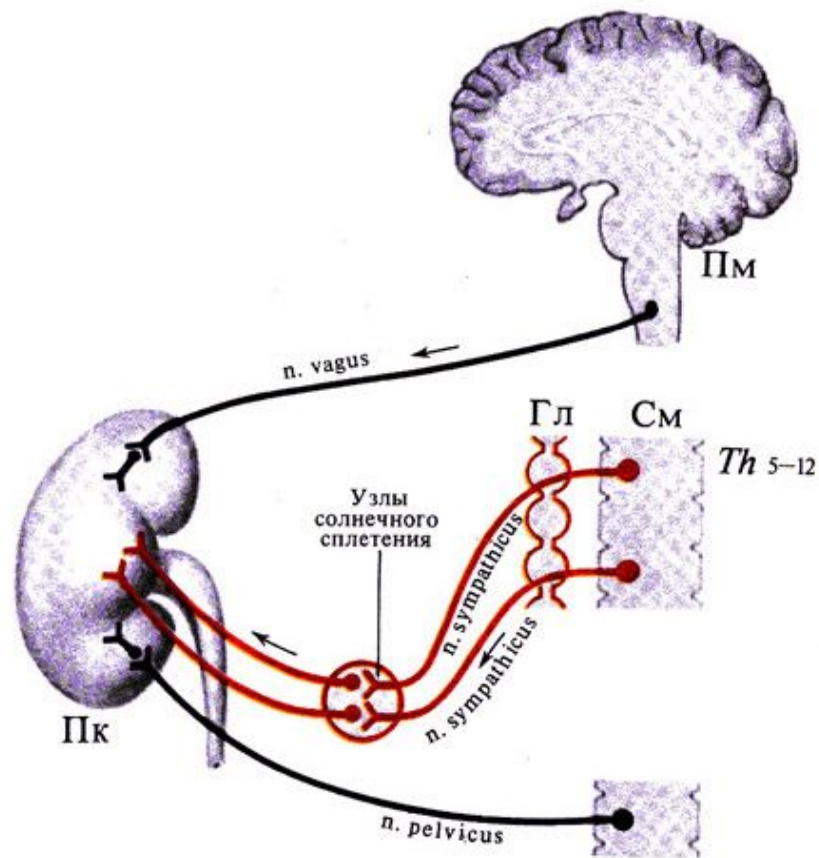
## В. Неорганические составляющие мочи



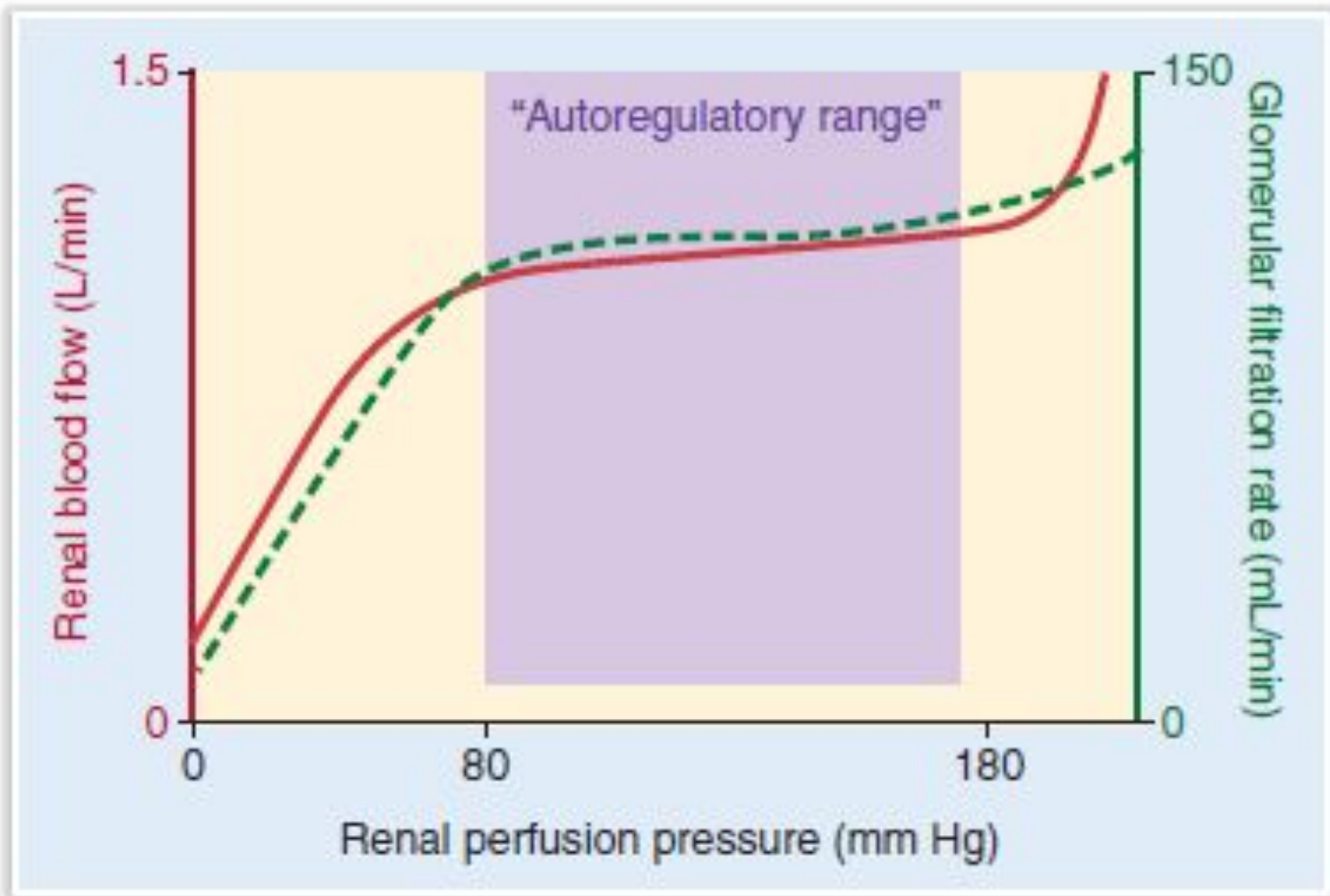
## Сравнение состава плазмы крови и мочи

	Плазма крови, %	Первичная моча, %	Вторичная моча, %	Различия концентрации
Белок	7-8,5	–	–	–
Глюкоза	0,1	0,1	–	–
Натрий	0,32	0,32	0,6	×2
Кальций	0,01	0,01	0,015	×1,5
Калий	0,002	0,002	0,15	×7
Хлорид	0,37	0,37	0,6	×2
Фосфаты	0,003	0,003	0,12	×40
Сульфаты	0,003	0,003	0,18	×60
Аммоний	0,0001	0,0001	0,05	×500
Мочевина	0,03	0,03	2	×60
Мочевая кислота	0,002	0,002	0,03	×15
Креатинин	0,001	0,001	0,1	×100

## **6. Нейрогуморальная регуляция мочеобразовательной функции почек**

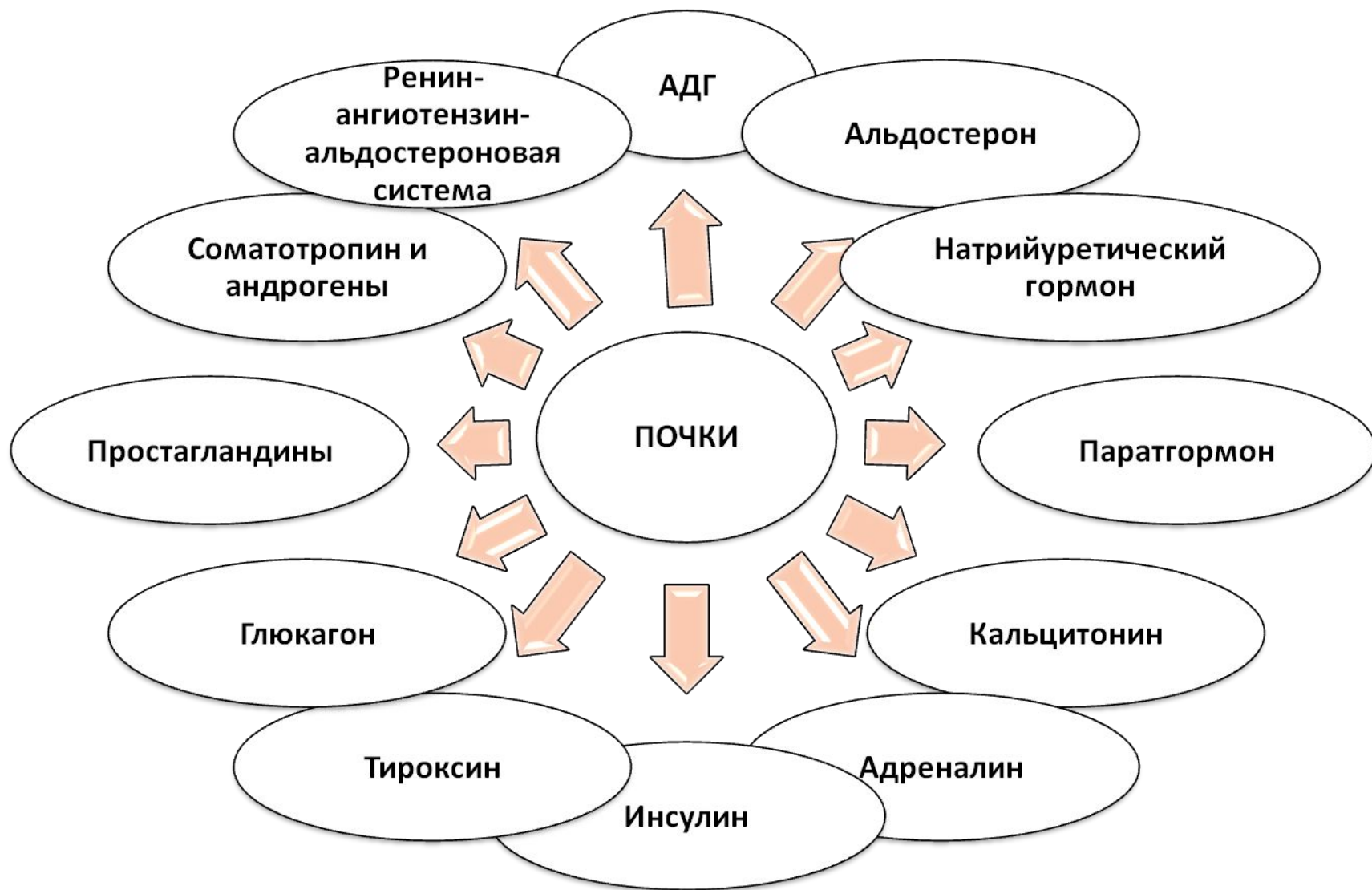


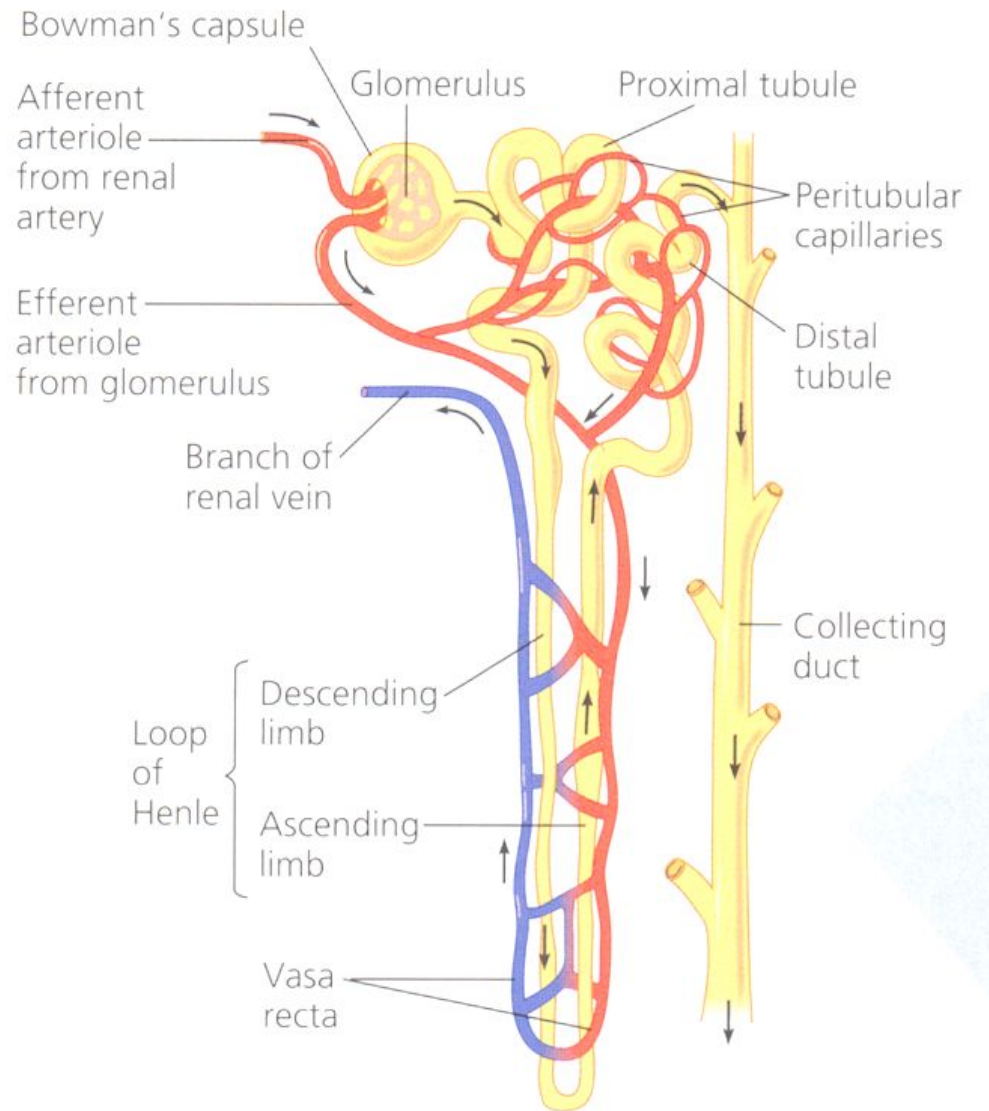
## Иннервация почки



**Зависимость скорости почечного кровотока и клубочковой фильтрации от артериального давления**

# Гуморальная регуляция почек





## Гломерулотубулярный баланс

сужение  
**афферентных**  
артериол

доля фильтрации **снижается**, что приводит к **снижению** перитубулярного капиллярного **онкотического** давления и **повышению** перитубулярного капиллярного **гидростатического** давления

**уменьшение** жидкости, которая реабсорбируется из проксимального нефрона, что **предотвращает значительные изменения в доставке жидкости к дистальному нефрону**

сужение  
**эфферентных**  
артериол

доля фильтрации **увеличивается**, что приводит к **увеличению** перитубулярного капиллярного **онкотического** давления и **снижению** перитубулярного капиллярного **гидростатического** давления

**увеличение** жидкости, которая реабсорбируется из проксимального нефрона, что **предотвращает значительные изменения в доставке жидкости к дистальному нефрону**

## **8. Кислотно-щелочной баланс организма**



Кислотно-щелочные характеристики организма - важный показатель его гомеостаза. Он измеряется в единицах рН.

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

$$\log_{10}[10]= 1$$

$$\log_{10}[100]= 2$$

$$\log_{10}[0,1]= -1$$

$$\log_{10}[0,01]= -2$$

$$\log_{10}[0,0000001]= 7$$

$$-\log_{10}[0,0000001]= -7$$

$$-\log_{10}[10^{-7}]=7$$

**Кислоты** это молекулы, которые выпускают  $H^+$  в растворе;  
**основания** это ионы или молекулы, которые могут принимать  $H^+$ .

$[H^+]$  **чистой воды** соответствует  $[OH^-]$  и равно  
 $0,0000001$  моль/л =  $10^{-7}$  моль/л.

$[H^+]$  во **внеклеточной жидкости** составляет всего  
 $0,00004$  ммоль / л =  $40$  нмоль /л.

В обычной воде

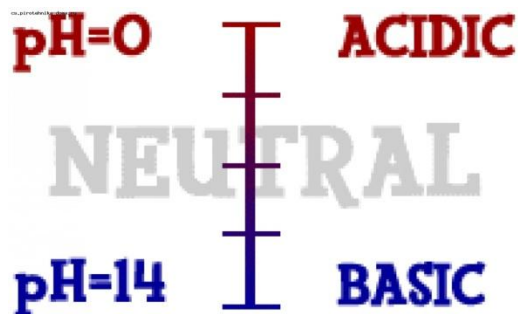
$$[H^+] = [OH^-] = 0,0000001 \text{ моль/л} = 10^{-7} \text{ моль/л.}$$

Логарифмически это выражается:

$$pH_{\text{воды}} = -\log_{10}[10^{-7}] = 7$$

↓ pH = ↑ [H<sup>+</sup>]

↑ pH = ↓ [H<sup>+</sup>]



Во внеклеточной жидкости

$$[H^+] = 40 \text{ нмоль/л} = 40 \times 10^{-9} \text{ моль/л} = 0,4 \times 10^{-7} \text{ моль/л}$$

$$pH_{\text{внеклеточной жидкости}} = -\log_{10}[0,00000004] = 7,4$$

pH4

pH7

pH10

**Strong Acids**

**Mild Acids**

**Mild Alkaline**

**Strong Alkaline**



White Bread



Meat/Fish



Fruits



Asparagus



Alcohol



Legumes



Vegetables



Cayenne Pepper



Colas/Sodas



Nuts



Avocados



Melons



Sugar



Dairy



Almonds



Kelp

Нормальный рН плазмы крови поддерживается в пределах от 7,35 до 7,45 (в артериальной крови показатель выше).

Совместимые с жизнью пределы рН внеклеточной жидкости около 6,8 до 7,8.

Увеличение рН называется **алкалозом**, снижение - **ацидозом**.

pH сохраняется на относительно постоянном уровне благодаря специальным механизмам:

1. **Буферные системы** - бикарбонатная, фосфатная, белковая и гемоглобиновая буферные системы.

2. **Изменения в системах вентиляции и выделения  $\text{CO}_2$ .**

3. **Почечная система** регуляции pH имеет две основные функции:

- Регулирование плазменной  $[\text{HCO}_3^-]$ . Почки могут выделять  $\text{HCO}_3^-$ , и они могут генерировать новые  $\text{HCO}_3^-$ . В большинстве случаев почечная венозная кровь содержит больше  $\text{HCO}_3^-$ , чем почечная артериальная кровь, что отражает непрерывное производство почечного  $\text{HCO}_3^-$ . Почки генерирует достаточно  $\text{HCO}_3^-$ , чтобы нейтрализовать чистую продукцию кислоты от обмена веществ.
- Выделение основных метаболических кислот. Кислоты в моче преимущественно в виде ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) и фосфорной кислоты ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ).

**Спасибо за внимание!**