

## Практическое занятие № 8

**Тема:** Выделительная система.

Особенности гистологического строения почек в постнатальном периоде. Гистология нефрона.

Особенности кровоснабжения почки. Эндокринный аппарат почки. Особенности гистологического строения мочевыводящих путей, мочевого пузыря в постнатальном периоде.

# Мотивационная характеристика

## ТЕМЫ

В почках нет специализированной эндокринной ткани. Тем не менее, целый ряд гормоноподобных и биологически активных веществ, вырабатываемых клетками почек, участвует в регуляции кровообращения и мочеобразования, оказывает влияние на общую гемодинамику и водно-солевой обмен в организме. Вышесказанное делает необходимым знание морфологии структур почки с эндокринной функцией для будущего врача.

С помощью выделительной системы вместе с мочой из организма выводится около 80% вредных продуктов обмена веществ – шлаков, а также часть воды и электролитов. Благодаря этому почки как мочеобразующие органы выделительной системы играют важную роль в поддержании постоянства внутренней среды организма – гомеостаза. В случаях их заболеваний гомеостаз нарушается, при этом может произойти самоотравление организма вредными продуктами азотистого обмена (уремия).

## Цель

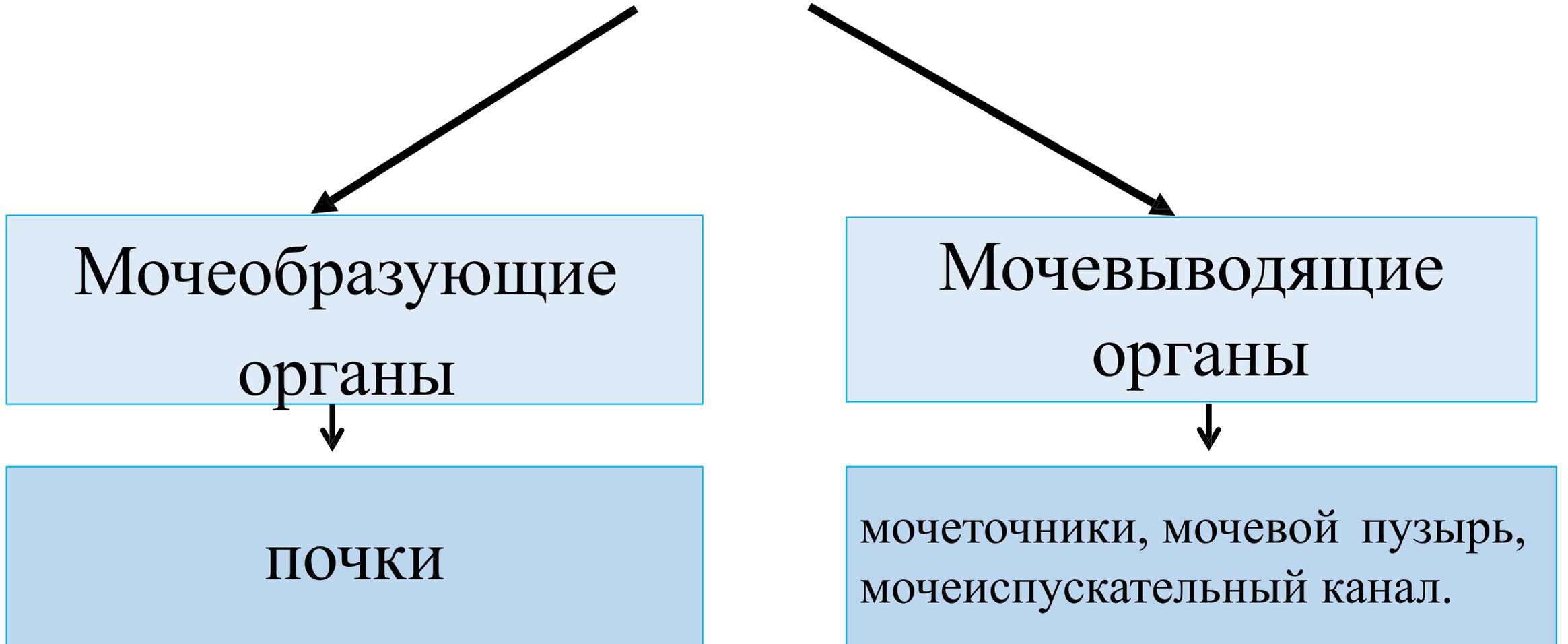
### занятия:

1. Знать на микроскопическом и ультрамикроскопическом уровне особенности строения и функции юкстагломерулярного аппарата почки.
2. Иметь представление о клетках, гормонах, действии гормонов и биологически активных веществ простагландинового, калликреин-кининового аппаратов почки.
3. Знать особенности гистологического строения и функции системы мочевыводящих путей – почечных чашечек и лоханок почки, мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала.
4. Уметь идентифицировать в гистологических препаратах (на рисунках и микрофотографиях) структурные элементы эндокринного аппарата почки.
5. Уметь определять в гистопрепаратах структурные элементы оболочек органов мочевыводящих путей.
6. Знать структурные особенности различных отделов нефрона и их роль в процессе мочеобразования.
7. Разобраться в особенностях кровоснабжения почек.

# Необходимый исходный уровень знаний:

- 1) Общий план гистологического строения почки.
- 2) Особенности кровоснабжения почки.
- 3) Гистофизиология различных отделов нефрона и локализация различных отделов нефронов в корковом и мозговом веществе почки.
- 4) Строение и функция переходного эпителия.
- 5) Источники и ход эмбрионального развития почки
- 6) Общий план строения почки, корковое и мозговое вещество почки.
- 7) Особенности кровоснабжения почки.
- 8) Нефрон как структурно– функциональная единица почки.
- 9) Типы нефронов.
- 10) Гистофизиология нефронов и собирательных трубочек.

# Мочевыделительная система





# Функции почек

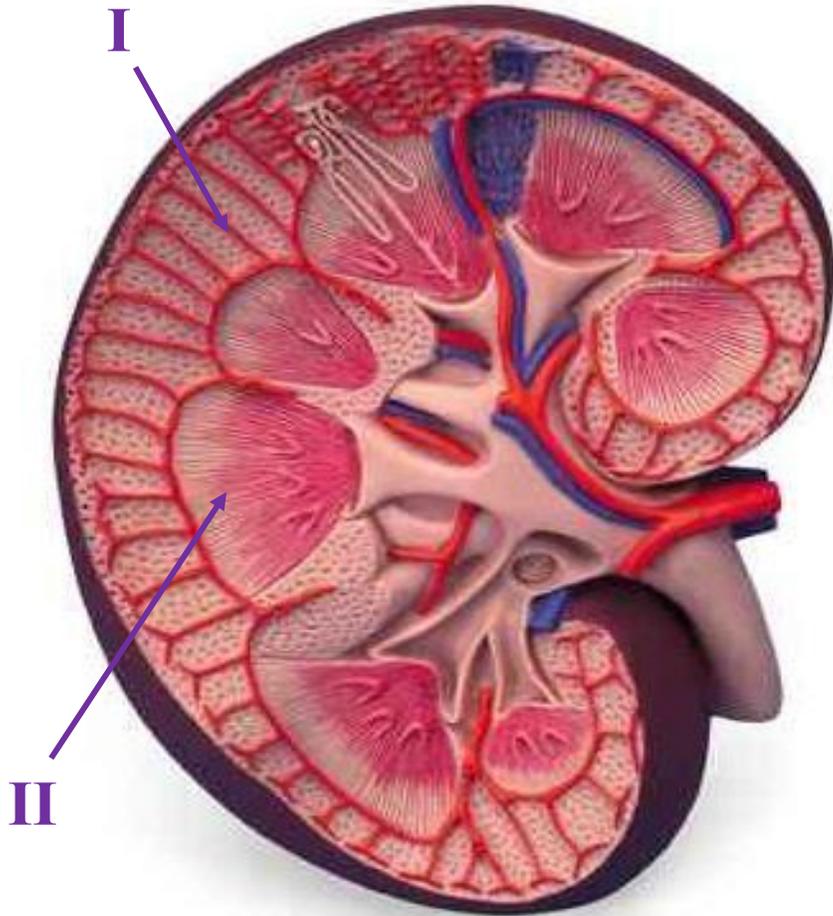
- 1) мочеобразование и выделение конечных продуктов;*
- 2) регуляция водно – солевого обмена;*
- 3) поддержание кислотно–щелочного равновесия;*
- 4)эндокринная функция (ренин, эритропоэтин);*
- 5)регуляция артериального давления.*

# Строение

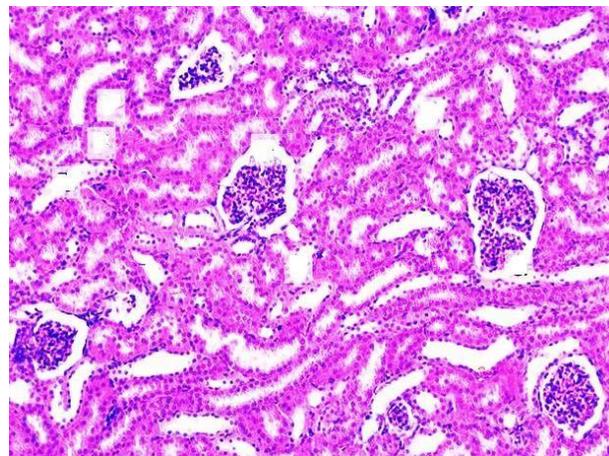
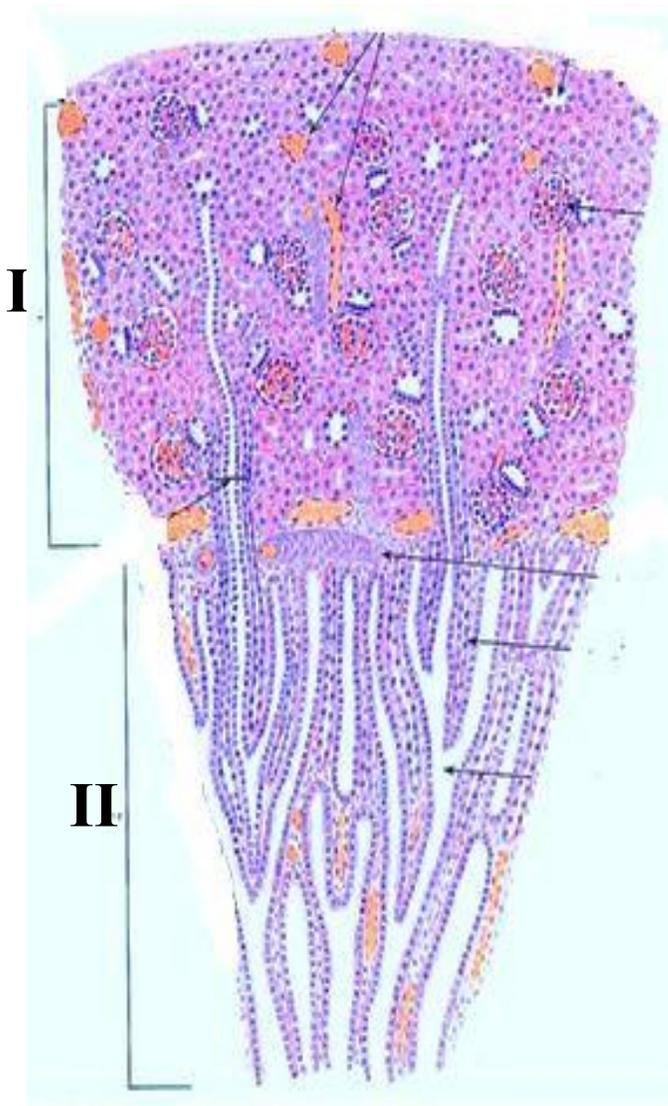
## Почки

Почка имеет бобовидную форму, снаружи покрыта соединительнотканной капсулой. Каждая почка состоит из расположенного снаружи **коркового вещества (I)** и лежащего внутри **мозгового вещества (II)**.

**Корковое вещество** имеет темно-красный цвет, а **мозговое вещество** более светлое и состоит из 8–12 пирамид. Вершины пирамид (сосочки) обращены к почечным чашечкам (числом 8–9 малые чашечки и 2–3 большие чашечки), а широкие основания прилежат к корковому веществу.



Из коркового вещества в мозговое проникают почечные **КОЛОНКИ**, а из мозгового вещества в корковое – **МОЗГОВЫЕ ЛУЧИ**, состоящие из собирательных трубочек. Почка имеет дольчатое строение. В состав каждой дольки входит пирамида и участок коркового вещества, расположенного напротив основания пирамиды.

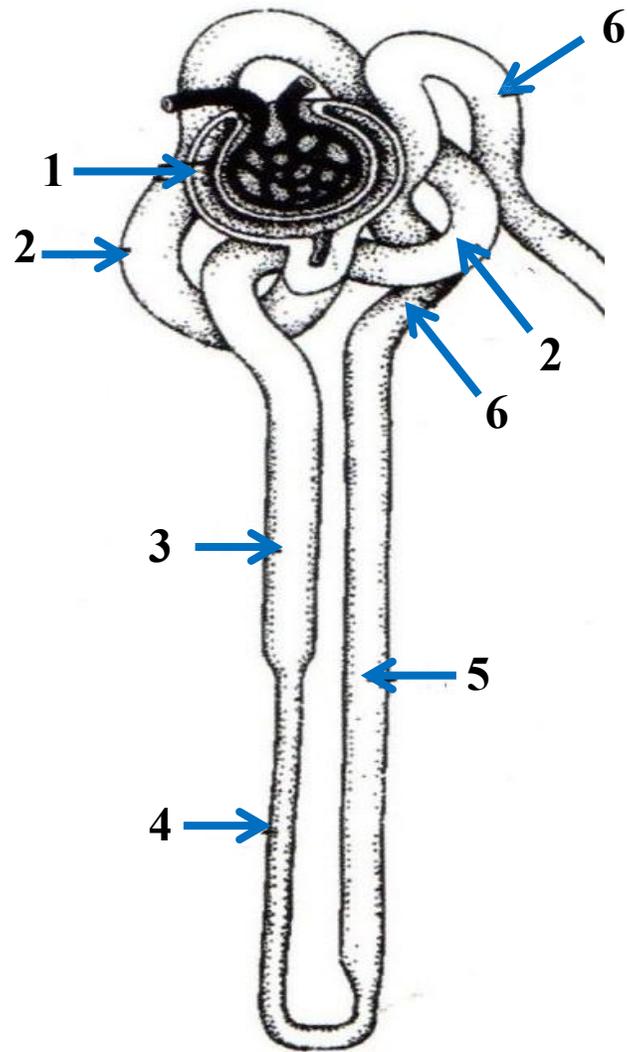


**Строму** почки составляют прослойки

соединительной ткани, в сосудах и нервы. **Паренхимой** которой проходят почки являются **нефроны**.

Корковое вещество составляют (I) почечные тельца, извитые просимальные и дистальные канальцы ~~всех~~ внефранных и компоненты аппарата ЮГА. Мозговое вещество состоит (II) из прямых проксимальных и дистальных канальцев, тонких нисходящих и восходящих канальцев.

# Строение нефрона

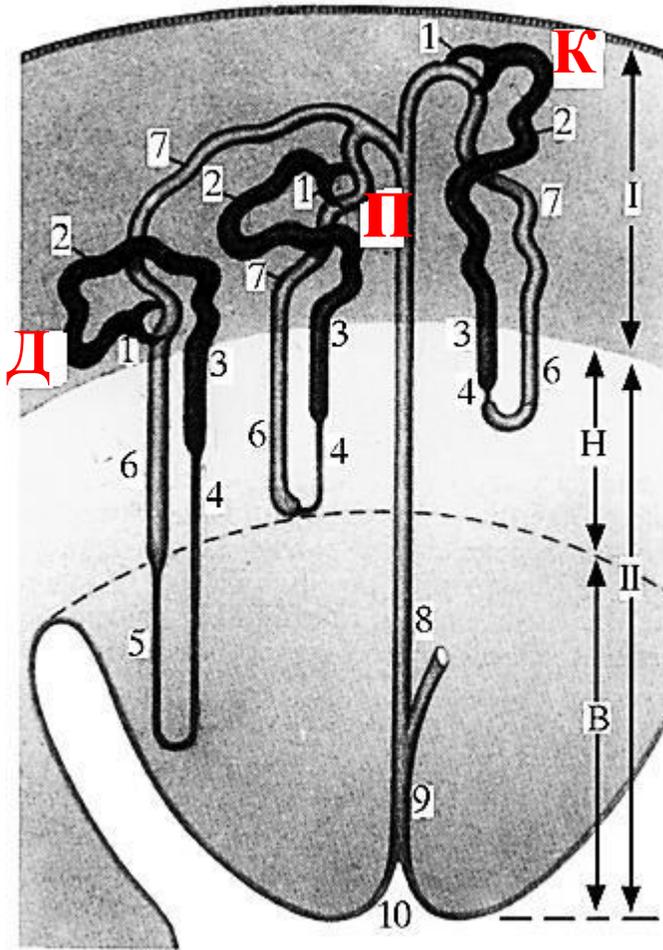


**Схема нефрона**

1—почечное тельце; 2— проксимальный извитой каналец; 3— проксимальный прямой каналец; 4— нисходящая часть петли нефрона; 5— восходящая часть петли нефрона; 6— дистальный отдел

**Нефрон** это структурно–функциональная единица почки. Нефрон состоит из **капсулы капиллярного клубочка** (капсулы Боумена–Шумлянского) (1) и почечных канальцев. От капсулы отходят **проксимальный** извитой (2) каналец, который переходит в прямой проксимальный (3) каналец. Оба эти канальца составляют проксимальный нефрона. Прямой проксимальный каналец переходит в **тонкий** различают нисходящую (4) часть и **каналец**, в котором восходящую (5) часть. Тонкий каналец продолжается в прямой и извитой **дистальный** (6) каналец. Нефроны открываются в собирательную трубочку.

## Типы нефронов (по локализации):



1) **наружные короткие** (корковые) нефроны (15%), они полностью располагаются в корковом веществе;

2) **промежуточные** корковые нефроны (70%), их почечные тельца, извитые дистальные и извитые проксимальные каналцы располагаются в корковом веществе, а их тонкий каналец доходит до границы между наружной и внутренней зоной мозгового вещества и переходит в прямой дистальный каналец;

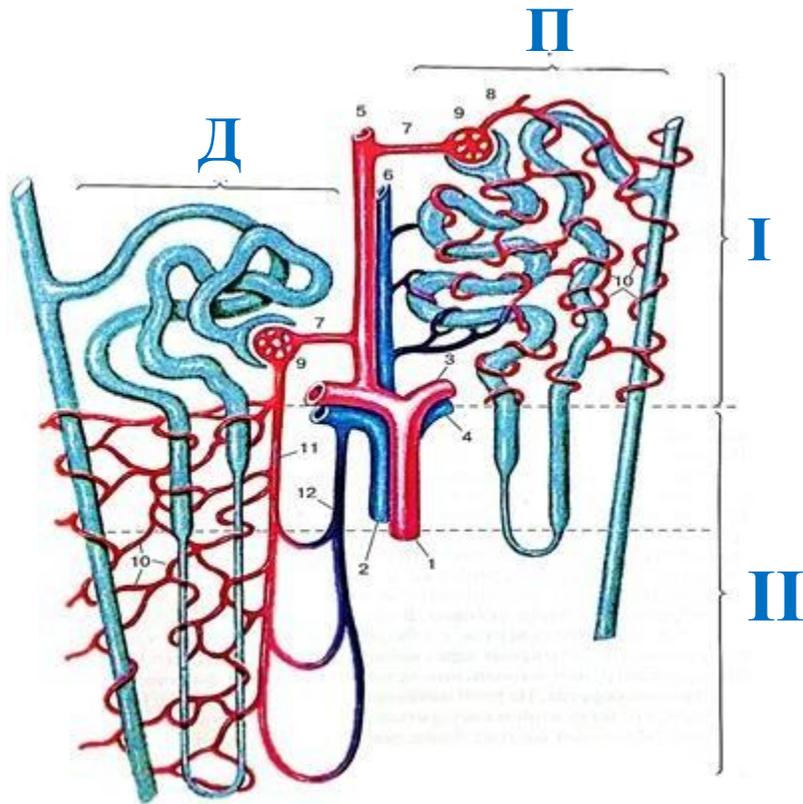
3) **длинные** (юкстамедуллярный) нефроны (15%), их

почечные тельца, извитые проксимальные и

I—корковое вещество; II—мозговое вещество; Д—наружная зона, В—внутренняя зона, К—корковый (юкстамедуллярный) нефрон; П—промежуточный нефрон; К—короткий нефрон; 1—капсула клубочка; 2— проксимальный извитой каналец; 3— тонкий каналец в мозговом веществе; 4—нисходящий тонкий каналец; 5—восходящий тонкий каналец; 6—прямой дистальный каналец; 7—извитой дистальный каналец; 8—собирательная трубочка; 9—сосочковый канал; 10—полость почечной чашечки (по Ю.И.Афанасьеву, Н.А.Юриной, Е.В.Котовскому).

Различные типы нефронов (схема).

# Кровоснабжение почки



## Кровоснабжение нефронов. Схема.

**I**—корковое вещество; **II**—мозговое вещество, **Д**—длинный нефрон; **П**—промежуточный нефрон; 1,2—междольковые артерия и вены; 3,4—дуговая артерия и вена; 5,6—междольковая артерия и вена; 7—приносящая клубочковая артериола; 8—выносящая клубочковая артериола; 9—клубочковая капиллярная сеть; 10—перитубулярная капиллярная сеть; 11—прямая артериола; 12—прямая венула

Почечная артерия → сегментарные артерии → междольковые артерии → дуговые артерии →

**корковое вещество:** междольковые артерии → приносящие артериолы → капилляры (сосудистый клубочек первичной капиллярной сети – чудесная сеть, **фильтрация первичной мочи, давление 70–90 мм рт.ст.**) → выносящая артериола → вторичная капиллярная сеть (перитубулярная, **реабсорбция питательных веществ из первичной мочи**) → звездчатые венулы → междольковые вены → дуговые вены → междольковые вены → почечная вена.

**Мозговое вещество:** дуговые артерии → прямые артерии → капилляры → выносящие артериолы не распадаются на капиллярную сеть, а в виде ложных вторичных артериол впадают в мозговое вещество и переходят в прямые венулы и вены → дуговые вены → междольковые вены → почечная вена.

Вследствие этих особенностей юкстамедуллярные нефроны *участвуют в мочеобразовании менее активно*. В то же время юкстамедуллярная система кровотока играет **роль шунта**, пропускающего избыток крови при большом кровенаполнении почек (напр. при выполнении тяжелой физической работы). Не выполняют эндокринной функции.

# Гистофизиология процесса

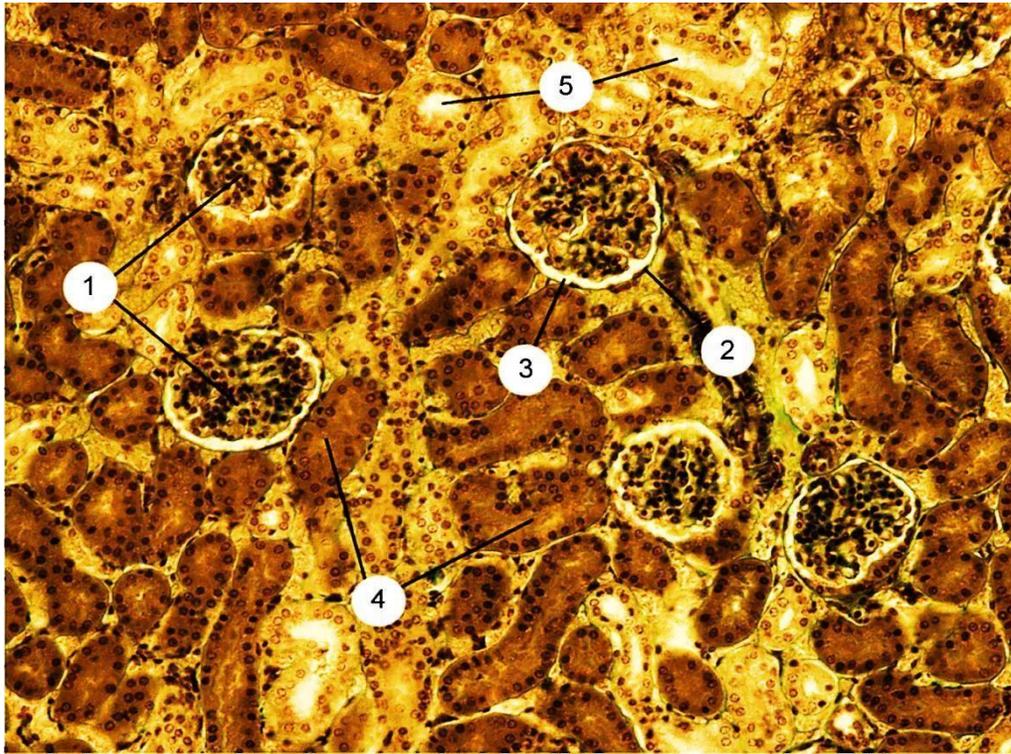
## мочеобразования

Образование мочи происходит в корковых нефронах и состоит из трех фаз:

**1) фазы фильтрации** (в почечных тельцах, фильтрация плазмы крови из капилляров в просвет капсулы образование первичной мочи суточный объем около 180 литров);

**2) фазы реабсорбции** (в канальцах нефронов, остальные 178 литров из просвета канальцев реабсорбировались в капилляры, т.е. всосались обратно в кровь в результате второй фазы мочеобразования);

**3) фазы секреция** (в собирательных трубочках, подкисление мочи в собирательных трубочках. Количество окончательной мочи за сутки 1,5–2 литра) Все фазы образования мочи – результат активной деятельности клеток почек.



## Корковое вещество почки.

### Окраска пикроиндигокармином.

Почечные тельца содержат капиллярный клубочек (1) и капсулу клубочка.

Наружный

листок капсулы (2) ограничивает капсулярное пространство (3), в которое поступает

клубочковый фильтрат. Вокруг почечных телец видны срезы через извитые каналы нефрона – проксимальные (4) и дистальные (5).

## Строение почечного тельца

**Почечное тельце** состоит из капсулы Шумлянского–Боумана и сосудистого клубочка.

1) **сосудистый клубочек** состоит из 25–50

кровеносных

капилляров, выстланных фенестрированным (d.0,1мкм.) эндотелием. Эндотелий лежит на базальной мембране.

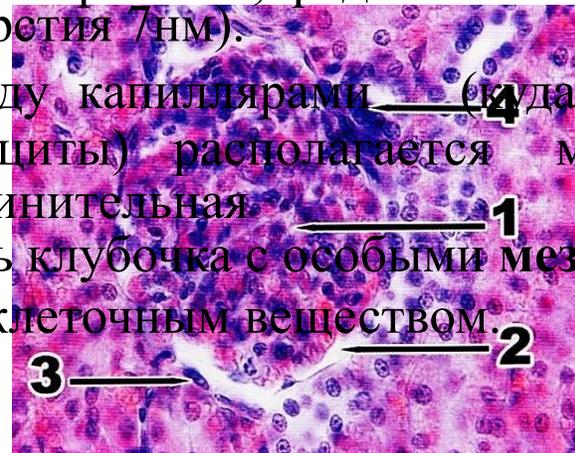
Базальная мембрана является единой для эндотелия

капилляров и эпителия внутреннего листка капсулы. В ней различают три слоя: наружный и внутренний

— светлые рыхлые, средний — плотный темный (имеет отверстия 7нм).

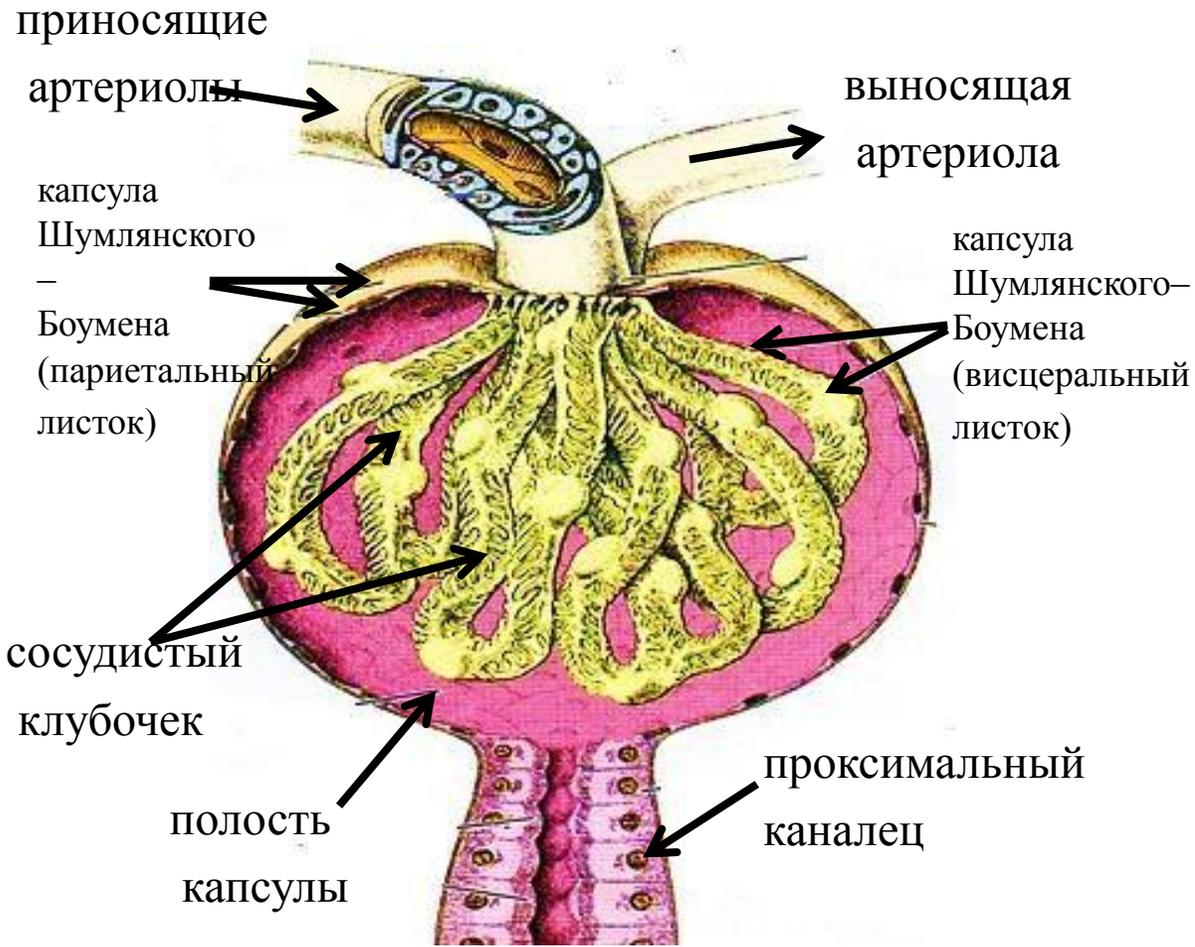
Между капиллярами (туда не могут проникнуть подоциты) располагается мезангий —

соединительная ткань клубочка с особыми мезангиальными клетками и межклеточным веществом.



## Почечное тельце.

Окраска: гематоксилин–эозин. x400.



## Почечное тельце.

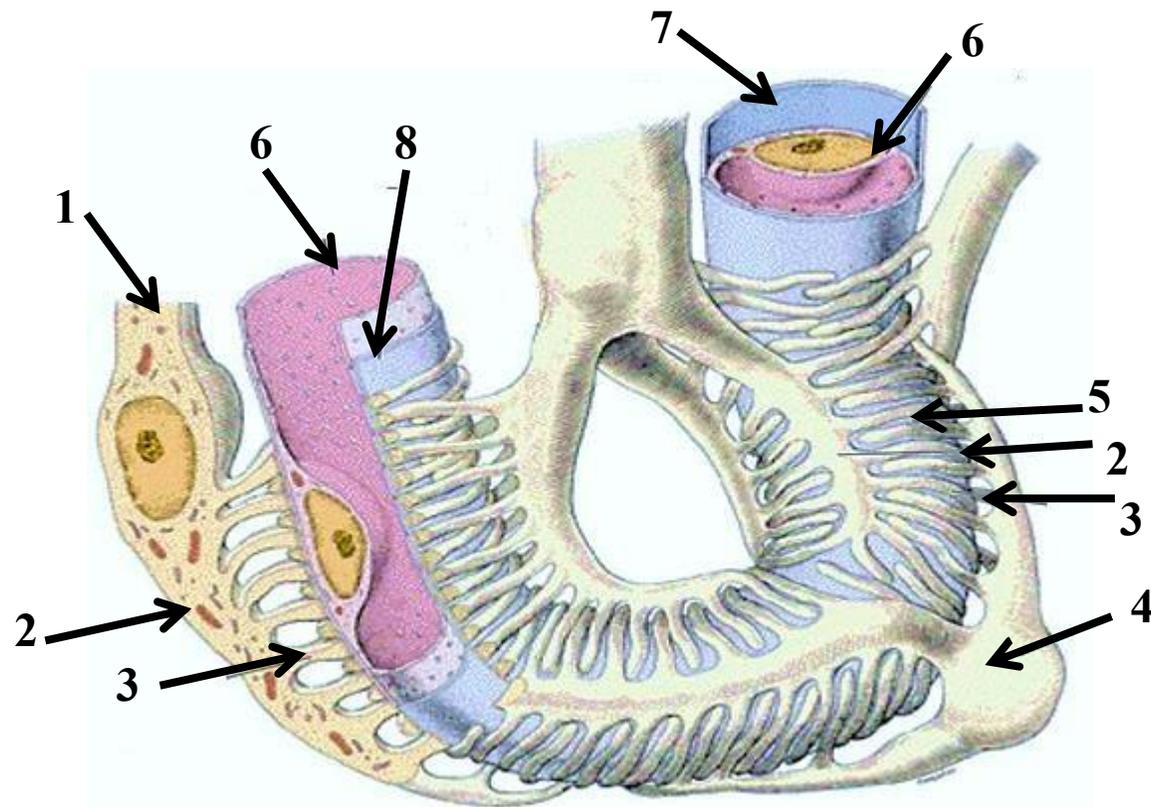
Обратите внимание (ОВ). Отростки подоцита охватывают наружную поверхность капилляров клубочка.

Ядродержащая часть подоцита **выступает в полость** капсулы (мочевое пространство). ОВ. на уплощенные клетки

2) **капсула клубочка** имеет форму чаши и образована из 2-х листков **наружного** и **внутреннего**.

**Внутренний листок** этой капсулы окружает каждый капилляр почти со всех сторон и выстлан подоцитами.

**Наружный листок** капсулы выстлан плоским или кубическим эпителием, который переходит в эпителий проксимального каналеца. Между листками имеется щелевидная полость капсулы.



**Клубочковый капилляр и висцеральный листок капсулы Боумена, образованный подоцитами (схема).**

1– подоцит; 2– цитотрабекула, первичный отросток; 3– цитоподия, вторичный отросток; 4– тело подоцита; 5– фильтрационная щель; 6– эндотелий; 7– базальная мембрана; 8– базальная пластинка.

**Подоциты** – крупные эпителиальные (10-30 мкм.), имеют неправильную форму. От их тела, (содержащего хорошо развитые органеллы), отходят широкие первичные отростки – **цитотрабекулы**, разветвляющиеся на вторичные отростки – **цитоподии**, которыми прикрепляются к базальной мембране. Между ними имеются фильтрационные щели, перекрытые диафрагмами.

**Подоциты:**

- 1) синтезируют компоненты гломерулярной базальной мембраны,
- 2) образуют вещества, регулирующие кровоток в капиллярах,
- 3) фагоцитоз.

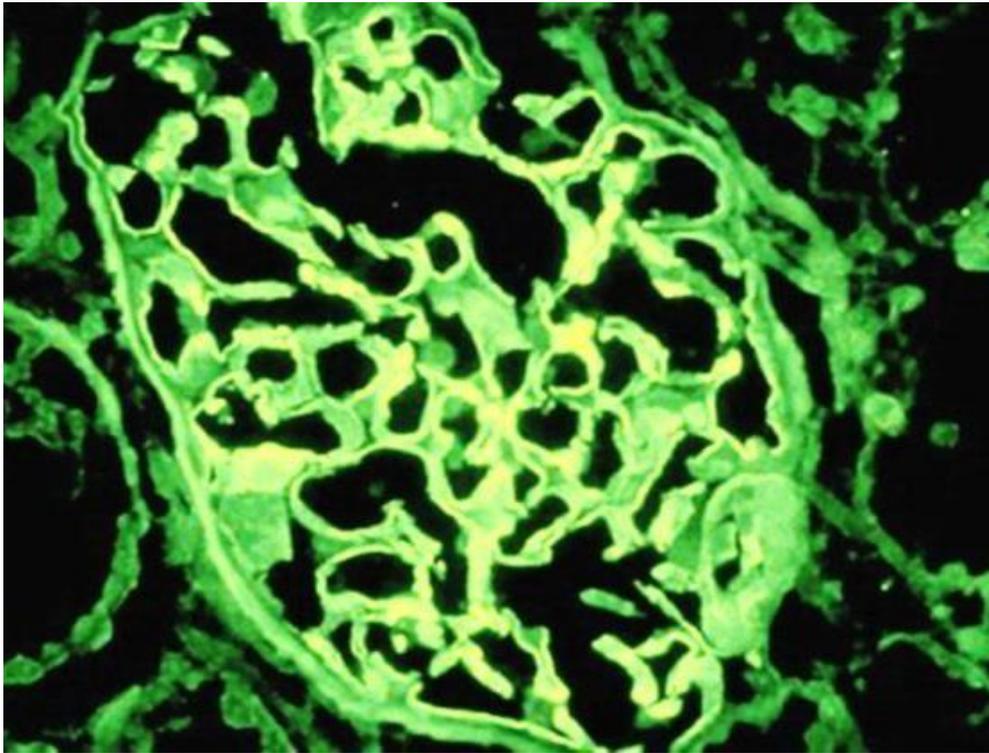
# Фильтрационный барьер

Фильтрационный барьер это совокупность структур, разделяющих просвет капилляра клубочка и полость капсулы.

**Барьер включает 3 компонента:**

- 1) эндотелий капилляров клубочка, клетки которого имеют фенестры и поры;
- 2) трёхслойную базальную мембрану (средний слой имеет отверстия около 7нм);
- 3) клетки подоциты – внутренний листок капсулы.

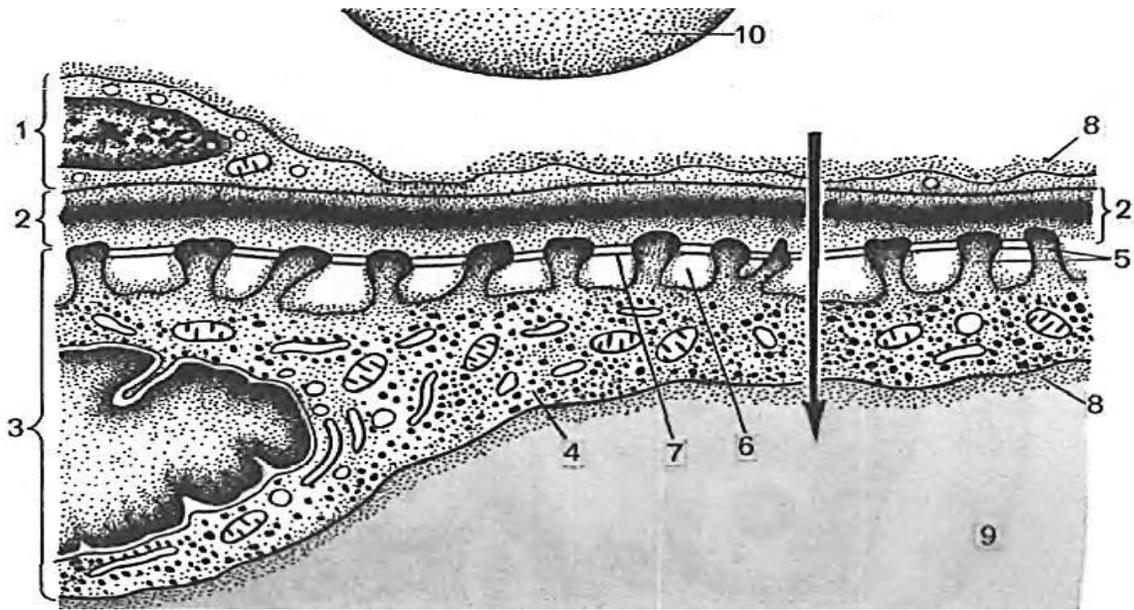
При патологии размер отверстия может увеличиваться, и в моче появляются крупные молекулы белка (**протеинурия**) и эритроциты (**гематурия**).



## Капиллярный клубочек.

Имунофлюоресцентный метод позволил окрасить в зелёный цвет один из компонентов

– базальной мембраны капиллярного клубочка.



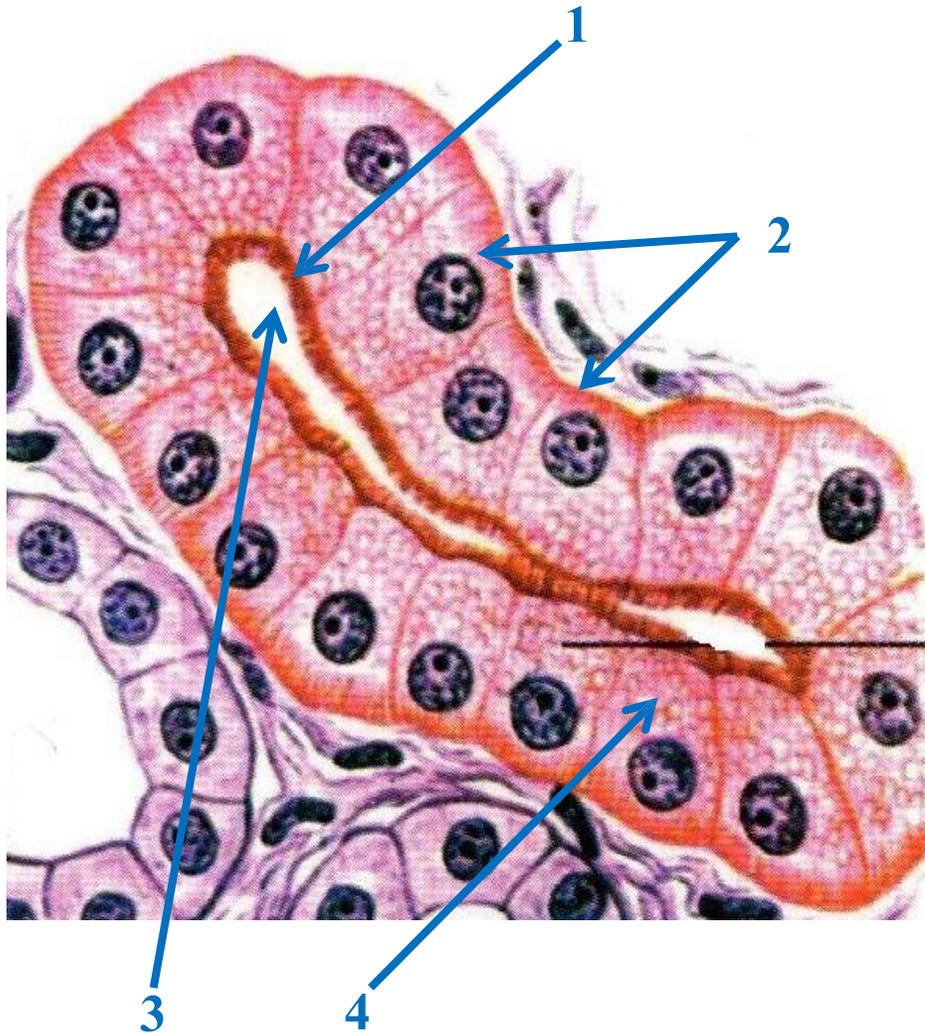
### Ультрамикроскопическое строение фильтрационного барьера почек (по Е.Ф.Котовскому).

1—эндотелиоцит капилляра; 2—базальная мембрана; 3— подоцит; 4—цитотрабекула подоцита; 5—цитоподии подоцита; 6— фильтрационная щель; 7— фильтрационная диафрагма; 8—гликокаликс; 9—полость капсулы; 10—часть эритроцита в капилляре.

Все три вышеперечисленные компоненты составляют почечный фильтр, в норме через фильтр **проходят** следующие компоненты плазмы крови: вода, низкомолекулярные белки, электролиты, продукты азотистого обмена и глюкоза. Все эти **частички** плазмы крови, профильтрованные в капсулу клубочка, представляют собой первичную мочу. В норме через фильтрационный барьер **не проходят** форменные элементы крови и крупномолекулярные белки плазмы.

## Проксимальный отдел нефрона

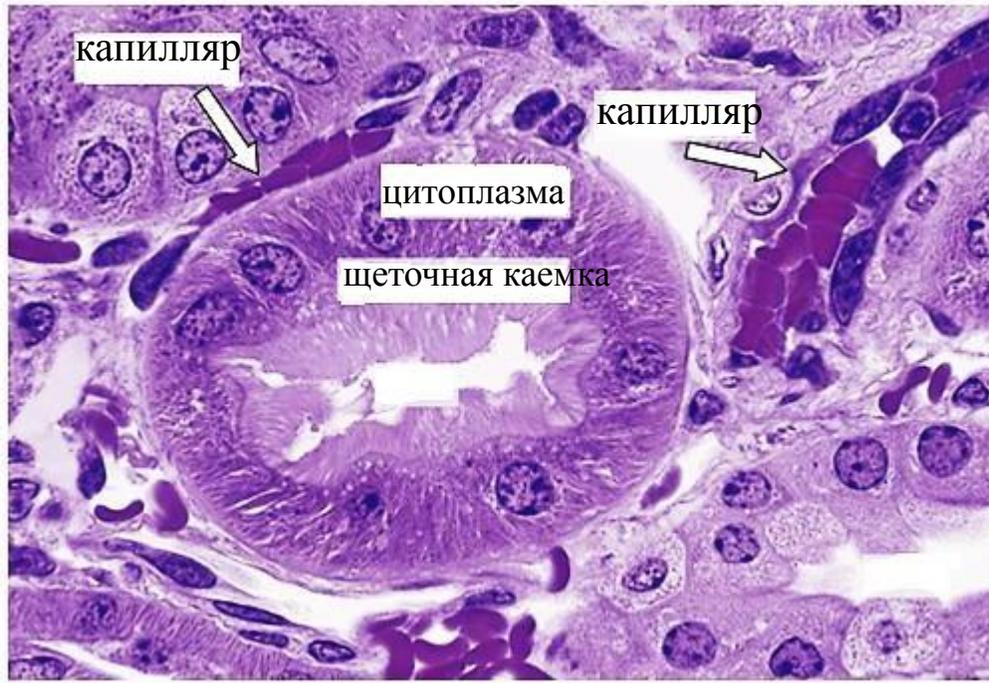
состоит из 2 частей: а) **извитой** (длинный); б) **прямой** (короткий). Проксимальный каналец со слабо выраженным просветом **(3)** (d.60мкм.) образован однослойным призматическим каемчатым эпителием (1), на их апикальной поверхности есть **исчерченная каемка** (микроворсинки), **исчерченность (2)** в базальной части клеток (складки цитолеммы, между которыми располагаются митохондрии) и имеют **(4)** мутную цитоплазму (пиноцитозные пузырьки).



**Клетки проксимального  
извитого канальца**

**1–схема; 2–рисунок с**

**ЭМФ**



### Корковое вещество почки.

Окраска. Парарозанилин–толуидиновый синий.

Среднее увеличение.

Виден проксимальный извитой каналец, состоящий из крупных кубических клеток с щеточной каемкой, образованной многочисленными микроворсинками.

(Л.К.Жункейра, Ж. Карнейро)

## Функции:

- 1) полностью реабсорбируется *глюкоза* за счет щелочной фосфатазы в исчерченной каемке;
  - 2) *белки* полностью реабсорбируются путем пиноцитоза;
  - 3) факультативное всасывание *воды* и *минеральных веществ*;
  - 4) секреция некоторых органических кислот–креатинин и др.
- В норме в моче **нет белков и глюкозы**, если они есть то нарушения – в проксимальном отделе.

## Юкстагломерулярный аппарат (ЮГА)

секретирует фермент **ренин** - ангиотензиновый аппарат, катализирует образование **ангиотензинов**, вызывая сосудосуживающее влияние и повышение артериального давления, стимулирует продукцию и выброс **альдостерона** надпочечников и **вазопрессина** (антидиуретического гормона) гипоталамуса. В свою очередь, альдостерон – усиливает реабсорбцию натрия и хлоридов, вазопрессин увеличивает реабсорбцию воды в собирательных трубочках. Главный сигнал для секреции ренина – снижение давления в приносящих артериолах.

Клетки ЮГА также вырабатывают группу пептидных гормонов – **эритропоэтинов** – стимулирующих эритропоэз в красном костном мозге.

ЮГА расположен в около клубочковой зоне между приносящей и выносящей артериолами. В морфологической структуре около клубочкового аппарата различают четыре составные части (см. рис.):

1. Юкстагломерулярные эпителиоидные клетки,
2. Юкставаскулярные недифференцированные клетки,
3. Плотное пятно,
4. Мезангиальные клетки.

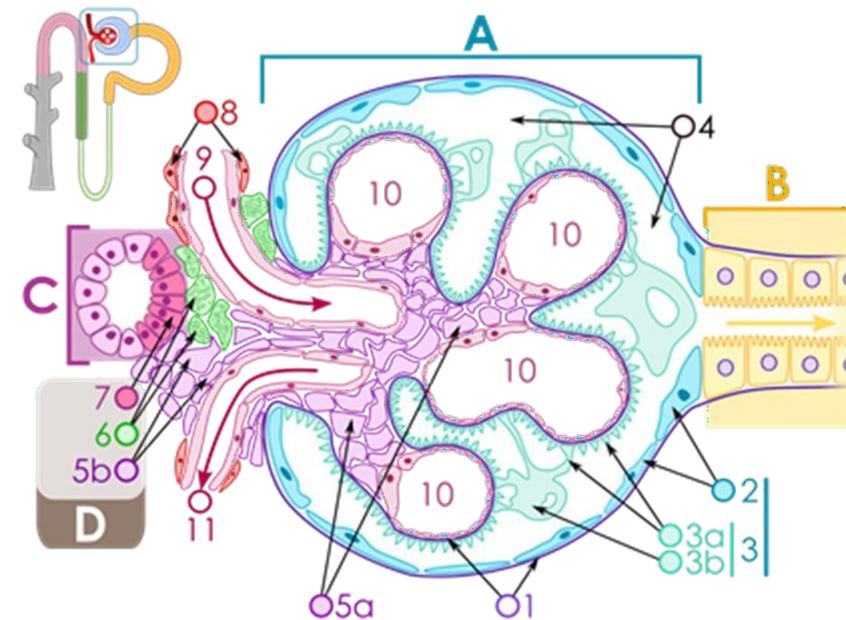


Схема строения почечного тельца

- A – Почечное тельце
- B – Проксимальный каналец
- C – Дистальный извитой каналец
- D – Юкстагломерулярный аппарат
- 1. Базальная мембрана
- 2. Капсула Шумлянского-Боумана – париетальная пластинка
- 3. Капсула Шумлянского-Боумана – висцеральная пластинка
- 3а. Подии (ножки) подоцита
- 3б. Подоцит
- 4. Пространство Шумлянского-Боумана
- 5а. Мезангий – Интрагломерулярные клетки
- 5б. Мезангий – Экстрагломерулярные клетки
- 6. Гранулярные (юкстагломерулярные) клетки
- 7. Плотное пятно
- 8. Миоцит (гладкая мускулатура)
- 9. Приносящая артериола
- 10. Клубочковые капилляры
- 11. Выносящая артериола



**Мозговое вещество.  
А– тонкий каналец  
нисходящей части петли  
нефрона (ТЭМ).  
1–просвет каналца  
(по К.А. Звфарову).**

## Тонкий каналец нефрона

Тонкие каналцы образованы однослойным плоским эпителием, имеет диаметр 12–15 мкм (стенка очень тонкая). Цитоплазма эпителиоцитов светлая, бедная органеллами ферментами. Местами в просвет выбухают ядросодержащие (см. **фото ТЭМ**) части эпителиоцитов.

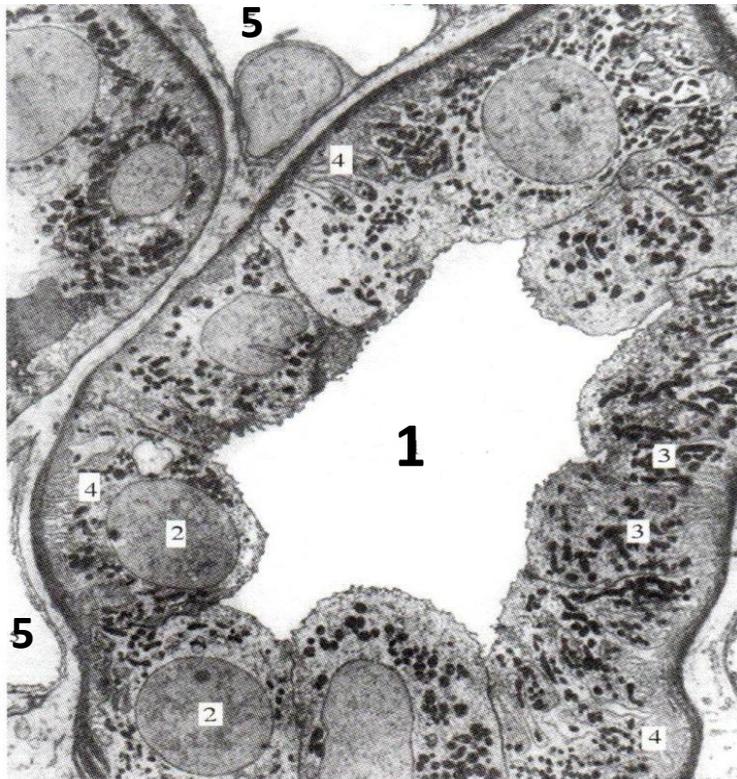


**Функция** – пассивная реабсорбция воды.

Из тонкого каналца, который образует нисходящую часть петли нефрона, остатки первичной мочи поступают в прямой дистальный каналец, образующий восходящую часть петли.

## Дистальный отдел нефрона

**Дистальный отдел** состоит из 2 частей: –прямой и извитой канальцы, имеет хорошо выраженный просвет. В прямой части имеет диаметр 30мкм, в извитой от 20–50мкм. Он выстлан низким цилиндрическим эпителием, по сравнению с проксимальными канальцами. Цитоплазма прозрачная. На апикальной поверхности клеток **нет щеточной каемки**, но на базальной поверхности сохраняются базальная исчерченность, в которой содержатся активные  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  АТФаза и СДГ митохондрий.



**Дистальный извитой каналец почки. ТЭМ. x1600.**

1–просвет канальца; 2– ядро эпителиоцитов; 3–митохондрии; 4– базальный лабиринт; 5–просвет гемокapилляров (по Э.Севергиной).

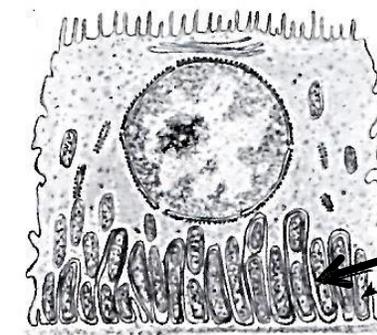
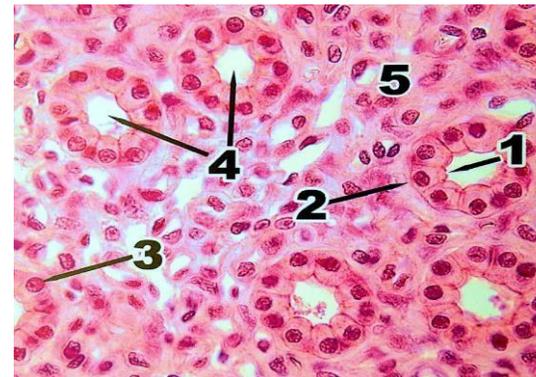


Рисунок с ЭМФ.  
базальная  
исчерченность

**Функции:** реабсорбция электролитов из мочи (под влиянием гормона альдостерона). Стенка дистального канальца непроницаема для воды. Из извитого дистального канальца остатки мочи с высокой концентрацией азотистых продуктов и солей поступают в собирательную трубочку.

# Собирательные

## трубочки

Собирательные трубочки в пределах коркового вещества выстланы однослойным кубическим эпителием, а в пределах мозгового вещества — однослойным низким цилиндрическим эпителием.

**Различают:**

- 1) *темные клетки*, вырабатывающие соляную кислоту (подкисление мочи);
- 2) *светлые клетки*, реабсорбирующие воду и секретирующие простагландины.

Реабсорбция воды собирательных трубочек и изви~~ль~~х дистальных канальцев зависит от концентрации антидиуретического гормона гипоталамуса, в результате чего регулируется водный баланс организма. Если этот гормон отсутствует, то вода из собирательных трубочек и дистальной части изви~~ль~~х дистальных канальцев не реабсорбируется. Из собирательных трубочек окончательная моча поступает в сосочковые канальцы, далее к мочевыводящим органам.



**Мозговое вещество. Б—прямая собирательная трубочка (ТЭМ).**

- 1—светлые клетки собирательной трубочки;  
2— темные клетки собирательной трубочки  
(по К.А. Зуфарову).

## Юкстагломерулярные (эпителиоидные) клетки

располагаются в стенке приносящей артериолы клубочка, охватывая её наподобие муфты (манжетки). Они непосредственно связаны с эндотелиальной выстилкой артерии, в которой выделяется ангиотензин II под воздействием клеток. Эти клетки полигональной формы, неправильной и характерно наличие в цитоплазме гранул, которые дают положительную ШИК-реакцию. В гранулах концентрируется **проренин** – предшественник фермента **ренина** в неактивной форме.



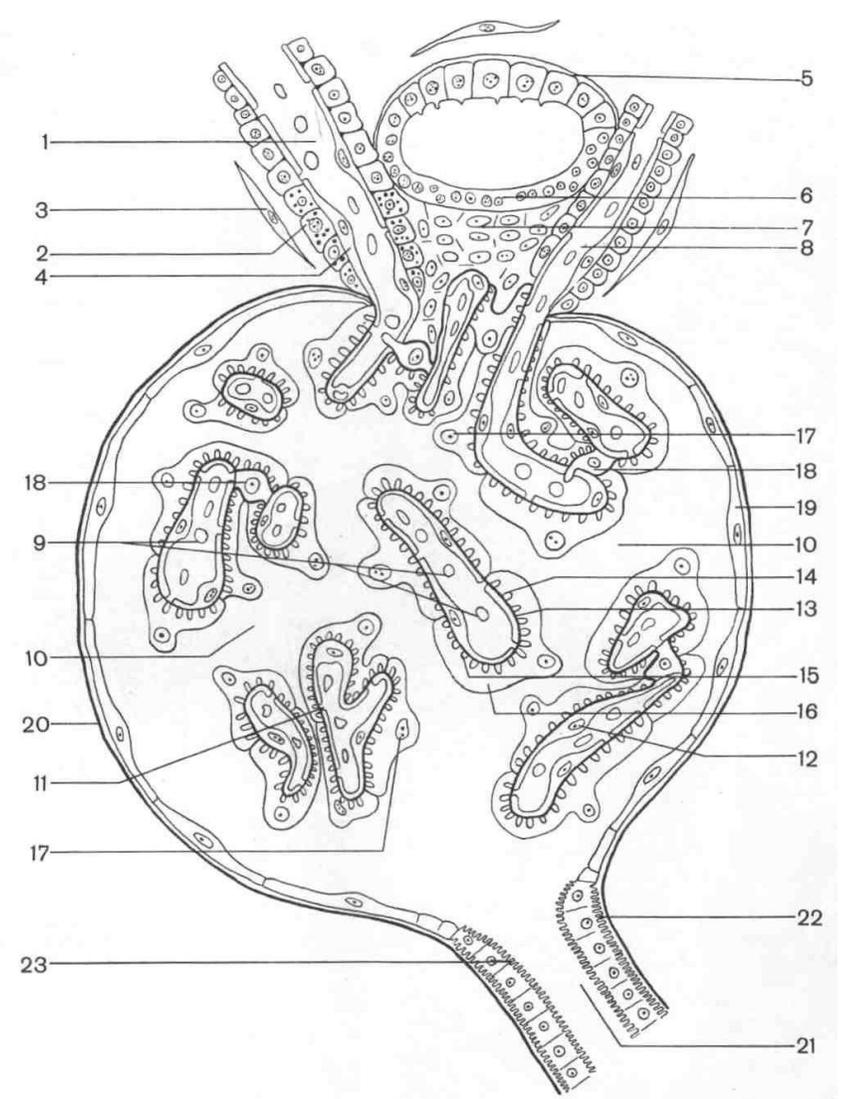
**Юкстагломерулярный аппарат (ЮГА) – эндокринная структура каждого нефрона**

## Юкставаскулярные недифференцированные клетки

### (клетки Гурмаггига)

Являются составной частью ЮГА. Это клетки овальной или неправильной формы (7, см. рис.), иногда с длинными цитоплазматическими отростками. Они располагаются в треугольнике между приносящей и выносящей клубочковыми артериолами и плотным пятном.

Юкставаскулярные клетки вместе с клетками мезангия клубочков (предыдущие рисунки и 18, см. рис.) включаются в выработку ренина при истощении юкстагломерулярных миоцитов.



1 — приносящий сосуд (артериола); 2 — парагломерулярные клетки; 3 — адентициальная клетка; 4 — эндотелиальная клетка; 5 — базальная мембрана дистального отдела нефрона; 6 — плотное пятно дистального отдела; 7 — клетки парагломерулярного комплекса (клетки лацис, клетки Гурмаггига); 8 — выносящий сосуд (артериола) сосудистого клубочка; 9 — просветы капилляров сосудистого клубочка; 10 — полость капсулы клубочка; 11 — пора в эндотелиальной клетке кровеносного капилляра; 12 — эндотелиальная клетка кровеносного капилляра; 13 — базальная мембрана; 14 — субподоцитарное пространство; 15 — цитоподии подоцита; 16 — цитотрабекула подоцита; 17 — ядро подоцита; 18 — мезангиальные клетки, у некоторых выросты вдаются в поры капилляров; 19 — клетки наружной части капсулы клубочка; 20 — базальная мембрана наружной части капсулы клубочка; 21 — проксимальный отдел нефрона; 22 — базальная исчерченность; 23 — щеточная каемка (Л. С. Сугулов, в схему Е. Ф. Котовского внесены существенные изменения).

## Плотное пятно (macula densa)

представляет собой эпителиальные клетки дистального отдела нефрона в том месте, где этот каналец подходит к клубочковому полюсу (см. рис.).

Здесь клетки эпителия канальца приобретают вытянутую цилиндрическую форму; ядро в них смещается к апикальной части клетки, а сами они расположены ближе друг к другу (плотнее). Базальная мембрана эпителия дистального канальца в области плотного пятна истончена или даже отсутствует.

Клетки плотного пятна выполняют осморцепторную функцию, сигнализируя об изменении концентрации ионов натрия в моче. Это позволяет ЮГА принимать активное участие в регуляции уровня артериального давления и электролитного состава крови путем увеличения или уменьшения выработки ренина, которое происходит с учетом концентрации ионов натрия и калия в канальцевой жидкости и плазме крови, протекающей через приносящую клубочковую артериолу.

## РЕНИН является ферментом

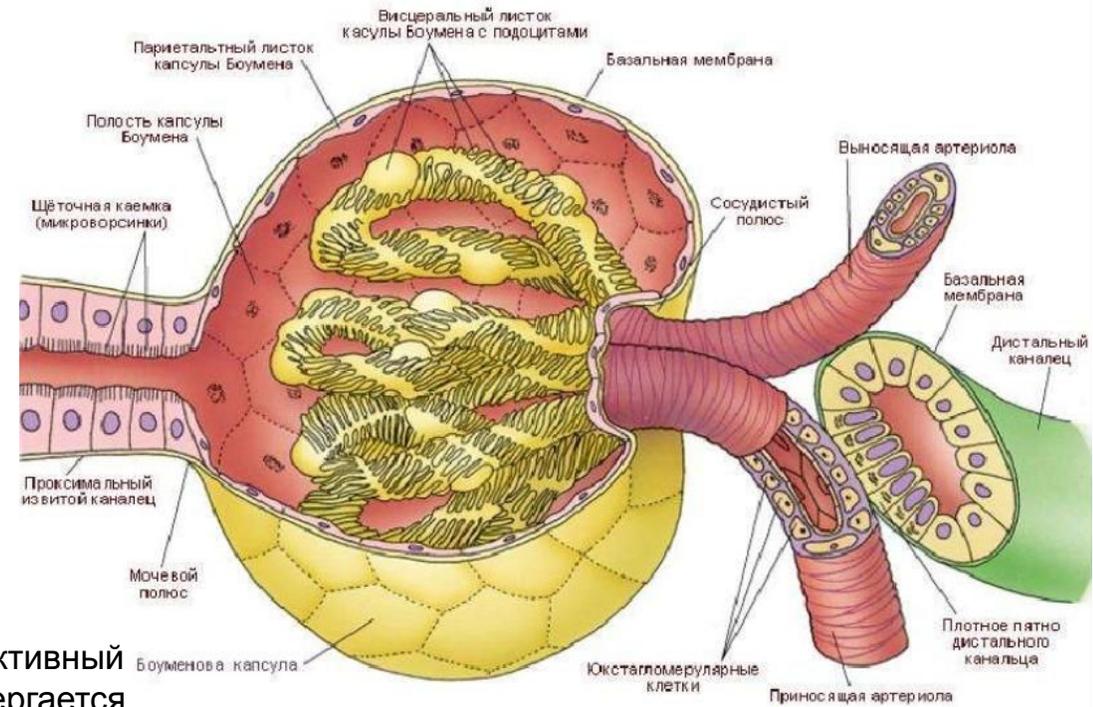
Приводящим к расщеплению альфа-глобулина плазмы крови —

**ангиотензиногена**, образующегося в печени. При этом в крови образуется малоактивный декапептид **ангиотензин-I**, который в сосудах почек, легких и других тканей подвергается действию превращающего фермента (карбоксикапепсина, кининазы-2), отщепляющего от ангиотензина-I две аминокислоты. Образующийся октапептид **ангиотензин-II** обладает большим числом различных физиологических эффектов, в том числе - стимуляцией клубочковой зоны коры надпочечников, секретирующей альдостерон, что и дало основание называть эту систему ренин-ангиотензин-альдостероновой.

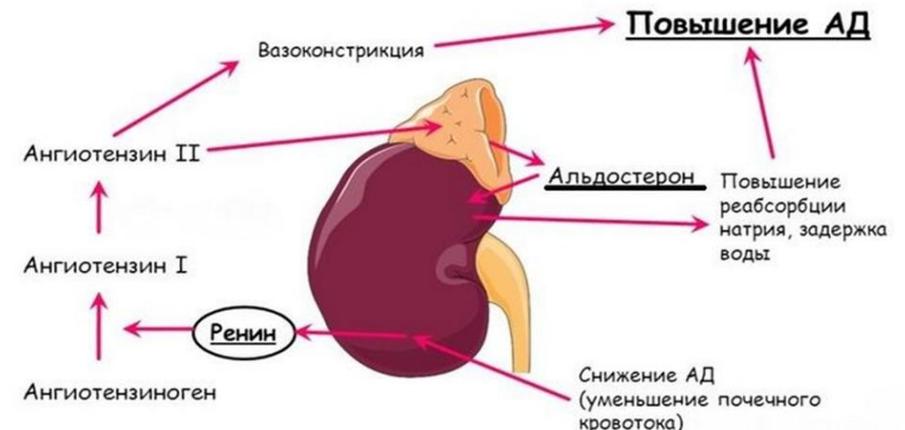
Ангиотензин-II кроме стимуляции продукции альдостерона, обладает следующими эффектами:

- 1) Вызывает мощный спазм всех артериальных сосудов,
- 2) Активирует симпатическую нервную систему как на центральном уровне, так и способствуя синтезу и освобождению норадреналина в синапсах,
- 3) Повышает сократимость миокарда,
- 4) Увеличивает реабсорбцию натрия и ослабляет клубочковую фильтрацию в почках,
- 5) Способствует формированию чувства жажды и питьевого поведения.

Таким образом, ренин-ангиотензин-альдостероновая система участвует в регуляции



## **Ренин-ангиотензин-альдостероновая система**



## Секреция ренина в ЮГК регулируется четырьмя основными влияниями:

- 1) величиной давления крови в приносящей артериоле, т.е. степенью ее растяжения.  
Снижение  
растяжения активирует, а увеличение — подавляет секрецию ренина.
  - 2) регуляция секреции ренина зависит от концентрации натрия в моче дистального канальца, которая воспринимается *macula densa* — своеобразным Na-рецептором, и натриевый стимул передается гуморальным путем к прилежащим ЮГК. Чем больше натрия оказывается в моче канальца, тем выше уровень секреции ренина.
  - 3) секреция ренина регулируется симпатическими нервами, ветви которых заканчиваются на юктагломерулярных клетках: медиатор норадреналин через бета-адренорецепторы стимулирует секрецию ренина.
  - 4) регуляция осуществляется по механизму отрицательной обратной связи, включаемой уровнем в крови других компонентов системы — ангиотензина и альдостерона, а также их эффектами — содержанием в крови натрия, калия, артериальным давлением, концентрацией простагландинов в почке, образующихся под влиянием ангиотензина.
- ***Кроме почек образование ренина происходит в стенках кровеносных сосудов многих тканей, головном мозге, слюнных железах.***

## Простагландиновый и калликреин-кининовый аппараты почки.

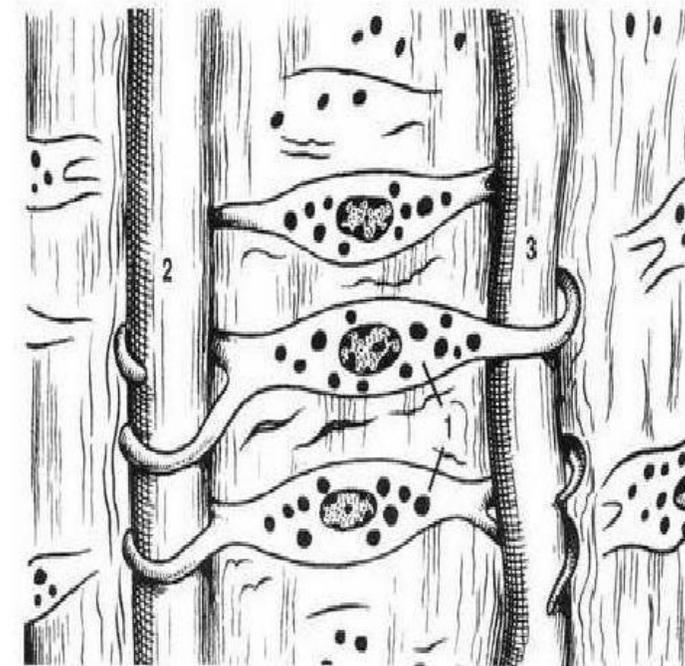
Кроме гипертензивной (рениновой) в почках действует гипотензивная система. В эпителиоцитах петли Генле, светлых клетках собирательных трубочек, а также интерстициальных клетках, вырабатываются **простагландины**, оказывающие сосудорасширяющее действие и увеличение клубочкового кровотока, в результате чего увеличивается объем выделяемой мочи.

**Интерстициальные клетки** имеют мезенхимное происхождение, лежат в соединительной ткани мозгового вещества пирамид. Своими отростками они оплетают каналцы петель нефронов и кровеносные капилляры перитубулярной вторичной сети. В цитоплазме интерстициальные клетки содержат липидные (осмиофильные) гранулы. Эти клетки синтезируют простагландины и **брадикинин** (вазодилаторное действие). Простагландины являются функциональными антагонистами ренин-ангиотензинового комплекса – расширяют сосуды, увеличивает клубочковый кровоток, экскрецию натрия с мочой.

**Калликреин-кининовый аппарат** также обладает сильным сосудорасширяющим действием, усиливая диурез и выведение натрия с мочой, угнетая реабсорбцию натрия и воды в нефронах.

**Кинины** – пептидные вещества, образующиеся из белков кининогенов плазмы крови под влиянием ферментов **калликреинов** дистальных канальцев. Действуют кинины через стимуляцию секреции простагландинов.

1 — интерстициальные клетки: находятся в строме мозговых пирамид. Имеют отростки, оплетающие близлежащие структуры:  
2 — каналец петли Генле и  
3 — кровеносный капилляр.  
В теле интерстициальных клеток — гранулы с простагландинами.  
Кроме этих клеток, в синтезе простагландинов, видимо, участвуют нефроциты собирательных трубочек и петель Генле.



## Кальцитриол кальций-регулирующий гормон;

кальцитриол - активный метаболит витамина Д<sub>3</sub> и, в отличие от двух других кальций-регулирующих гормонов — паратирин и кальцитонина, — имеет стероидную природу.

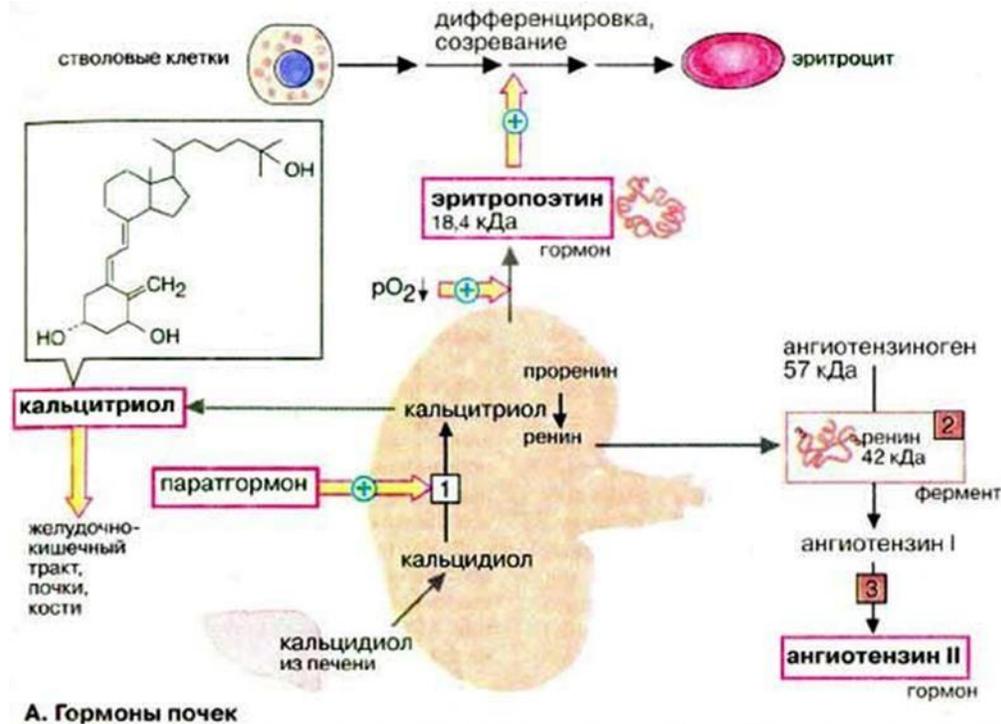
### Образование кальцитриола происходит в три этапа:

- 1) Первый этап протекает в коже, где под влиянием ультрафиолетовых лучей из провитамина образуется витамин Д<sub>3</sub> (холекальциферол).
- 2) Второй этап связан с печенью, куда холекальциферол транспортируется кровью и где в эндоплазматическом ретикулуме гепатоцитов происходит его гидроксилирование по 25 атому углерода с образованием 25-(ОН)Д<sub>3</sub>. Этот метаболит поступает в кровь и циркулирует в связи с альфа-глобулином. Его физиологические концентрации не влияют на обмен кальция.
- 3) Третий этап осуществляется в почках, где **в митохондриях эпителиальных клеток проксимальных канальцев** происходит второе гидроксилирование и образуются два соединения: 1,25-(ОН)-Д<sub>3</sub> и 24,25-(ОН)-Д<sub>3</sub>. Первое является наиболее активной формой витамина Д<sub>3</sub> обладает мощным влиянием на обмен кальция и называется кальцитриолом. Образование этого гормона регулируется паратирином, который стимулирует гидроксилирование по первому атому углерода. Таким же эффектом, видимо, обладает гипокальциемия. При избытке кальция гидроксилирование происходит по 24 атому углерода и образующееся второе соединение 24,25-(ОН)-Д<sub>3</sub> обладает способностью угнетать секрецию паратирин по принципу обратной связи.

Основной эффект кальцитриола заключается в активации всасывания кальция в кишечнике. Гормон стимулирует все три этапа всасывания: захват ворсинчатой поверхностью клетки, внутриклеточный транспорт, выброс кальция через базолатеральную мембрану во внеклеточную среду. Механизм действия кальцитриола на эпителиальные клетки кишечника состоит в индуцировании, благодаря влиянию на ядра клеток, синтеза энтероцитами специальных кальций-связывающих и транспортирующих белков — **кальбайндинов**. Кальцитриол повышает в кишечнике и всасывание фосфатов. Почечные эффекты гормона заключаются в стимуляции реабсорбции фосфата и кальция канальцевым эпителием. Эффекты кальцитриола на костную ткань связаны с прямой стимуляцией остеобластов и обеспечением костной ткани усиленно всасывающимся в кишечнике кальцием, что активизирует рост и минерализацию кости.

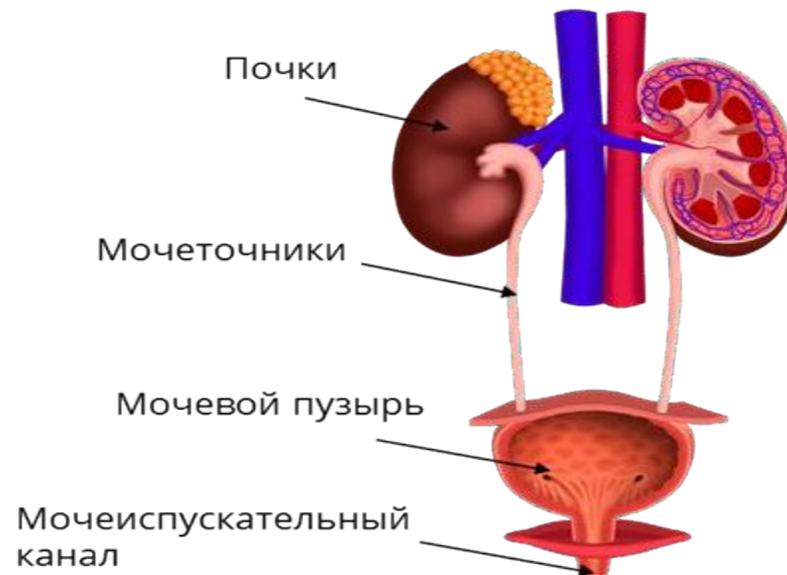
Наличие специфических рецепторов к гормону во многих клетках тканей (молочной железе, ряде эндокринных желез), способность кальцитриола активировать транспорт кальция в клетках разных тканей, свидетельствует о широком спектре эффектов этого гормона.

Недостаточность кальцитриола проявляется в виде рахита, т.е. нарушении созревания и кальцификации хрящей и кости у детей, либо остеомаляции, т.е. падении минерализации костей после завершения роста скелета. При этом сдвиги уровня кальция в крови обуславливают нарушения нейро-мышечной возбудимости и мышечную слабость.



## Мочевыводящие пути

- Почечные чашечки (малые и большие)
- Лоханка
- Мочеточник
- Мочевой пузырь
- Мочеиспускательный канал



### Мочевыводящие пути:

- 1) *Слизистая оболочка* – а) переходный эпителий на базальной мембране;  
б) собственная пластинка слизистой оболочки (РВНСТ);
- 2) *Подслизистая основа* – РВНСТ (нет в чашечках и лоханке);
- 3) *Мышечная оболочка* – гладкая мышечная ткань
- 4) *Наружная оболочка* - адвентициальная (за исключением участков мочевого пузыря, покрытых брюшиной).

### Переходный эпителий

Выстилает мочевыводящие пути - чашечки и лоханки почек, мочеточники, мочевого пузыря.

**Различают 3 слоя клеток:**

- **базальный слой** образован небольшими клетками с овальными ядрами
- **промежуточный слой** образован клетками полигональной формы
- **поверхностный слой** образован очень крупными клетками, могут иметь куполообразную форму; некоторые из них являются двуядерными.



## Некоторые особенности строения разных отделов мочевыводящих путей:

- **мочеточник** – слизистая оболочка имеет продольные складки. в нижней части подслизистой основы имеются мелкие альвеолярные железы. Мышечная оболочка имеет в верхней части два, а в нижней – три слоя спиралевидно расположенной гладкой мускулатуры. Мышечная ткань является продолжением гладкой мускулатуры почечных лоханок. Внизу она переходит в мышечную ткань мочевого пузыря – тоже расположенную спирально. Там, где мочеточник проходит сквозь стенку мочевого пузыря – мускулатура продольная – чтобы раскрывать мочеточник независимо от состояния растяжения мускулатуры мочевого пузыря (при его наполнении). Наружная оболочка – адвентициальная.
- **мочевой пузырь** - треугольник между мочеточниками и мочеиспускательным каналом лишен подслизистой основы, в этом участке слизистой оболочки – железы, аналогичные таковым в нижней трети мочеточника. Стенка мочевого пузыря имеет три слоя косопродольной спиральной гладкомышечной ткани. Слои расположены взаимно перпендикулярно по отношению друг к другу. В шейке мочевого пузыря – циркулярный слой образует сфинктер. Наружная оболочка серозная (верхнезадние и боковые участки) и адвентициальная.
- **Уретра:**
- – **мужской мочеиспускательный канал:** эпителий в простатической части - переходный; в перепончатой и губчатой частях - однослойный многорядный призматический или многослойный призматический, в области ладьевидной ямки - многослойный плоский неороговевающий. Собственная пластинка слизистой – РВСТ с простыми трубчатыми слизистыми железами (лакунами Морганьи). Подслизистая основа - РВСТ с слизистыми железами (железами Литтре). Мышечная оболочка - в простатической части два слоя гладкой мышечной ткани: внутренний - продольный, наружный - циркулярный; в перепончатой части уретры – в основном продольные пучки гладких миоцитов; в губчатой части уретры мышечной ткани почти нет. Наружная оболочка – адвентициальная.
- – **женский мочеиспускательный канал:** эпителий около мочевого пузыря - переходный; в средней части - многослойный призматический или однослойный многорядный призматический; у наружного отверстия - многослойный плоский неороговевающий. Собственная пластинка слизистой – РВСТ со слизистыми железами. Мышечная оболочка - два слоя гладкомышечной ткани: внутренний – продольный, наружный – циркулярный. Наружная оболочка - адвентициальная

# Изучение гистологических

## препаратов **Объекты**

### **изучения:**

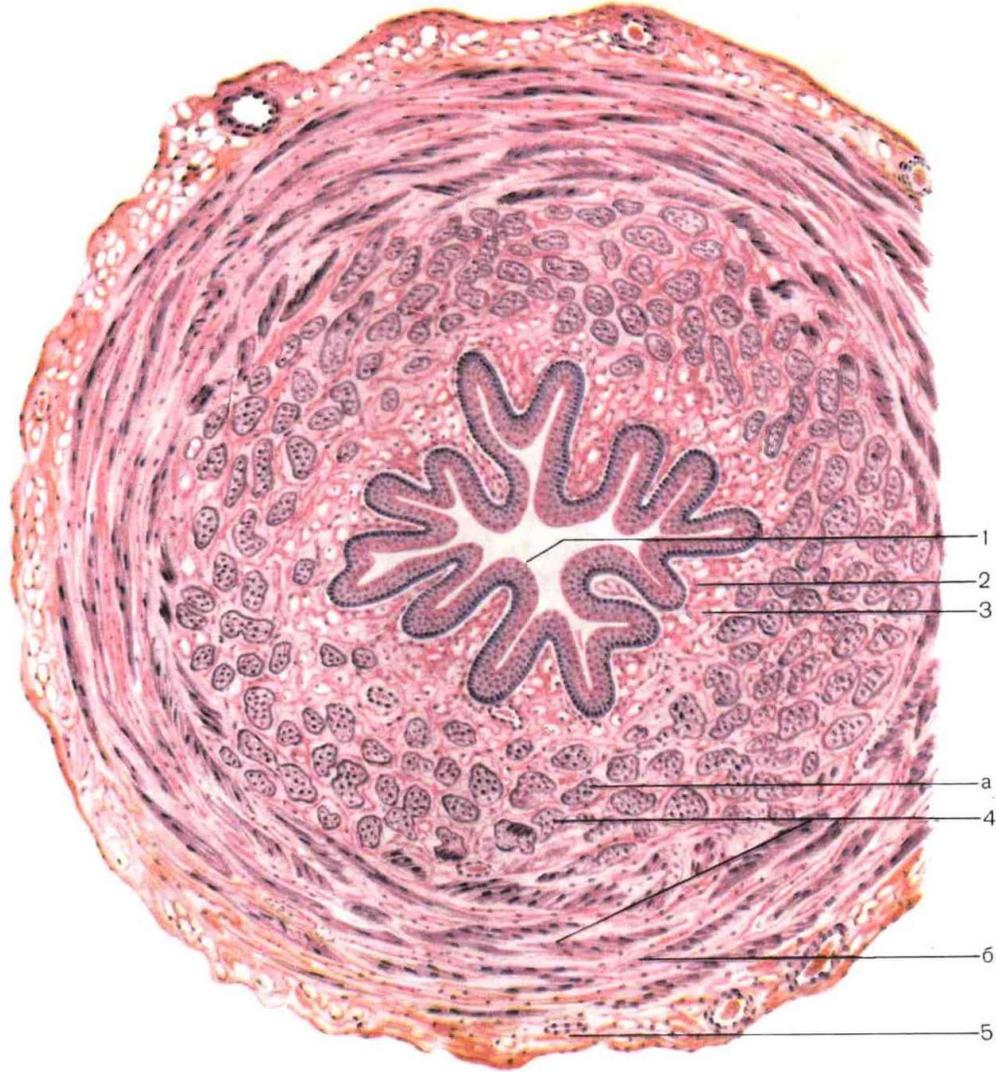
#### Микропрепараты для изучения с зарисовкой

**Препарат 1.** Мочеточник. Окраска гематоксилин-эозином. X56.

**Препарат 2.** Мочевой пузырь. Окраска гематоксилин-эозином. X80.

**Препарат 3.** Почка. Окраска: гематоксилин– эозин. х56. *Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии. Абильдинов Р.Б., Юй Р.И., Ергазина М.Ж., Аяпова Ж.О. “АСА” баспасы, Алматы, 2015, с.374, рис.570.*

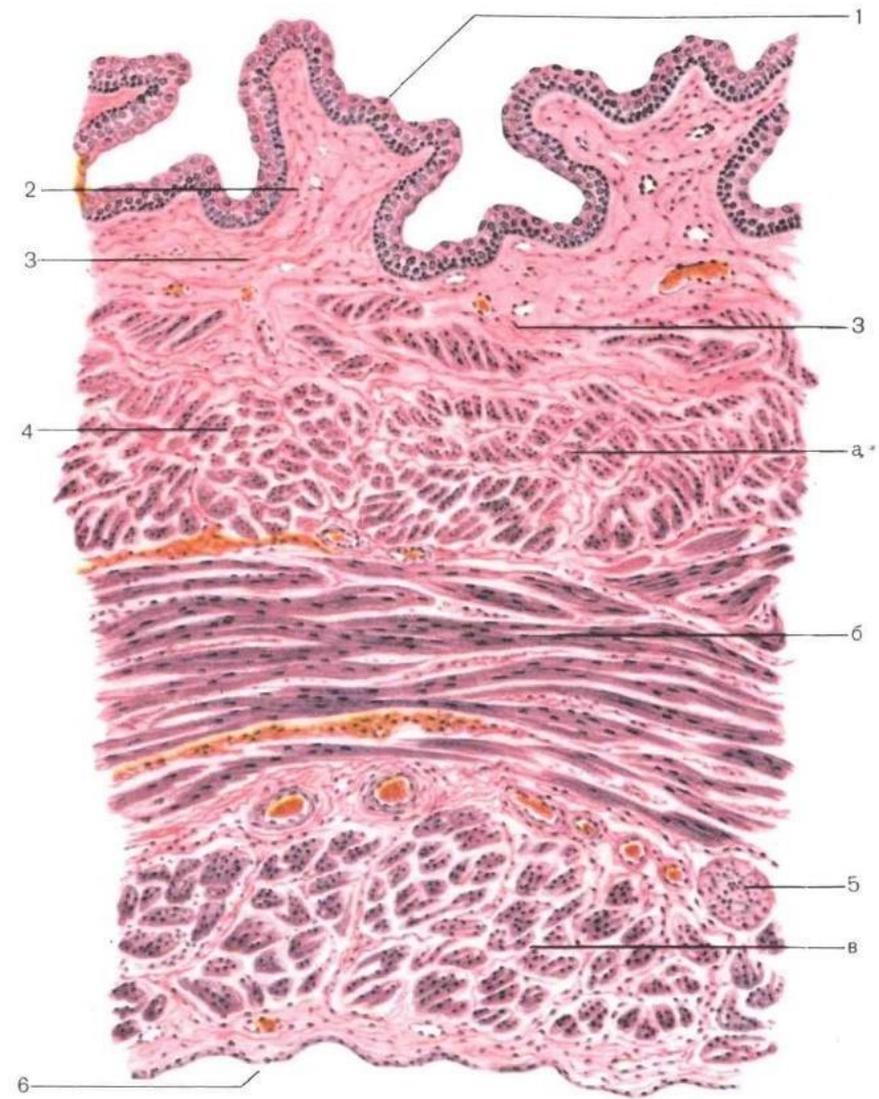
**Препарат 4.** Почечное тельце. Канальцы проксимального и дистального отделов нефрона. Окраска: гематоксилин– эозином. х600. *Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии. Абильдинов Р.Б., Юй Р.И., Ергазина М.Ж., Аяпова Ж.О. “АСА” баспасы, Алматы, 2015, с.378, рис.579.*



**Мочеточник. Окраска гематоксилин-эозином. X56.**

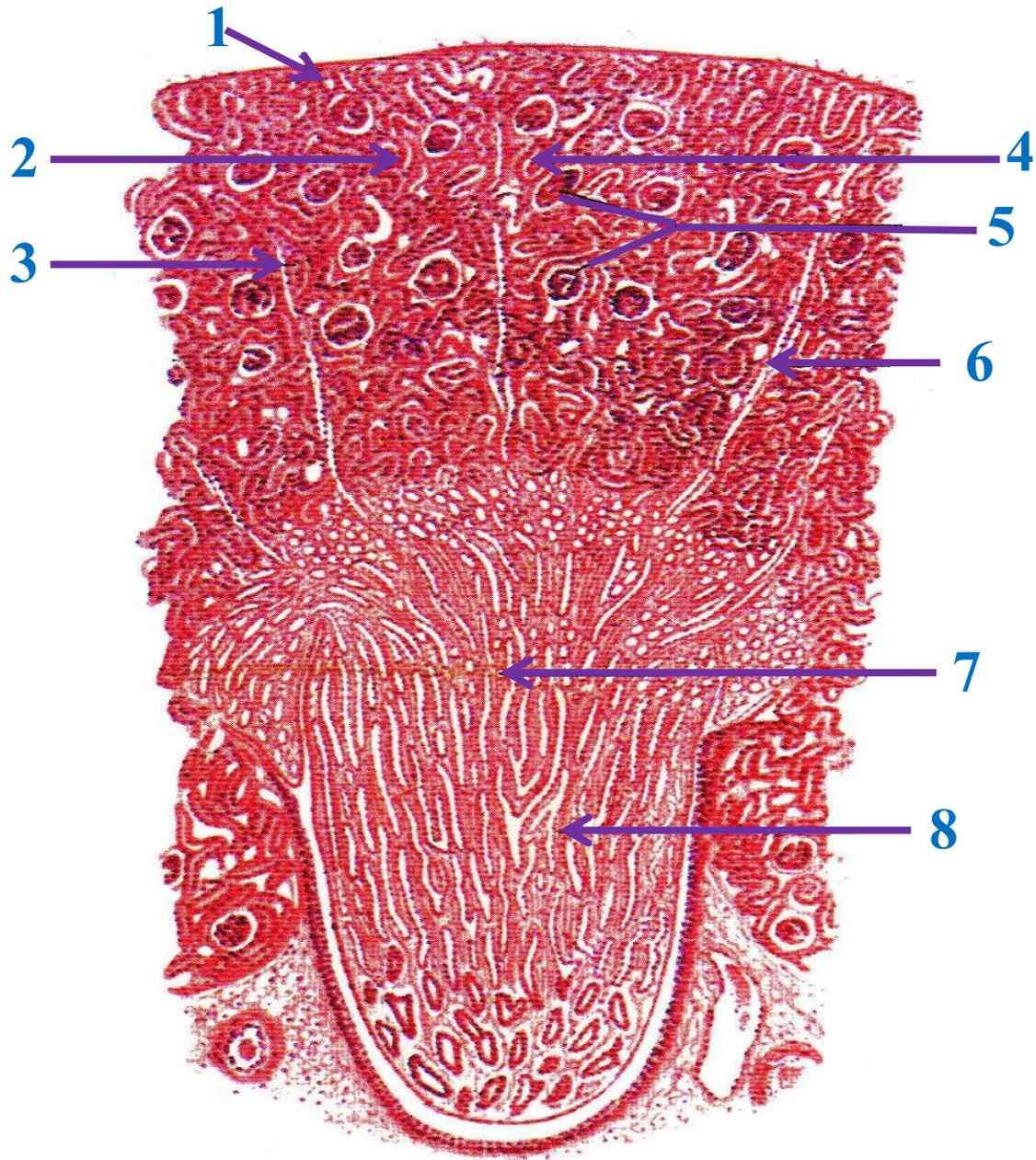
1 – переходный эпителий слизистой оболочки мочеточника; 2 – собственная пластинка слизистой оболочки; 3 – подслизистая основа;

4 – мышечная оболочка, слои: а – внутренний продольный; б – наружный циркулярный; 5 – адвентициальная оболочка.



**Мочевой пузырь. Окраска гематоксилин-эозином. x 80.**

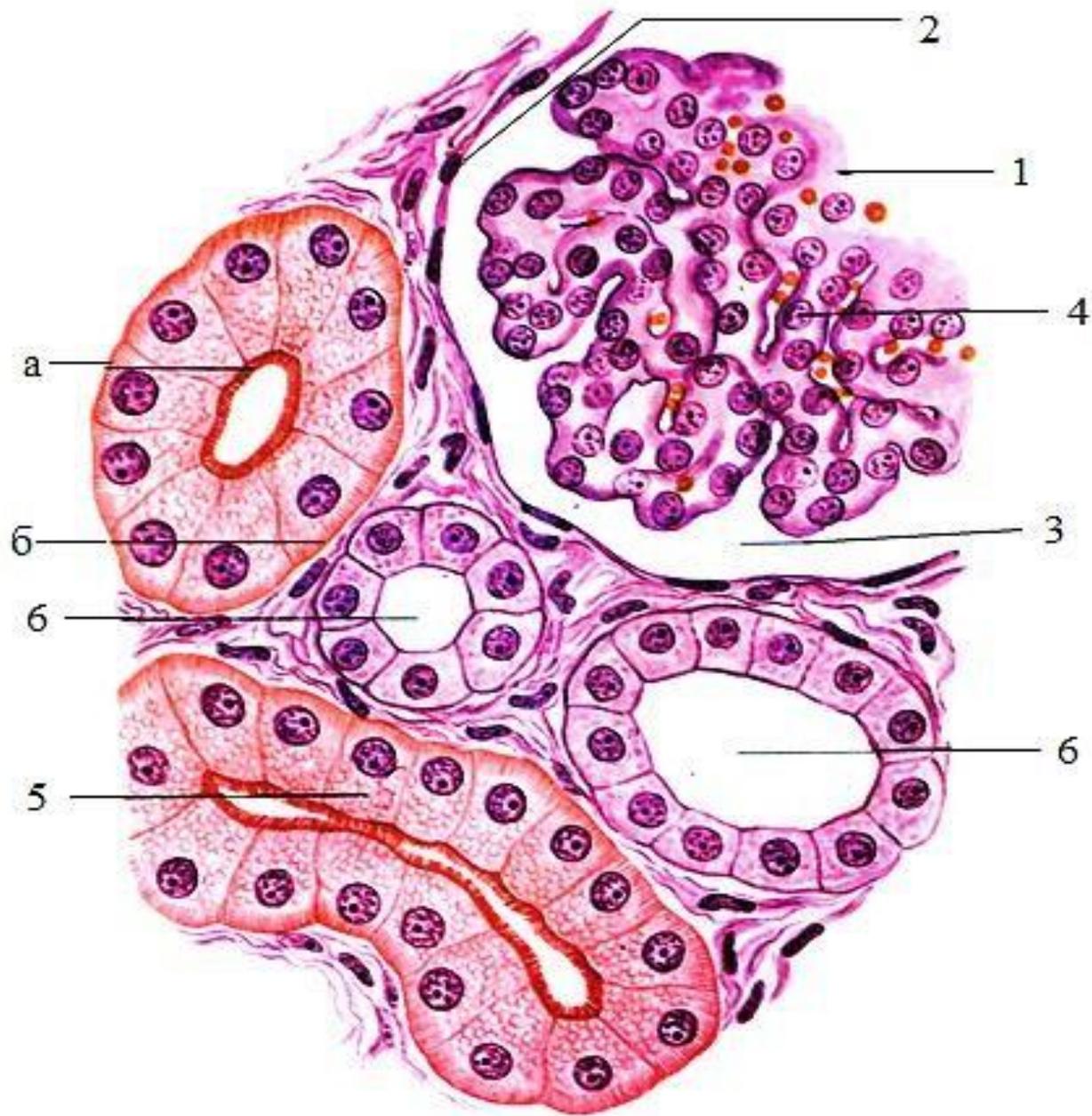
1 – переходный эпителий слизистой оболочки мочевого пузыря; 2 – собственная пластинка слизистой оболочки; 3 – подслизистая основа; 4 – мышечная оболочка: а – внутренний продольный; б – средний циркулярный; 5 – нервный ганглий; 6 – серозная оболочка.



## Почка. Окраска:

гематоксилин– эозин. х56.

- 1– соединительнотканная капсула почки;
- 2– корковое вещество;
- 3– почечные тельца;
- 4– проксимальный и дистальный отделы нефрона;
- 5– мозговые лучи;
- 6– мозговое вещество;
- 7– прямые канальцы (нисходящие и восходящие части петли нефрона, собирательные трубочки).



**Почечное тельце. Канальцы проксимального и дистального отделов нефрона. Окраска: гематоксилин–эозином. х600.**

- 1– почечное тельце;
- 2– наружная часть капсулы клубочка;
- 3– полость капсулы клубочка;
- 4– сосудистый клубочек;
- 5– проксимальный отдел нефрона:
  - а– щеточная каемка;
  - б– базальная исчерченность;
- 6– дистальный отдел нефрона.

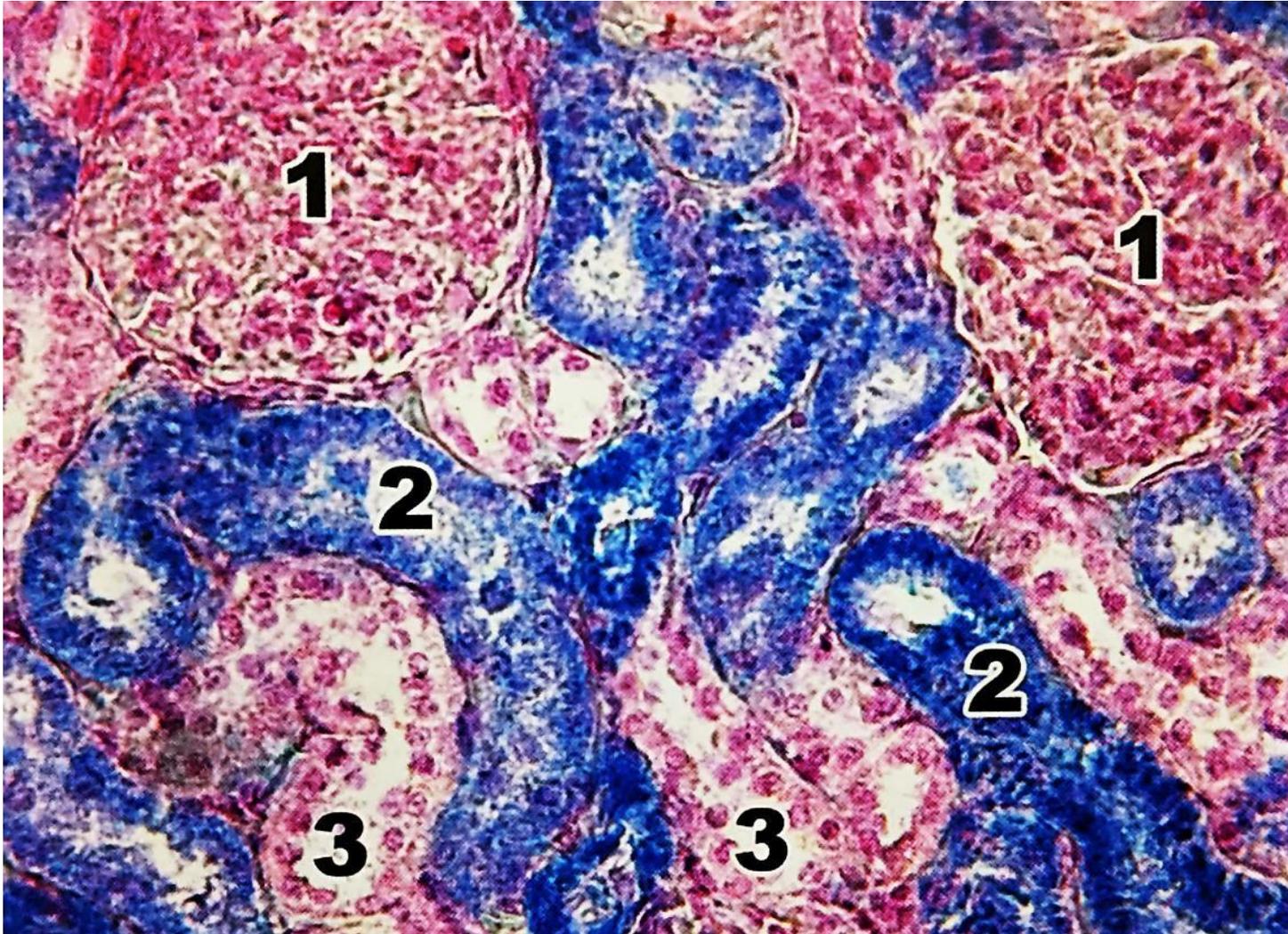
## **б) Демонстрационный микропрепарат.**

**1. Препарат. Накопление краски извитыми канальцами почки крысы. Окраска: Трипановый синий. Квасцовый кармин. х400.**

*Атлас по гистологии и эмбриологии. Юй Р.И., Абильдинов Р.Б., ТОО “Эффект”. Алматы, 2010, стр 209, рис. 337.*

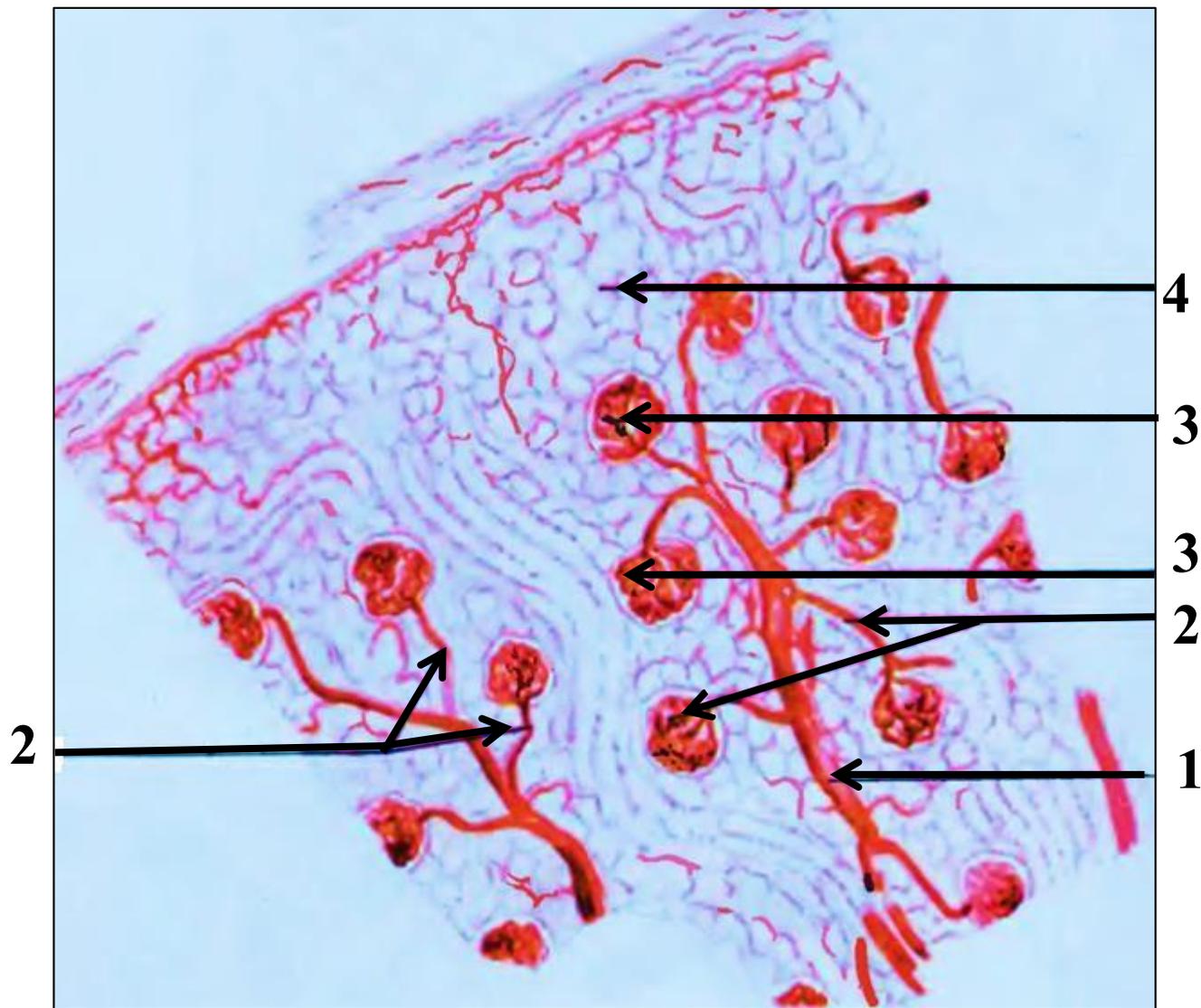
**2. Препарат. Инъекция сосудов почки карминовой массой. х56.**

*Атлас по гистологии и эмбриологии. Алмазов И.В., Сутулов., М., “Медицина”, 1978, стр 460, рис 529.*



**Накопление краски  
извитыми канальцами  
почки крысы.  
Трипановый синий.  
Квасцовый кармин.  
x400.**

**1**– почечные тельца;  
**2**– проксимальные  
отделы нефрона;  
**3**– дистальные отделы  
нефрона.

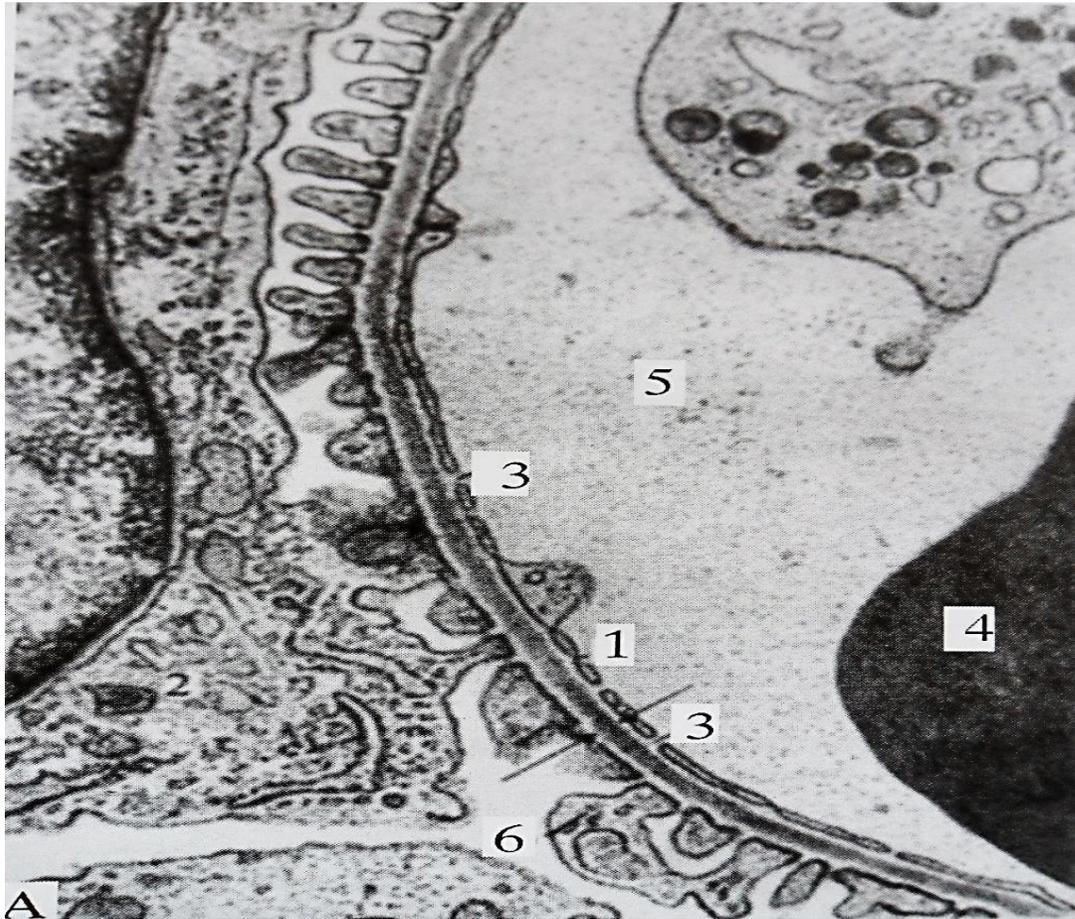


**Инъекция сосудов почки  
карминовой массой. х56.**

- 1**– междольковая артерия;
- 2**– приносящие сосуды;
- 3**– сосудистые клубочки;
- 4**– сосудистые капилляры.

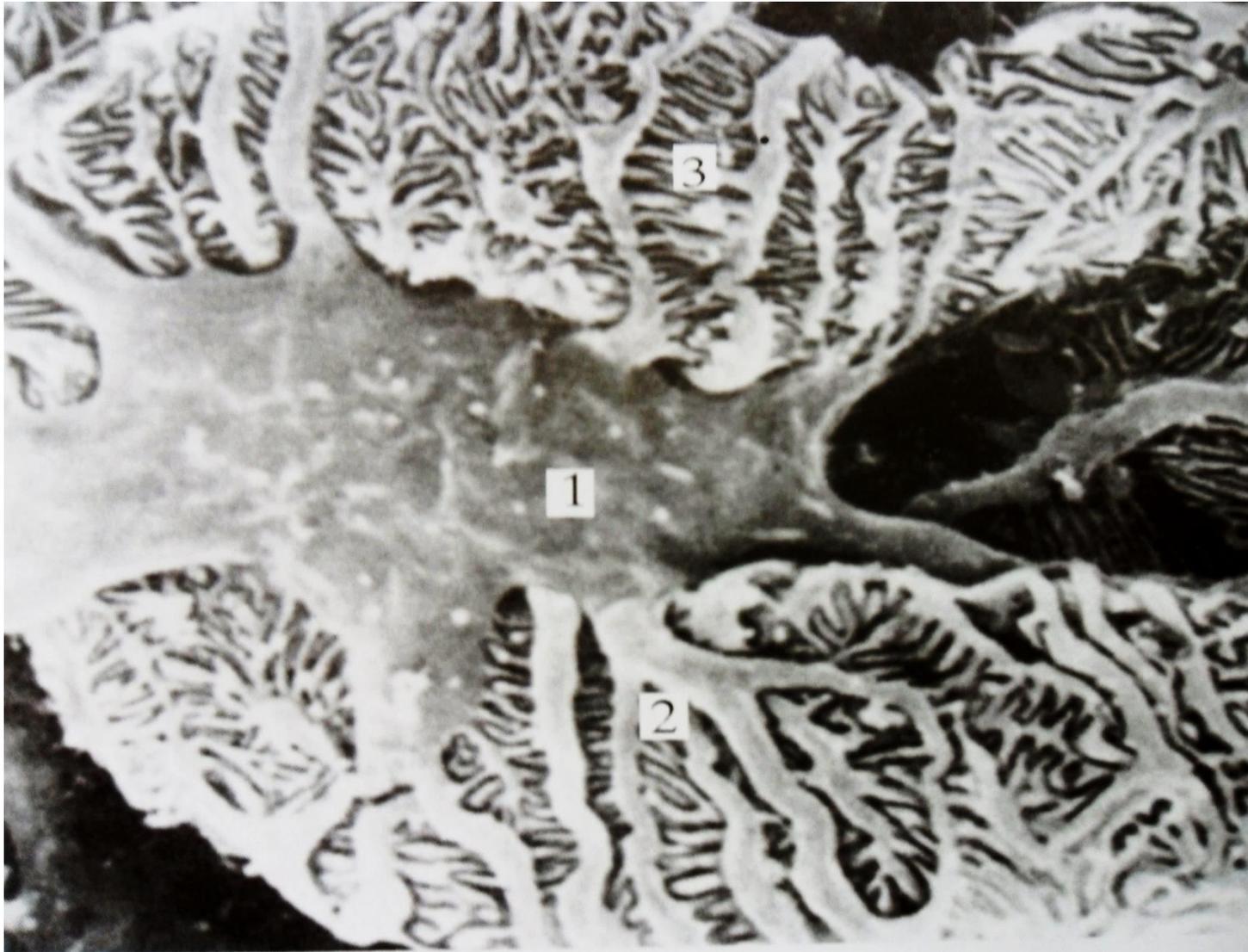
## **в) Электроннограммы.**

- 1. Корковое вещество. А–ультраструктура капилляра. Б–СЭМ фенестрированного эндотелия.** *Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии. Абильдинов Р.Б., Юй Р.И., Ергазина М.Ж., Аяпова Ж. О. “АСА” баспасы, Алматы, 2015, с.376, рис.574.*
- 2. Подоциты почечного тельца.** *Атлас по гистологии, цитологии и эмбриологии. Абильдинов Р.Б., Юй Р.И., Ергазина М.Ж., Аяпова Ж.О. “АСА” баспасы, Алматы, 2015, с.377, рис.576.*



**Корковое вещество . А–ультраструктура капилляра. Б–СЭМ  
фенестрированного эндотелия.**

1– фенестры в эндотелиоците; 2– подоциты; 3– пористые участки; 4– эритроцит; 5– просвет капилляра; 6– цитотрабекулы; 7– цитоподии (по Я.Л. Караганову).



## **Подоциты почечного Тельца.**

- 1– подоцит,  
2– цитотрабекула подоцита;  
3–цитоподии подоцита.

(по А.В. Миронову, Я.Л.  
Караганову).

# Контрольные вопросы

1. Функции почки.
2. Назовите структурные компоненты нефрона.
3. **Сравните кортикальные и юкстамедуллярные нефроны в отношении:**
  - 1) Количества
  - 2) длины тонкой части петли Генле
  - 3) путей оттока крови
4. Строение почечного фильтра.
5. **Сравните проксимальный и дистальный извитые канальцы в отношении:**
  - 1) локализации в почке;
  - 2) эпителиальной выстилки (высота эпителия, наличие микроворсинок, количество митохондрий);
  - 3) диаметр просвета ;
  - 4) вещества, реабсорбируемые или секретируемые в фильтрат
6. Юкстагломерулярный аппарат нефронов почки: юкстагломерулярные, юкставаскулярные и мезангиальные клетки. Синтез и проявления биологической активности ренина и эритропоэтинов.
8. Дистальный каналец нефрона – особенности локализации, строения и функции плотного пятна, как составного элемента юкстагломерулярного аппарата нефронов почки. Роль клеток плотного пятна, как натриевых рецепторов, влияющих на продукцию ренина.
9. Простагландиновый и калликреин-кининовый аппараты почки.
10. Образование кальцитриола в проксимальных отделах нефрона, как проявление эндокринной функции почки.
11. Мочевыводящие пути: гистологическое строение почечных чашечек и лоханок
12. Мочевыводящие пути: гистологическое строение мочеточников и мочевого пузыря.
13. Мочевыводящие пути: особенности эпителиальной выстилки мужской и женской уретры (мочеиспускательного канала).

# Задания с использованием элементов РВЛ

## Задача №1

Атеросклероз, сопровождающийся образованием холестериновых бляшек в интиме артерий, может поражать магистральные почечные сосуды. В связи с этим происходит значительное ухудшение кровоснабжения почки. Почему у таких больных может развиваться злокачественная (почечная) гипертензия?

## Задача №2

В терминальной стадии гломерулонефрита – инфекционно-аутоимунного повреждения почечных телец – может происходить склерозирование почечной сопровождающееся стабильным значительным повышением артериального давления. Предположите механизм развития артериальной гипертензии.

### Задача №3

В стенке приносящей артериолы почечного тельца под эндотелием обнаружены клетки, содержащие гранулы, окрашивающиеся Шифф-йодной кислотой. Назовите эти клетки. Что содержится в гранулах?

### Задача №4

В соединительной ткани мозгового вещества почки обнаружены отростчатые клетки с осмиофильными липидными гранулами. Как называются эти клетки? Какова их функция?

# Ситуационные

## задачи

1. Анализ мочи больного показал, наличие в моче большого количества глюкозы. Какие процессы в организме в целом и в почках могут быть нарушены данного больного? У
2. В анализе мочи больного отмечено присутствие эритроцитов. Обследование мочевыводящих путей не выявило в них кровотечения. В каких отделах нефрона произошли изменения, в результате которых в моче могли появиться эритроциты?

# Практическое занятие № 9

**Тема:** Женская половая система.  
Особенности гистологического строения женских половых органов в постнатальном периоде. Овогенез.