



ТАМБОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.Р. ДЕРЖАВИНА

Лекция на тему:

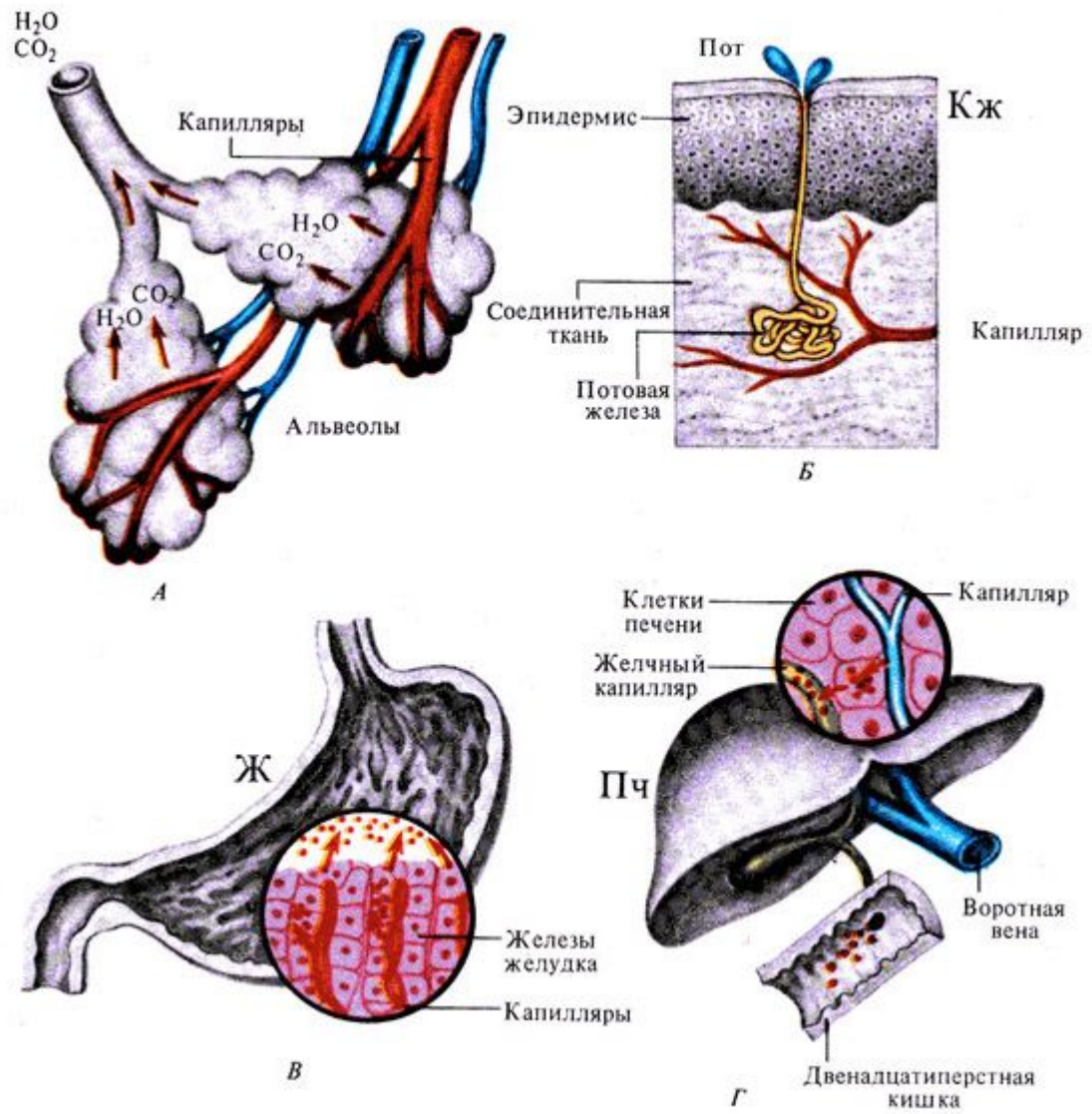
ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

Шутова С.В.
к.б.н., доцент

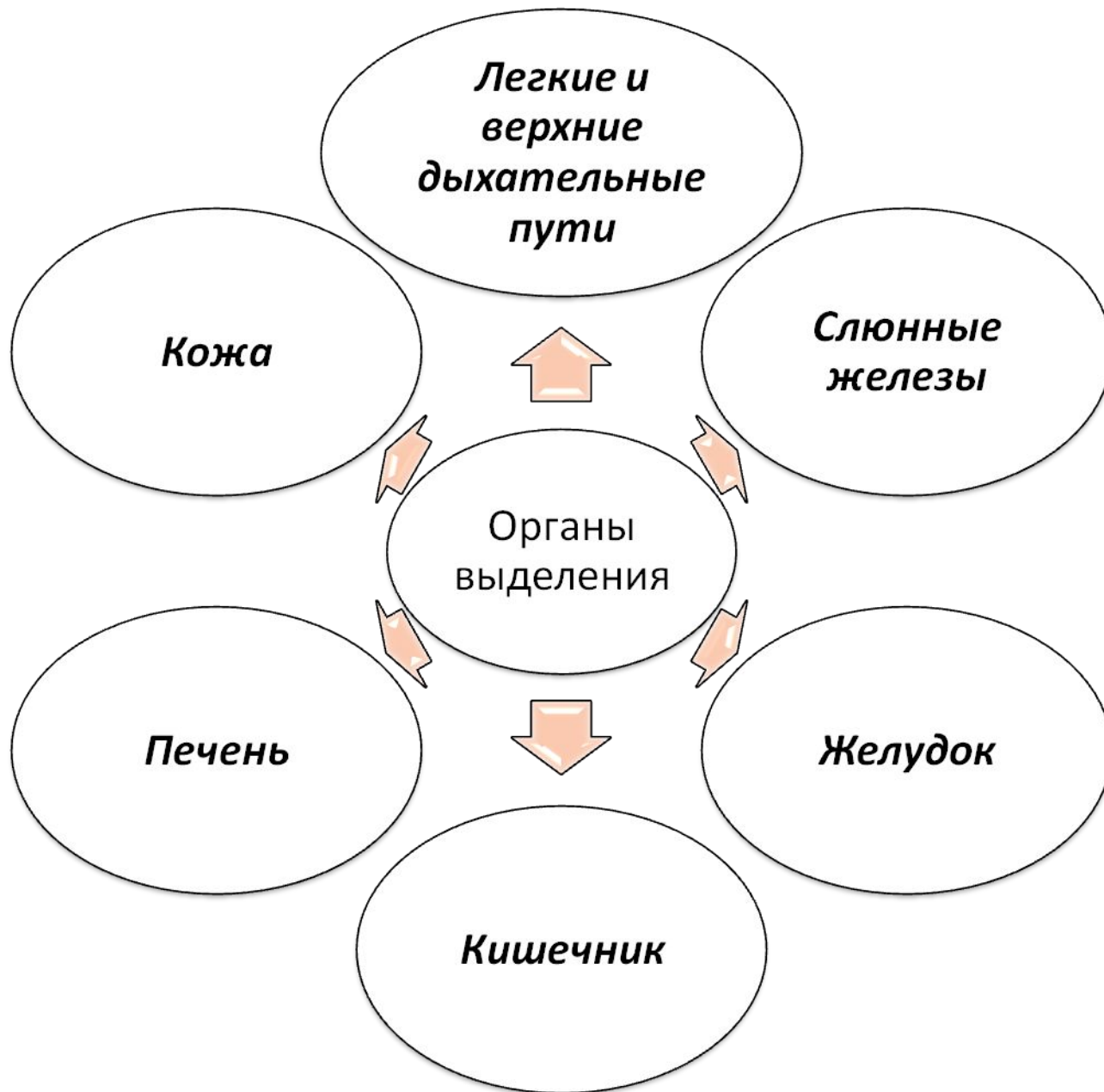
Тамбов 2019

- 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

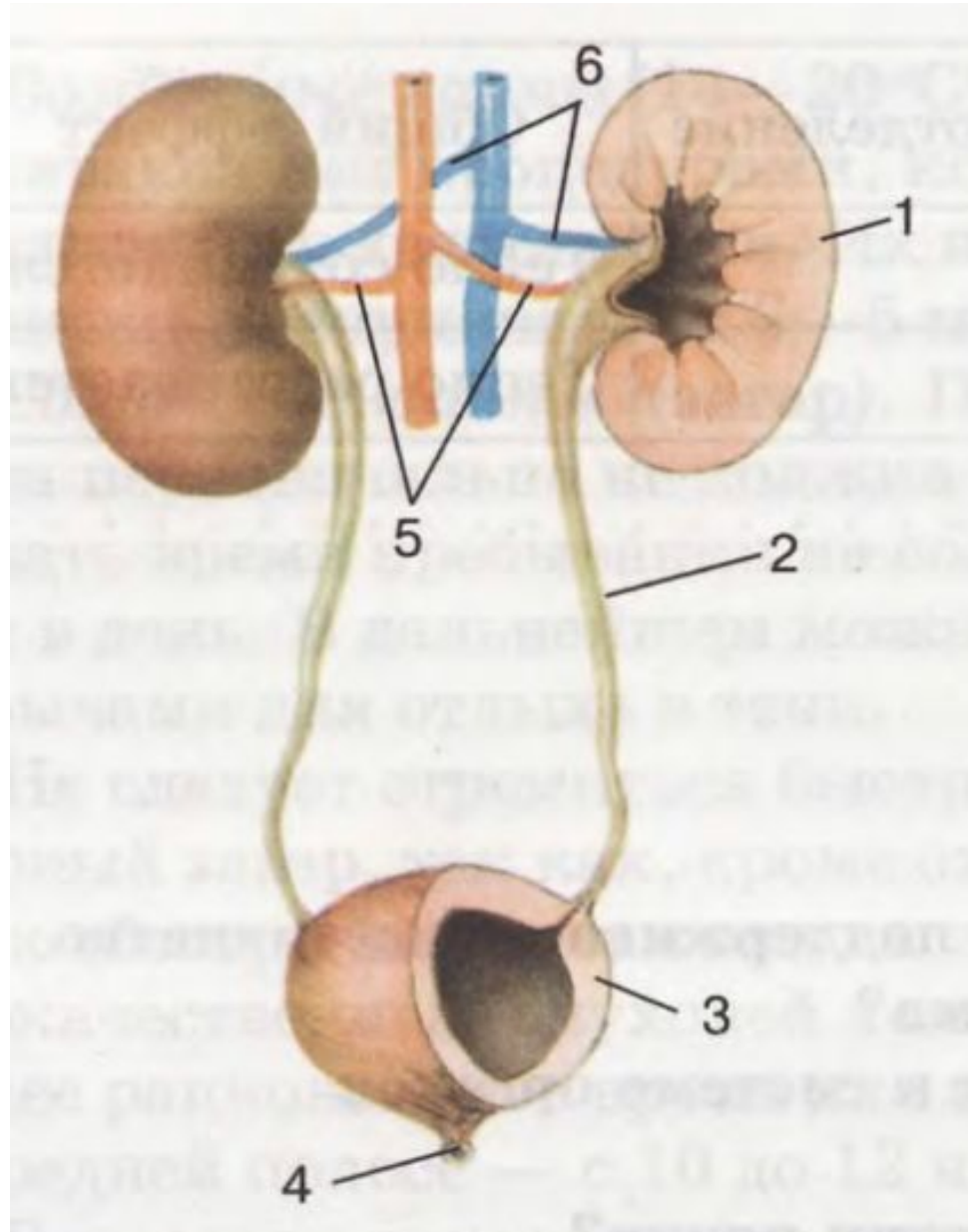


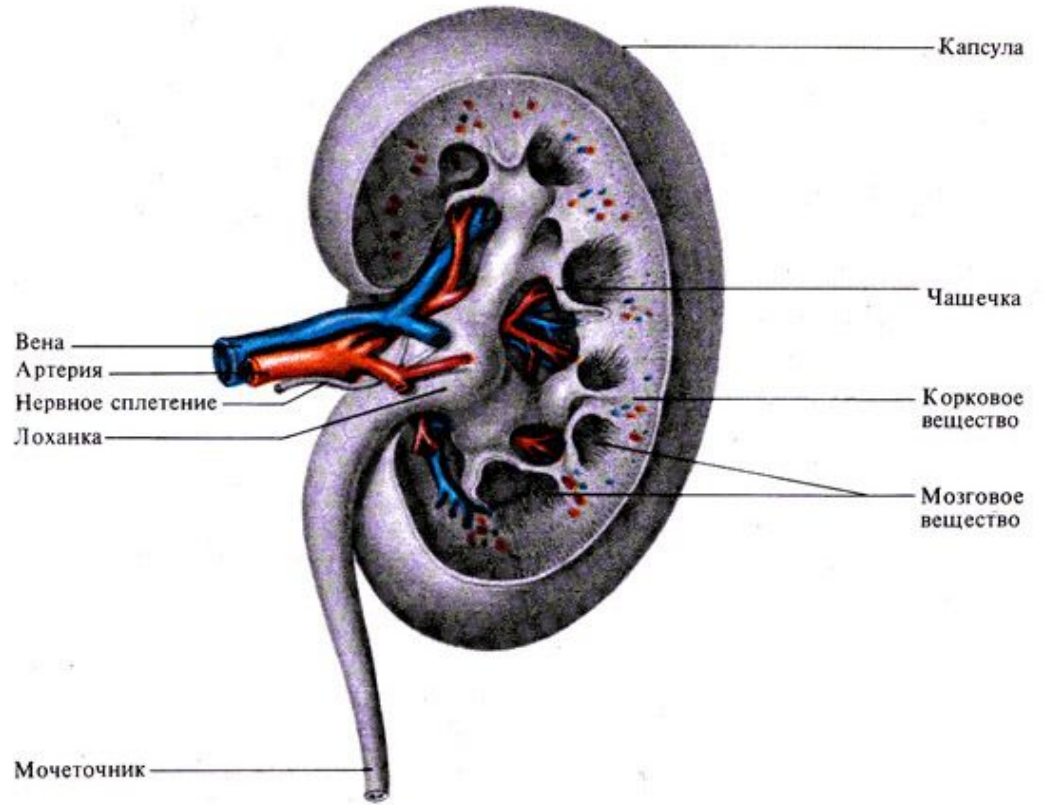
Органы, выполняющие функции, называются **выделительными**, или **экскреторными**.



2. Структурно-функциональные особенности почек

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





Строение почки

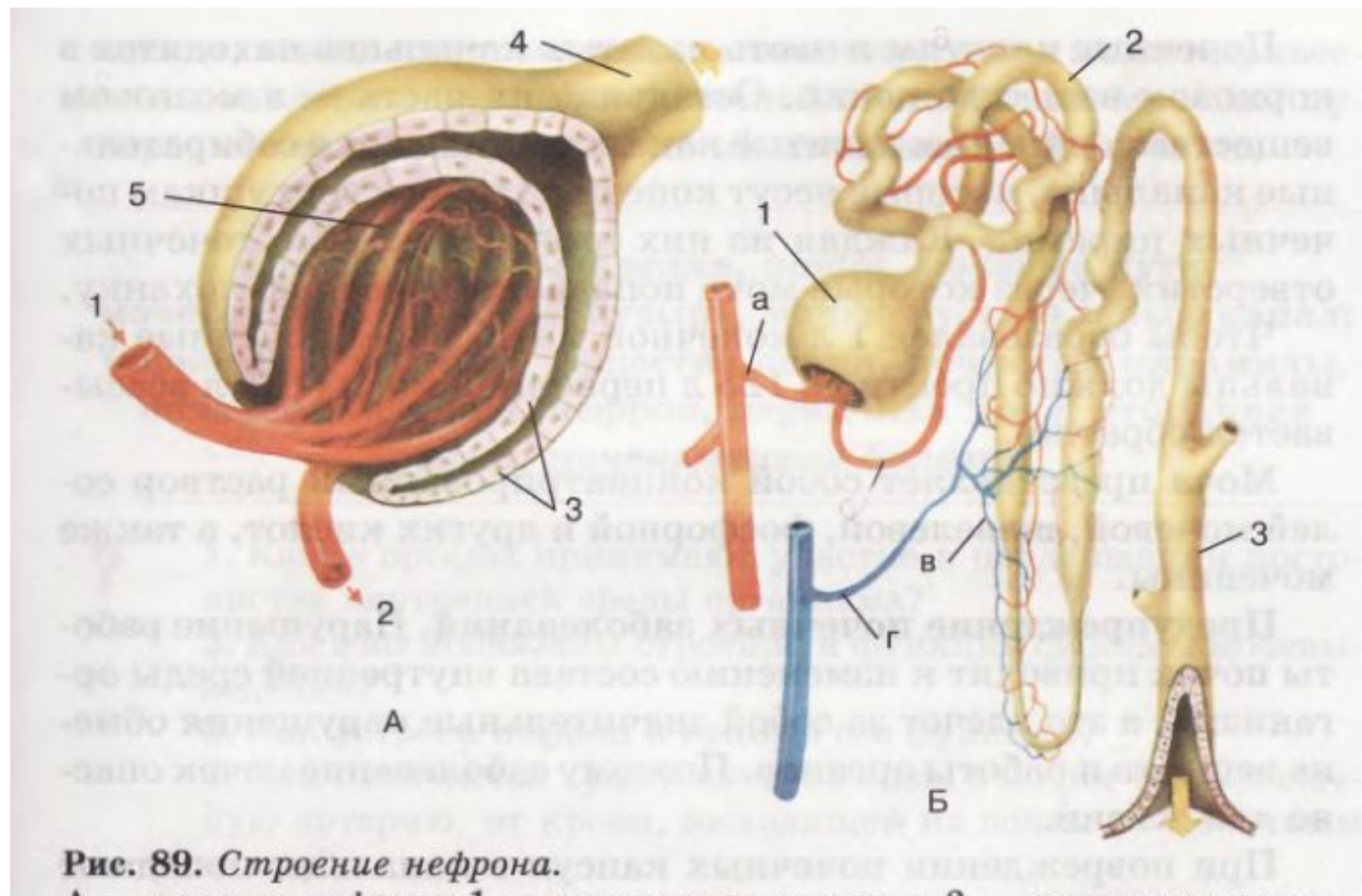
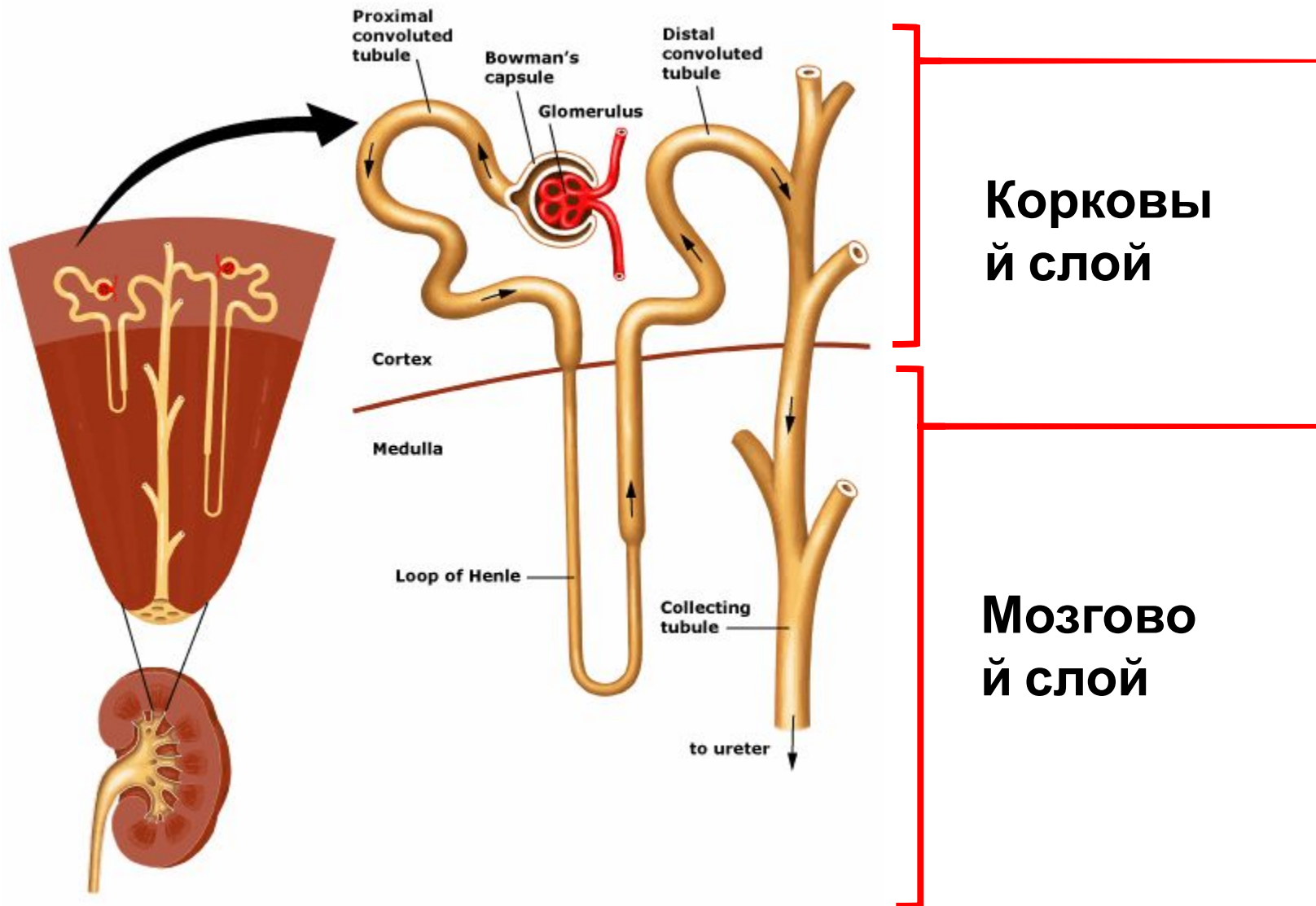
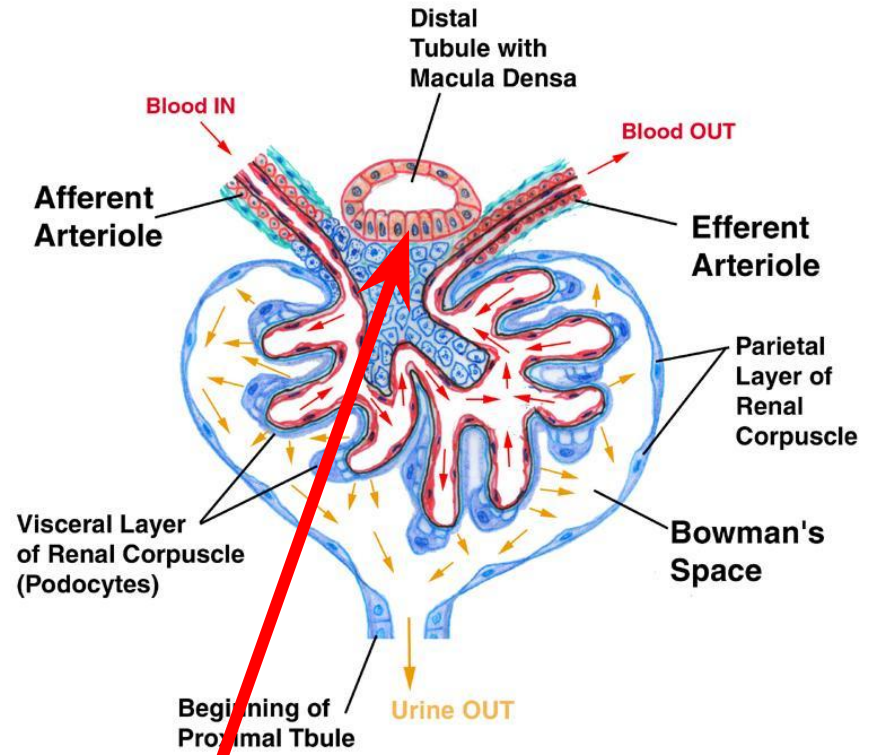


Рис. 89. Строение нефрона.

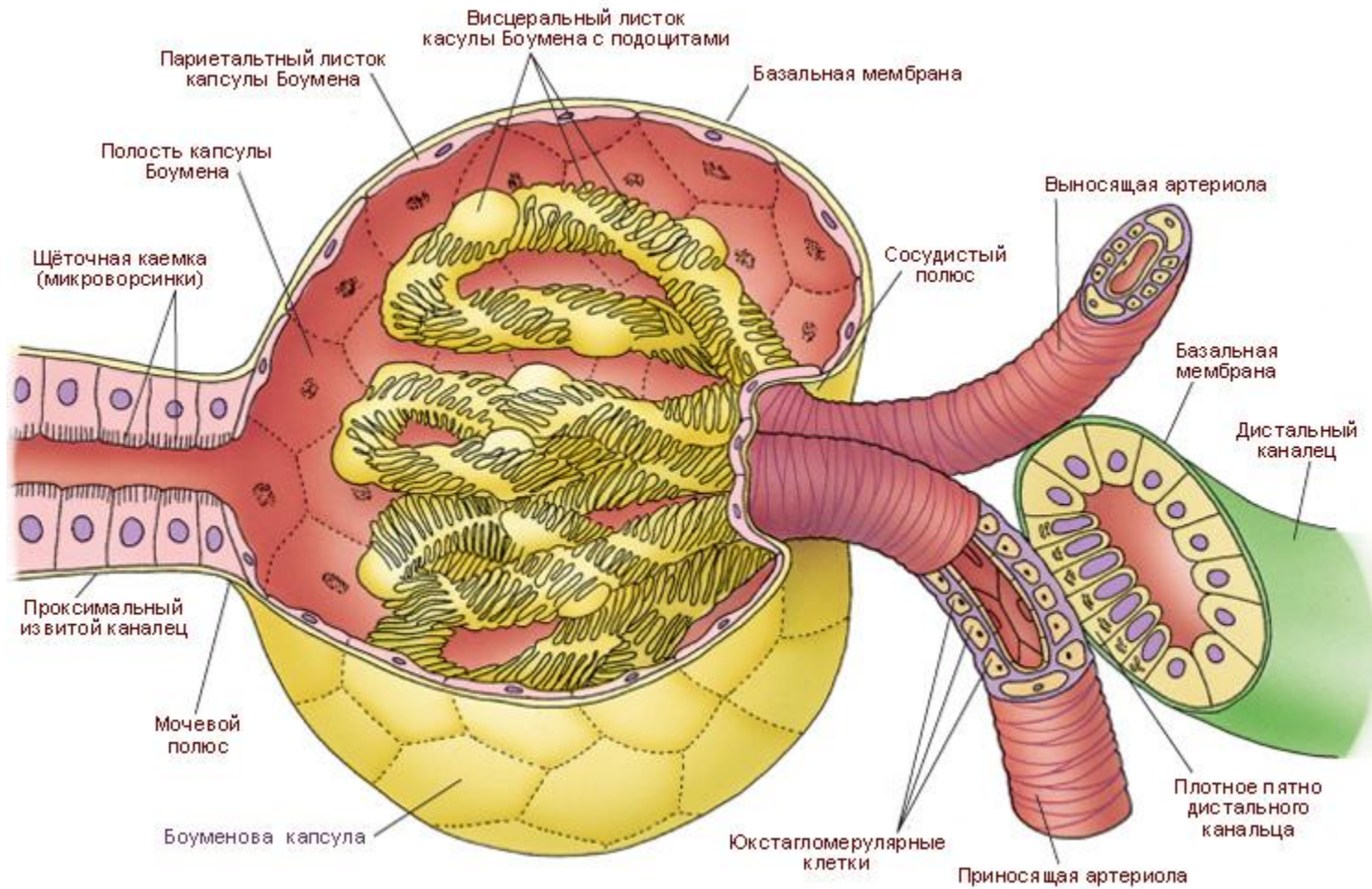
А — капсула нефрона: 1 — приносящая артерия; 2 — выносящая артерия; 3 — эпителиальная стенка капсулы (внешняя и внутренняя); 4 — каналец нефрона; 5 — клубок артериол; Б — нефрон: 1 — капсула нефрона; 2 — каналец нефрона; 3 — собирательный каналец. Кровеносные сосуды нефрона: а — приносящая артерия; б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



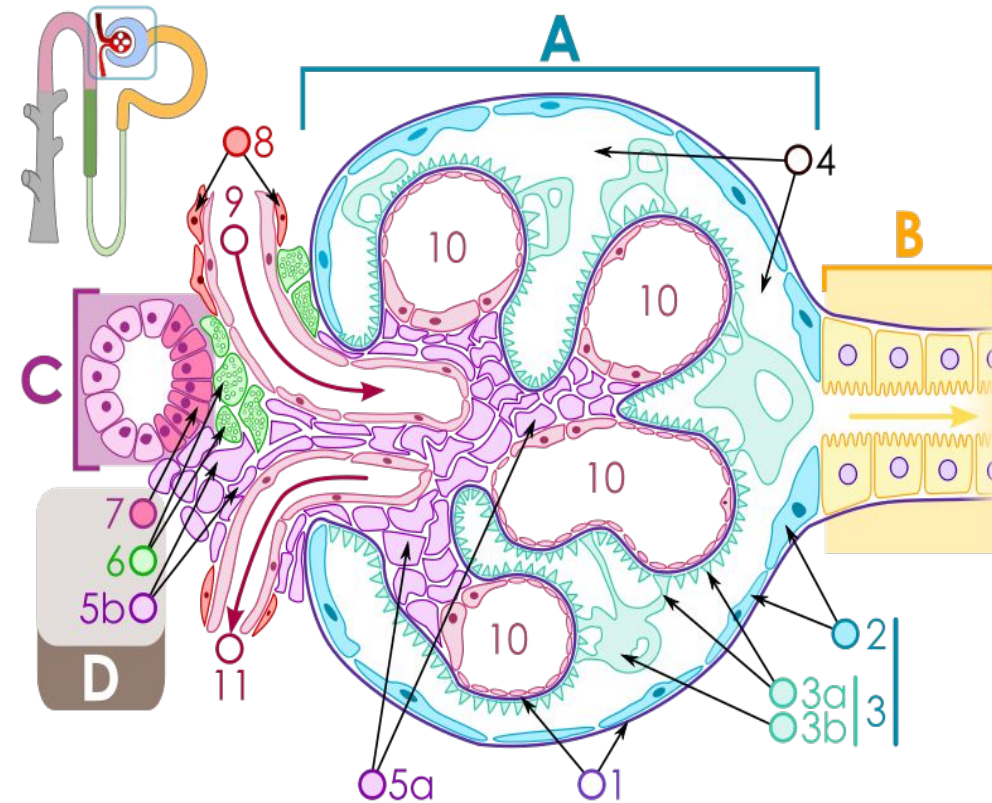
Строение нефрона



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

5a, 5b, 8 – гладкомышечные клетки

6. Юкстагломерулярные клетки

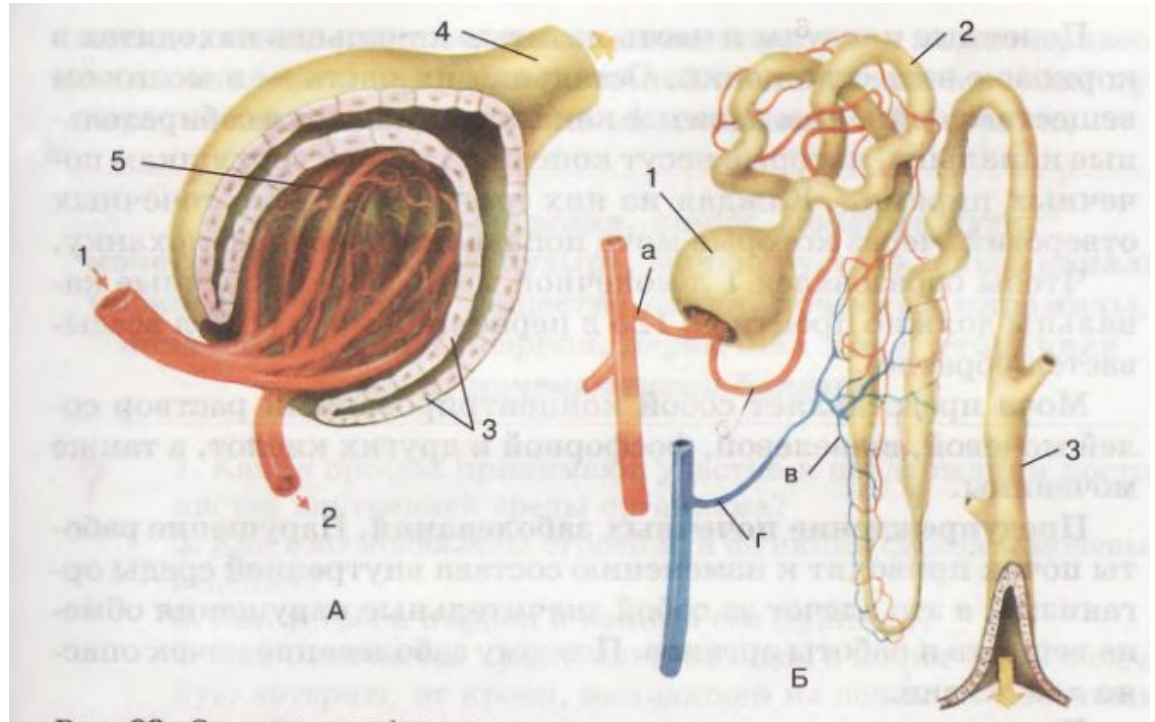
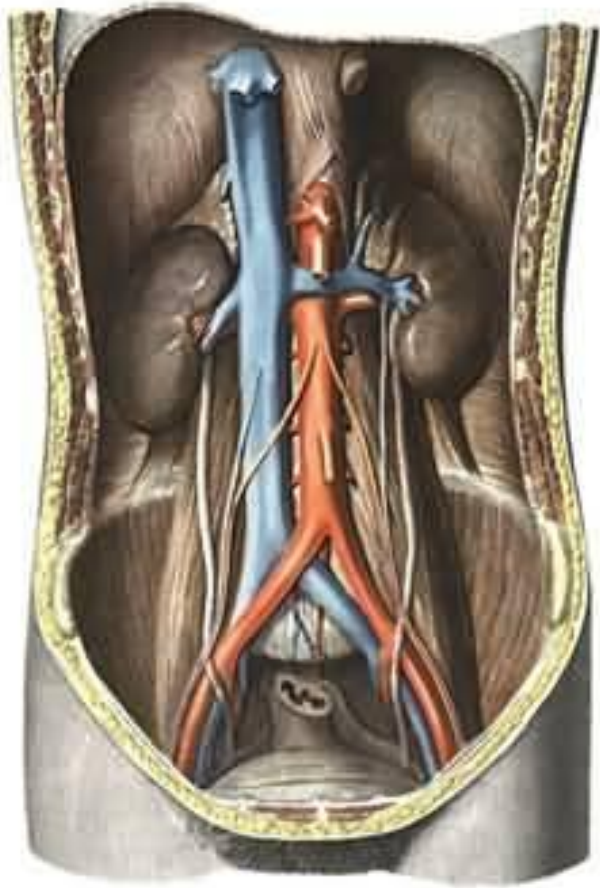
7. Темное пятно

9. Аfferентная артериола

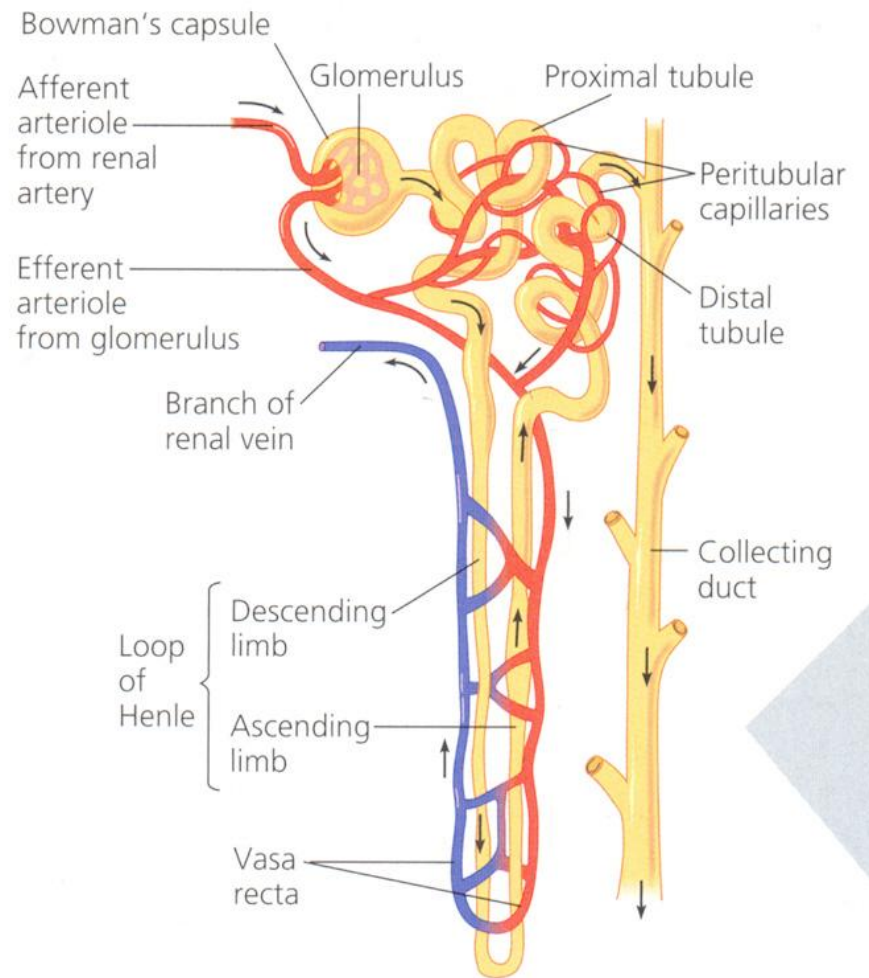
10. Клубочковые капилляры

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

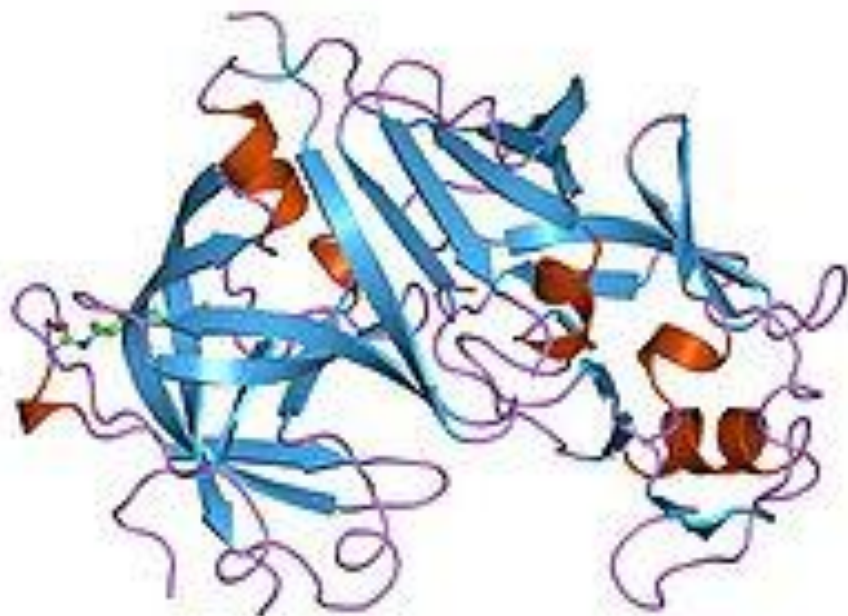
Регуляция артериального давления

Регуляция эритропоэза

Регуляция гемостаза

Участие в обмене белков, липидов и углеводов

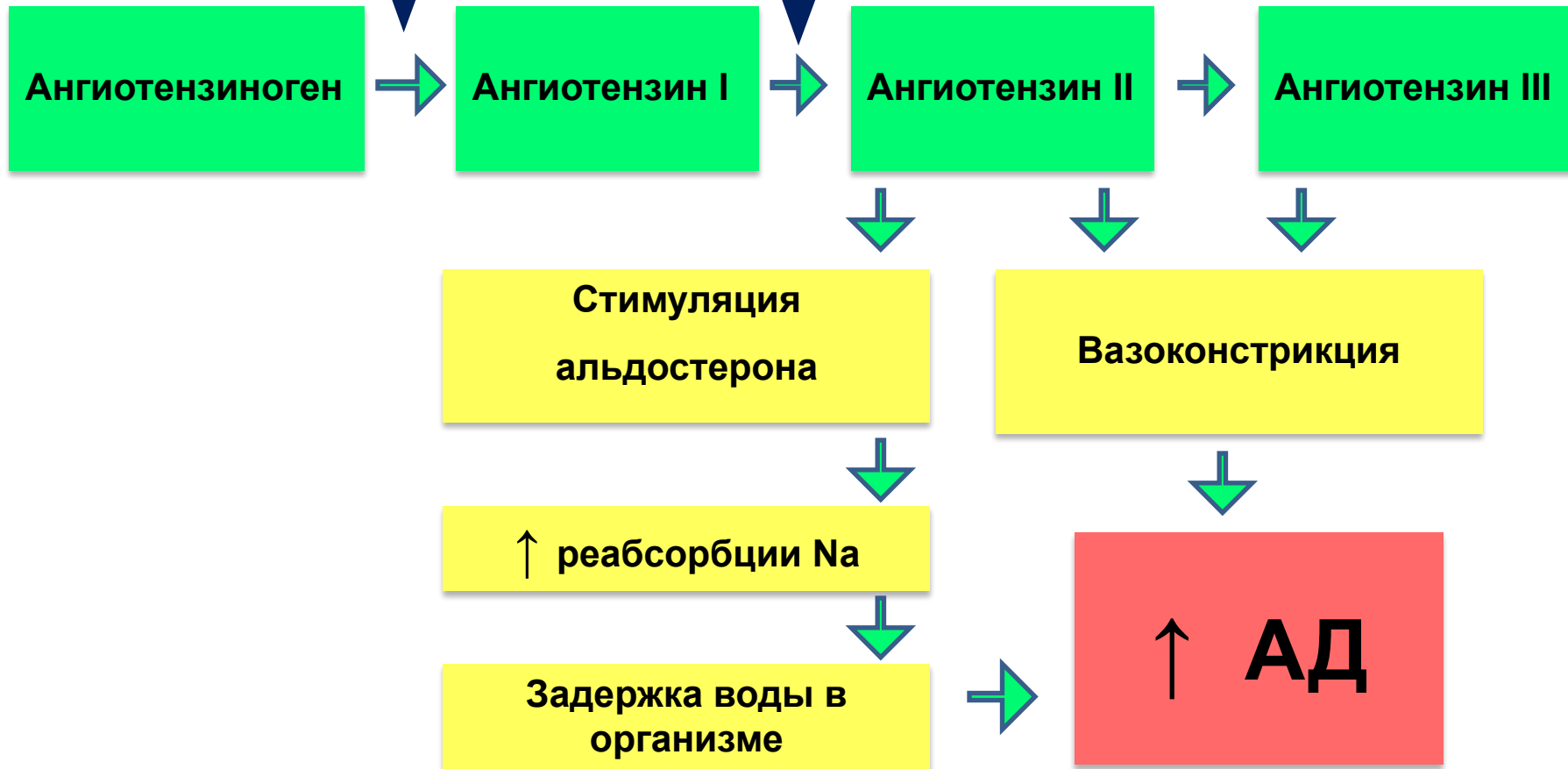
Защитная функция



Ренин

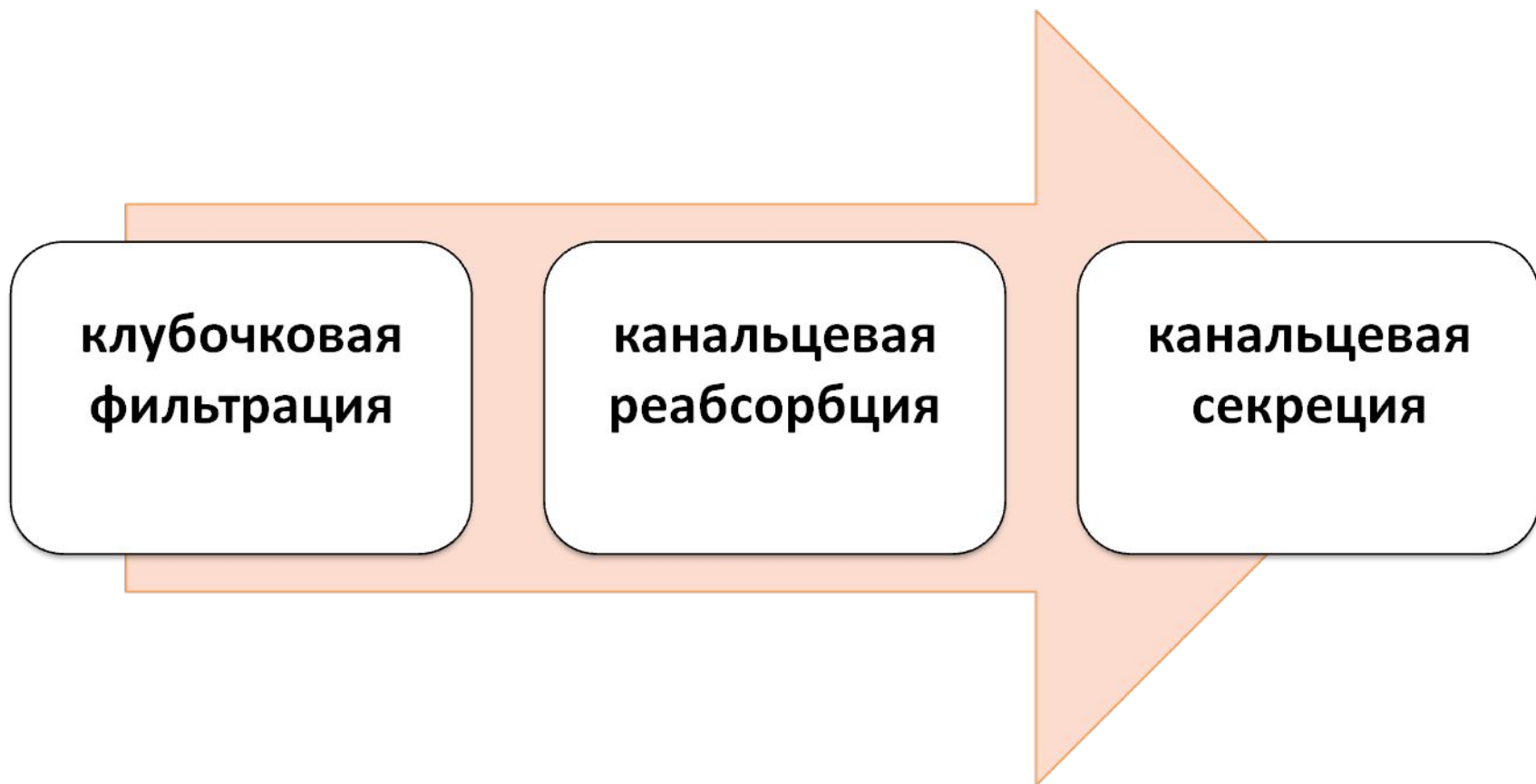
**Ангиотензин-
превращающий
фермент**

Ренин



4. Механизмы мочеобразования

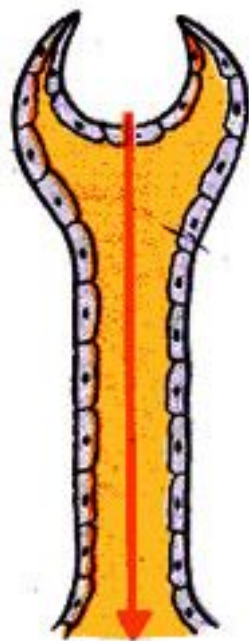
Механизмы мочеобразования:



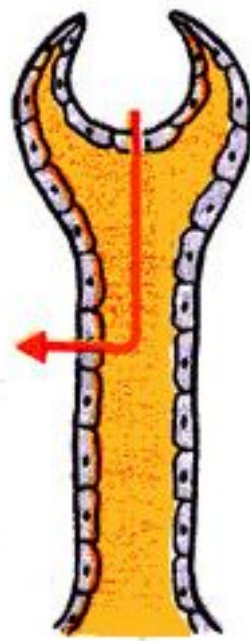
Фильтрация

Реабсорбция

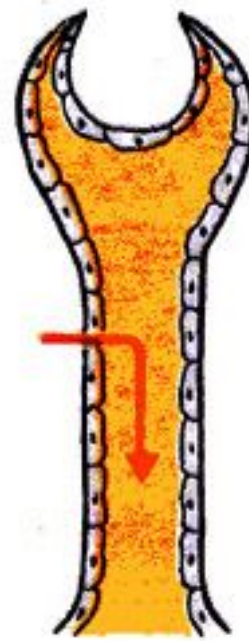
Секреция



Инулин

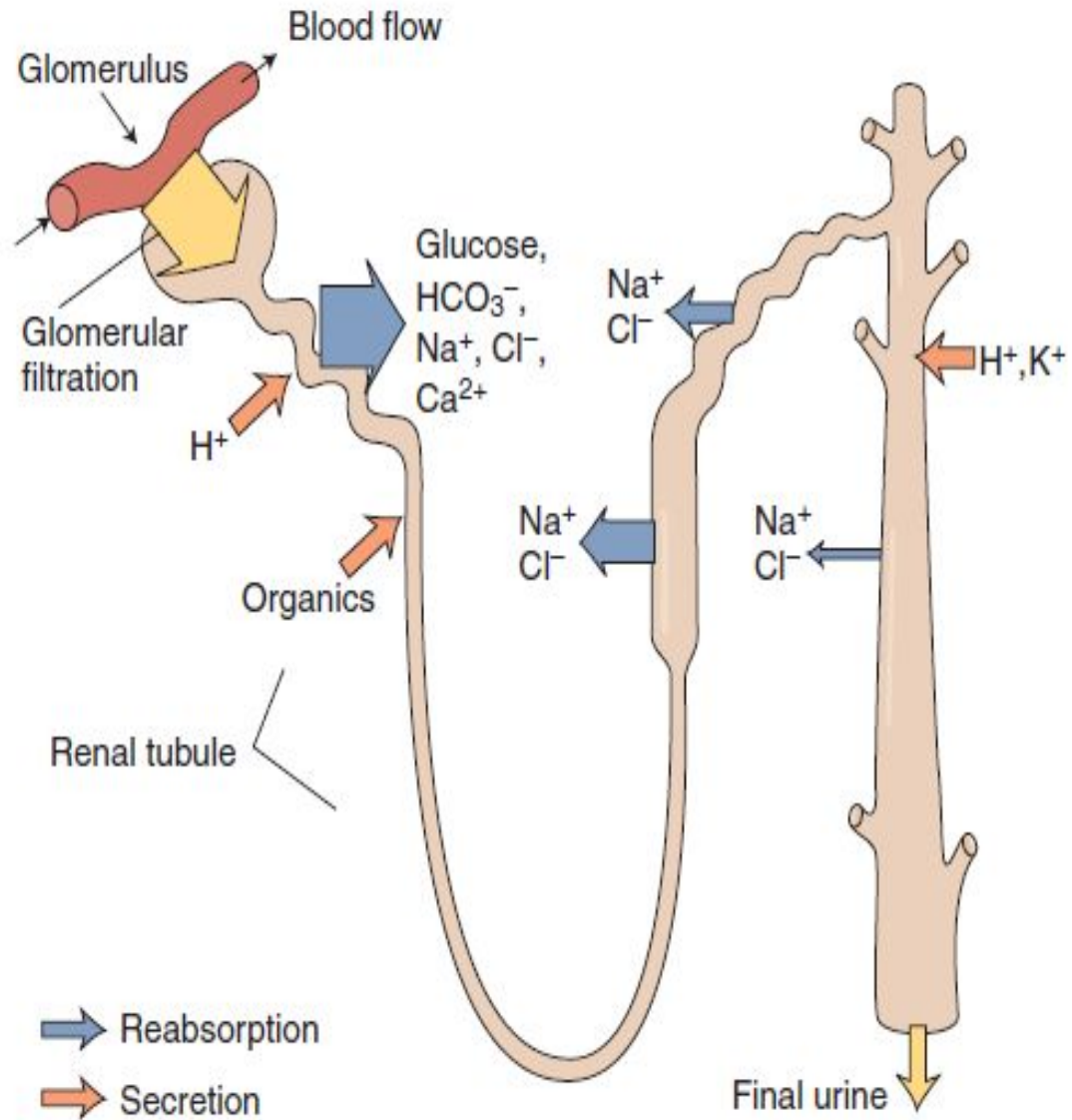


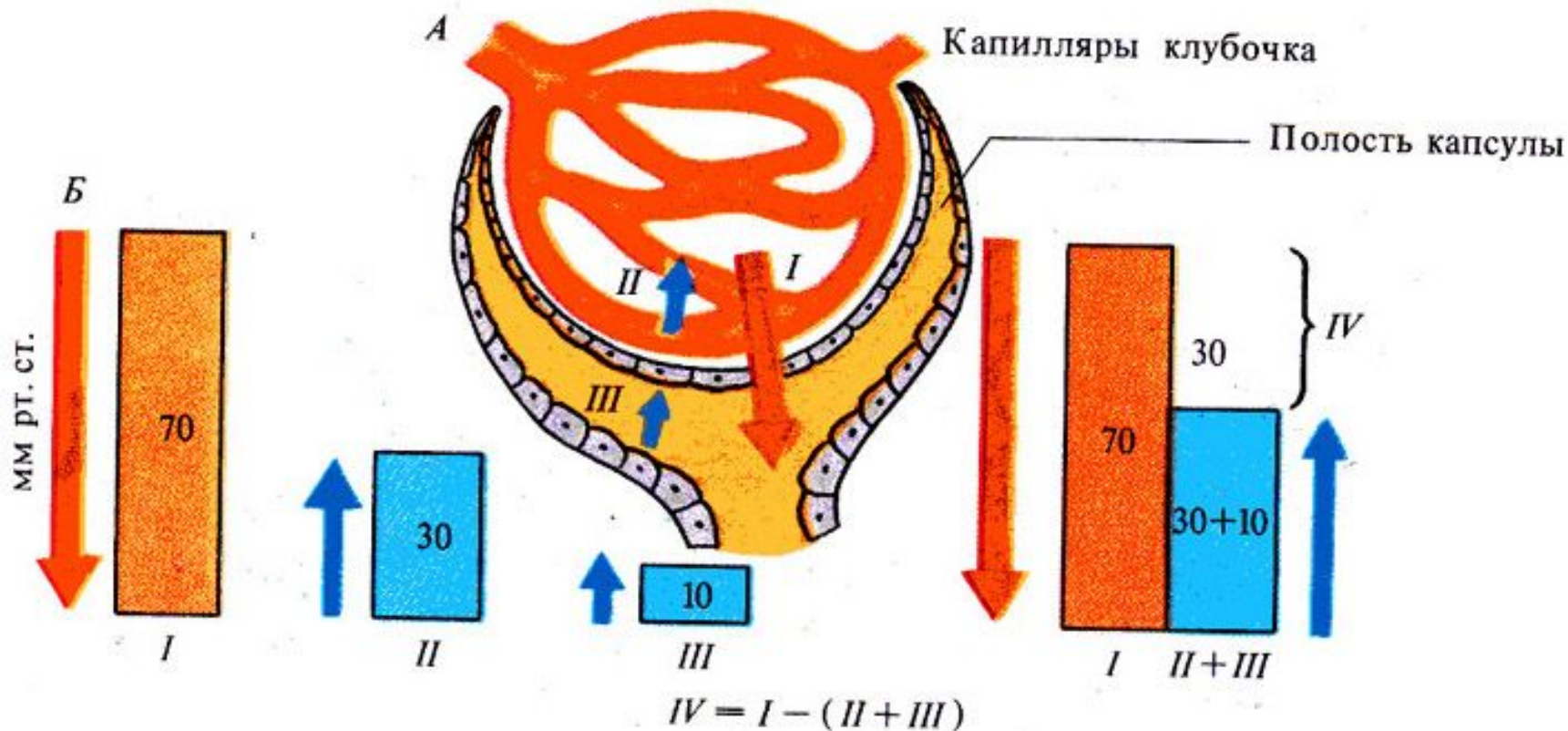
Глюкоза
(в норме)



Ионы K^+

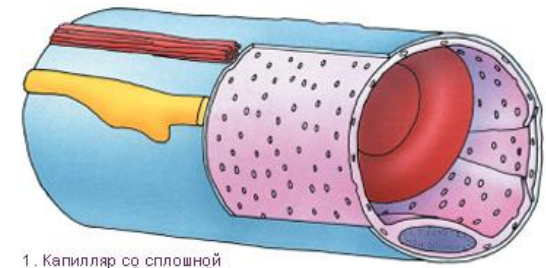
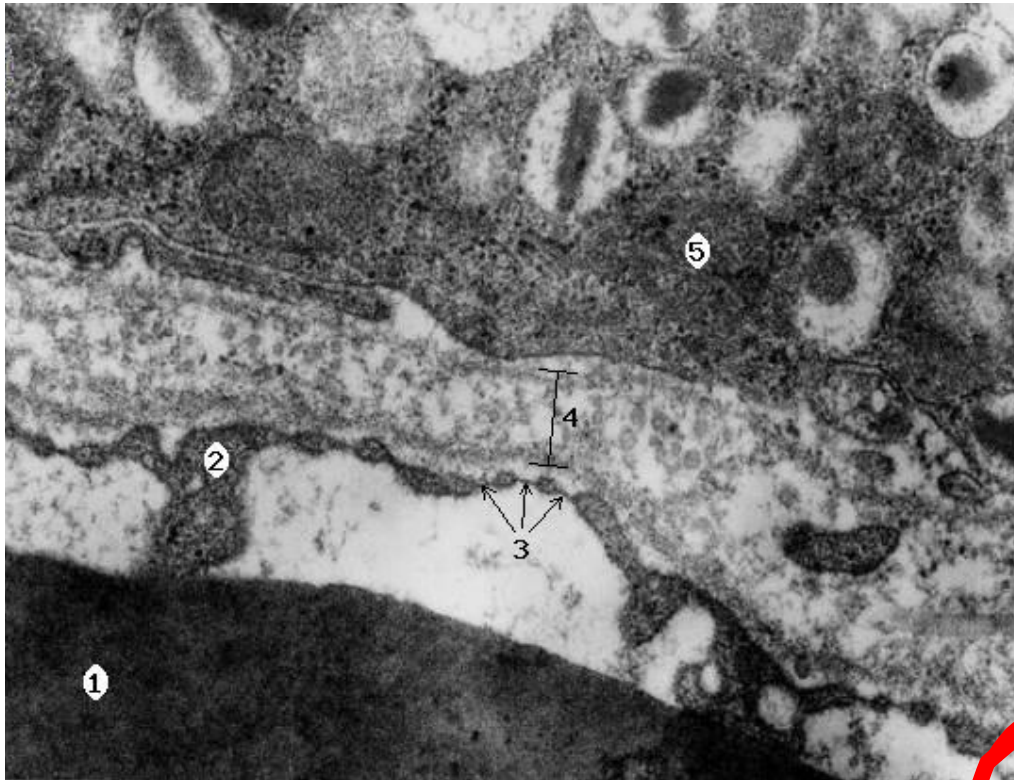
Механизмы мочеобразования



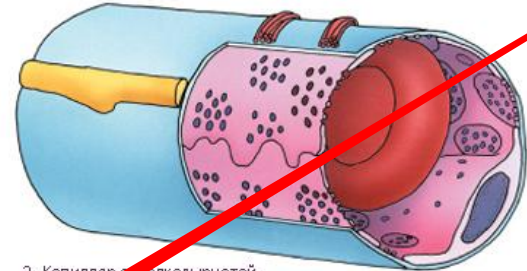


Силы клубочковой фильтрации (силы Старлинга).

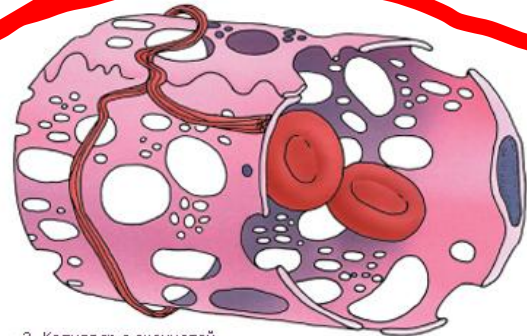
I – гидростатическое давление, II – онкотическое давление, III – давление жидкости в полости капсулы клубочка



1. Капилляр со сплошной (непрерывной) стенкой

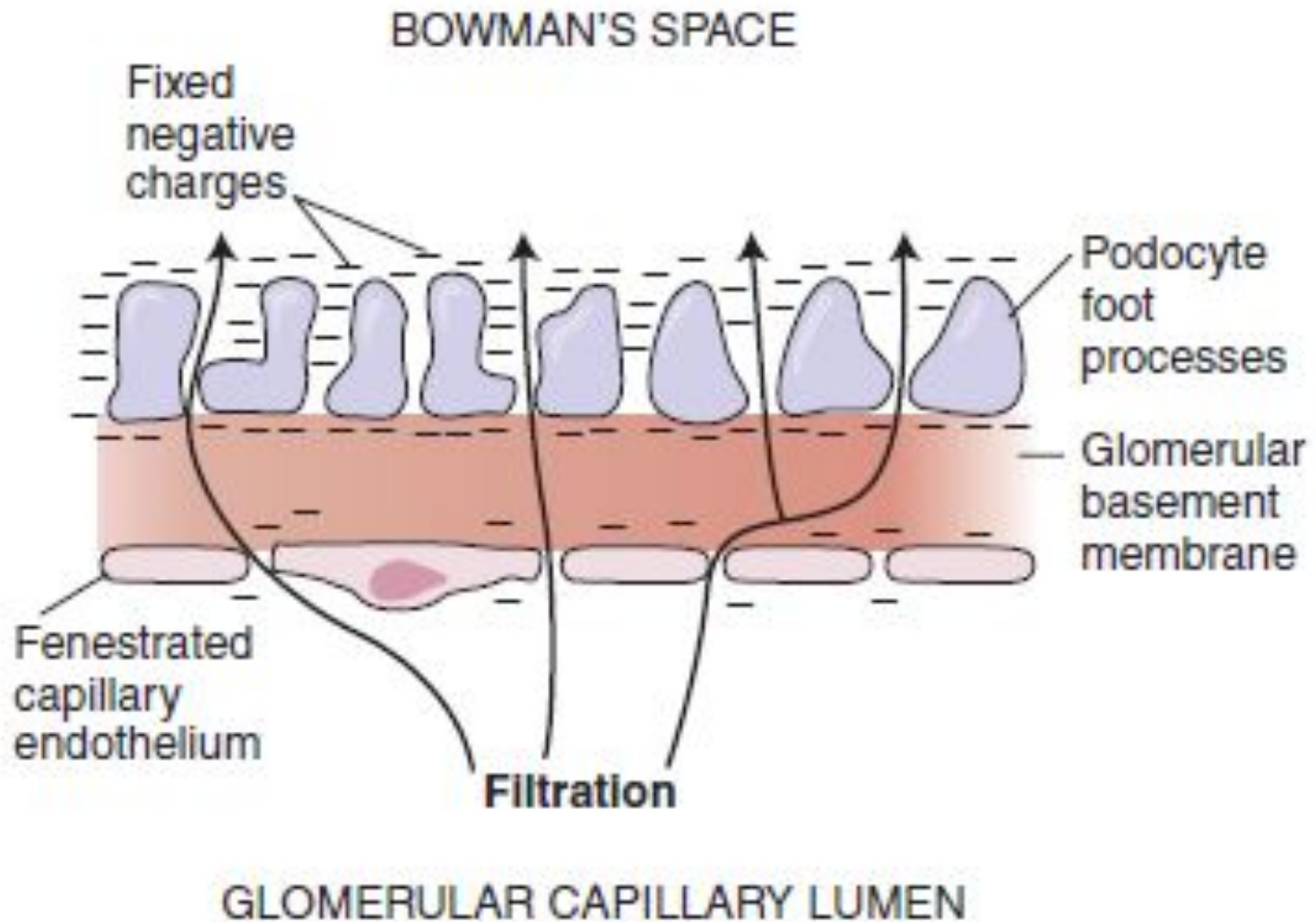


2. Капилляр с fenestrальной (fenестрированной) стенкой



3. Капилляр с окончатой (прерывистой) стенкой

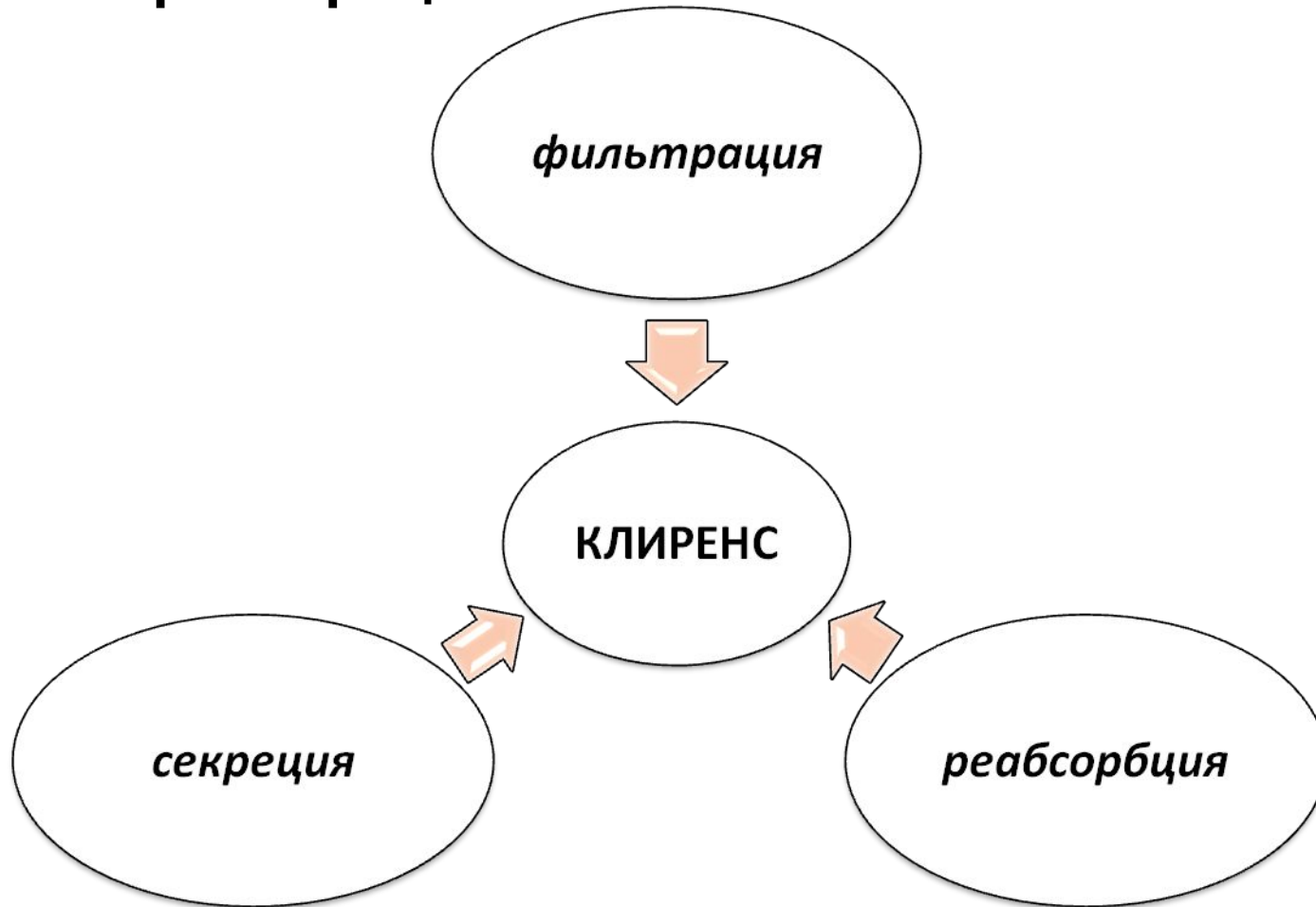
Фенестрированные капилляры нефрона

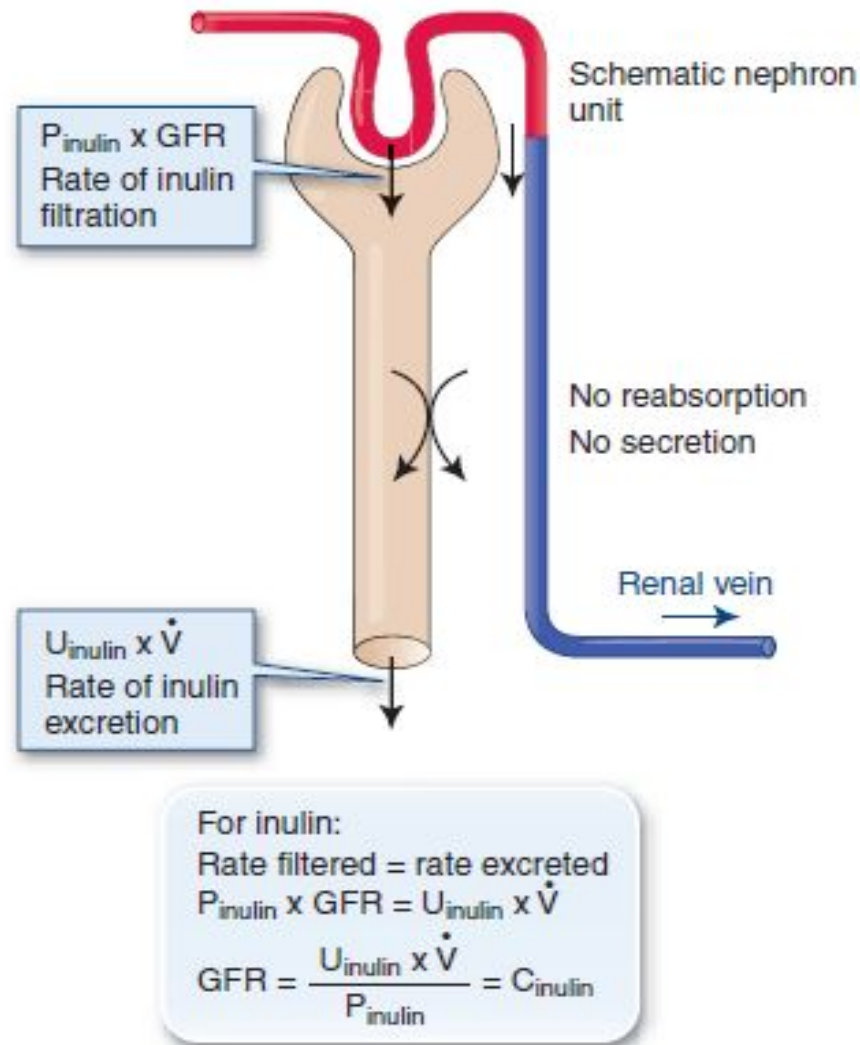


Фильтрация в клубочке

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

Клиренс \neq фильтрации





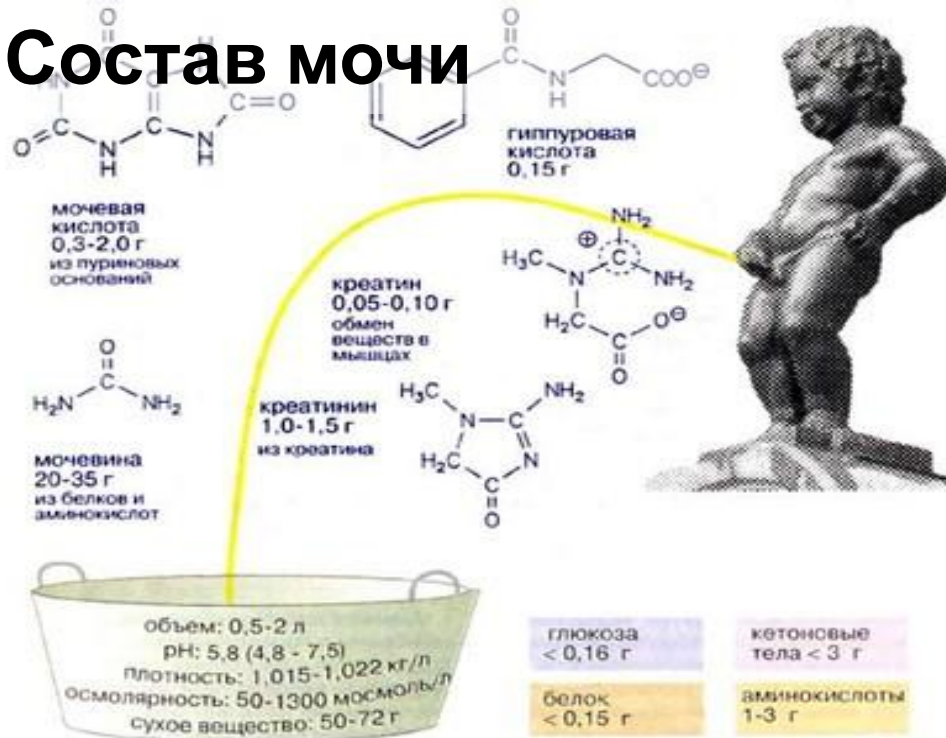
Использование инулина для оценки клиренса

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).

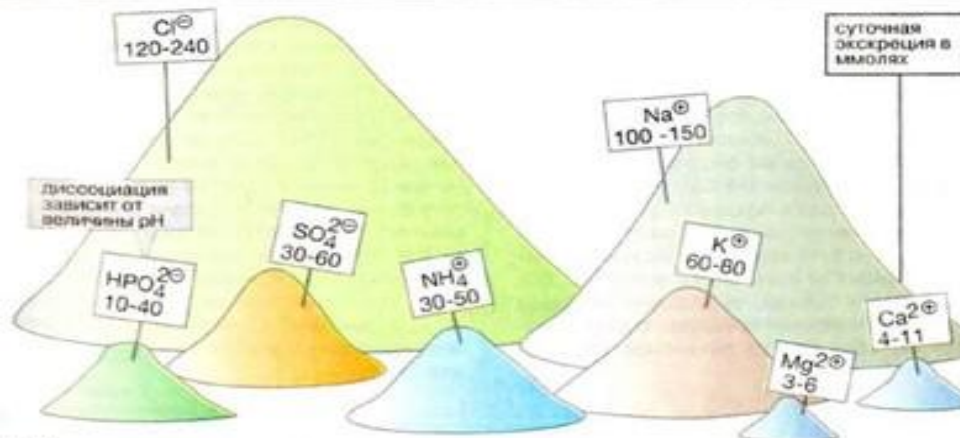
5. Количество и состав мочи

Состав мочи



А. Моча: общие сведения

Б. Органические составляющие мочи

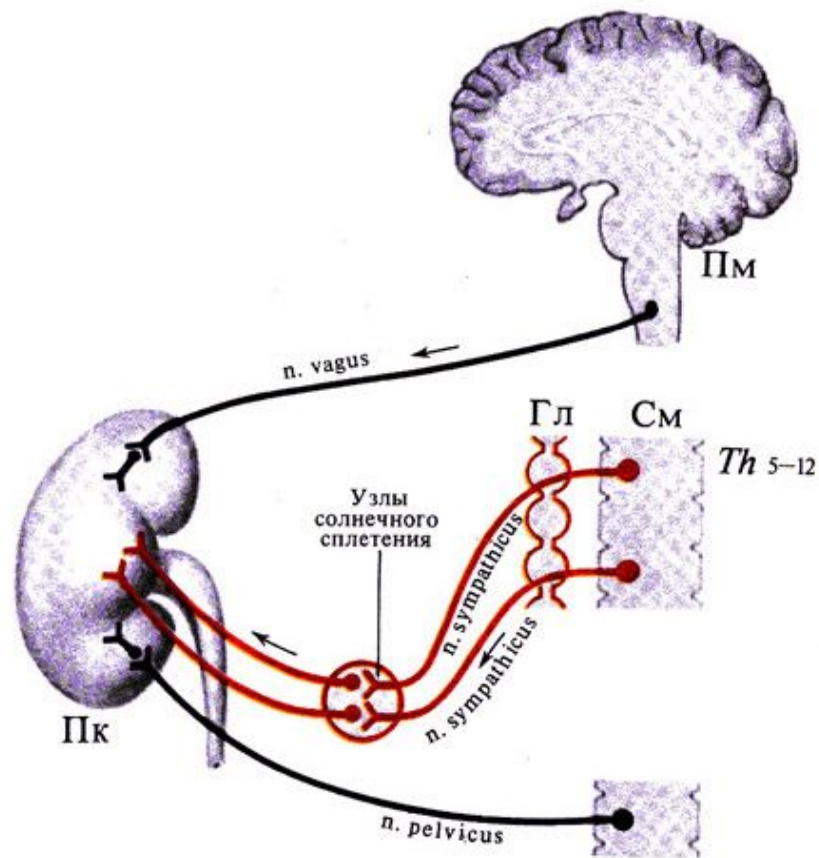


В. Неорганические составляющие мочи

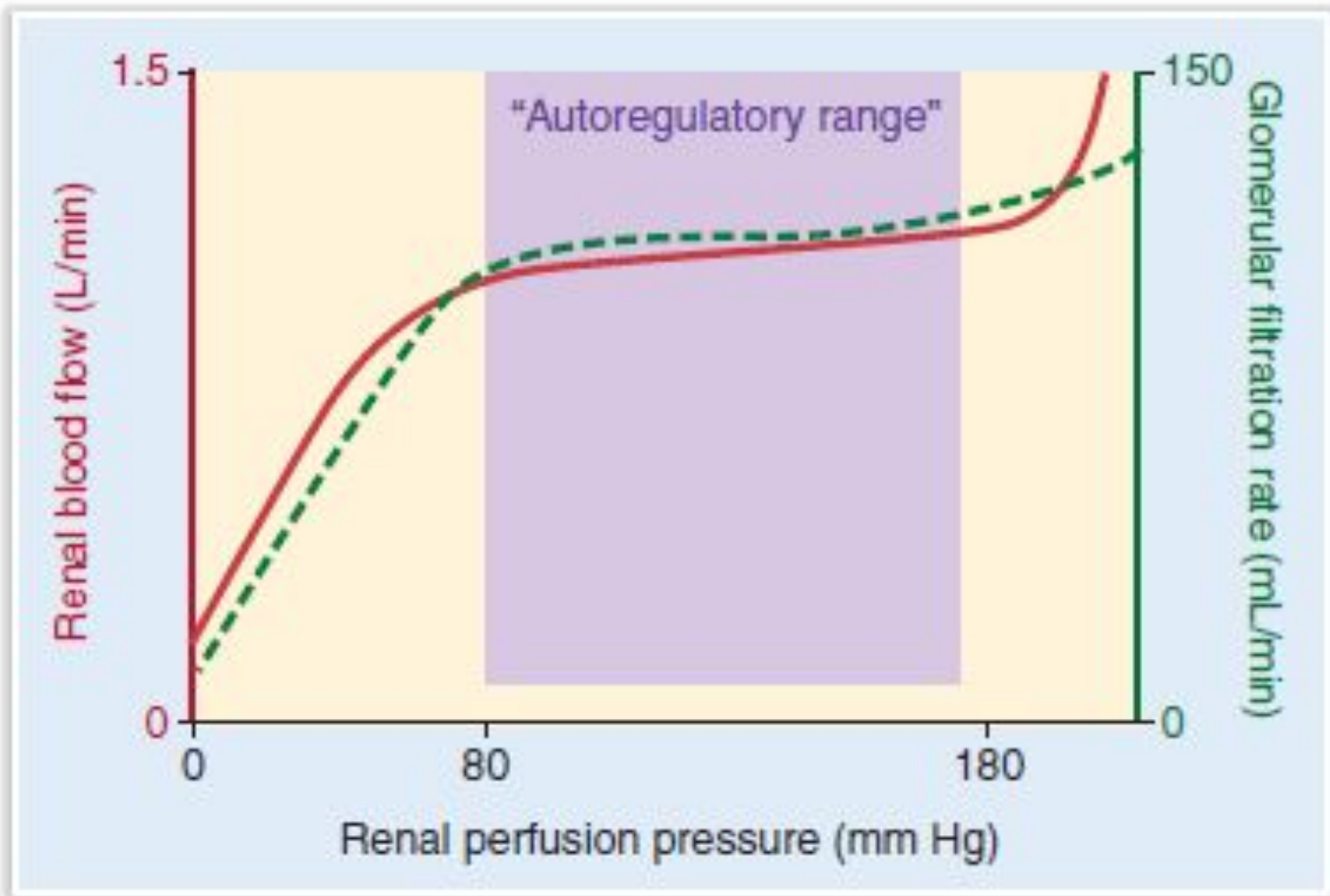
Сравнение состава плазмы крови и мочи

	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

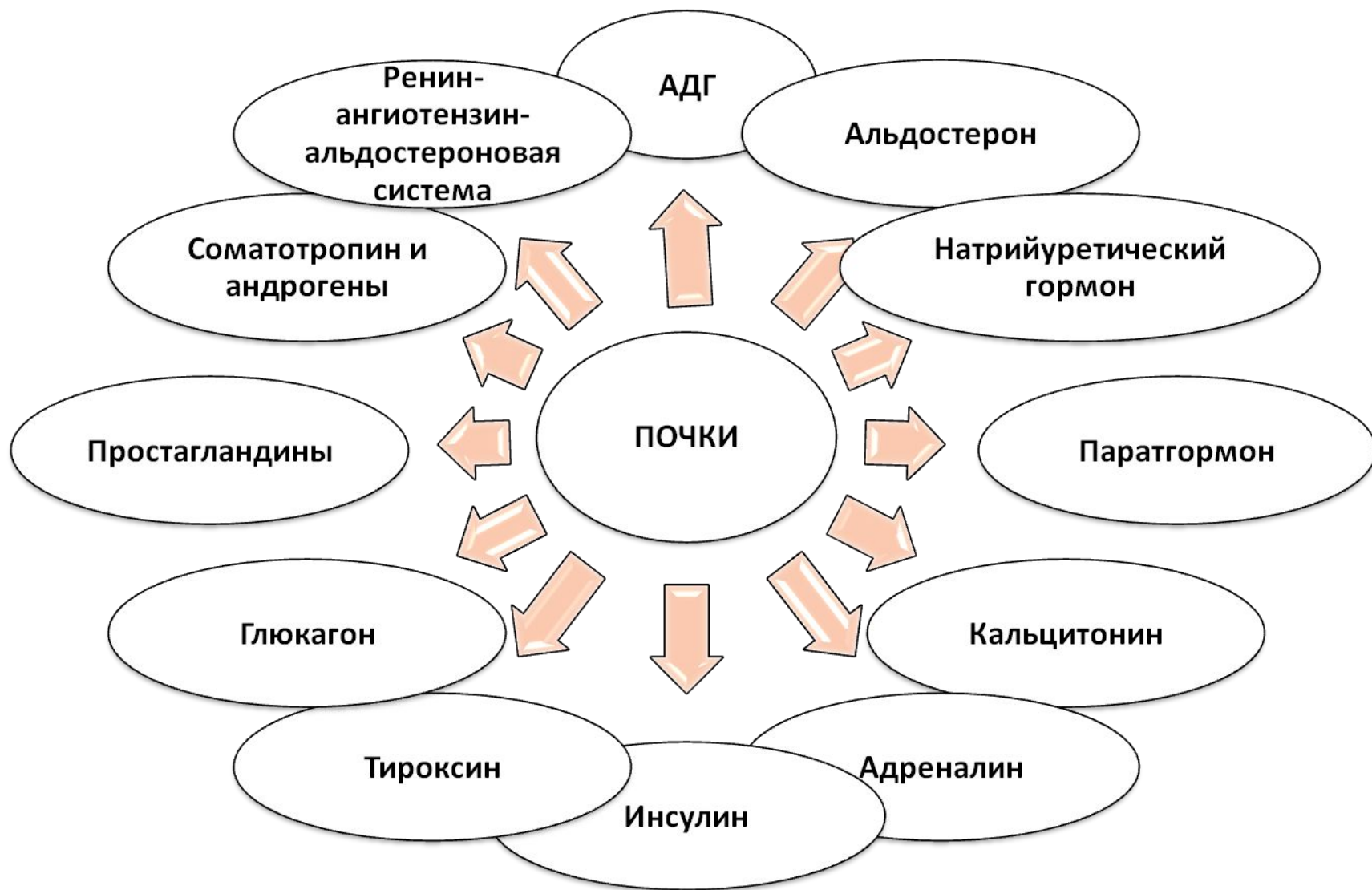


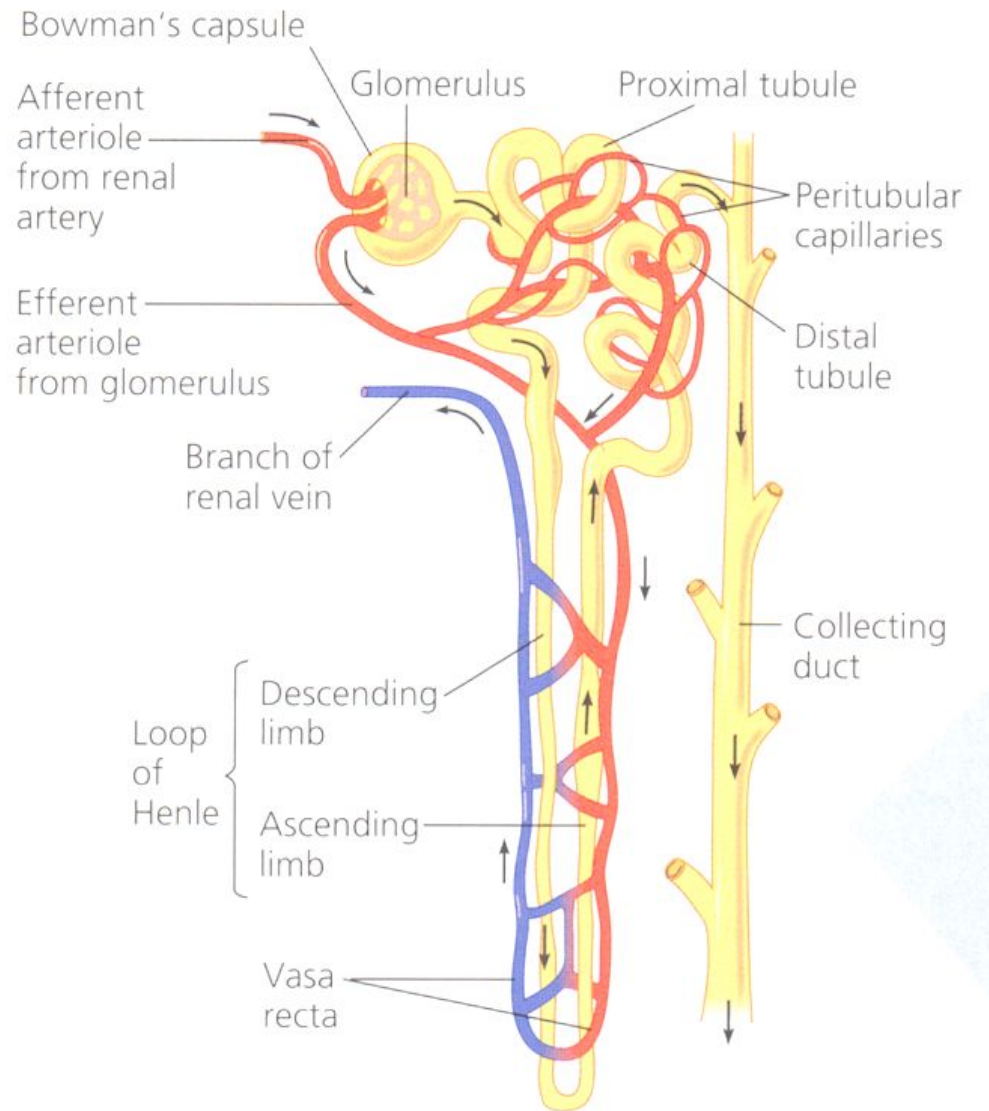
Иннервация почки



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

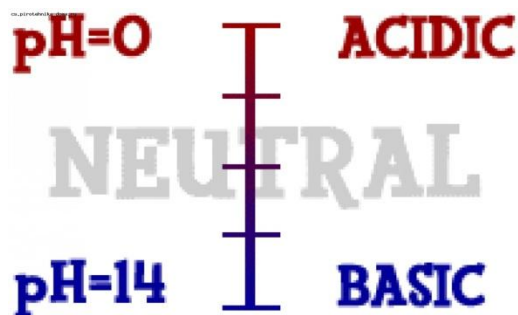
$$[H^+] = [OH^-] = 0,0000001 \text{ моль/л} = 10^{-7} \text{ моль/л.}$$

Логарифмически это выражается:

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

↓ pH = ↑ [H⁺]

↑ pH = ↓ [H⁺]



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 CO_2 .**

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

- Регулирование плазменной $[\text{HCO}_3^-]$. Почки могут выделять HCO_3^- , и они могут генерировать новые HCO_3^- . В большинстве случаев почечная венозная кровь содержит больше HCO_3^- , чем почечная артериальная кровь, что отражает непрерывное производство почечного HCO_3^- . Почки генерирует достаточно HCO_3^- , чтобы нейтрализовать чистую продукцию кислоты от обмена веществ.
- Выделение основных метаболических кислот. Кислоты в моче преимущественно в виде ионов аммония (NH_4^+) и фосфорной кислоты (H_2PO_4^-).

Спасибо за внимание!