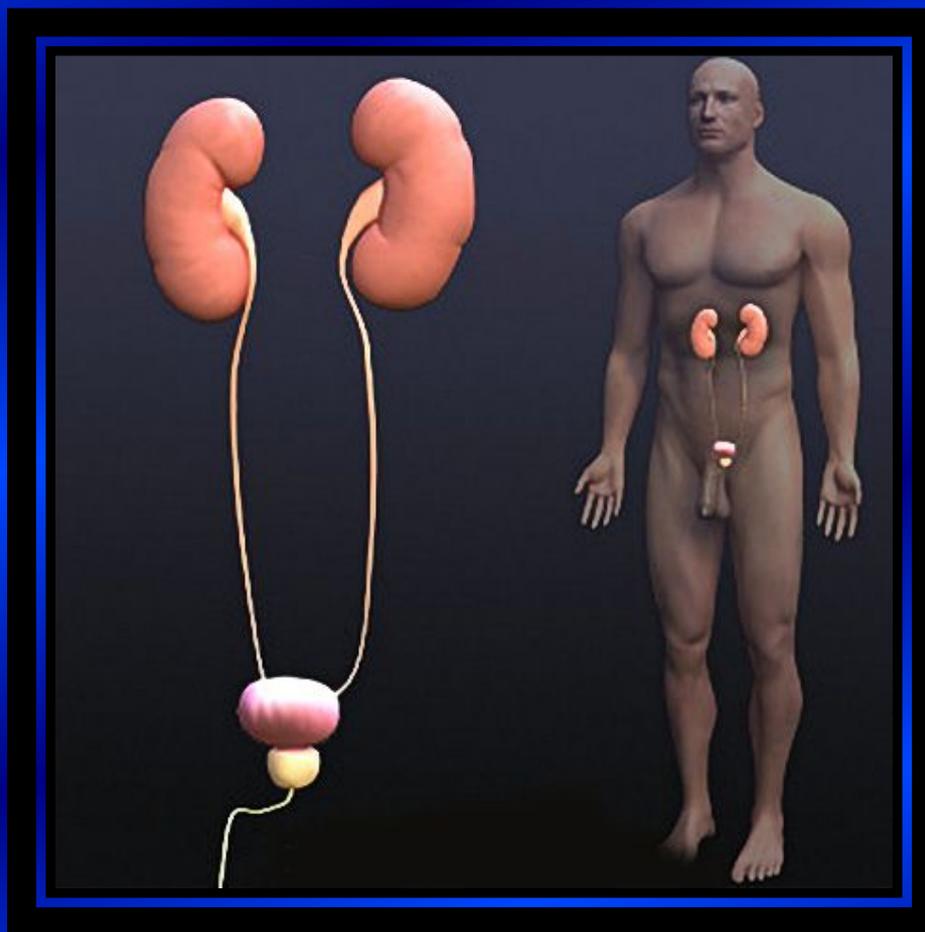


*Заведующий кафедрой, академик Военно-медицинской академии, доктор
медицинских наук, профессор, полковник медицинской службы*

Гайворонский Иван Васильевич



**Функциональная анатомия
мочевой системы**

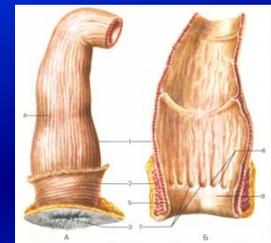
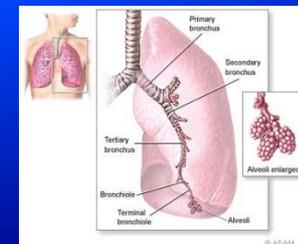
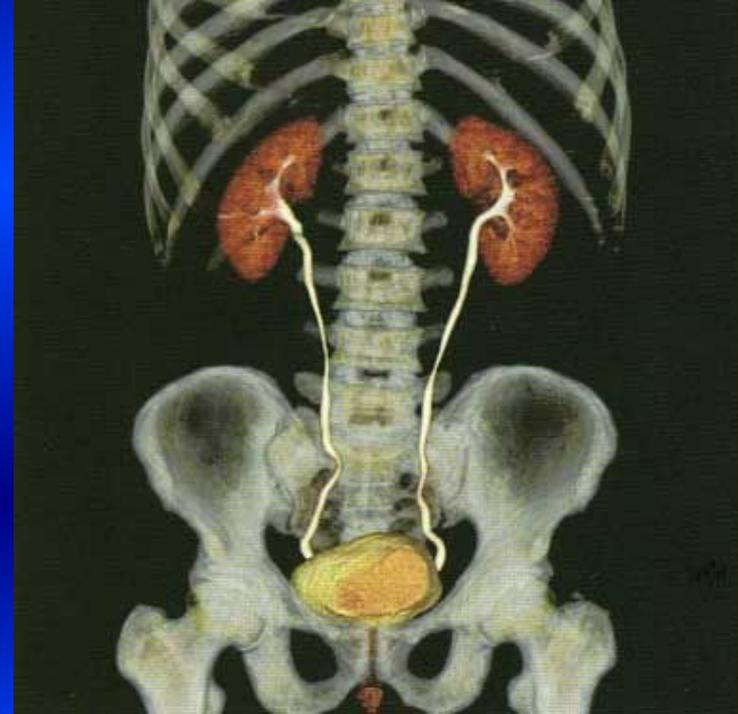
Вопросы лекции

1. Понятие о мочевой системе
2. Особенности внешнего строения и топографии почки
3. Функциональная анатомия почки как органа мочеобразования и мочевыведения
4. Понятие о юкстагломерулярном аппарате
5. Функциональная анатомия мочеточника
6. Функциональная анатомия мочевого пузыря и мочеиспускательного канала
7. Развитие и anomalies развития органов мочевой системы



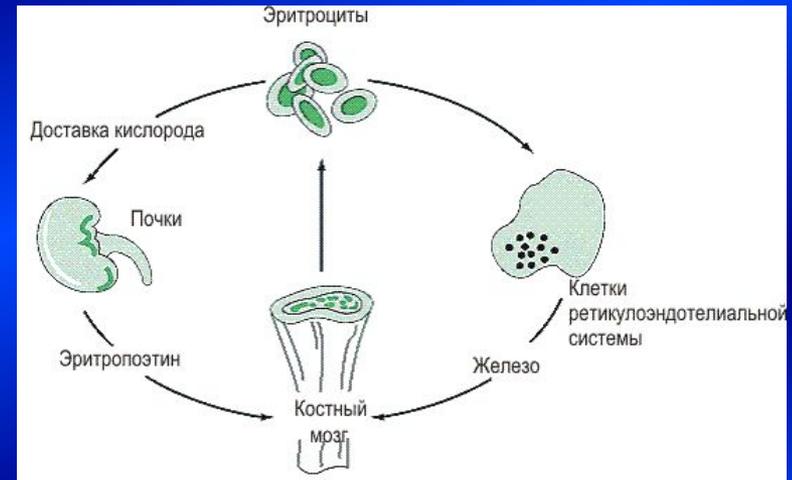
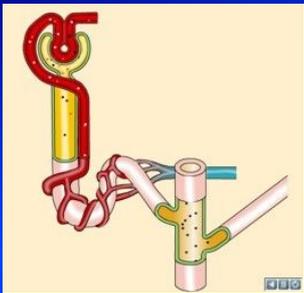
Понятие о мочевой системе (МС)

- МС – это совокупность функционально-взаимосвязанных органов, обеспечивающих выведение из организма с мочой вредных веществ, образующихся в результате обмена веществ.
- Органы МС:
почки → мочеточники → мочевой пузырь → мочеиспускательный канал
- За сутки выводится 1,5 литра мочи.
- Кроме мочи вредные вещества выделяются с потом – 500 мл, с калом – 200 мл, с выдыхаемым воздухом 200 – мл.
- Всего выводится 2,5 литра воды

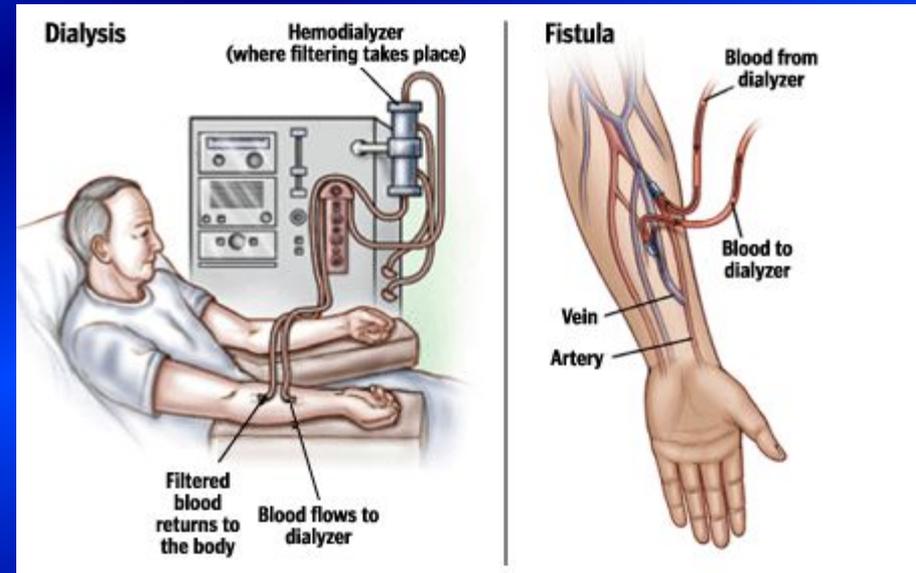


Основные функции МС

1. Образование и выведение мочи
2. Поддержание тканевого гомеостаза
3. Регуляция АД
4. Регуляция эритропоэза



Почки – жизненно важный орган.
При отсутствии двух почек – смерть
(почечная недостаточность).
В наше время широко внедрены в
клиническую практику
гемодиализ и трансплантация.



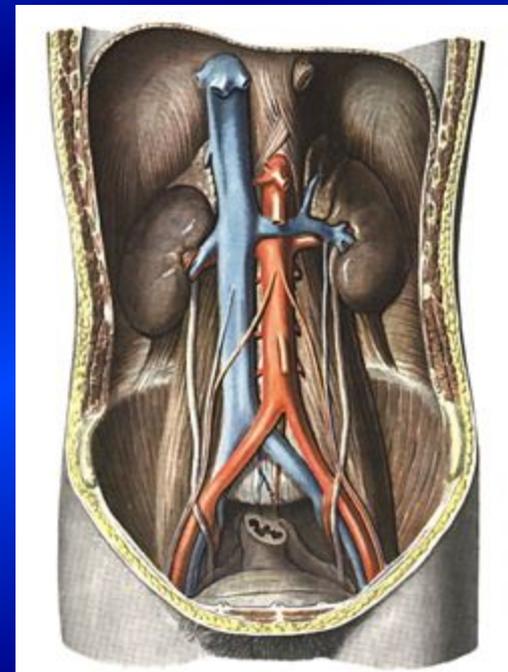
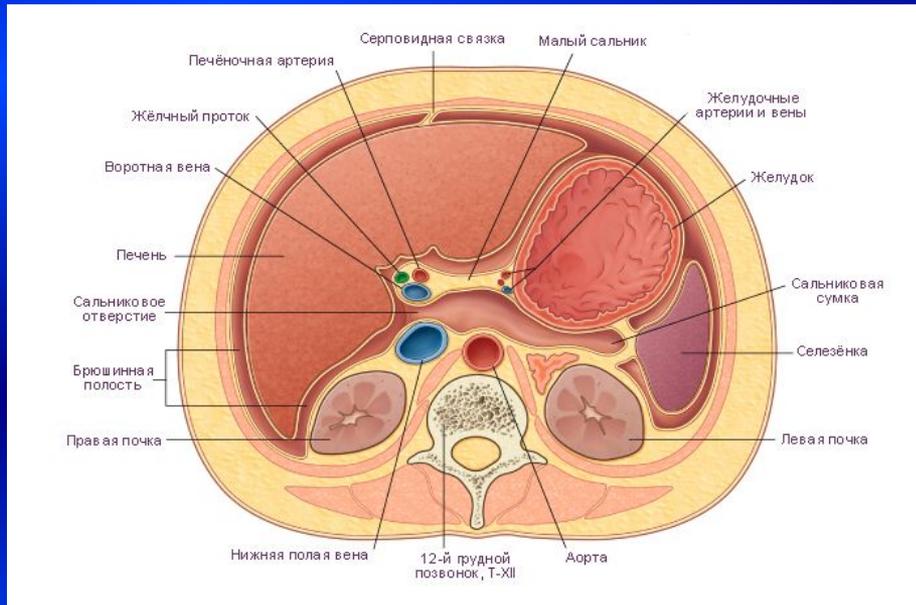
Внешнее строение почки

- Бобовидная форма, размер 12х6х3 см.
- Масса – 180 г; 1/250 от массы тела
- 2 полюса: верхний – закруглен, нижний –заострен.
- 2 поверхности: передняя – выпуклая, задняя – плоская
- 2 края: латеральный – выпуклый, медиальный вогнут (имеет пазуху, в пределах которой находятся ворота почки; она ограничена передней и задней губами.)

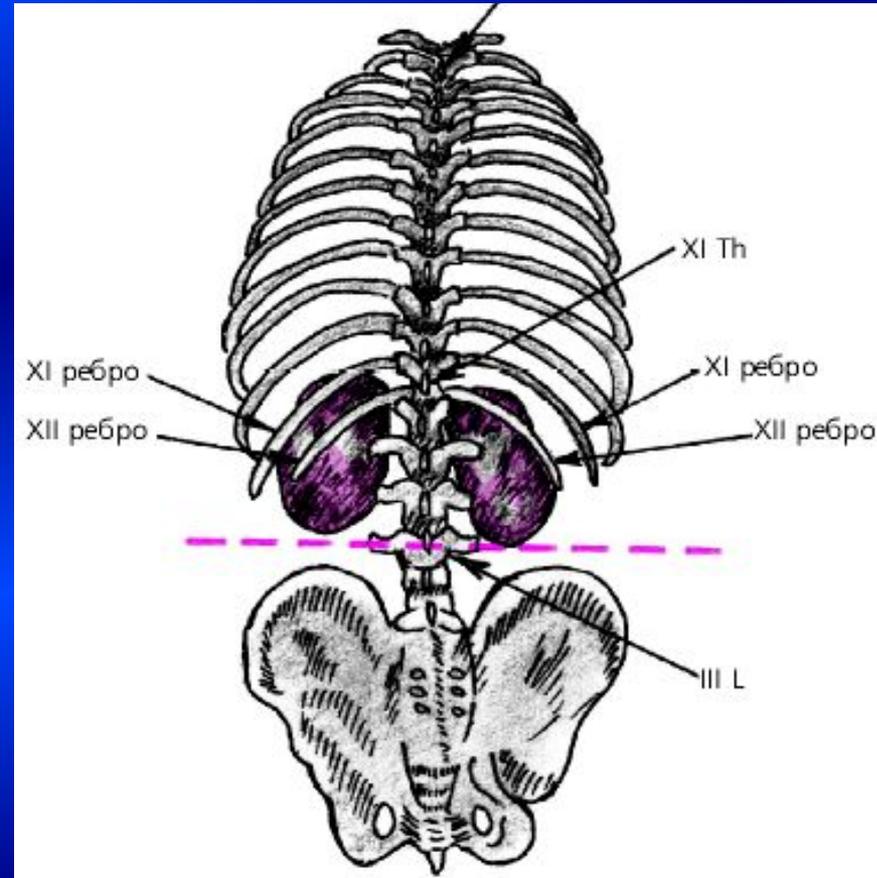


Топография почек

- Голотопия – поясничная область, забрюшинное пространство
- Синтопия:
 - сверху – надпочечники
 - медиально – мочеточники, аорта и нижняя полая вена, поджелудочная железа
 - снизу – толстая кишка



Топография почек



- Скелетотопия

- правая почка – Th₁₂(L₁)- L₃,
- левая почка – Th₁₁(Th₁₂) - L₂
- XII ребро – по середине
слева,
обтекает верхний полюс
справа.

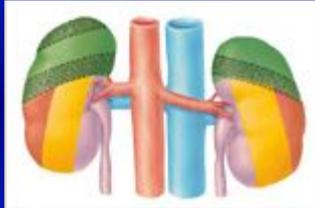
У женщин почки лежат ниже.

У стариков наблюдается нефроптоз.

Особенности фиксации почек

- Почечное ложе:

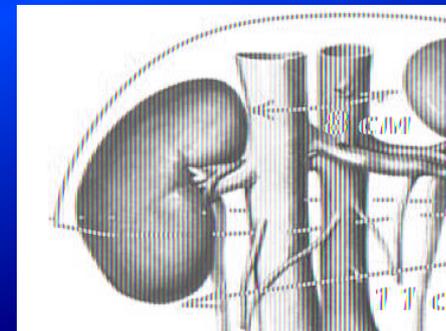
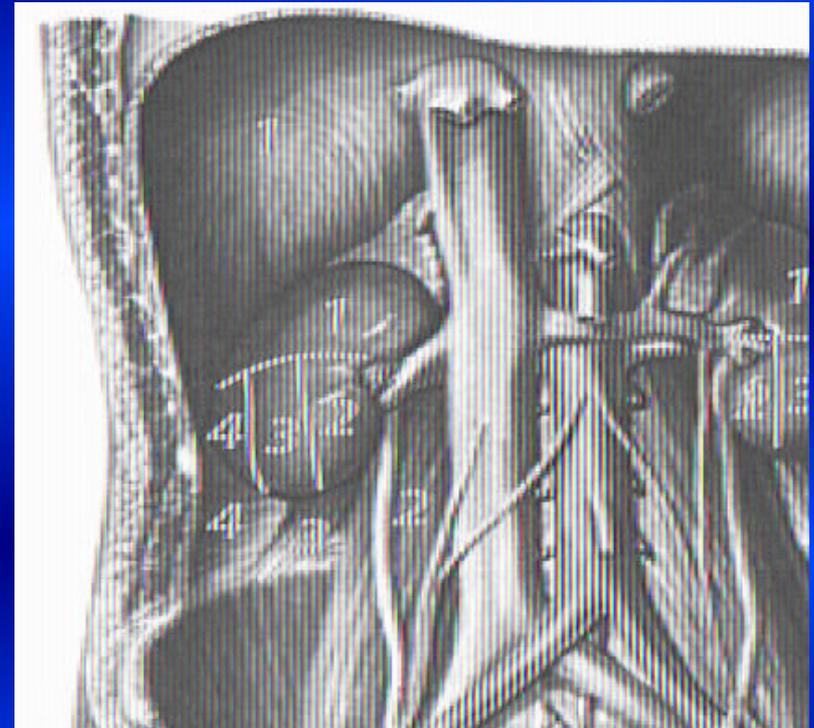
1. диафрагма
2. m. psoas major
3. m. quadratus lumborum
4. m. transversus abdominis



- Внутреннее давление

- Особенности почечной фасции:

- ✓ Покрывает почку сверху, спереди и сзади. Сзади в виде мешка.
- ✓ Латерально листки сращены, медиально нет.
- ✓ Спереди листок общий, сзади отдельный.
- ✓ Между почечной фасцией и фиброзной капсулой имеются фиброзные тяжи, которые идут через жировую капсулу. В связи с этим почка может смещаться вниз и медиально (мигрировать).



Почка при дыхании смещается на 2-5 см

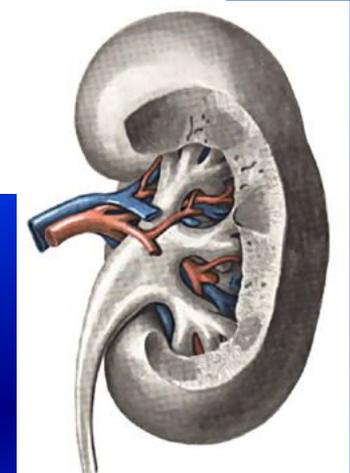
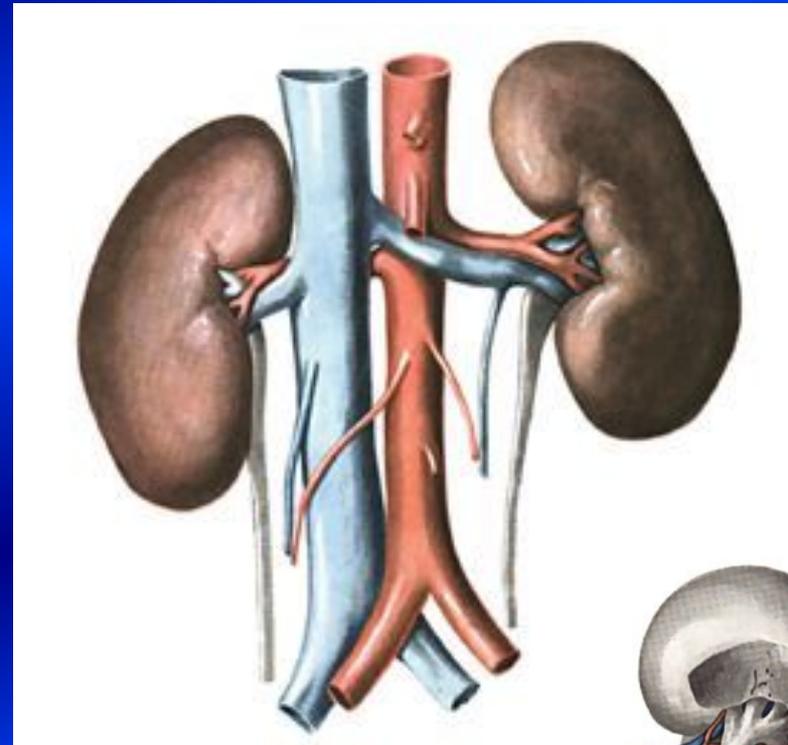
Почечная ножка (ПН)

ПН – это совокупность структур, расположенных в воротах почки.

- Сзади располагается мочеточник
- Спереди почечные артерия и вена

Сосуды весьма переменны.

- Почечная лоханка может располагаться в почечной пазухе и вне ее.
- Все структуры окружены соединительной тканью и жиром
- ПН имеет важное значение при нефрэктомии (удалении почки).

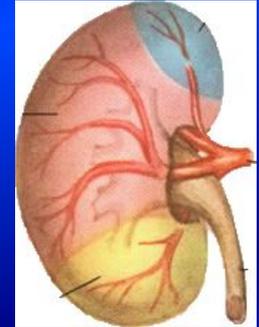


Особенности кровоснабжения почки

- Почечная артерия образует 4 передних предлоханочных ветви и 1 заднюю – позадилоханочную.



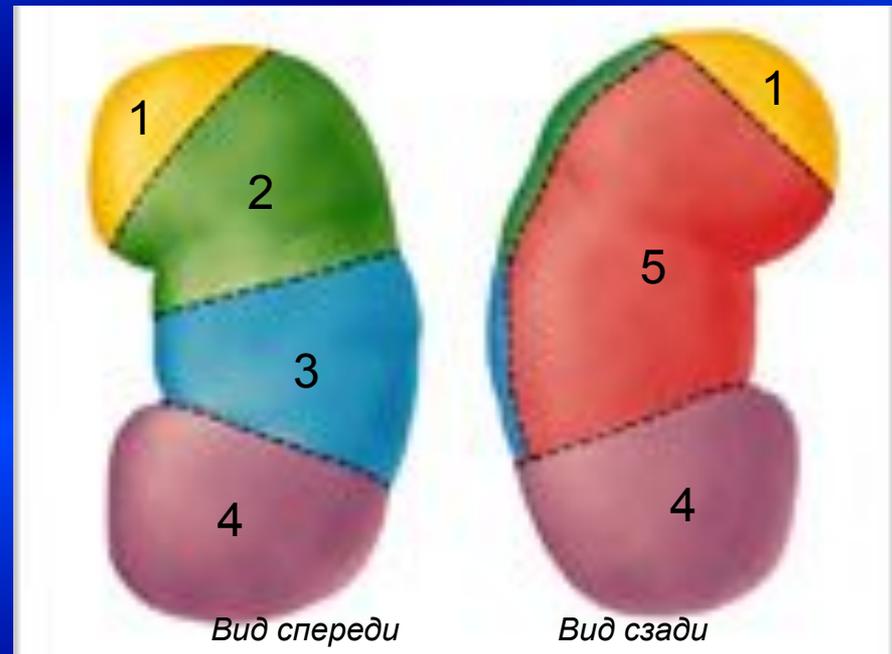
Вид спереди



Вид сзади

- Соответственно артериям выделяют пять сегментов:

- Верхний - 1
- Передне-верхний - 2
- Передне-нижний - 3
- Нижний - 4
- Задний - 5

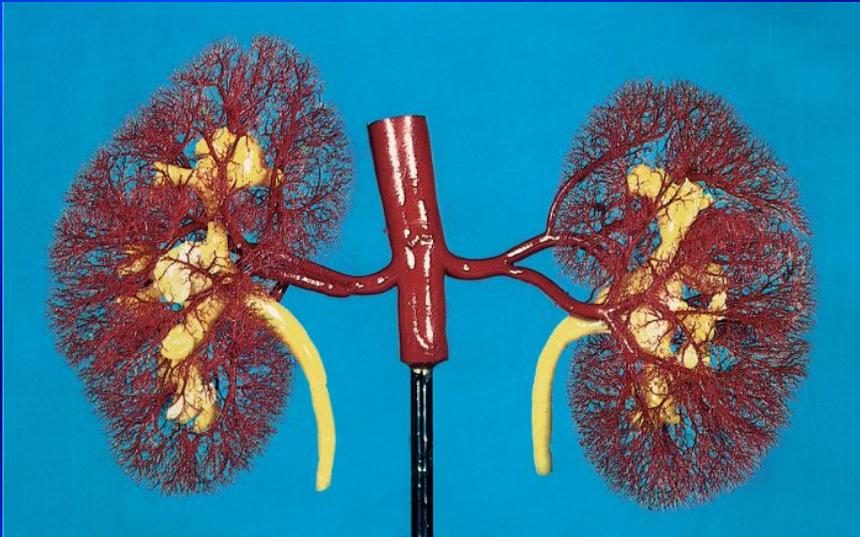
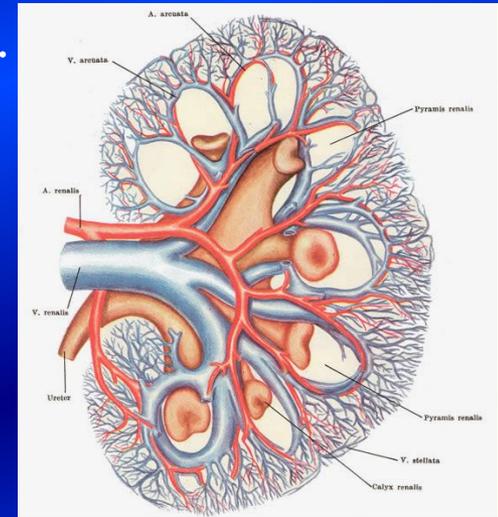


Вид спереди

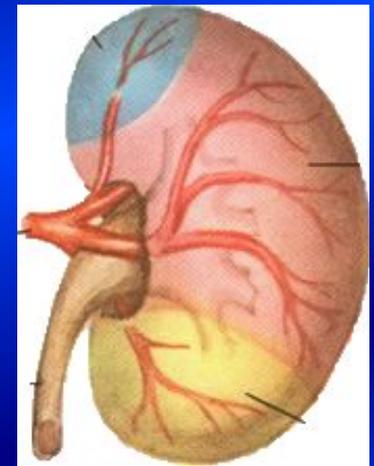
Вид сзади

Особенности интраорганных артерий

- Сегментарные артерии делятся на 2 междольевые.
- Междольевые артерии анастомозируют между собой и образуют дуговые
- От дуговых отходят междольковые
- В одном сегменте – 2-3 доли, поэтому они открываются в общий сосочек.
- В одной доле ≈ 600 долек

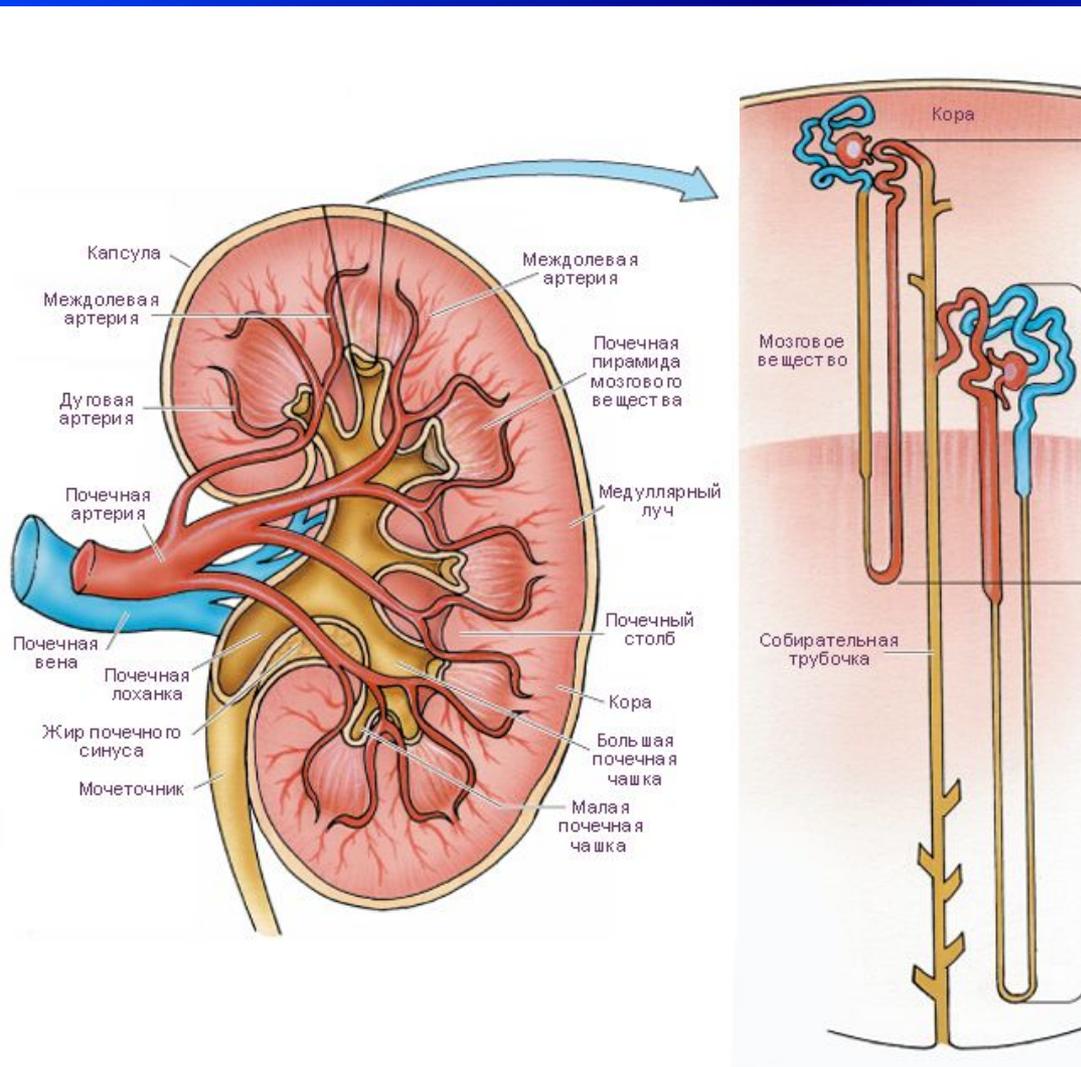


Вид спереди



Вид сзади

Внутреннее строение ПОЧКИ



Корковое и мозговое вещество.
Граница – дуговые артерии.

- **Мозговое вещество** располагается в виде пирамид. В пирамидах находятся петля Генле и собирательные трубки. Пирамид в почке – 12-20.
- **Корковое вещество:**
 - Лучистая часть – проникновение пирамид (междольковые сосуды и собирательные трубки)
 - Свернутая часть – клубочки и проксимальные и дистальные канальцы.
 - Бертиниевы столбы – между пирамидами.

Нефрон (Н)

Н – это структурно-функциональная единица почки, обеспечивающая процесс образования мочи.

Элементы нефрона:

- Почечное тельце (капсула Боумена-Шумлянского и капиллярный клубочек)
- Проксимальный извитой каналец
- Петля Генле
- Дистальный извитой каналец, который впадает в собирательные трубочки.

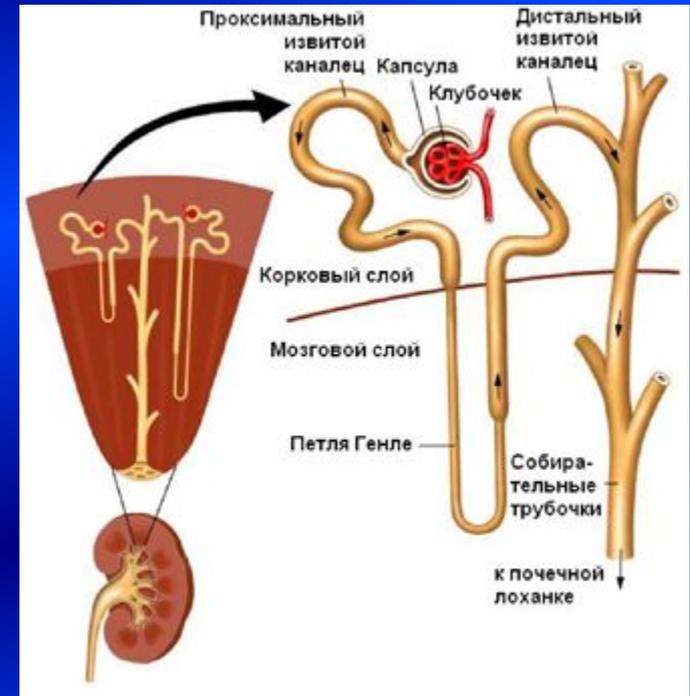
В обеих почках 2 млн. почечных клубочков (в одной почке 1 млн. нефронов).

Один клубочек включает 50 капиллярных петель.

Длина всех капиллярных клубочков 25 км, площадь 5 м².

Почечная капсула – двустенный бокал, в который осуществляется ультрафильтрация первичной мочи.

Первичная моча – 99% - Н₂О, мочевины, мочевая кислота (это безбелковый ультрафильтрат)

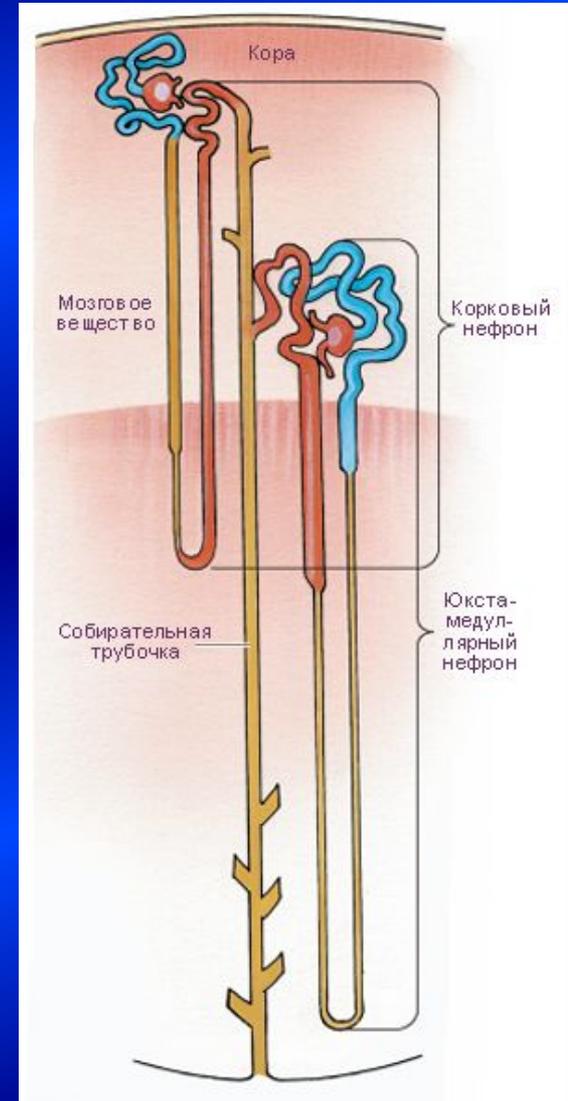


Виды нефронов

- **Корковые** (периферические) – располагаются в наружной зоне коркового вещества – их 80%
- **Юкстамедуллярные** – располагаются во внутренней зоне на границе коркового и мозгового вещества – их 20%

Образование мочи проходит в три стадии:

1. **Фильтрация**
 - 150-180 л первичной мочи
2. **Реабсорбция**
 - в проксимальном канальце – микроэлементы, аминокислоты, витамины, ионы NaCl ;
 - в области петли – H_2O и Na^+
 - в толстом сегменте – Na^+ и Cl^- , фосфаты
 - В дистальном канальце – органические вещества, антибиотики. Красители.
3. **Секреция**

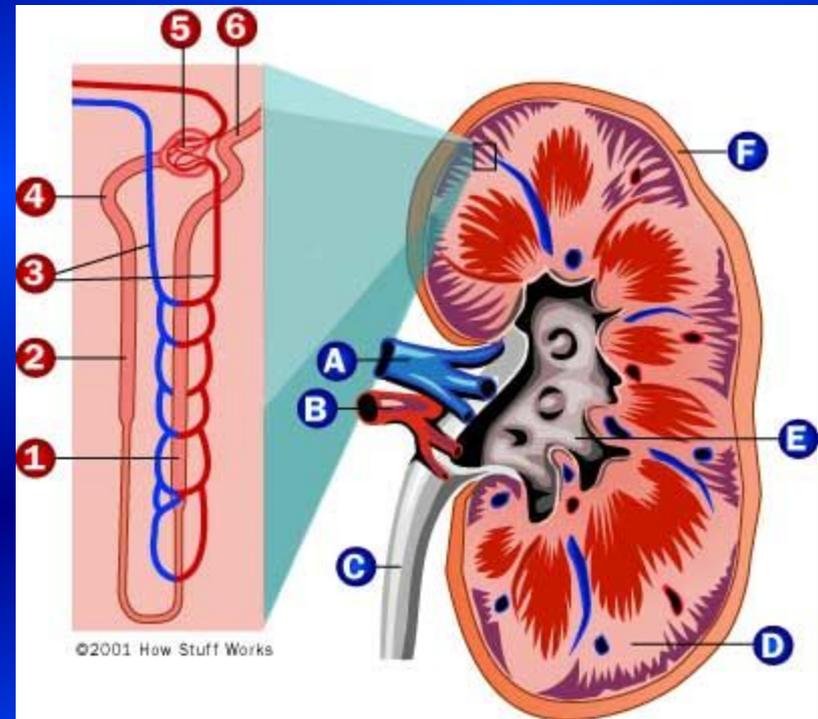


Чудесная сеть почки – *rete mirabile renis*

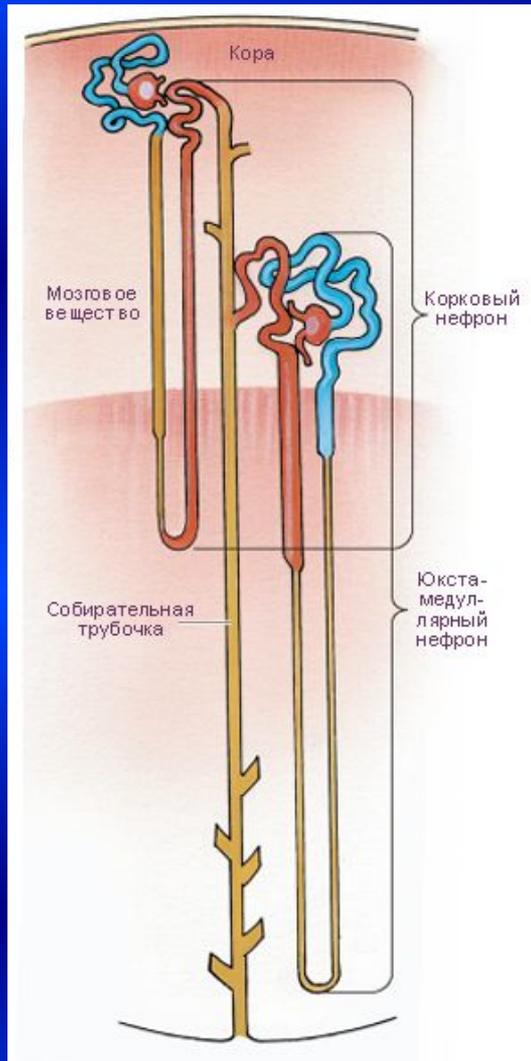
$A_1 \rightarrow K_1 \rightarrow A_2 \rightarrow K_2 \rightarrow B$

- A_1 – приносящая артериола (давление до 100 мм рт. ст.)
- K_1 – капиллярный клубок
- A_2 – выносящая артериола (давление 70 мм рт. ст.)
- K_2 – капиллярные сети вокруг извитых канальцев
- B – вены

За 1 минуту через почки проходит 1 л крови, за сутки 1500 л.



Особенности юкстамедуллярных нефронов



1. Клубочки более крупные
2. Тонкий сегмент петли Генле длиннее и спускается почти до вершины пирамиды
3. Выносящая артериола по диаметру почти равна приносящей, поэтому ультрафильтрация замедлена.
4. Выносящая артериола не распадается на вторичную капиллярную сеть, а переходит в вены — это артериоло-веноулярный анастомоз для сброса крови.

ЮМА обеспечивают минимальную фильтрацию, так как в основном осуществляется сброс крови, мало образуется первичной мочи и практически отсутствует реабсорбция

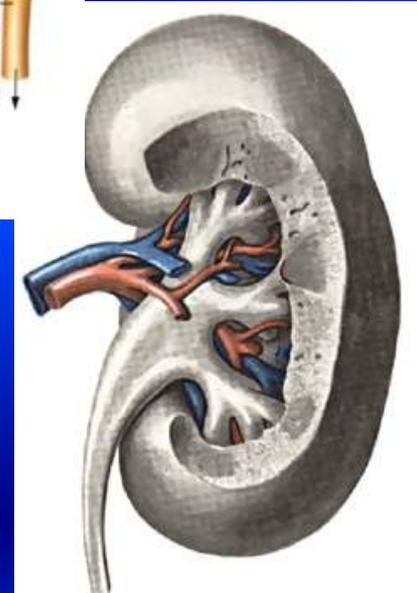
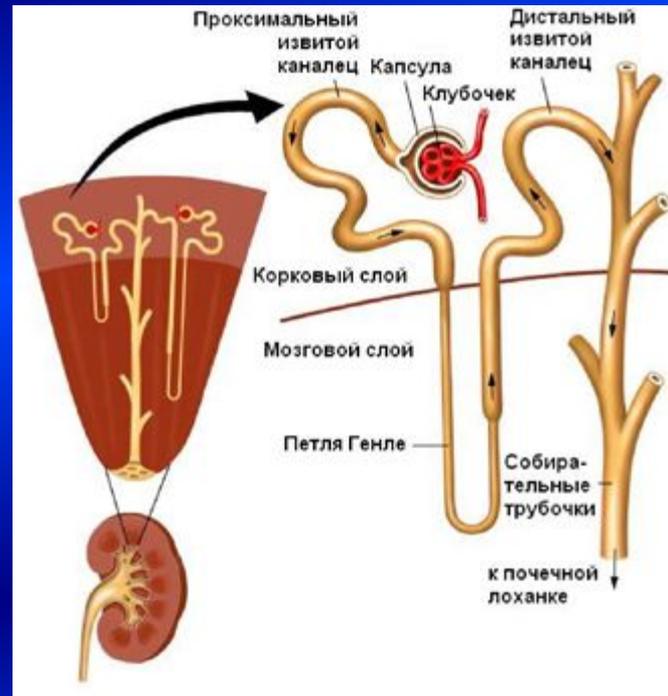
ЮМА работает при ишемии почки, при кровопотере, в экстренных ситуациях.

Мочевыводящие структуры почки

- **Инtrarенальные**
 - собирательные трубочки
 - сосочковые проточки.

На вершине одной пирамиды
открывается 10-15 сосочков

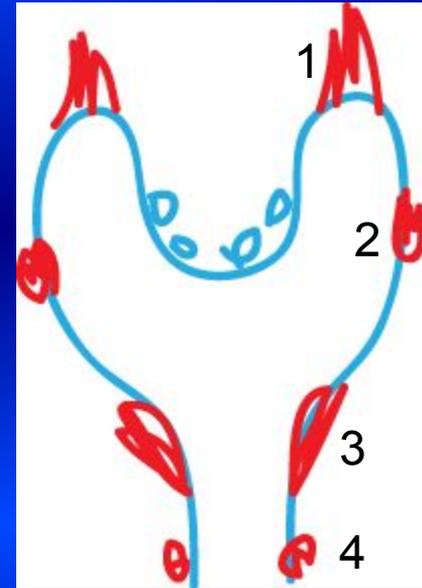
- **Экстраренальные**
 - малые чашки – 5-7,
 - большие чашки – 2-3,
 - лоханка



Форникальный аппарат почки (ФАП)

ФАП – это комплекс структур, обеспечивающий выведение мочи из интратрениальных мочевыводящих путей в экстрарениальные. Он включает:

- свод
- мышцы
 1. m. levator fornicis
 2. m. sphincter fornicis
 3. m. longitudinalis calycis
 4. m. spiralis calycis
- клетчатку синуса
- сосуды
- междольковую соединительную ткань
- почечный сосочек

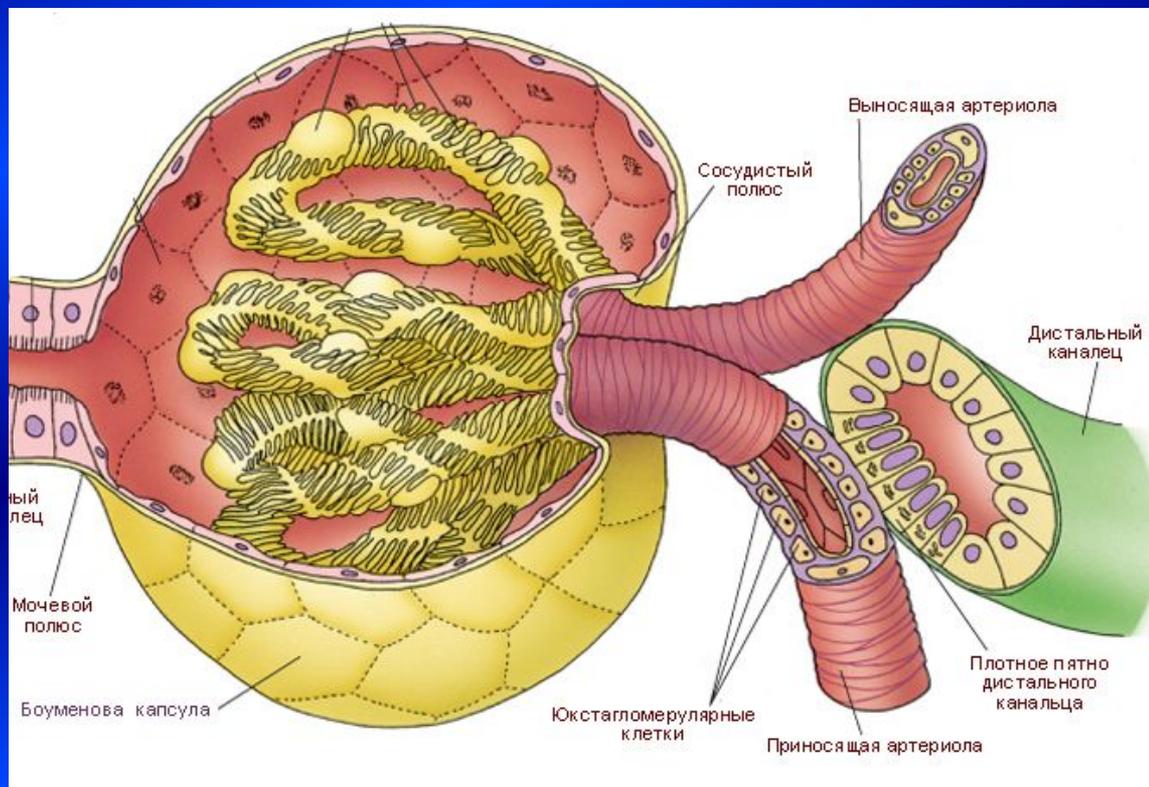


Накопление и опорожнение чашечек происходит в две фазы: систолы (2-4 сек) и диастолы (10-15 сек).

Юкстагломерулярный аппарат почки (ЮГМА)

ЮГМА – это комплекс специализированных структур, обеспечивающих регуляцию водно-солевого обмена и артериального давления.

1. ЮГМ-клетки в стенке приносящей артериолы – реагируют на изменение АД
2. Клетки плотного пятна в стенке дистального извитого канальца (высокие и плотные) – реагируют на изменение концентрации Na^+ и Cl^-
3. Юкставаскулярные клетки полюсной подушки



1 и 2 включают 3 → вырабатывают ренин → ангиотензин → повышение АД

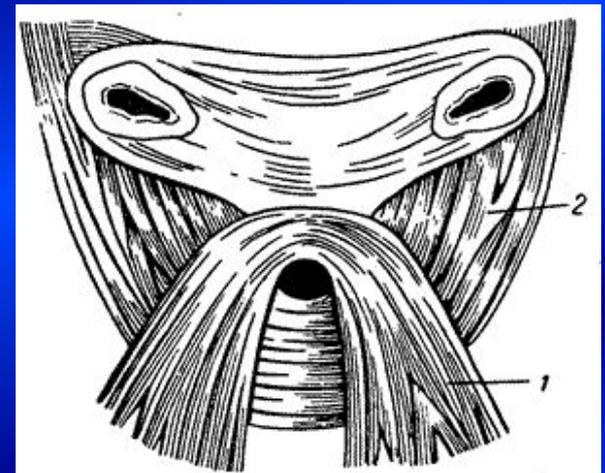
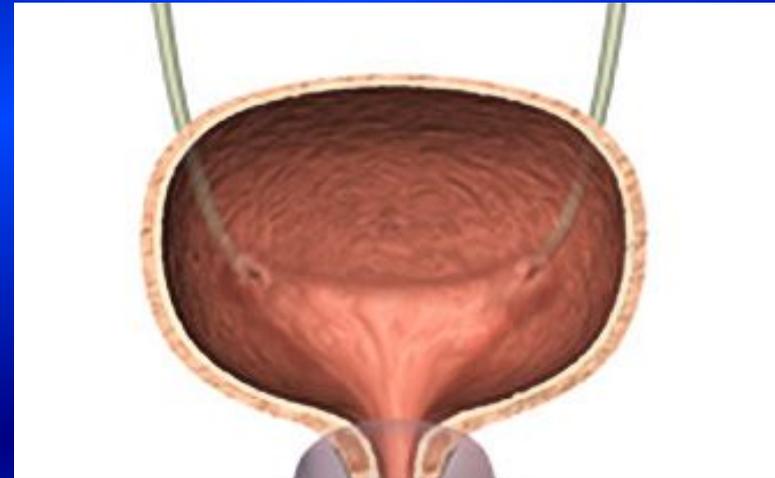
Функциональная анатомия мочеточника

- Длина 25-28 см (правый короче на 1-2 см), Ø 0,5 см.
- 3 части:
 - Абдоминальная
 - Тазовая
 - Внутривентрикулярная
- 3 оболочки:
 - Слизистая – имеет продольные складки, хорошо выражена подслизистая основа
 - Мышечная – изнутри продольный слой, снаружи циркулярный, то есть наоборот. При этом в тазовой части еще один слой - наружный продольный, а во внутривентрикулярной круговой отсутствует, что обеспечивает постоянное поступление мочи.
 - Адвентициальная
- 3 сужения: лоханочное, на границе абдоминальной и тазовой частей, во внутривентрикулярной части.



Функциональная анатомия мочевого пузыря

- Мочевой пузырь – емкость для сбора и изгнания мочи. Объем 350 – 750 мл.
- Части:
 - Верхушка
 - Тело
 - Дно
 - Шейка
- 3 оболочки: слизистая, мышечная, адвентициальная или серозная.
- Дно ограничено устьями мочеточников и отверстием мочеиспускательного канала (складок не имеет, так как нет подслизистой основы)
- Мышечная оболочка из трех слоев: внутренний и наружный продольные, средний круговой.
- В области шейки круговой слой формирует внутренний сфинктер (1 см) и петлю детрузора. При заполнении пузыря петля перегибает мочеиспускательный канал.
- Спереди есть участок, не покрытый серозной оболочкой, где можно сделать прокол.



Функциональная анатомия мочеиспускательного канала

МИК у мужчин – 20-22 см

- 3 части:
 - простатическую – в составе простаты
 - перепончатую – мочеполовой диафрагмы
 - промежности
 - губчатую – в половом члене
- 3 расширения:
 - простатическое
 - луковичное
 - в области головки
- 3 сужения:
 - выход из мочевого пузыря
 - в области мочеполовой диафрагмы
 - наружное отверстие на головке
- Слабое место – между луковицей губчатого тела и мочеполовой диафрагмой.



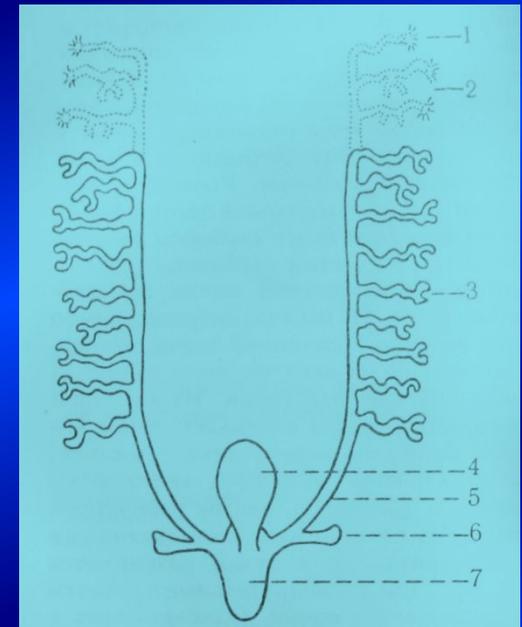
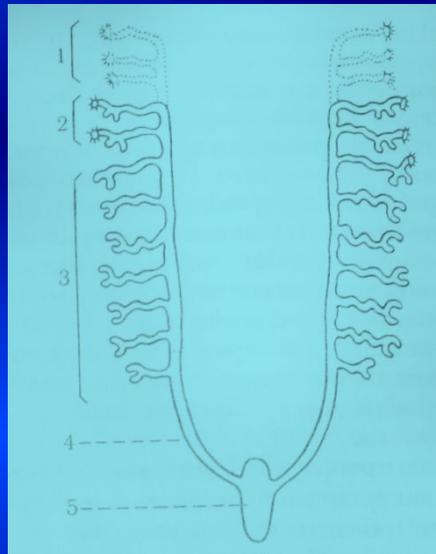
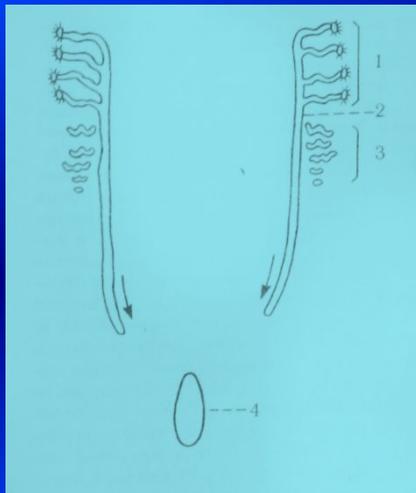
МИК у женщин – 5 см

- располагается в составе передней стенки влагалища
- 2 сфинктера:
 - внутренний (непроизвольный)
 - наружный (произвольный)



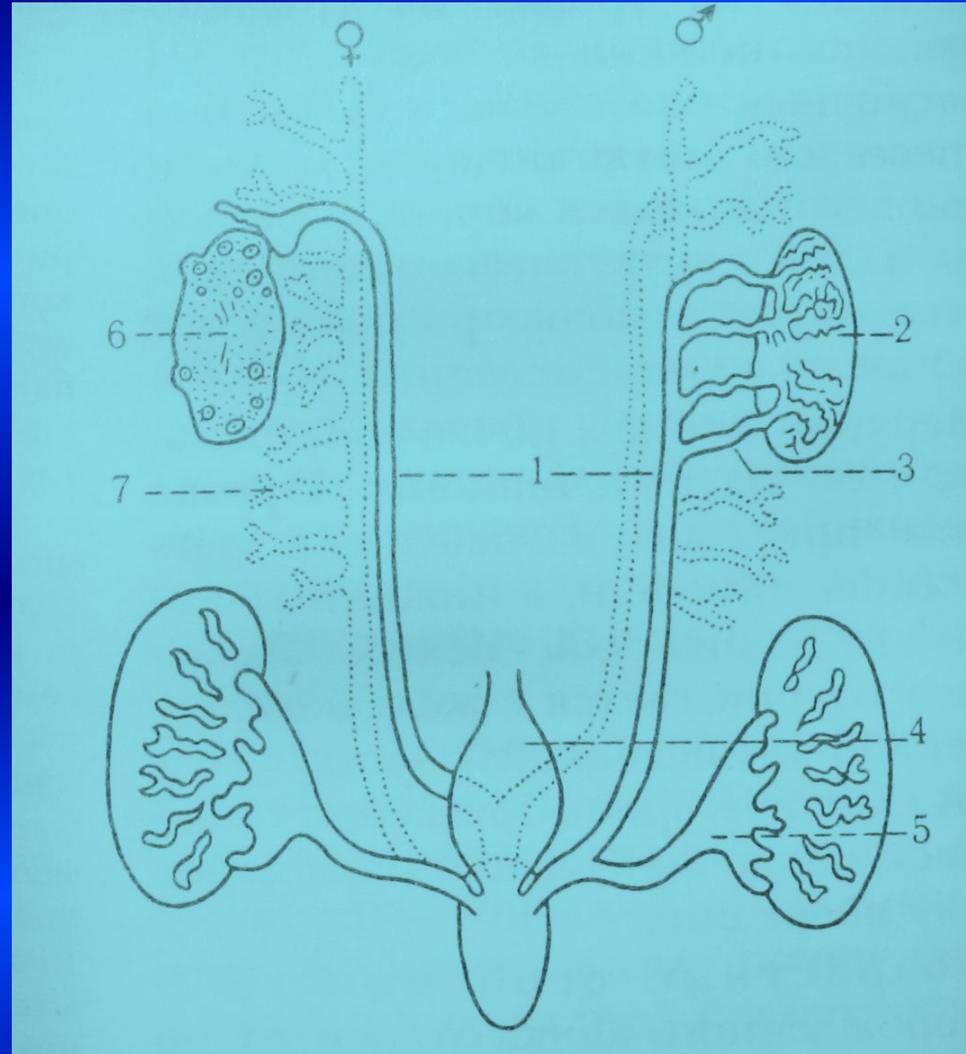
Развитие почки

- Предпочка (pronephros) – 3-я неделя внутриутробного развития. Функционирует до 8 недели, затем редуцируется. Это 7 пар канальцев (протонефридий), который одним концом прилежит к сосудистым клубочкам брюшной аорты, другим – открывается в целом. Клубочки фильтруют плазму крови.
- Вторичная почка (metanephros) – функционирует с 9 недели до 11. Затем редуцируется. Закладывается каудальнее. Фильтрация осуществляется не в канальцы, а в капсулу по типу Боумена-Шумлянского



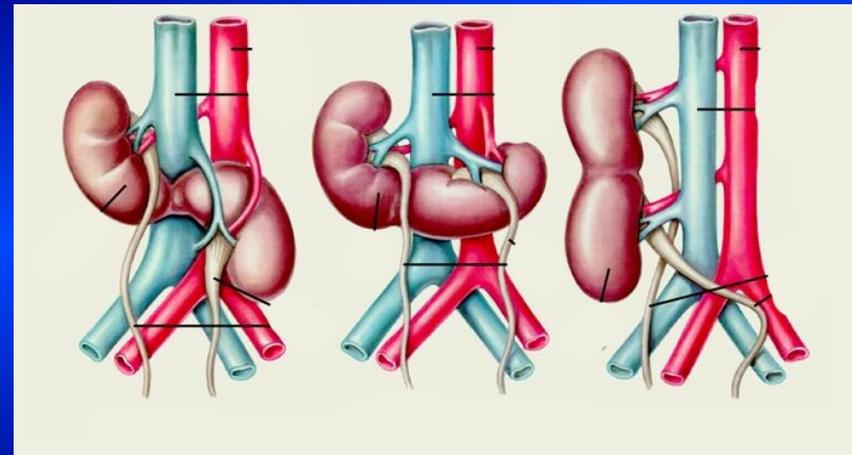
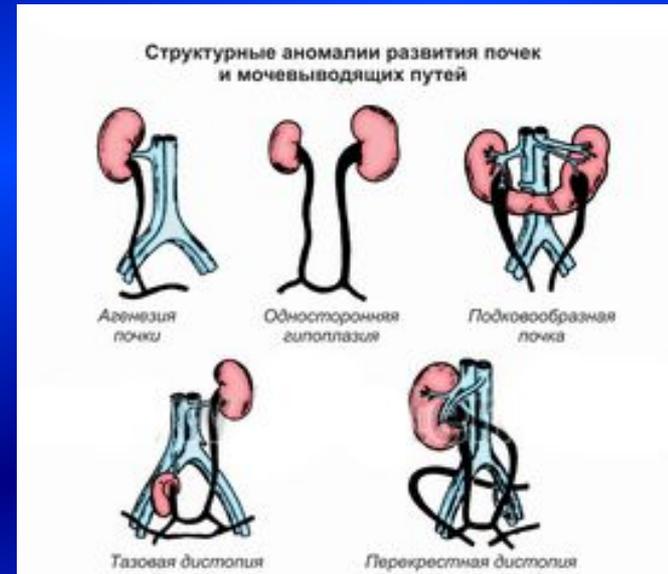
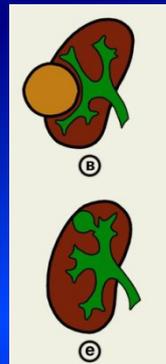
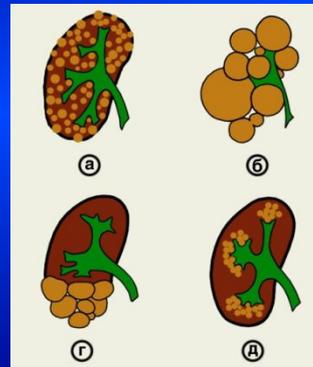
Развитие почки

- Третичная – тазовая почка – 8-10 неделя. Закладывается на уровне бифуркации аорты, затем поднимается. Закладываются типичные нефроны, к ним подрастает вырост Вольфова протока, который образует мочеточник, лоханку, чашечки и собирательные трубочки. Нефроны и собирательные трубочки соединяются. Если не соединяются – поликистоз.



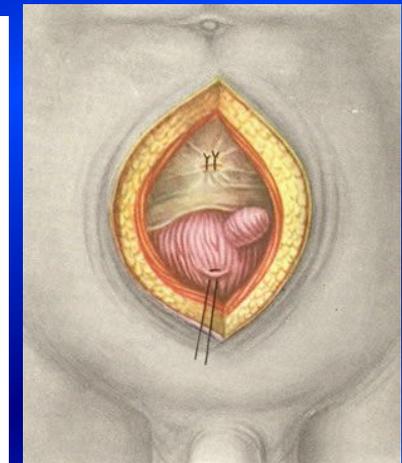
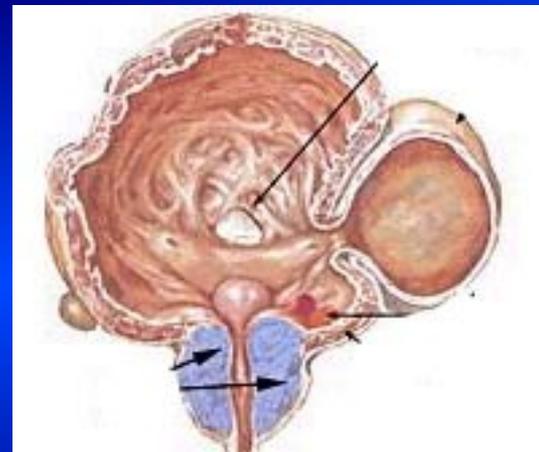
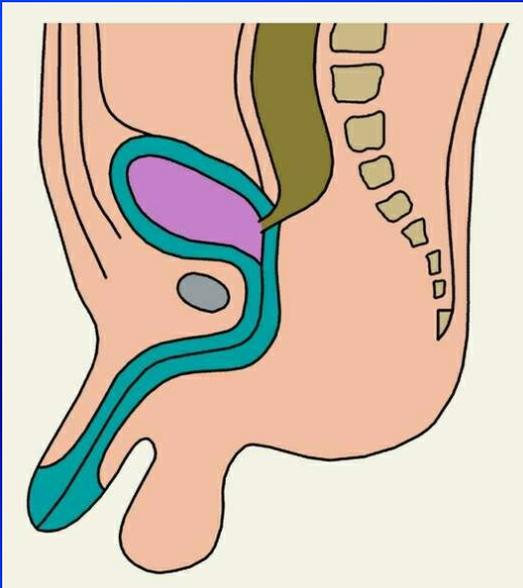
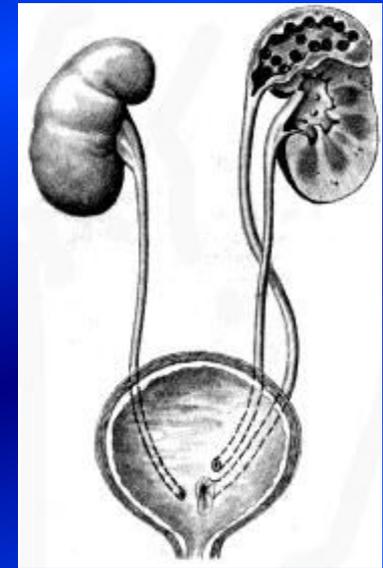
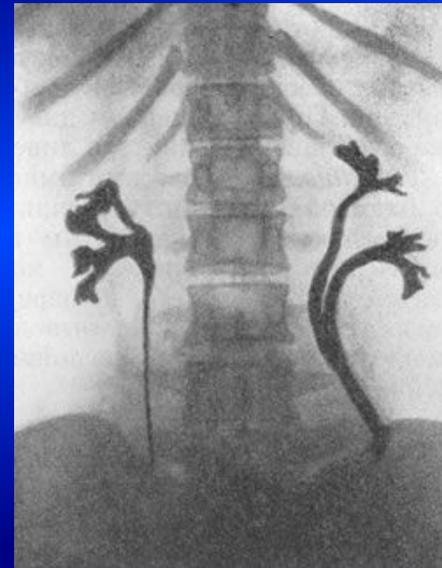
Аномалии развития почки

- Аплазия, гипоплазия (отсутствие, недоразвитие)
- Поликистоз (несрастание нефронов и собирательных трубочек)
- Аномалии формы:
 - подковообразная,
 - S-образная,
 - L-образная и т.д.
- Аномалии количества (одна, три, дольчатая)
- Аномалии сосудов почки (наличие добавочных сегментированных артерий)
- Эктопия почки (гомо- и гетеролатеральная)



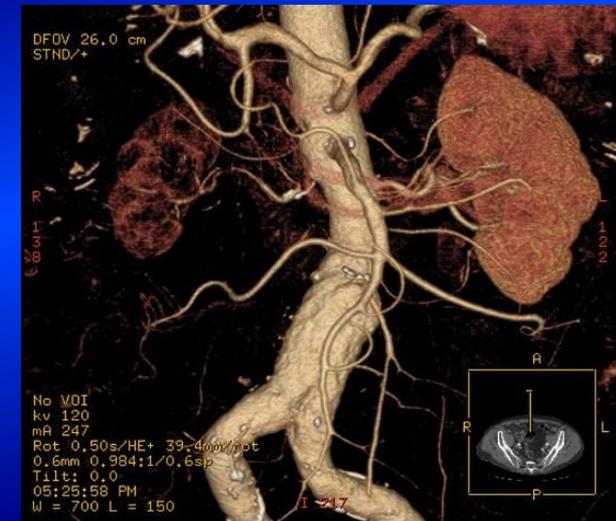
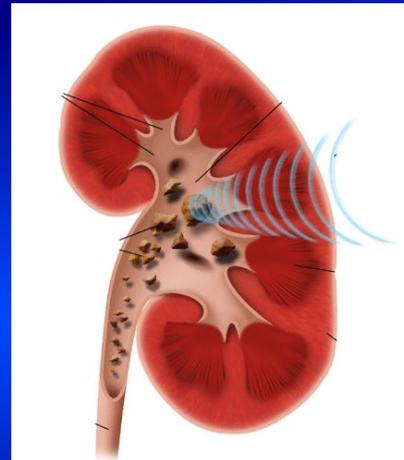
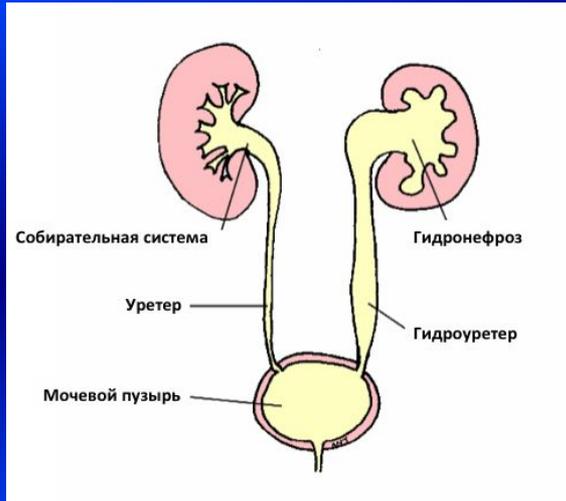
Аномалии развития мочеточника и мочевого пузыря

- Локальные сужения и зарастание просвета
- Удвоение мочеточника
- Врожденная извилистость
- Дивертикулы мочевого пузыря
- Сообщение мочевого пузыря с прямой кишкой



Значение лекции

- Для понимания смежных дисциплин – гистология, патологическая анатомия, физиология
- Для урологии
- Для нефрологии
- Для терапии и хирургии



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ