

ВЫДЕЛЕНИЕ

ОРГАНЫ ВЫДЕЛЕНИЯ:

ЛЁГКИЕ

ПОЧКИ

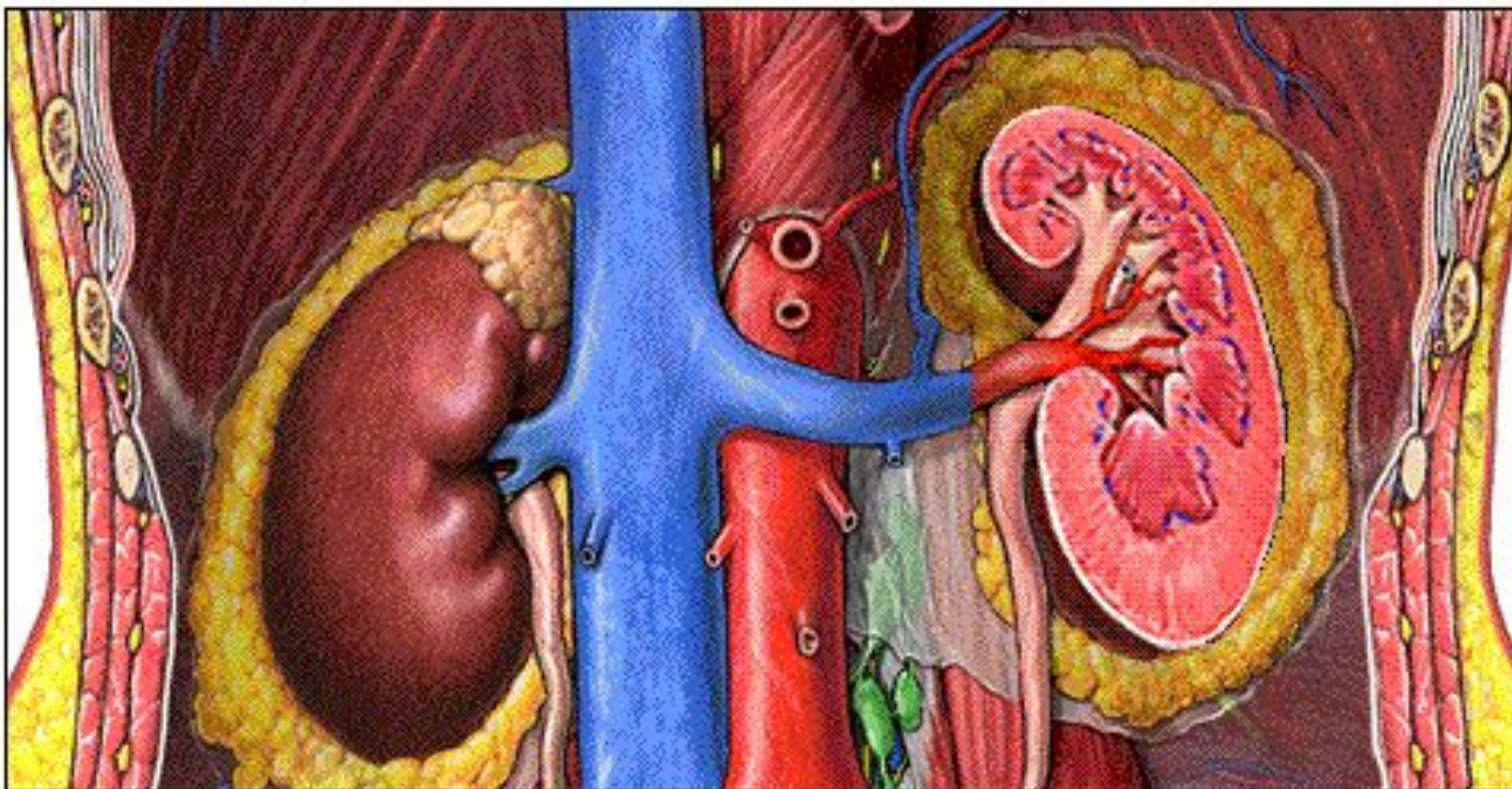
КОЖА

ЖКТ

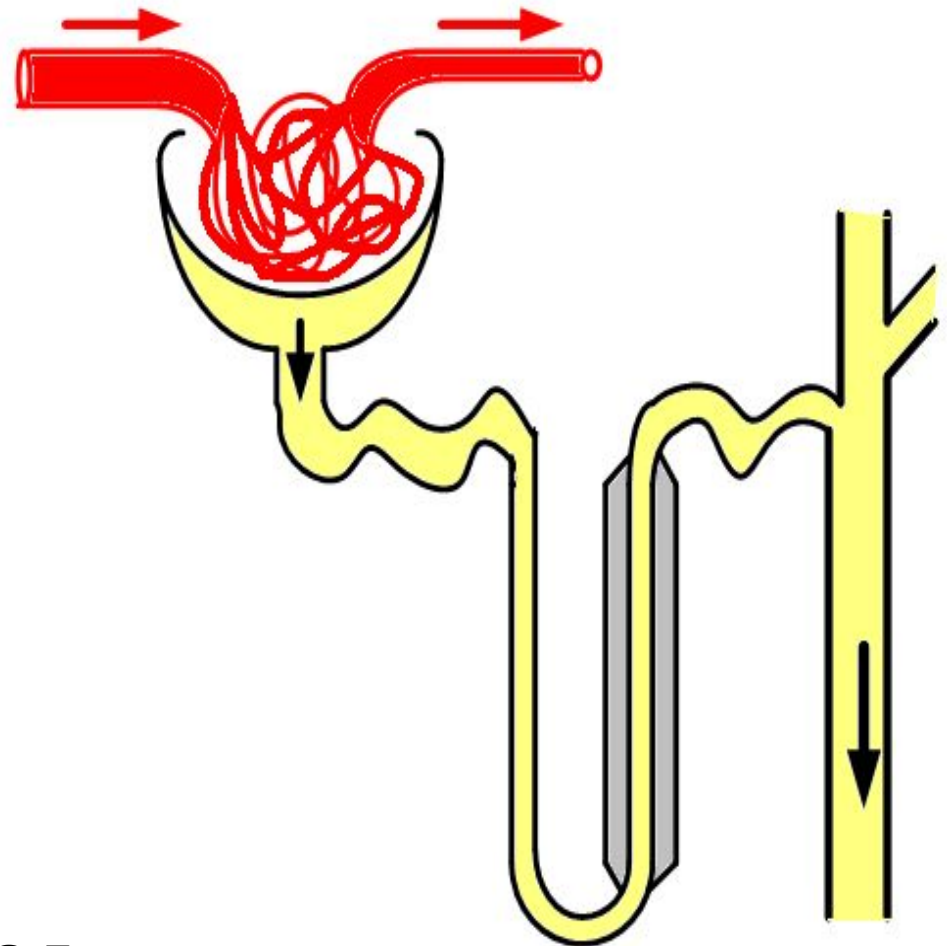
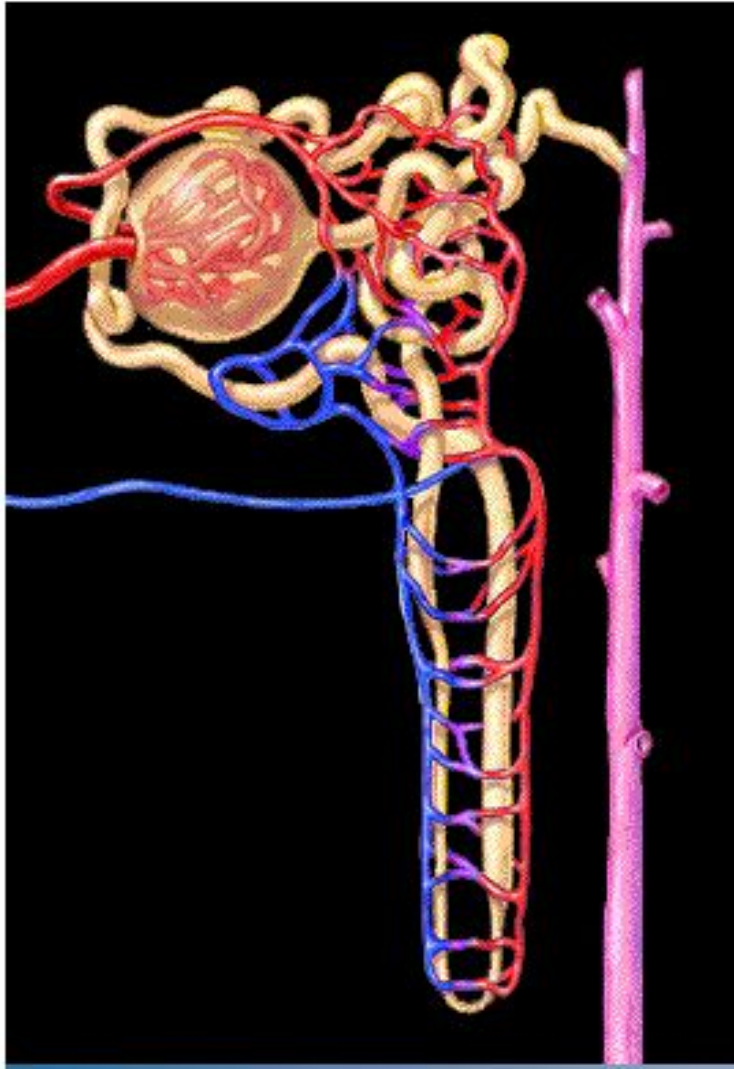
ФУНКЦИИ ПОЧЕК

- **ЭКСКРЕТОРНАЯ** – выведение конечных продуктов метаболизма, токсинов и чужеродных в-в
- **ГОМЕОСТАТИЧЕСКАЯ** – поддержание постоянства внутренней среды организма (химического состава крови, артериального давления)
- **ЭНДОКРИННАЯ** – синтез и выделение в кровь биологически активных в-в: **(1)** ренина, **(2)** эритропоэтинов, **(3)** кальцитриола (D_3)
- **МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ** – участие в обмене в-в (например, в глюконеогенезе)

АНАТОМИЯ ПОЧЕК

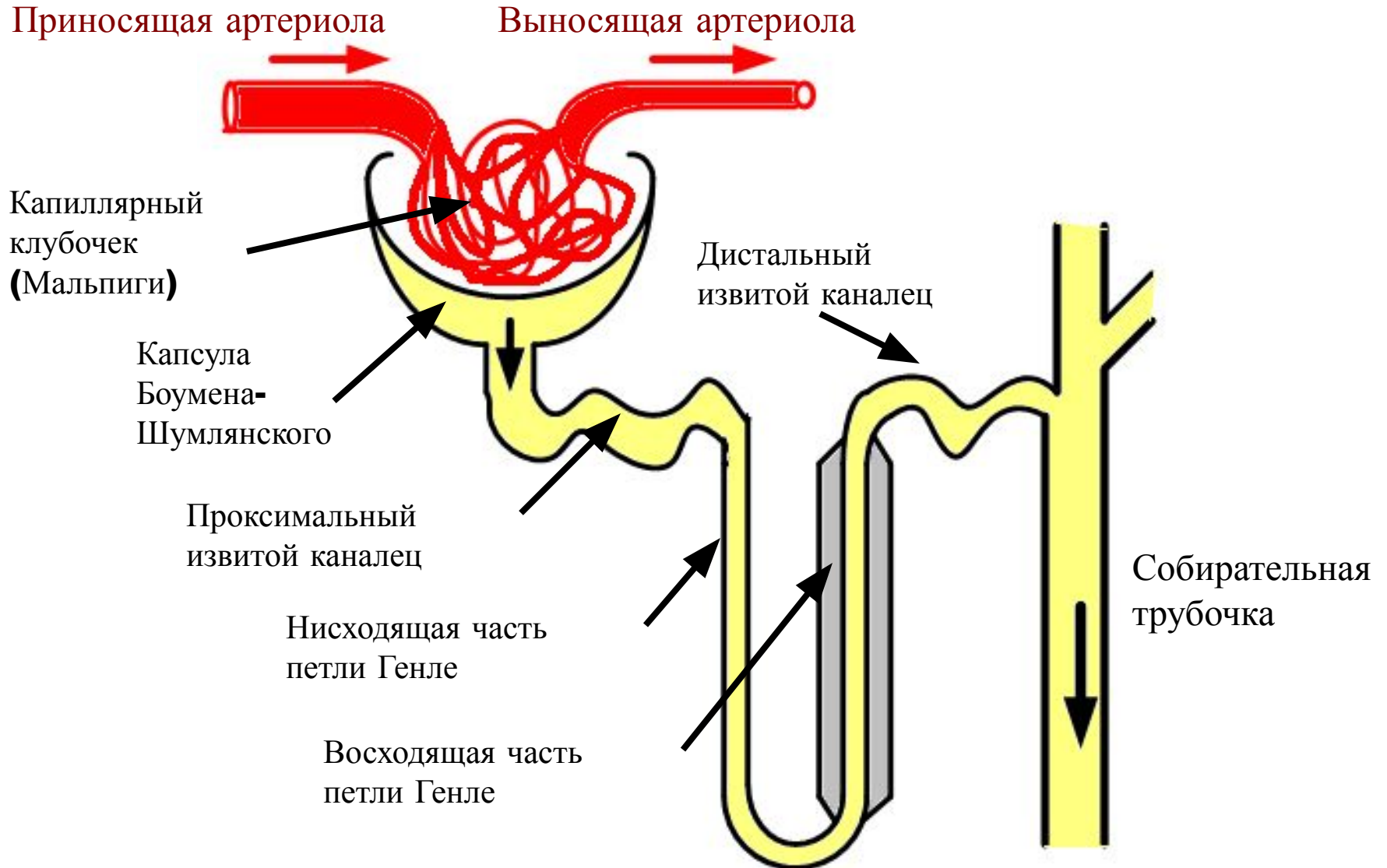


ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЕДИНИЦА ПОЧЕК - НЕФРОН



2,5 млн нефронов

СТРОЕНИЕ НЕФРОНА



ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ПОЧКИ

- Высокий уровень кровоснабжения:
1 л/мин (20% от величины сердечного

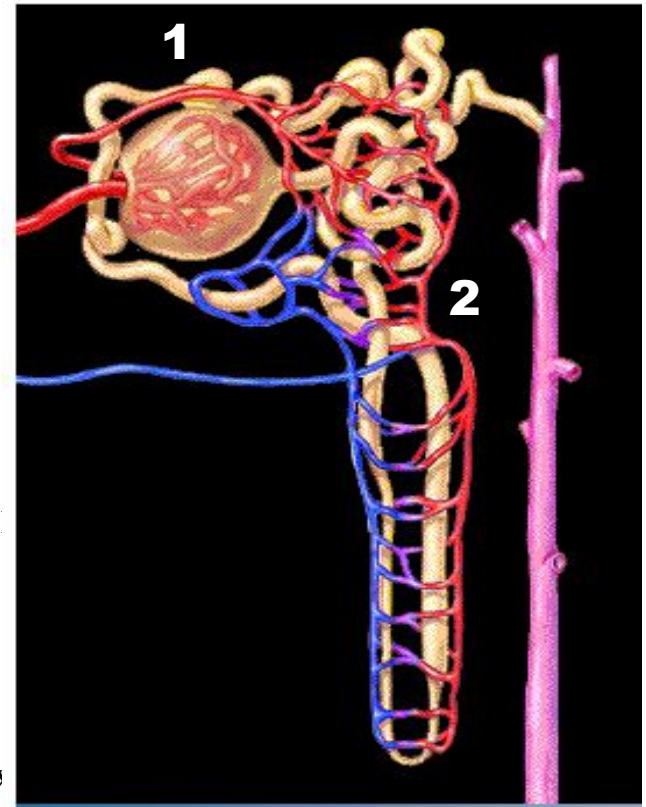
- Высокий уровень ауторегуляции:
не меняется
от **80** до **180** мм рт.ст.

- «Чудесная капиллярная сеть»:

(1) В капиллярах почечного клубочка, расположены высокое давление крови (**50-70** мм рт.ст.). Эти капилляры приспособлены только для фильтрации жидкости.

(2) В околоканальцевых капиллярах давление крови низкое (**8-12** мм рт.ст.). Эти капилляры максимально приспособлены для реабсорбции.

при

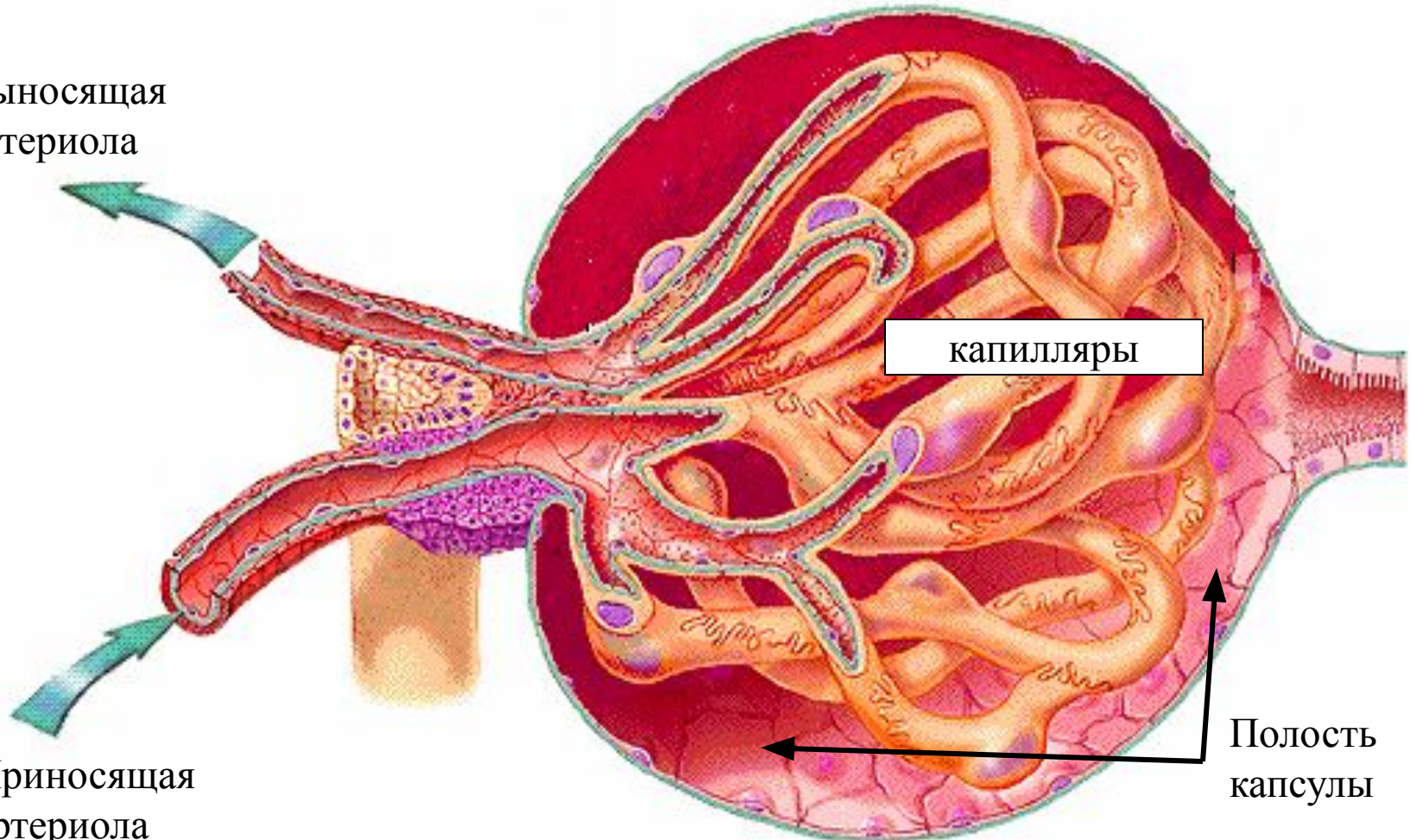


МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ МОЧИ

- ФИЛЬТРАЦИЯ
- РЕАБСОРБЦИЯ
- СЕКРЕЦИЯ

КЛУБОЧКОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ: СТРОЕНИЕ ПОЧЕЧНОГО КЛУБОЧКА

Выносящая
артериола

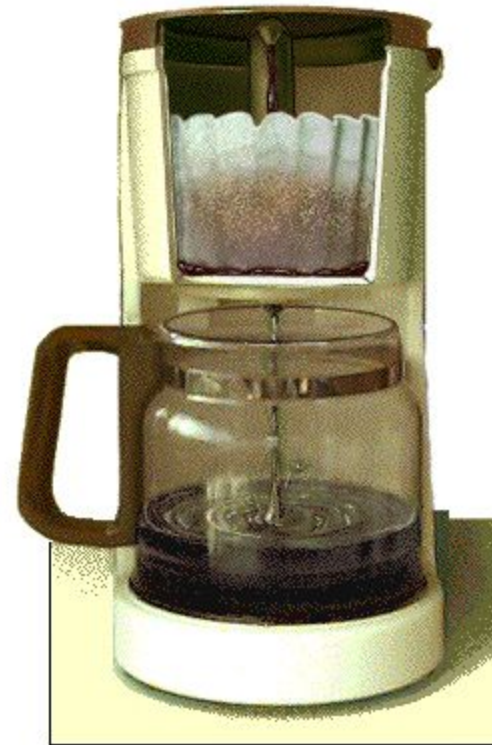
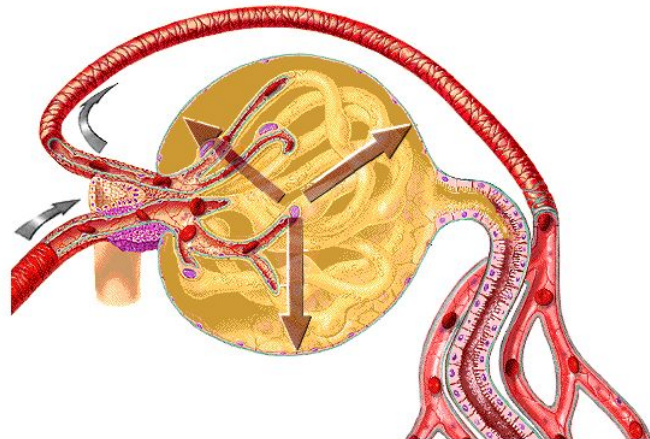
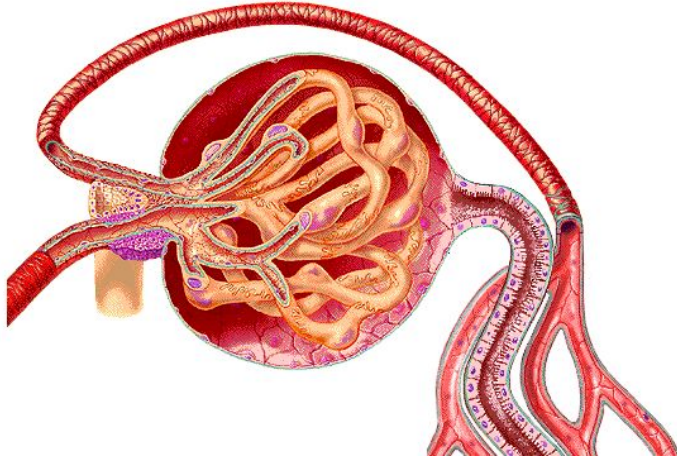


капилляры

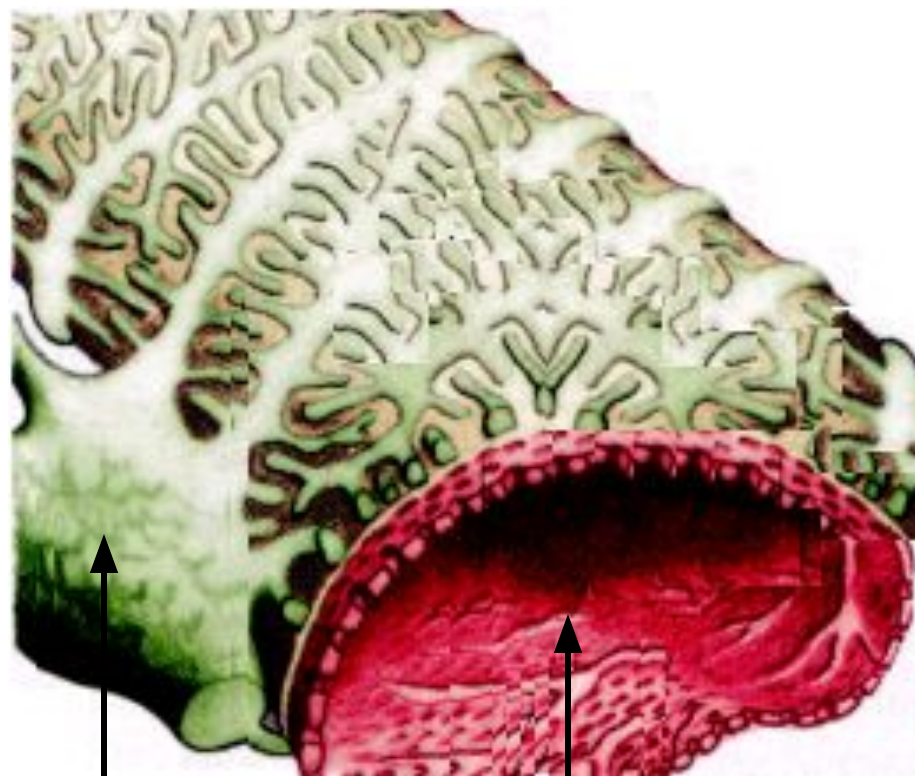
Приносящая
артериола

Полость
капсулы

Фильтрация – пассивный процесс, который происходит за счёт гидростатического давления крови в капиллярах клубочка



ПОЧЕЧНЫЙ ФИЛЬТР состоит из **3-х** слоёв:
(1) эндотелий капилляра, **(2)** базальная мембрана,
(3) подоциты (эпителий капсулы
Боумена-Шумлянского)



Подоцит

Просвет
капилляра

ПОЛОСТЬ КАПСУЛЫ

Поры между
ножками подоцитов
(5 нм)

Эндотелий
капилляра
(окна 50-100 нм)

КАПИЛЛЯР

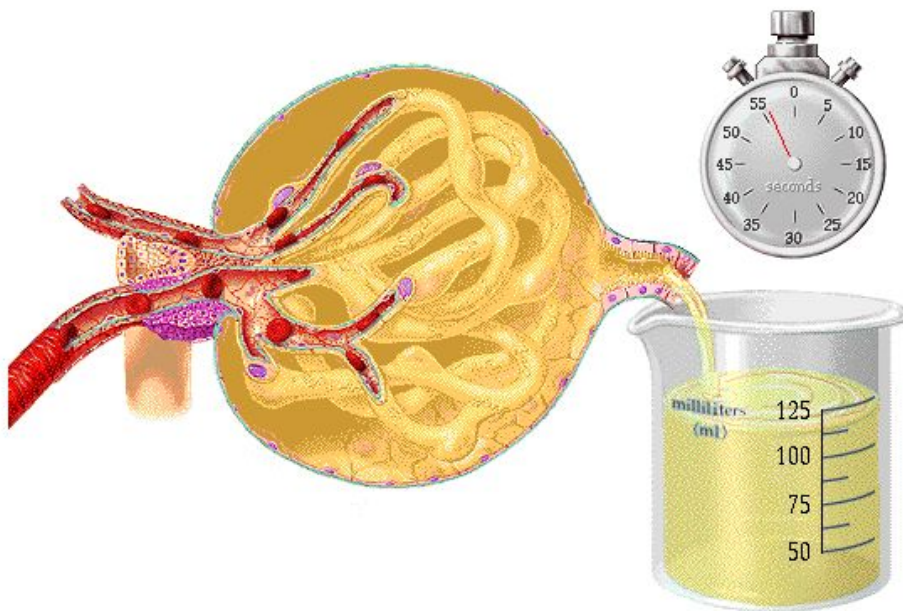
Базальная
мембрана

СОСТАВ ПЕРВИЧНОЙ МОЧИ

- Эндотелий капилляров задерживает форменные элементы крови.
- Базальная мембрана и подоциты задерживают белки плазмы (т.к. имеют слишком мелкие поры и отрицательный заряд на поверхности).

Первичная моча представляет собой плазму крови без белков (ультрафильтрат)

СКФ

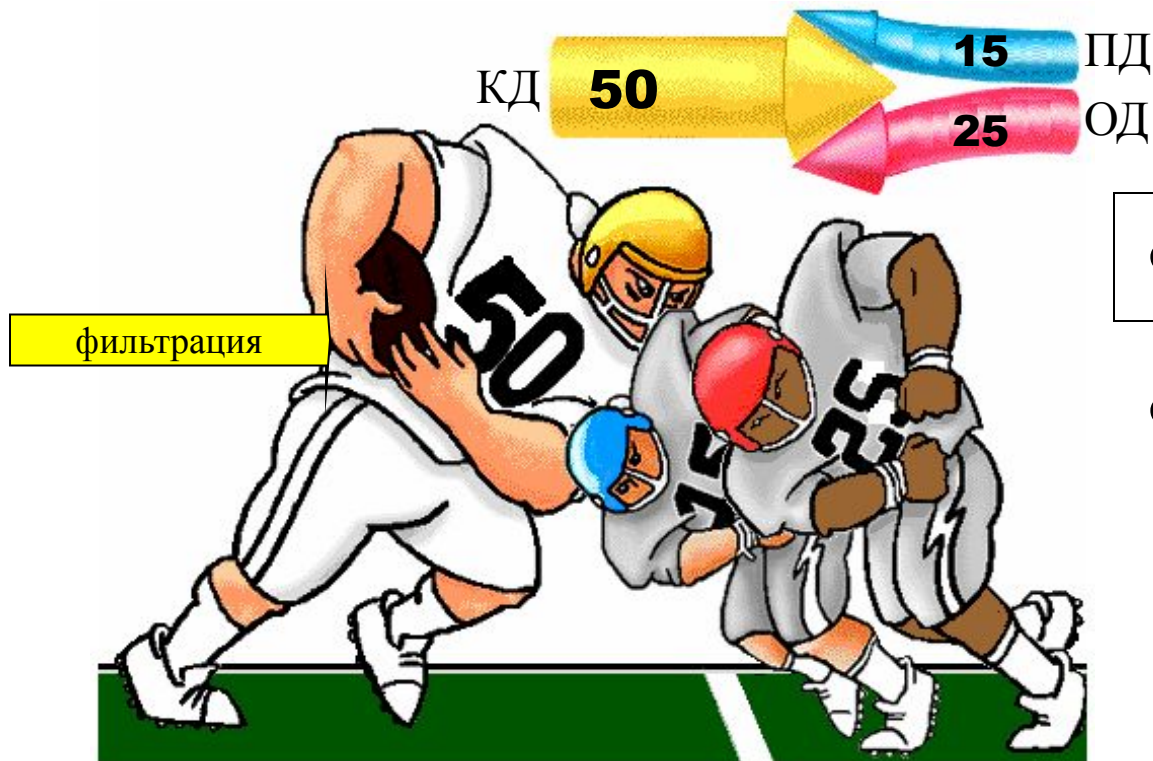


За минуту фильтруется **120** мл

ОКОЛО
180 литров.

ФИЛЬТРАЦИОННОЕ ДАВЛЕНИЕ

- Фильтрацию обеспечивает высокое давление крови в капиллярах почечного клубочка (**КД = 50** мм рт.ст.)
- Препятствует фильтрации онкотическое давление белков плазмы крови (**ОД = 25** мм рт.ст.)
- Препятствует фильтрации гидростатическое давление первичной мочи в полости капсулы (**ПД = 15** мм рт.ст.)



$$\text{ФД} = \text{КД} - \text{ОД} - \text{ПД}$$

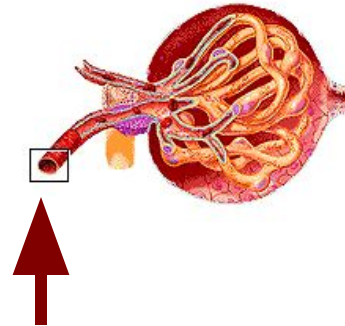
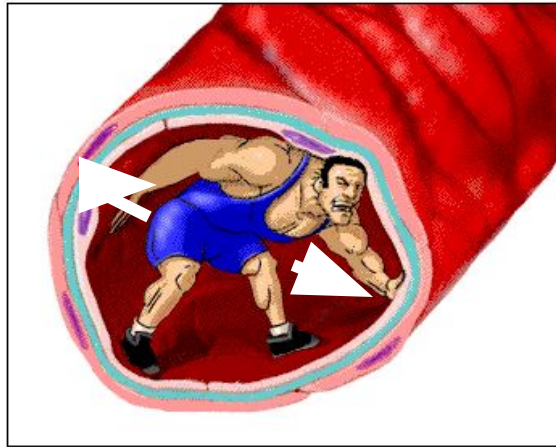
$$\text{ФД} = 50 - 25 - 15$$

$$\text{ФД} = 10 \text{ mm Hg}$$

РЕГУЛЯЦИЯ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

- Скорость клубочковой фильтрации (СКФ) постоянна благодаря ауторегуляции почечного кровотока.
- При повышении АД приносящая артериола суживается (миогенный механизм) – давление в капиллярах не меняется, СКФ не меняется.
- При понижении АД приносящая артериола расширяется (миогенный механизм), а выносящая артериола суживается (местное действие ангиотензина) – давление в капиллярах не меняется, СКФ не меняется.
- Умеренное возбуждение симпатических центров приводит к увеличению СКФ.
- Сильное возбуждение симпатических центров (стресс, боль, физическая нагрузка) вызывает спазм артериол – капиллярный кровоток падает, СКФ резко уменьшается.

МИОГЕННЫЙ МЕХАНИЗМ



ПРИНОСЯЩАЯ АРТЕРИОЛА

Высокое АД –

Сильное растягивающее
действие –

Усиление автоматии

гладких мышц сосуда –

Сокращение –

СУЖЕНИЕ СОСУДА

Низкое АД –

Слабое растягивающее
действие –

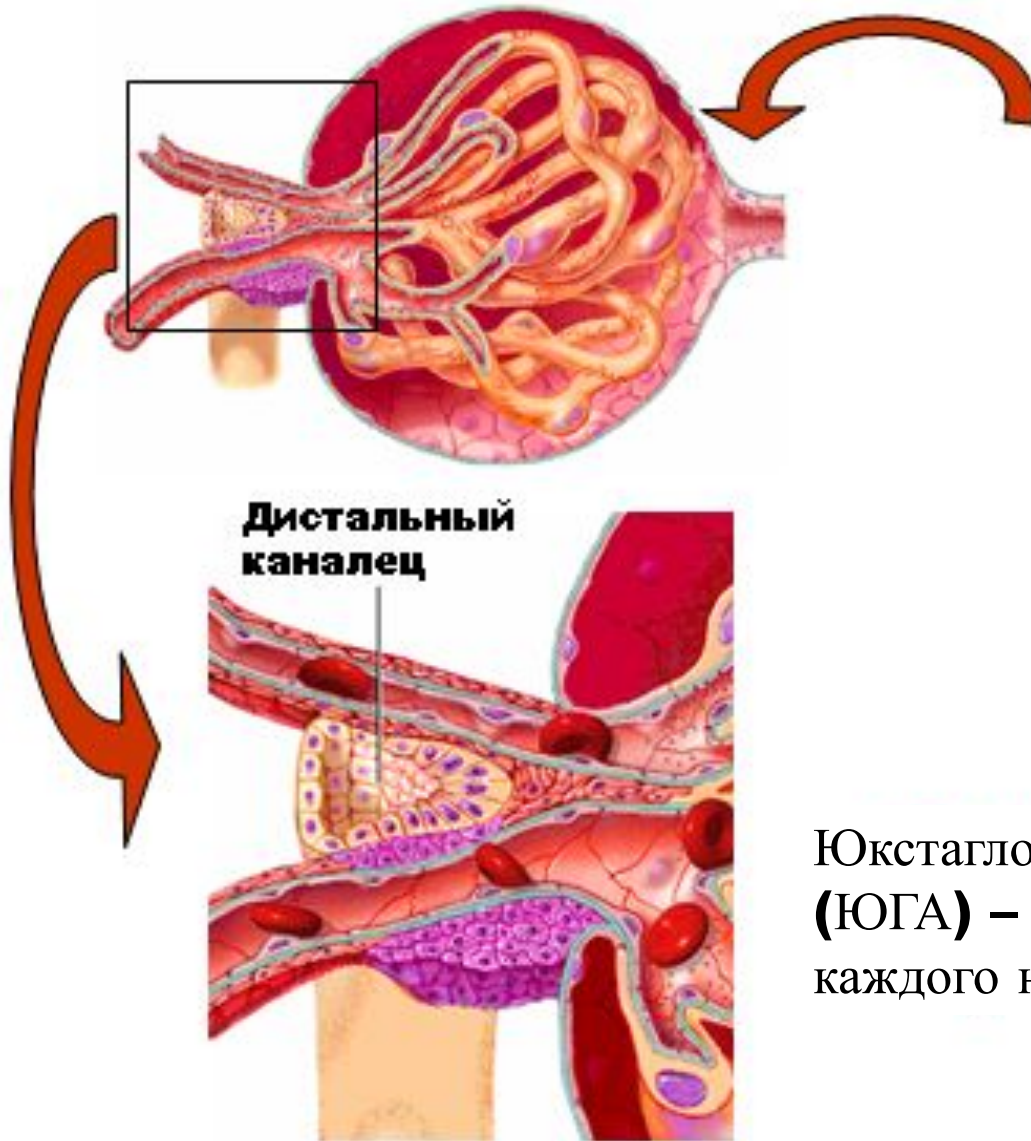
Ослабление автоматии

гладких мышц сосуда –

Расслабление –

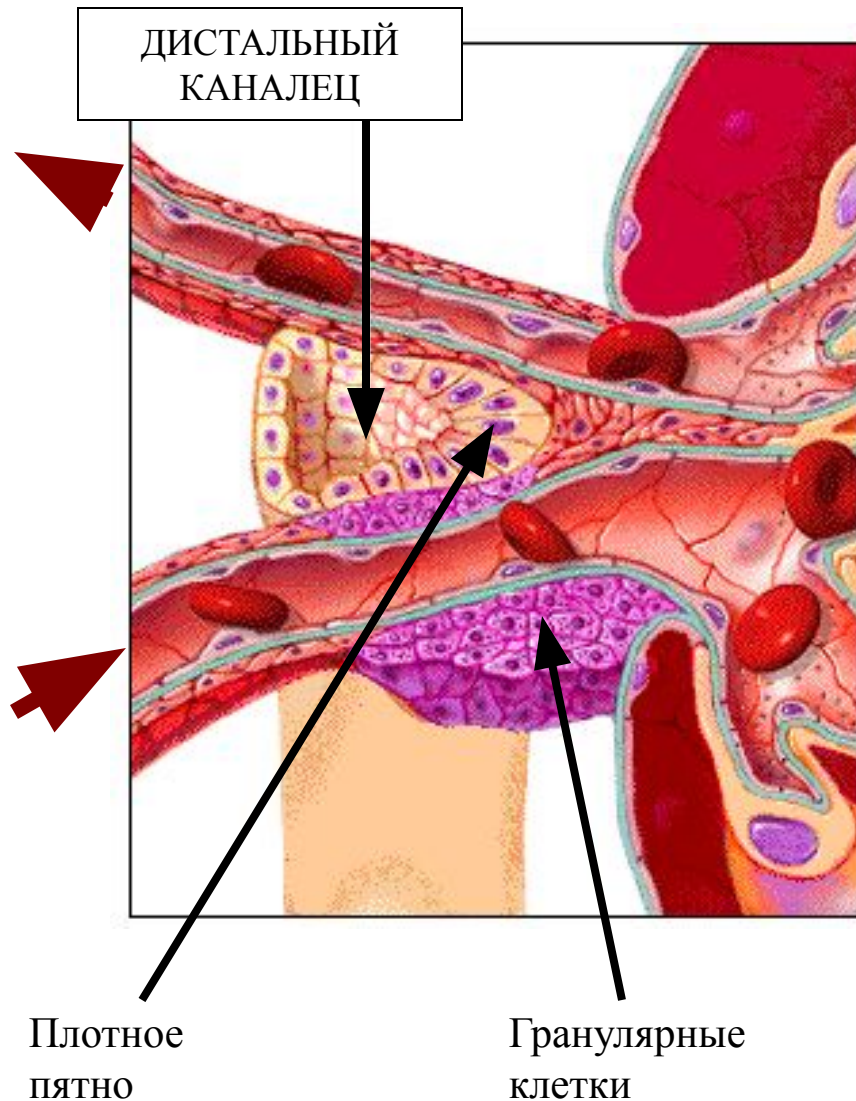
РАСШИРЕНИЕ СОСУДА

ГУМОРАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ



Юкстагломерулярный аппарат (ЮГА) – эндокринная структура каждого нефрона

РЕНИН – АНГИОТЕНЗИНОВАЯ СИСТЕМА



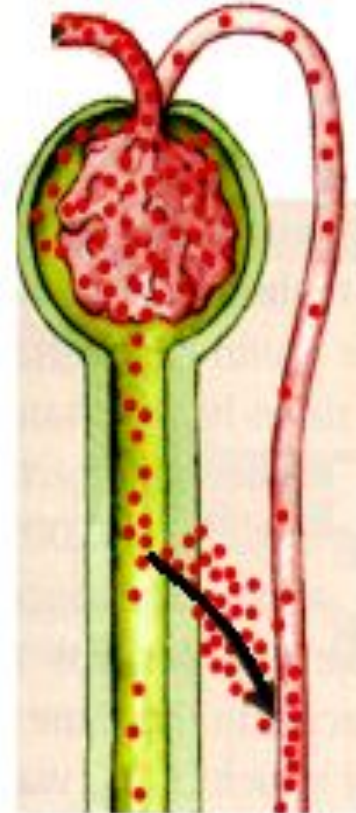
- При снижении АД и уменьшении почечного кровотока клетки ЮГА выделяют **РЕНИН**



- (а) Местное действие – сужение выносящей артериолы, повышение давления в капиллярах клубочка
- (б) Общее действие – сужение сосудов, реабсорбция натрия и воды почками, увеличение системного АД.

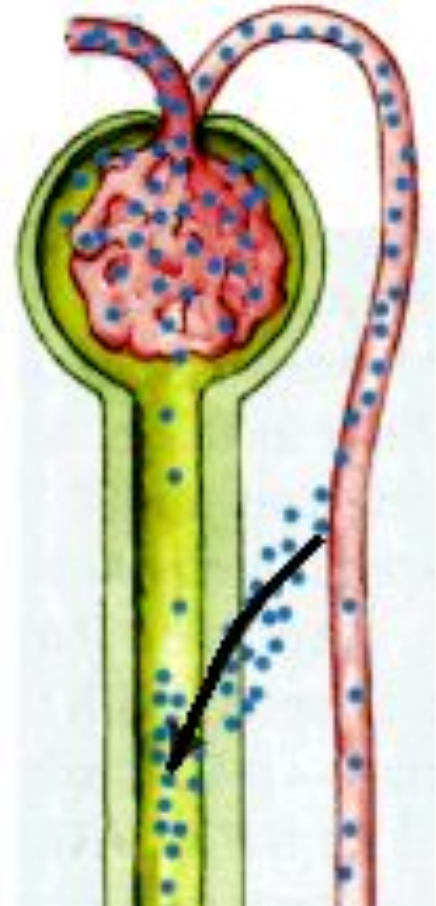
КАНАЛЬЦЕВАЯ РЕАБСОРБЦИЯ

- РЕАБСОРБЦИЯ – обратное всасывание:
- Вещества, необходимые организму, всасываются из просвета канальцев обратно в кровь
- Всасывание происходит во вторичную капиллярную сеть – окологанцальцевые капилляры с низким давлением крови (**8-12** мм рт.ст.)
- Участвуют пассивные и активные механизмы транспорта
- ПАССИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ: диффузия, осмос
- АКТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ: первично активный и вторично активный транспорт (с помощью белковых молекул-переносчиков, «насосов»), а также путём эндоцитоза.
- Активный транспорт требует больших затрат энергии.

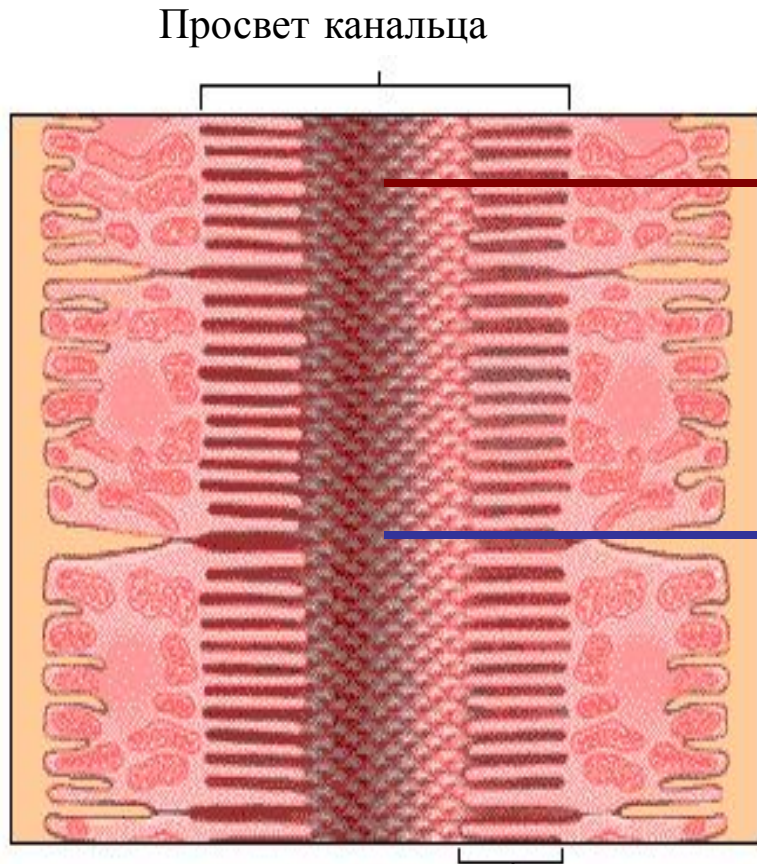


КАНАЛЬЦЕВАЯ СЕКРЕЦИЯ

- Дополнительное поступление веществ из внутренней среды организма в мочу через стенку почечных канальцев:
 - (а) из крови, протекающей через около-канальцевые капилляры,
 - (б) из эпителия почечных канальцев.
- В транспорте в-в принимают участие пассивные и активные механизмы.



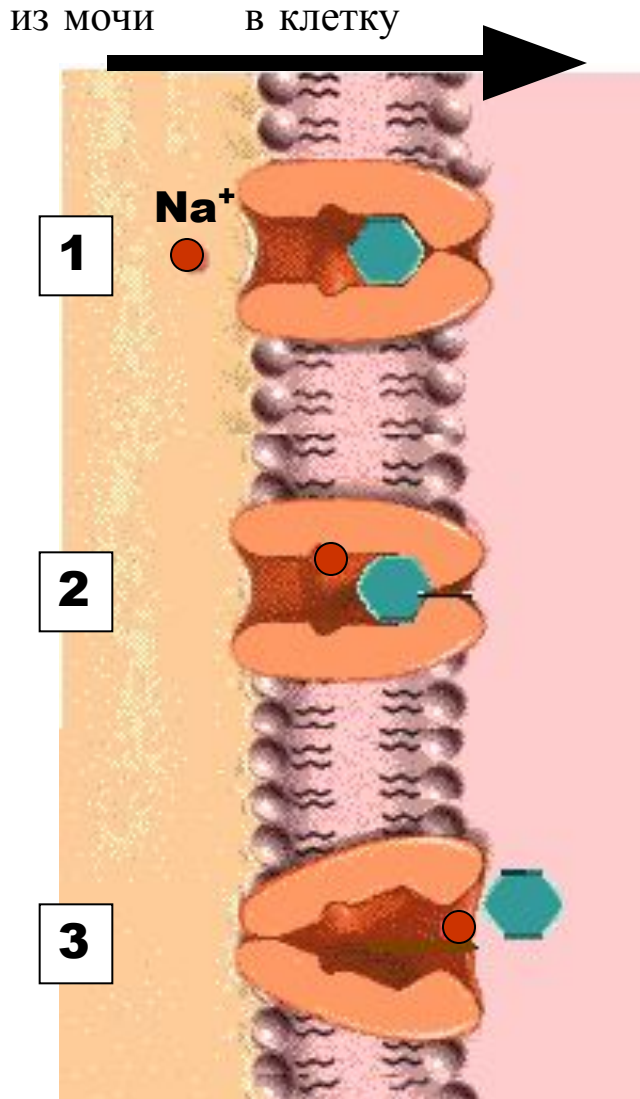
РЕАБСОРБЦИЯ В ПРОКСИМАЛЬНЫХ КАНАЛЬЦАХ



- Реабсорбируется **2/3** объёма фильтрата (**65%**)
- Реабсорбция происходит через клетки эпителия (активный, регулируемый транспорт) и
- через межклеточные щели (пассивный, нерегулируемый транспорт воды и ионов)
- Реабсорбируются неорганические в-ва (вода, **Na**, **K**, **Ca**, **Cl**, фосфаты, бикарбонаты и др.)
- а также органические в-ва (глюкоза, аминокислоты и др.)

Микроворсинки
«щёточная кайма»

РЕАБСОРБЦИЯ ГЛЮКОЗЫ



МЕХАНИЗМ

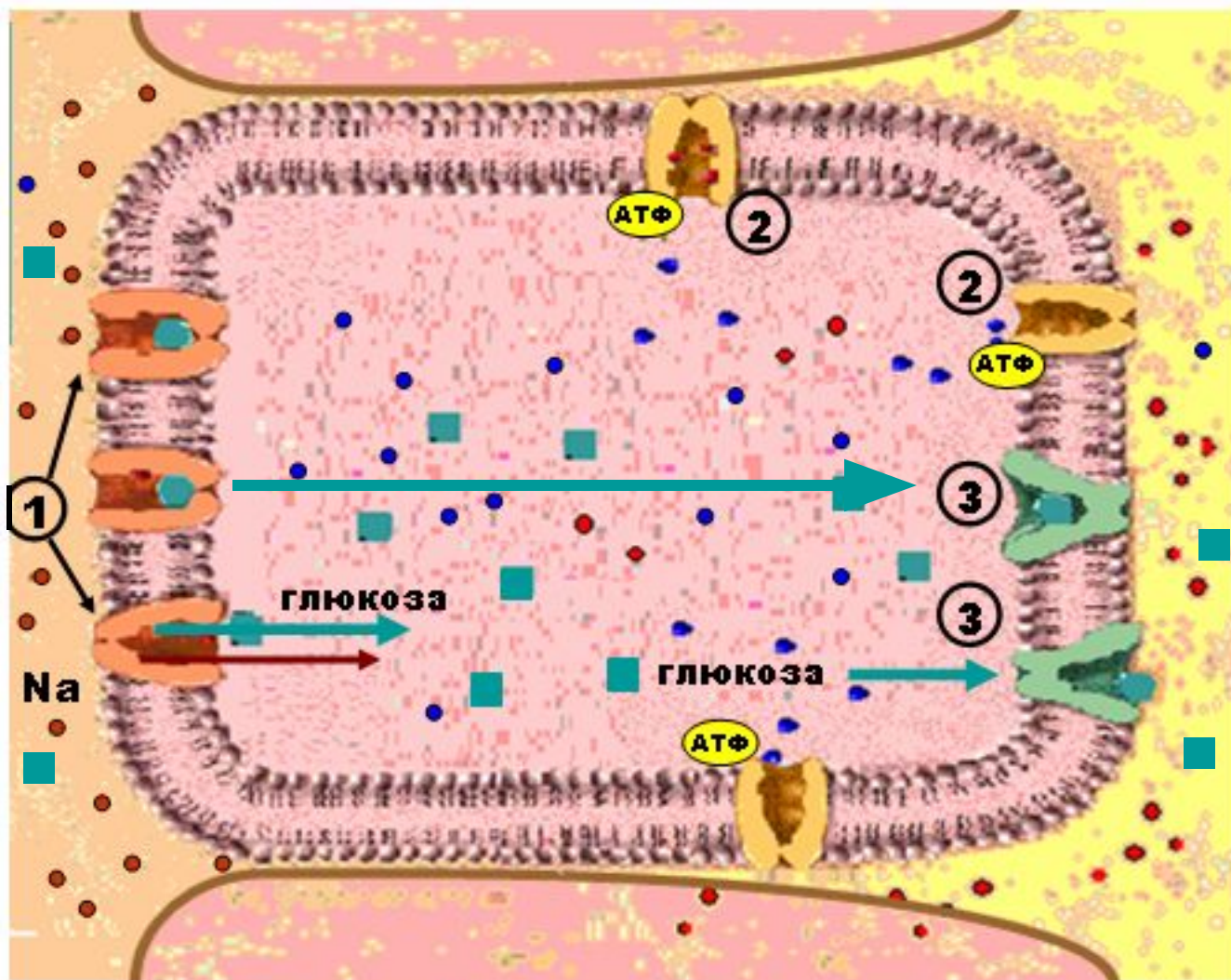
- Вторично активный натрий-зависимый транспорт обеспечивает перенос глюкозы из мочи в эпителиальную клетку
- (по концентрационному градиенту натрия, без прямых затрат энергии).
- Энергия АТФ затрачивается на работу **К- Na-** насоса (создание концентрационного градиента натрия)
- Глюкоза, накапливаясь в клетке, покидает её путём облегчённой диффузии

РЕАБСОРБЦИЯ ГЛЮКОЗЫ

1. натрий-зависимый вторично активный перенос глюкозы

2. Калий-Натриевый насос (первично активный) АТФ

3. Облегчённая диффузия глюкозы - пассивная



ИЗ МОЧИ

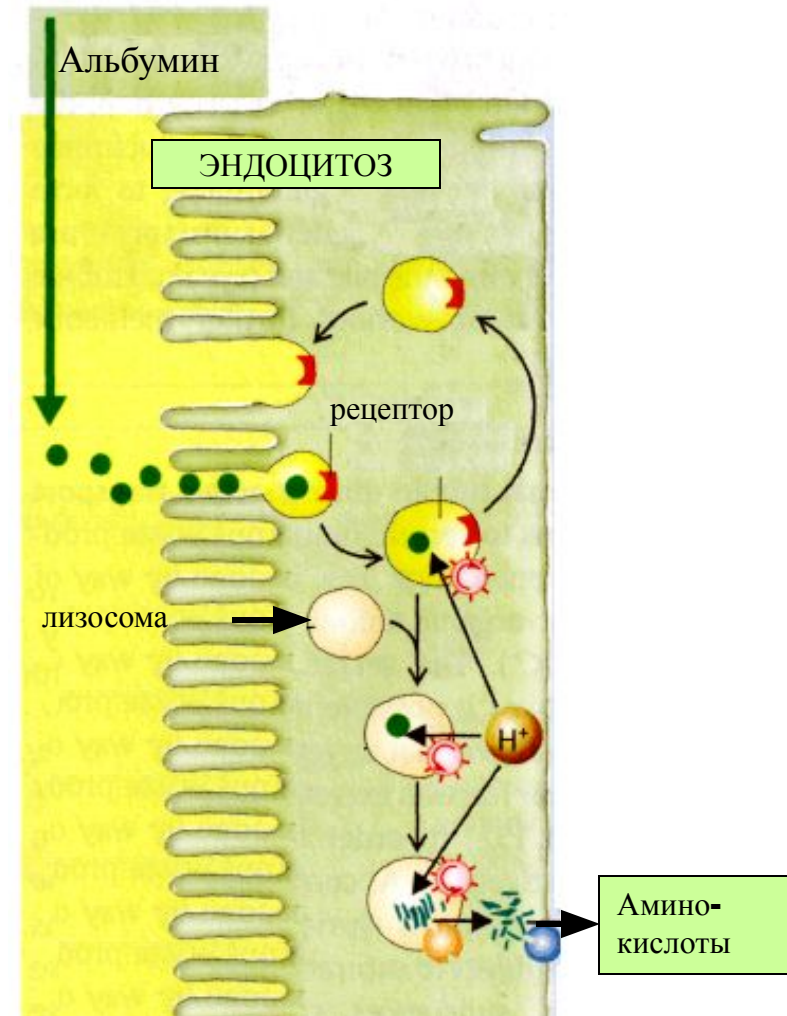
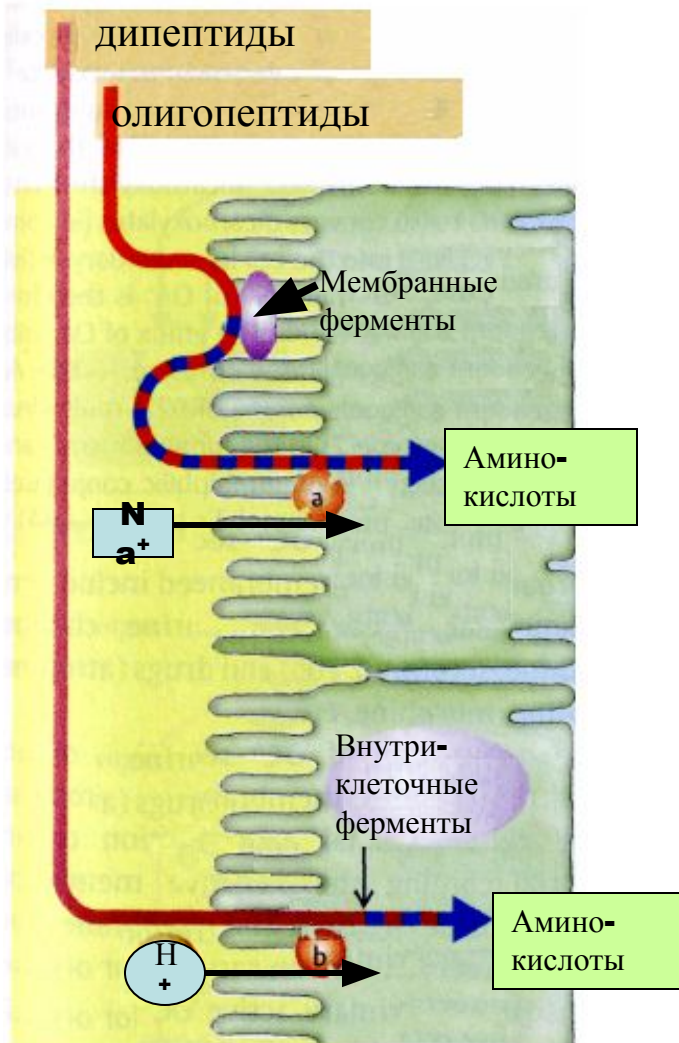
ГЛЮКОЗА

В ТКАНЕВУЮ ЖИДКОСТЬ
(А ЗАТЕМ В КРОВЬ)

РЕАБСОРБЦИЯ ПЕПТИДОВ И БЕЛКОВ

Вторично активный транспорт

Эндоцитоз



ПОРОГОВЫЕ И БЕСПОРОГОВЫЕ ВЕЩЕСТВА

- ПОРОГОВЫЕ ВЕЩЕСТВА – глюкоза, аминокислоты – полностью реабсорбируются и выводятся с мочой только при их высоком содержании в крови.

При нормальном содержании глюкозы в крови **4,4-6,6** ммоль/л – почечный порог выведения **10** ммоль/л.

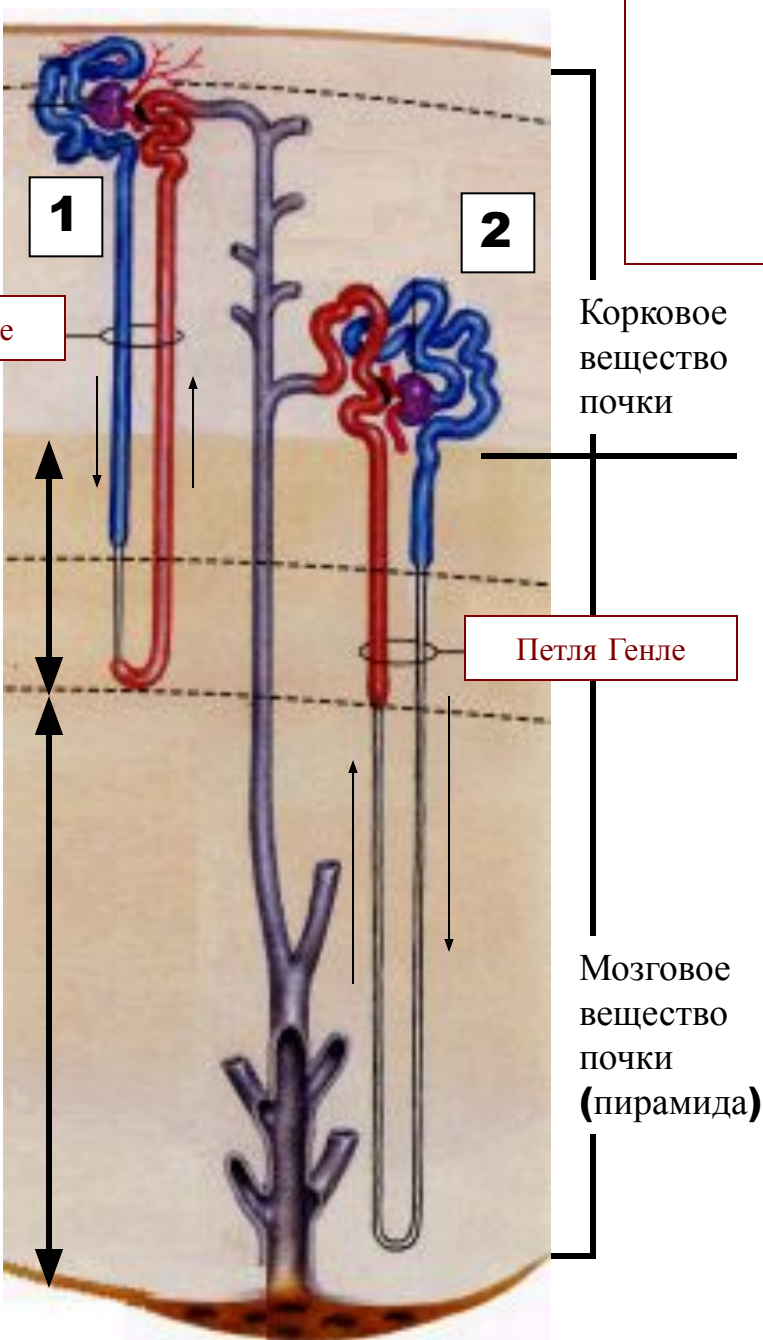
- БЕСПОРОГОВЫЕ ВЕЩЕСТВА – не реабсорбируются и выводятся с мочой при любой их концентрации в крови.

Это метаболиты: креатинин, сульфаты, а также частично реабсорбирующиеся мочевины и мочевая кислота.

СЕКРЕЦИЯ В ПРОКСИМАЛЬНЫХ КАНАЛЬЦАХ

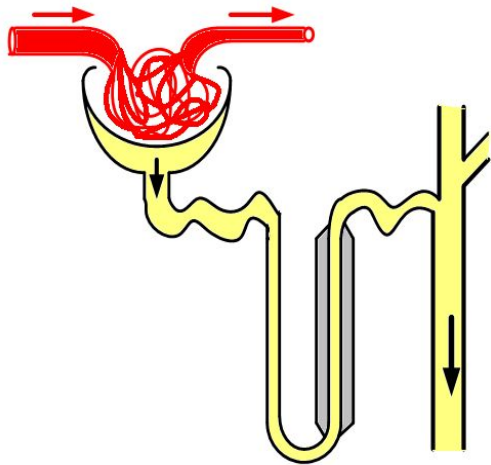
- Секреция органических веществ происходит только в проксимальных канальцах.
- Используется активный транспорт.
- Секретируются органические кислоты (мочевая кислота, пенициллин, барбитураты и др.),
- а также органические основания (холин, адреналин, гистамин, серотонин, атропин и др.)
- Секретируются ионы водорода (H^+),
- аммиак (NH_3)

ПЕТЛЯ ГЕНЛЕ – поворотно-противоточная множительная система



1 Корковый нефрон
(2,1 млн)
Короткая петля Генле.
Постоянная СКФ
(ауторегуляция кровотока)

2 Юкстамедуллярный нефрон
(0,4 млн)
Длинная петля Генле.
СКФ зависит от системной гемодинамики.
Играют главную роль
в процессах разведения и
концентрации мочи.



ПЕТЛЯ ГЕНЛЕ – поворотно-противоточная множительная система

особенность петли Генле:

(а) тонкая нисходящая часть высоко проницаема для воды и ионов

(б) толстая восходящая часть петли Генле НЕПРОНИЦАЕМА ДЛЯ ВОДЫ (!!!) В ней происходит АКТИВНАЯ РЕАБСОРБЦИЯ ИОНОВ натрия, калия, хлора (и пассивная реабсорбция кальция, магния)

Функции петли Генле:

- Реабсорбция воды и **NaCl (25%** от объёма первичной мочи)
- Создание высокого осмотического давления в мозговом веществе почки (для дальнейшей концентрации мочи).

НИСХОДЯЩАЯ И ВОСХОДЯЩАЯ ЧАСТЬ ПЕТЛИ ГЕНЛЕ

Нисходящая часть петли:
Плоский эпителий, высокая
проницаемость (диффузия
воды и натрия)

Восходящая часть петли:
Кубический эпителий. Плотные
контакты между клетками и
слой гликопротеидов изнутри
непроницаемы для воды.

