

*Анатомо-физиологические
особенности мочевой
(мочевыделительной)
системы у детей*

Богданова Н.М., к.м.н., доцент кафедры
пропедевтики детских болезней, СПбГМПУ

*Лекция для студентов 3 курса
педиатрического университета*

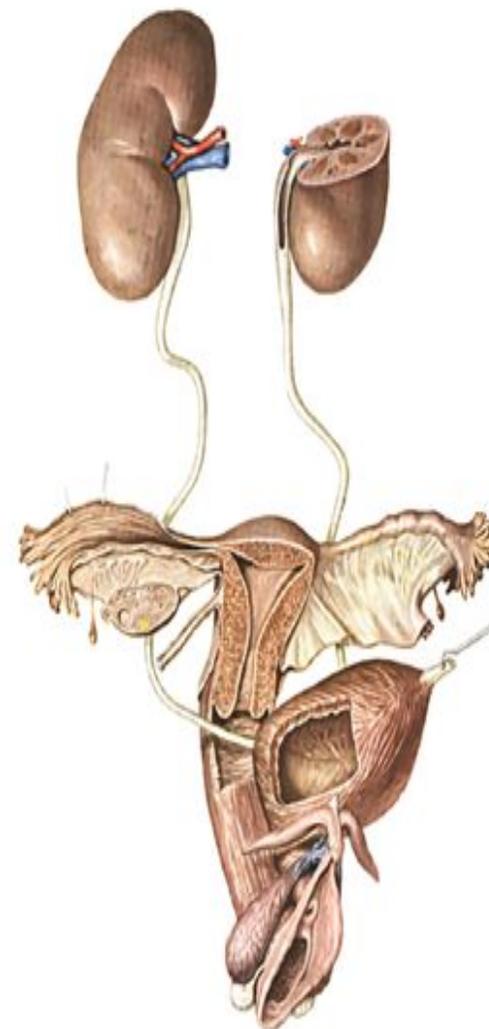
Основные вопросы лекции

1. Эмбриогенез органов мочевой (мочевыделительной) системы - МВС
2. Топография органов МВС
3. Анатомическое строение органов МВС
4. Анатомическое строение почки
5. Основные функции органов МВС
6. Анатомо-физиологические особенности МВС
7. Трехуровневая система регуляции мочеиспускания
8. Возрастные особенности регуляции мочеиспускания
9. Лабораторные и инструментальные методы диагностики патологии МВС



Органы, образующие мочевую систему

1. **Почки** - парный орган, расположенный в забрюшинном пространстве, в поясничном отделе, ближе к позвоночнику
2. **Мочеточники** - парное образование
3. **Мочевой пузырь**
4. **Мочеиспускательный канал (уретра)**



Эмбриогенез мочевой системы

В стадии эмбрионального развития, последовательно образуются три зачатка:

1. Предпочка (пронефрос) - I стадия, конец 3 нед.

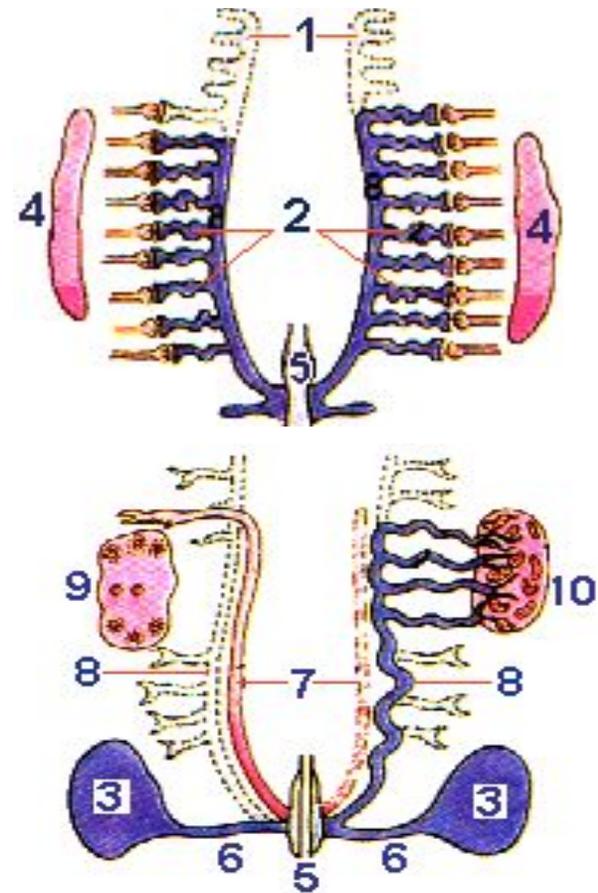
Располагается забрюшино. Находится в зачаточном состоянии. Не функционирует. Регрессирует полностью.

2. Туловищная почка (первичная или мезонефрос) - II стадия, 4 нед.

Образуются канальцы и выводной проток, который открывается в клоаку.

На 9-й неделе, мочеточник плода открывается в мочевой пузырь - врем начала анатомического функционирования всей мочевой системы.

Функционирует в течение короткого периода.



1- канальцы пронефроса

2 - канальцы мезонефроса

3 - метанефрос

Первичная почка - mesonephros

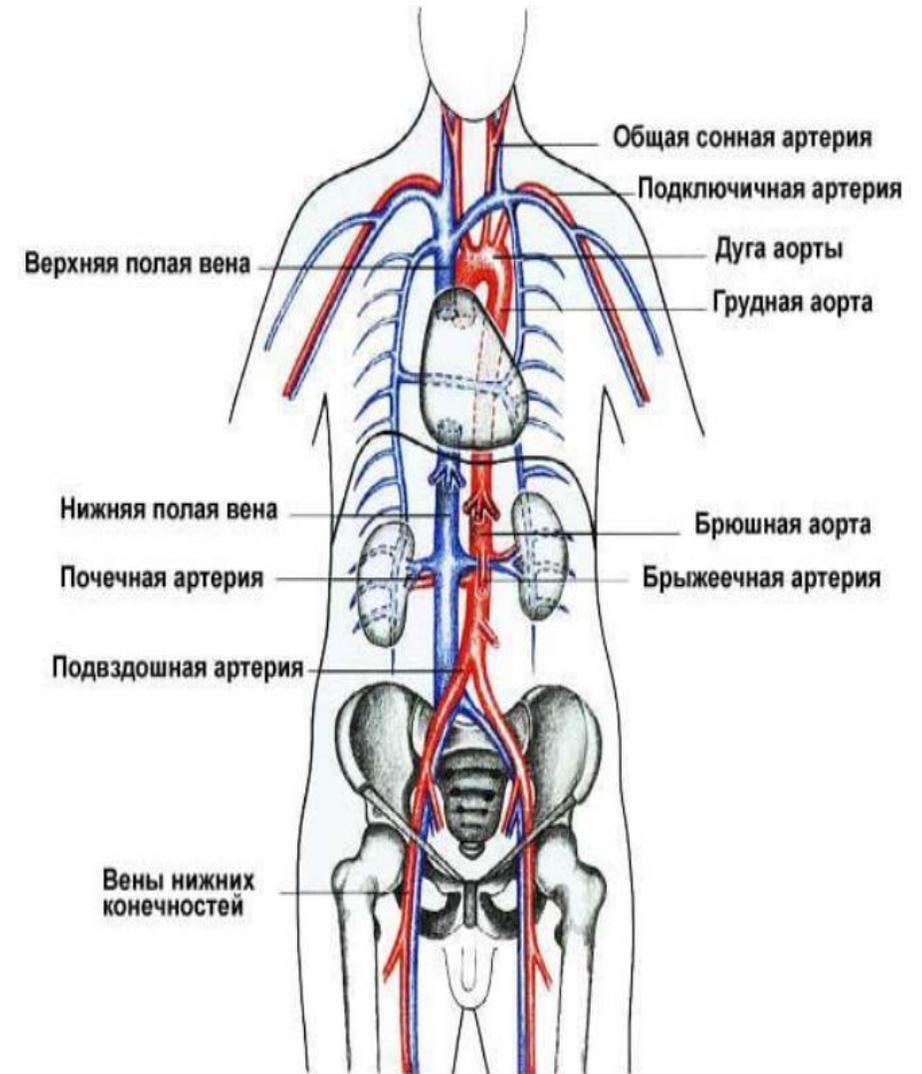
- Начало функциональной активности mesonephros — 11–12 неделя внутриутробного развития (длина плода около 35 мм).
- В это время моча впервые поступает в чашечки и лоханку. Особенности этой мочи являются ее малое количество, гипотоничность, низкое содержание калия, NH_4^- и фосфатов; относительно большое содержание хлоридов и натрия.
- Функции mesonephros: неизбирательная фильтрация, реабсорбция глюкозы, солей, воды.
- С 3-го месяца начинает регрессировать, а с 5-го месяца прекращает существовать

Эмбриогенез мочевой системы

3. Закладка постоянной почки происходит в каудальной части эмбриона

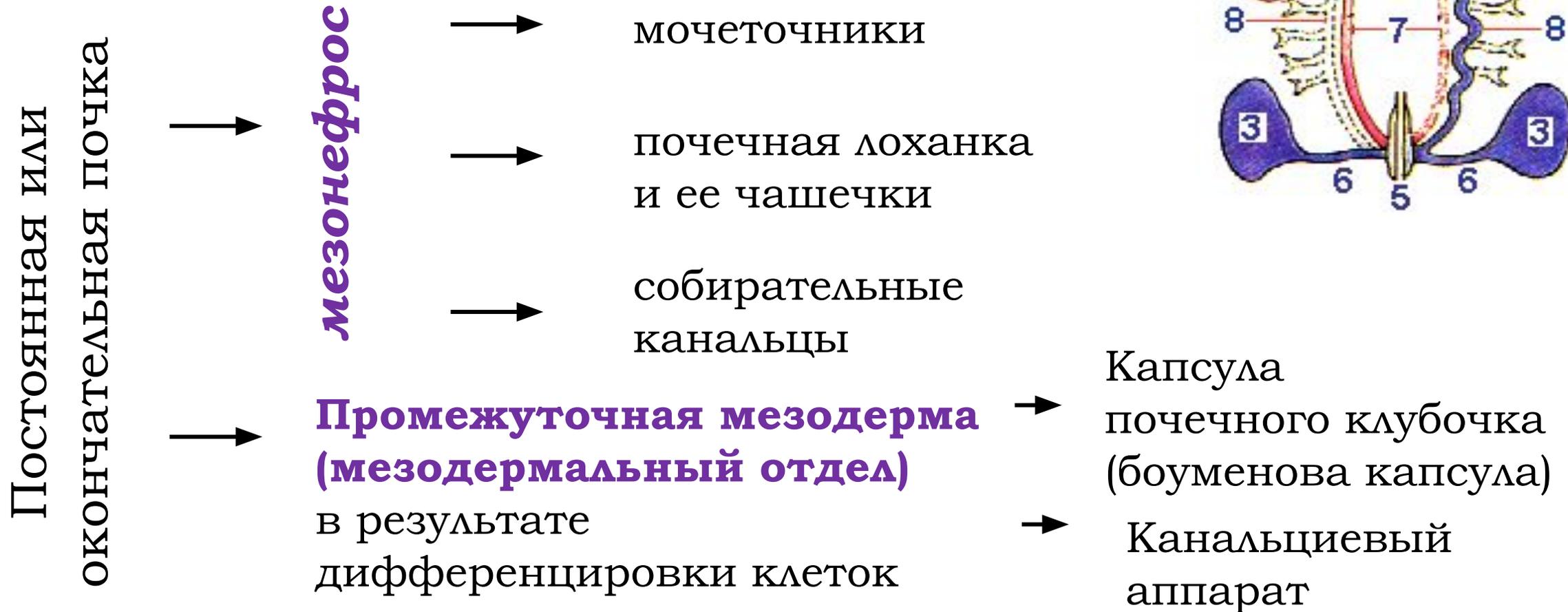
По мере роста и развития почка перемещается из тазовой части в брюшную полость (7 нед. гестации)

К 9 нед. гестации почка располагается выше бифуркации аорты.



Эмбриогенез почки

3. Постоянная или окончательная почка (метанефрос) III стадия - тазовая, хвостовая) – образуется из мезонефроса и промежуточной мезодермы



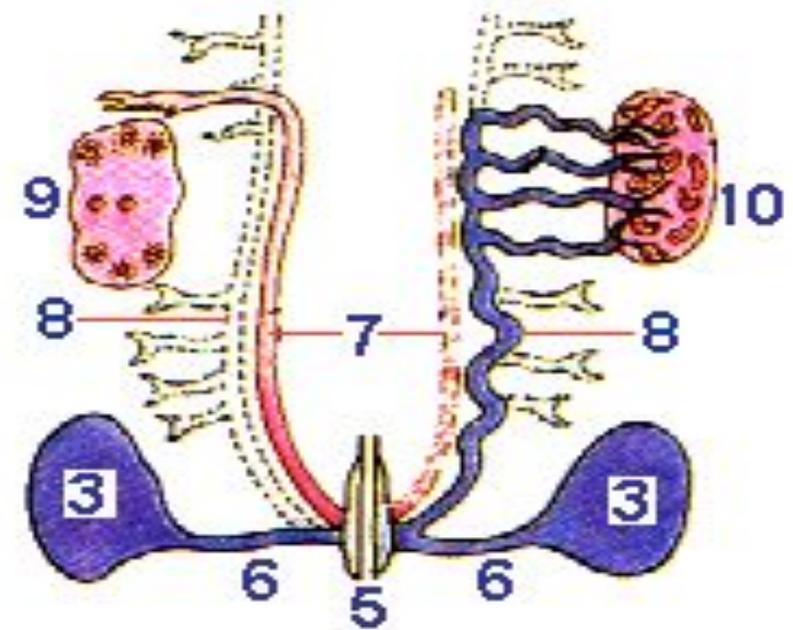
Постоянная или окончательная почка - метанефрос

В мезодерму проникают кровеносные сосуды и образуют капиллярные петли клубочка.

Одновременно с этим происходит развитие канальцевого аппарата нефрона.

Образующиеся выделительные канальцы срастаются с собирательными и формируют нефрон.

На 14–16 неделе гестации полностью сформированы все отделы нефрона

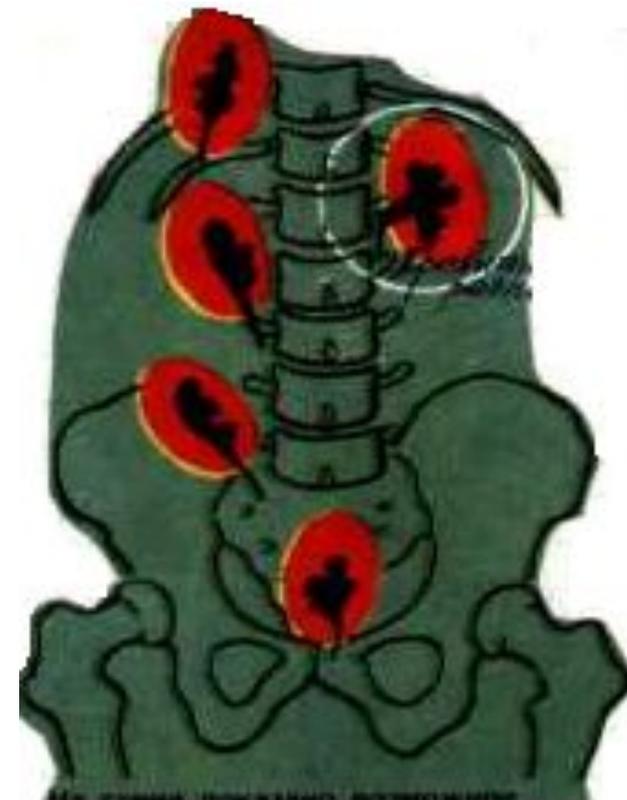


Выделяющаяся моча участвует в поддержании должного объема амниотической жидкости.

Выделение продуктов обмена в течение всего внутриутробного периода осуществляется плацентой и, только после перевязки пуповины, почки принимают на себя экскреторную функцию.

Аномалии развития почек

- I. **Аномалии положения – дистопии:** тазовая, поясничная, подвздошная
- II. **Аномалии взаимоотношения (сращения)**
- III. **Аномалии количества почек**
- IV. **Поликистоз** - вся почка состоит из многочисленных полостей и мало паренхимы почки
- V. **Почечная агенезия** - отсутствие функционирующей почки в результате недоразвития зачатка, либо обратного развития функционирующей почки.



Виды дистопии почек

*Определено более 200 генов, кодирующих факторы роста, транскрипционные факторы и адгезивные молекулы в метанефрозе. Содружественную работу по органогенезу регулируют гены *homeobox*.*

Топография почек

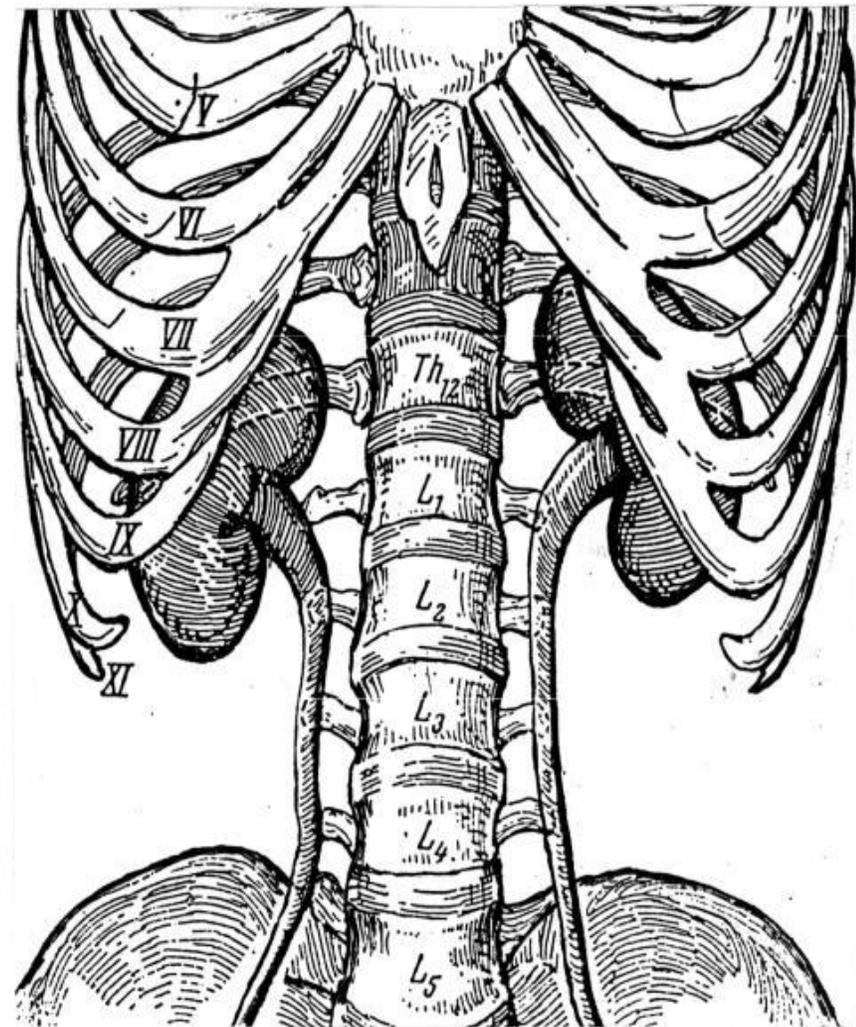
Располагаются почки в поясничной области, забрюшинном пространстве по бокам от позвоночника.

Нижний полюс левой почки находится примерно на уровне II, III поясничного позвонка.

Правая почка обычно расположена ниже левой на высоту тела поясничного позвонка.

Рентгенологически, почечная лоханка определяется на уровне тела II-го поясничного позвонка

У грудных детей почки расположены на 1–1,5 позвонка ниже, чем у взрослого.



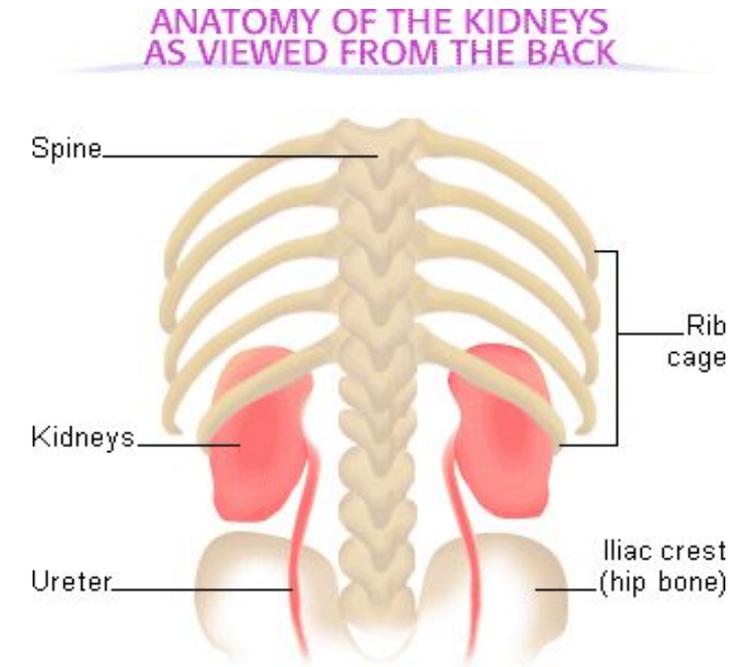
Топография почек в зависимости от возраста

Чем младше ребенок, тем выше лежит верхний полюс почек:

- у новорожденного верхний полюс почки находится на уровне нижнего края T_{11}
- у годовалого на уровне нижнего края T_{12}
- в 2 года – L_1

Чем младше ребенок, тем ниже нижняя граница почек.

- с рождения и до года нижний полюс почек находится на уровне L_4 , ниже гребешка илюаса
- старше 2 лет - выше гребешка илюаса.



Почки можно пропальпировать у детей до 2 лет. У детей старше 2-х лет, в норме, почки не пальпируются

Почки — образования бобовидной (у детей – округлой) формы, покрытые плотной фиброзной капсулой

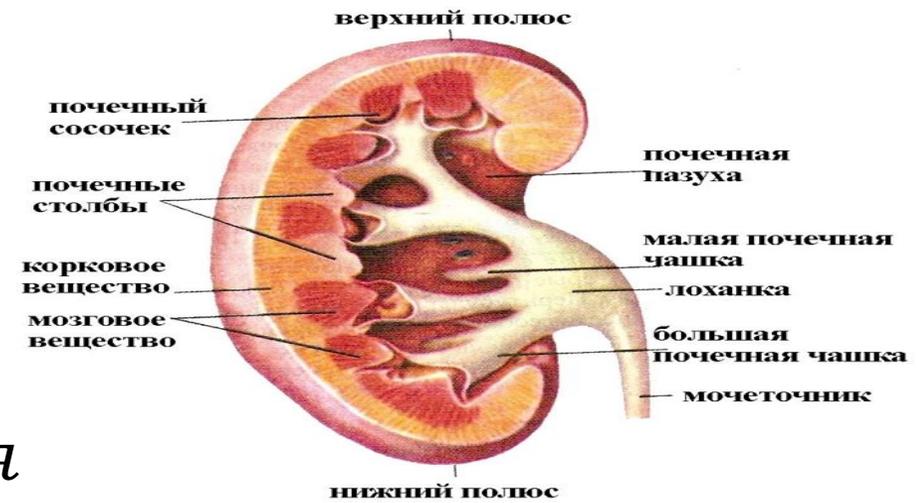
Вещество почки образует два слоя

Корковый слой представлен главным образом *нефронами, кровеносными сосудами и соединительной тканью.*

Канальцы нефронов образуют петли, которые проникают в мозговое вещество.

Мозговое вещество образует *пирамиды*, вершины которых заканчиваются *почечными сосочками*, выступающими в полость *малой почечной чашечки*

Между *пирамидами* располагаются *почечные столбы*, которые представляют собой участки *коркового вещества* и содержат сегментарные кровеносные и лимфатические сосуды

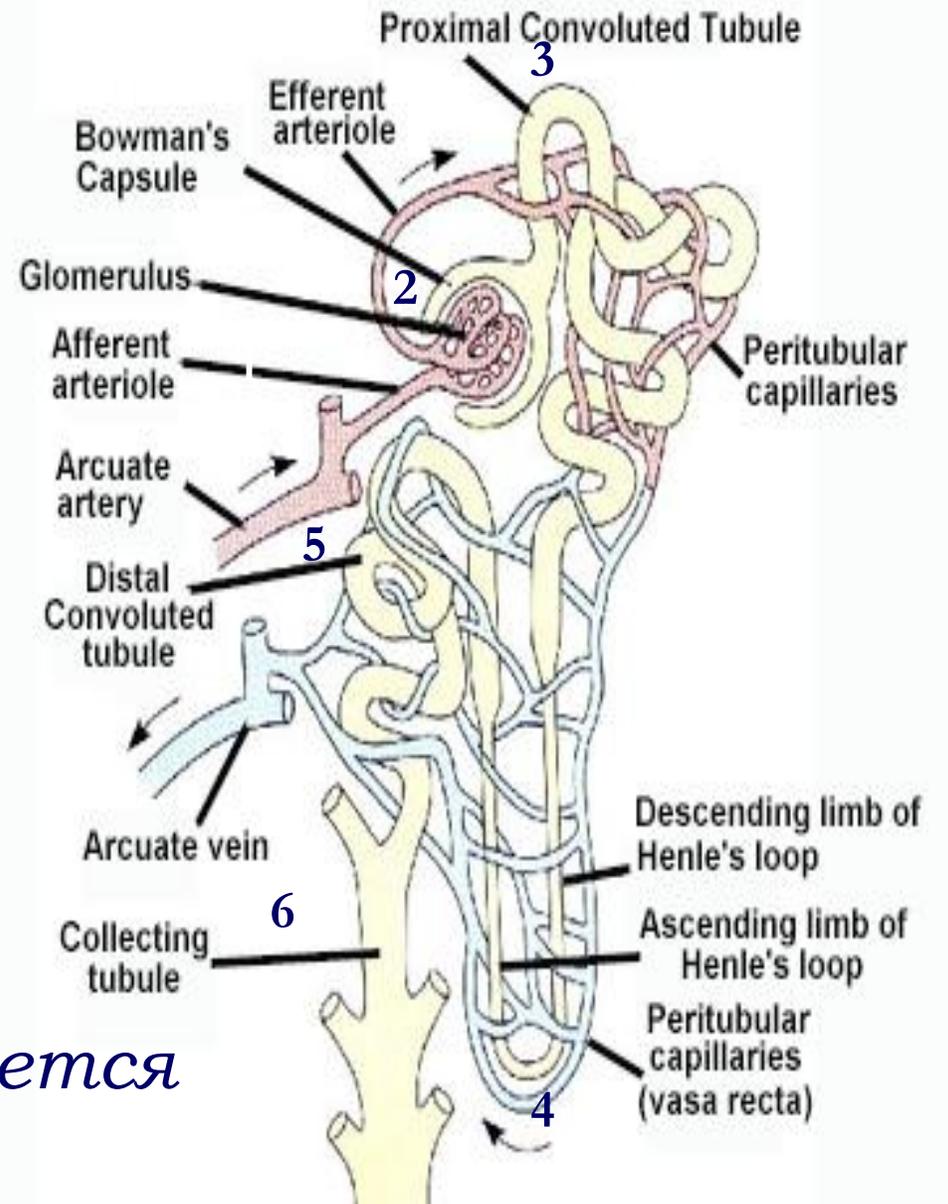


Нефрон

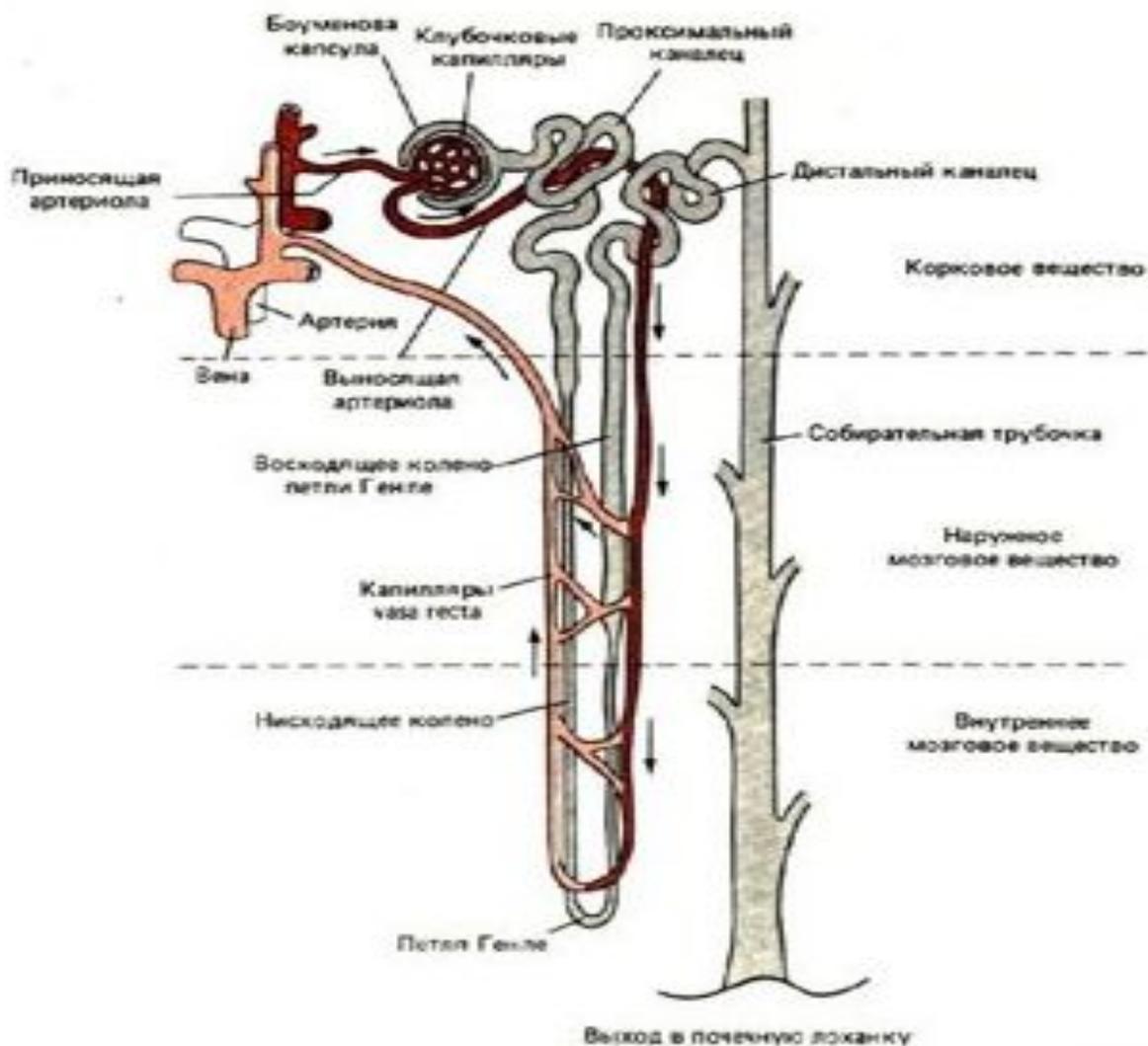
Микроскопически структурной и функциональной единицей почки является нефрон, состоящий из:

- капсулы (боуменова капсула)
- клубочка (2) или почечного тельца (тельце Мальпигии)
- проксимального отдела извитого канальца (3)
- петли Генле(4)
- дистального отдела извитого канальца (5), которой переходит в собирательный каналец (6).

Образование новых нефронов завершается к 20 дню постнатальной жизни



Типы нефронов по локализации



- **суперфициальные** (поверхностные), располагаются в верхней части коры и составляют 20-30 % **участвуют в фильтрации мочи;**
- **интракортикальные** (корковые) располагаются в средней части коры и составляют основную массу нефронов (60-70%), **выполняя главную роль в фильтрации мочи;**
- **юкстамедуллярные нефроны** располагаются в основном в наружном мозговом слое, их масса составляет 10-15 %. Их петли Генле самые длинные и **основная их функция концентрирование мочи.**

У всех поверхностных нефронов колена петли Генле располагается выше границы наружного и внутреннего мозгового вещества.

У всех юкстамедуллярных нефронов длинные петли проникают до внутреннего отдела мозгового вещества.

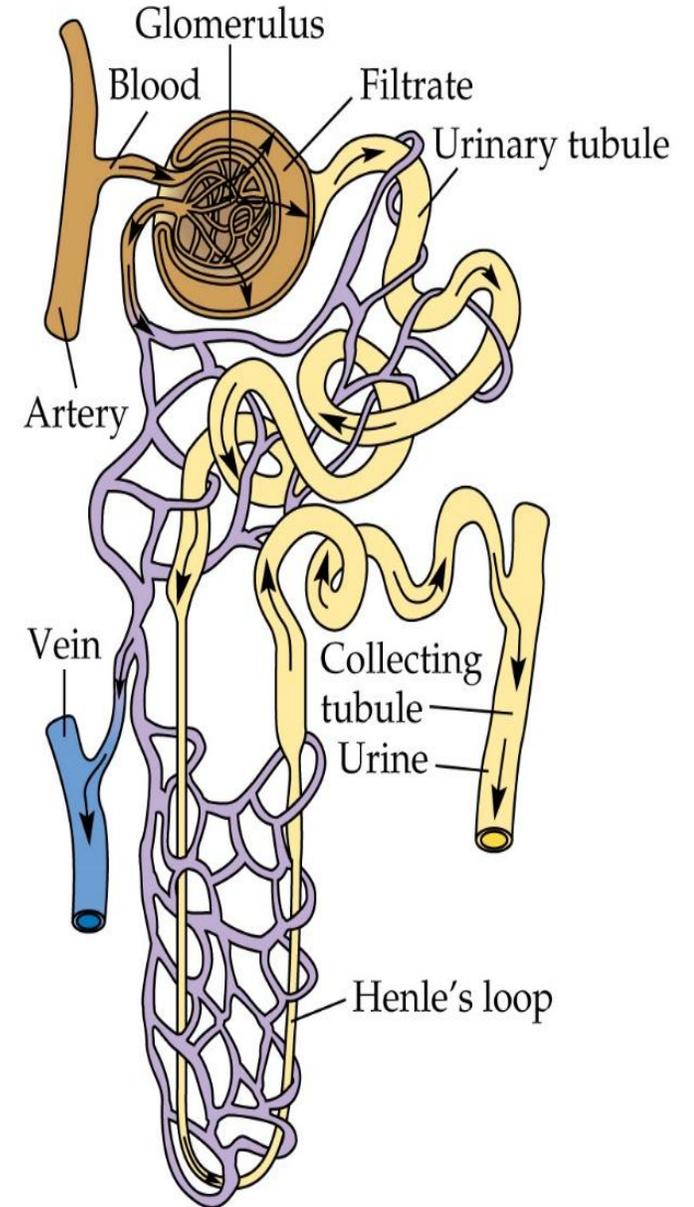
Интракортикальные нефроны могут иметь и короткую и длинную петли.

Дополнительное увеличение длины петли Генле связано с увеличением размера нисходящей и восходящей тонких частей.

Отличительной особенностью каждого участка нефрона - наличие индивидуального эпителия, свойственного только этому сегменту.

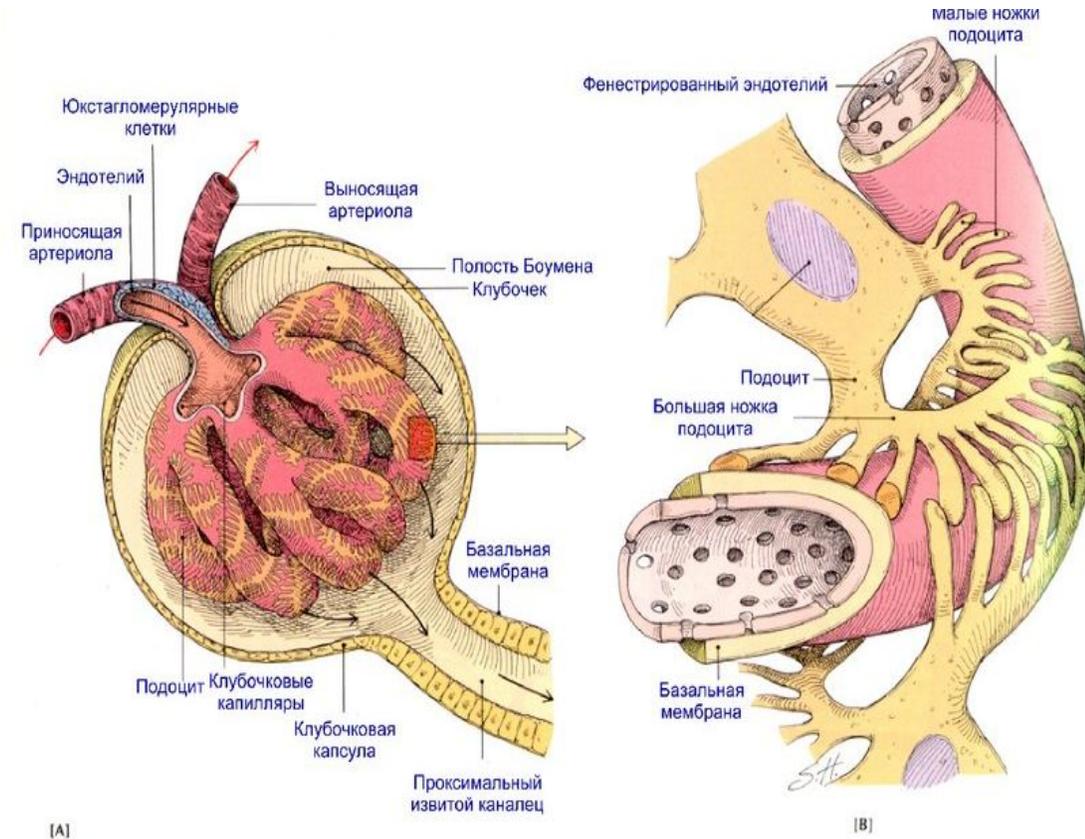
Конечная часть толстого восходящего участка петли Генле располагается между афферентной и эфферентной артериолами, снабжающими почечное тельце того же самого нефрона. Это очень короткий участок на границе петли Генле и дистального канальца получил название плотного пятна (*macula densa*) и формирует юкстагломерулярный аппарат.

Собирательные трубочки, многократно сливаясь, образуют сосочковый канал, который открывается в чашечку почки.



Клубочек или почечное тельце

- Клубочки образуются у плода до достижения им массы 2100 – 2500
- Сосудистый клубочек покрыт капсулой, состоящей из двух листков
 - париетального (внешний листок) – однослойный плоский эпителий
 - висцерального (внутренний листок) составлен из подоцитов
 - педикулы — ответвления подоцитов, которые создают решетчатую диафрагму



Между листками - полость капсулы, переходящая в канальцевую часть нефрона

Уникальность кровоснабжения почек

Аорта
↓
дуговидные артерии
↓
почечные артерии и ее ветви
↓
междольковые артерии
на границе коркового и мозгового вещества

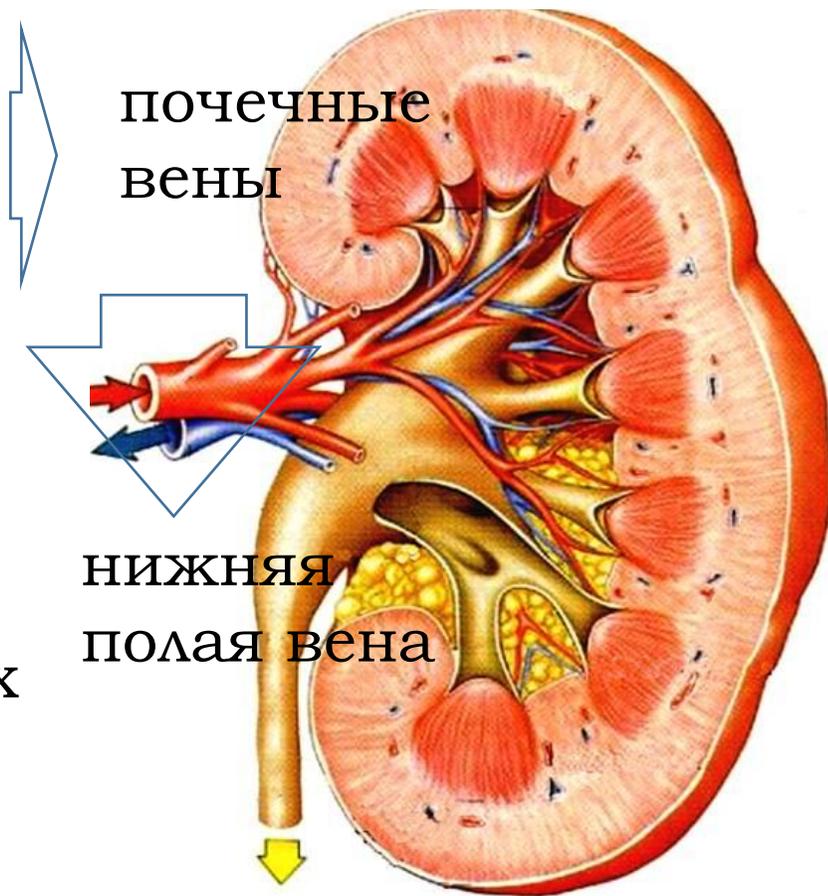
Капилляры мозгового вещества
↑

околоканальцевая капиллярная сеть
↑

↑
клубочки гломерулярных капилляров с приносящей (афферентной) и выносящей (эфферентной) артериолой

почечные вены

нижняя полая вена



Почки получают около 20%–25% от общего сердечного выброса

Клубочек или почечное тельце

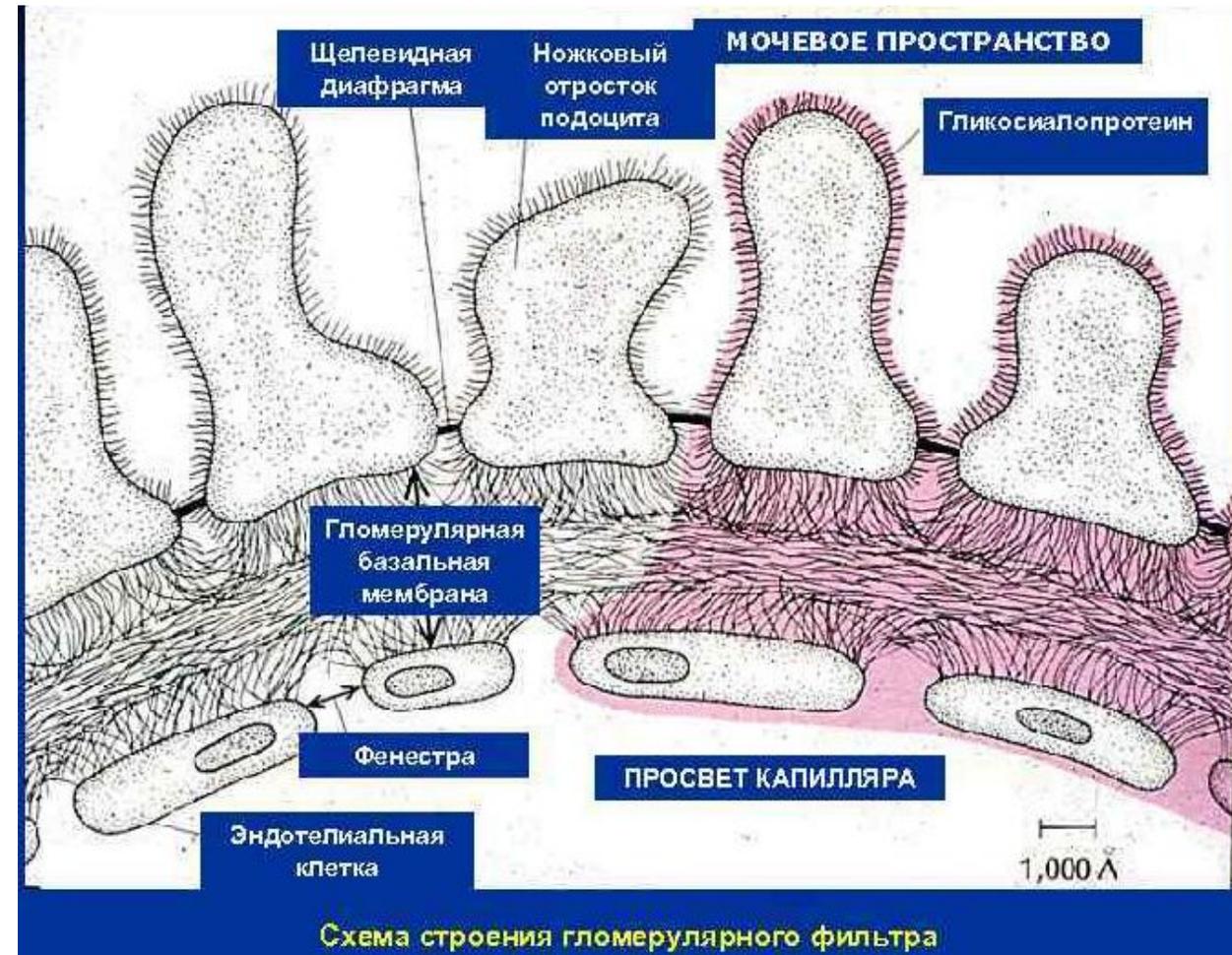
начальный этап образования мочи
(первичная) – отделение безбелкового
фильтрата от плазмы

- Отличительной гистологической особенностью клубочка является наличие кубического и цилиндрического эпителия в висцеральном листке боуменовской капсулы, который с возрастом превращается в плоский



Гломерулярная базальная мембрана общая для эндотелия кровеносных капилляров и подоцитов, включает 3 слоя:

- наружный- менее плотный (светлые)
- внутренний (*laminae rara externa et interna*)
- промежуточную пластинку (*lamina densa*) - более плотный (темный)



Основная функция нефрона - клубочковая фильтрация

Процесс **фильтрации** идет в клубочках **пассивно**, благодаря разнице гидростатического давления в сосудах, образуется **первичная моча**.

За сутки фильтруется до 180 л первичной мочи.

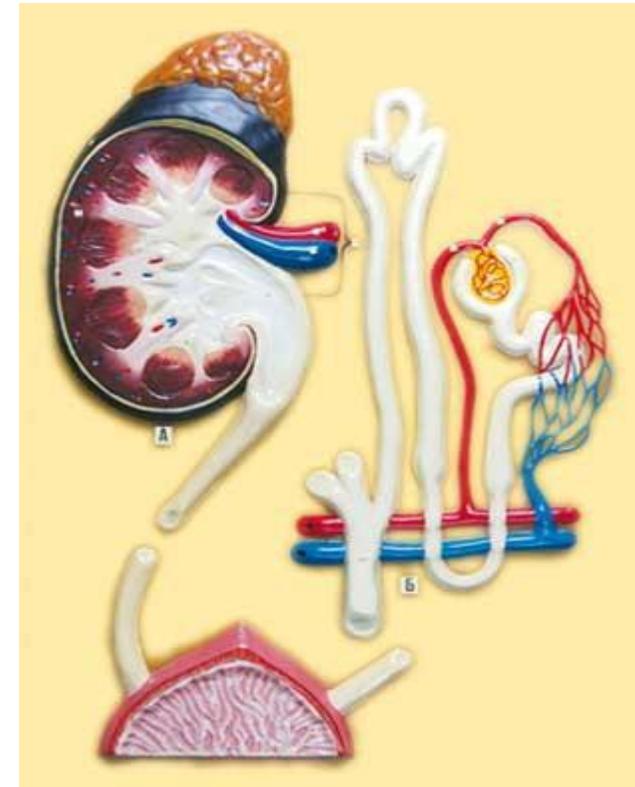
По составу первичная моча - это ультрафильтрат плазмы без белка.

Фильтрационной мембраной являются стенка капилляров и висцеральный листок капсулы.

Через фильтрующую мембрану из плазмы крови проходят низкомолекулярные водорастворимые соединения. Почечный фильтр не пропускает клеточные элементы и белки.

В результате фильтрации происходит очищение организма и выделяются белковые шлаки – токсические вещества.

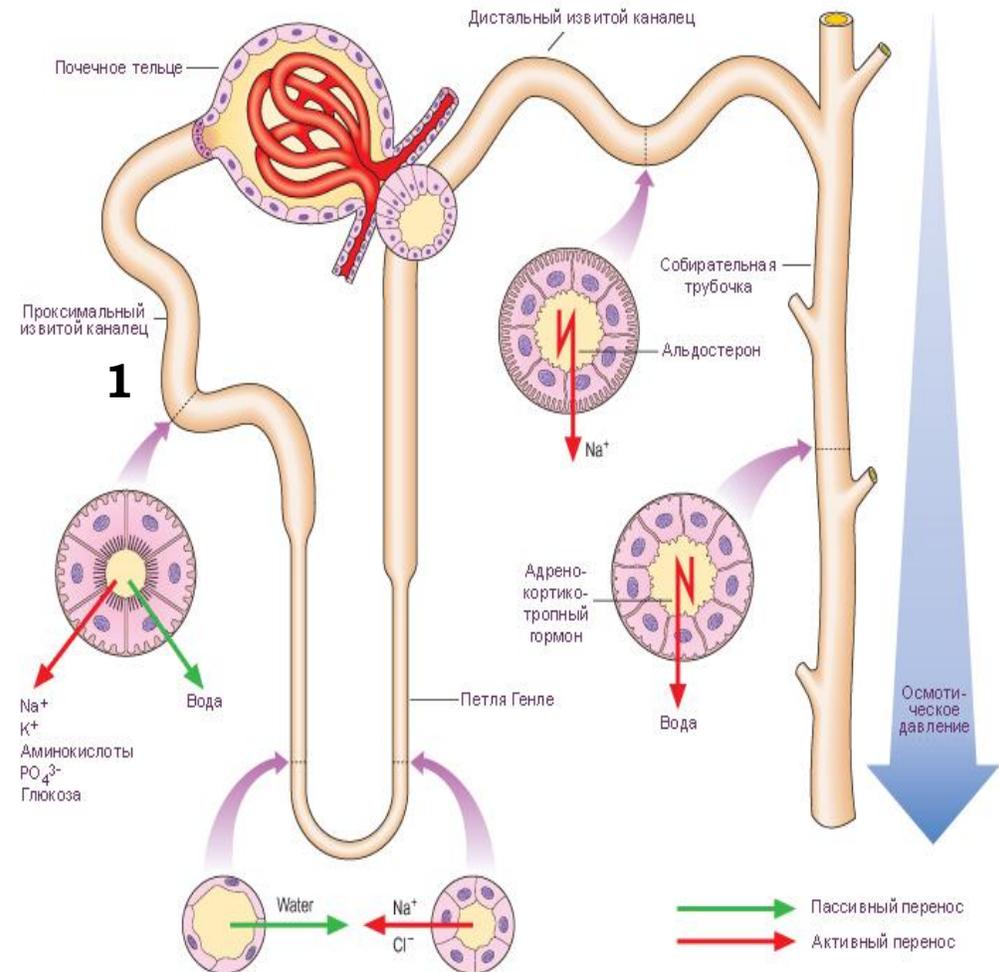
При нарушении фильтрации развивается азотемия.



Канальцевая реабсорбция и секреция

Это **активные процессы**, в результате которых одни вещества из клубочкового фильтрата возвращаются в кровь, а другие – выводятся.

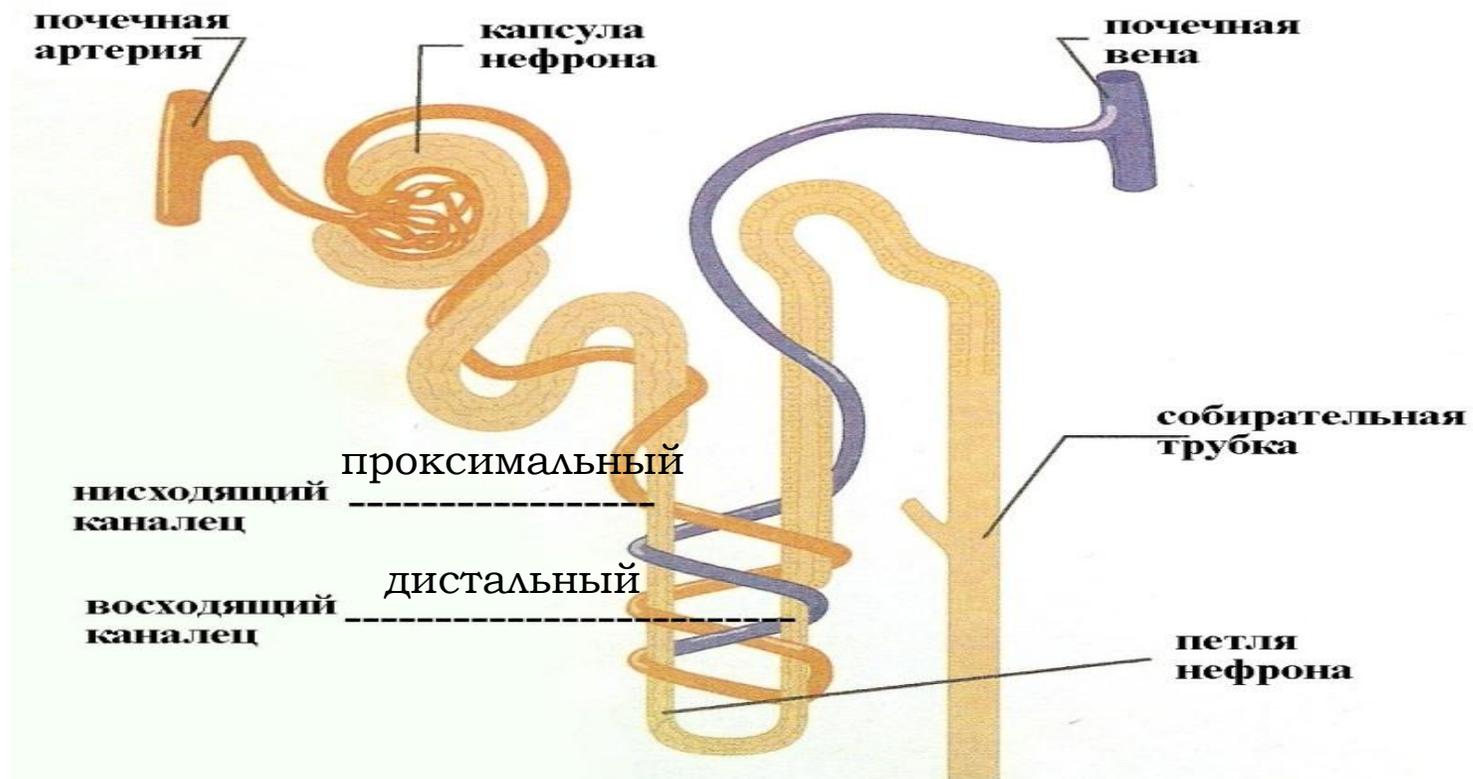
Благодаря активной канальцевой реабсорбции, в **проксимальных канальцах (1)** нефрона осуществляется реабсорбция (обратное всасывание) почти 100% глюкозы, фосфатов, калия, аминокислот и 85% воды, натрия, хлора, бикарбонатов



Канальцевая реабсорбция и секреция

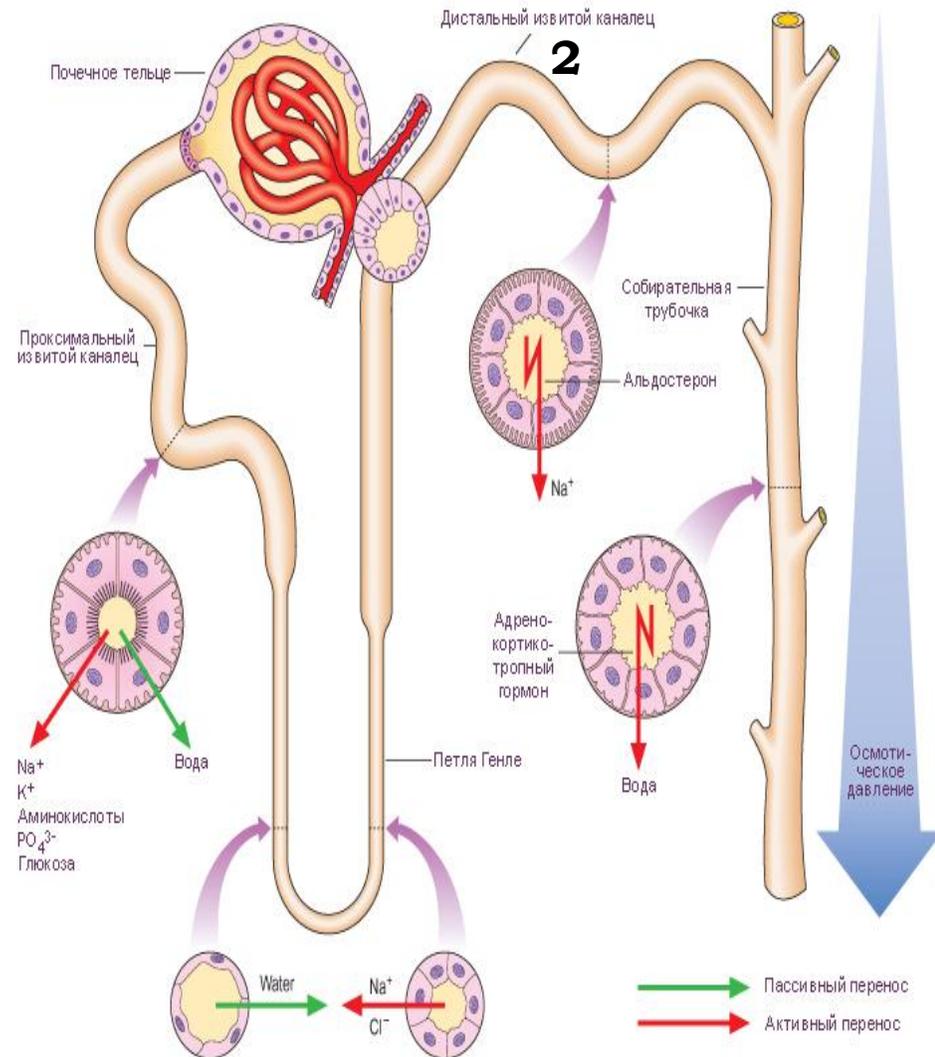
Активный транспорт в проксимальных канальцах регулируется **ангиотезином II** (натрий) и **паратгормоном** (фосфаты).

Пассивный транспорт - вода, хлориды, мочевины



Канальцевая реабсорбция и секреция

- Новообразованная моча из нефронов поступает в **дистальный каналец (2)**.
- В дистальных канальцах происходит:
 - дальнейшая реабсорбция воды, натрия, бикарбонатов
 - окончательное регулирование водного и кислотно-щелочного баланса.
- Альдостерон — повышает обратное всасывание натрия и выведение калия.
- Конечная концентрация мочи происходит под контролем **антидиуретического гормона (АДГ)** в собирательных трубках.
- В присутствии АДГ, воды поглощается больше.



Дистальный каналец

- Морфологический состав второй половины дистального канальца представлен двумя четко различаемыми типами клеток: главными и вставочными.
- *Главные клетки* реабсорбируют натрий и воду из канальцев, а также секретируют в их просвет ионы K^+ .
- *Вставочные клетки* реабсорбируют калий и секретируют в просвет канальца ионы H^+ .
- В дистальном извитом канальце образуется моча окончательного (вторичного) состава, создающегося при факультативной реабсорбции (обратном всасывании) воды и электролитов из состава крови капилляров, оплетающих этот участок почечного канальца.

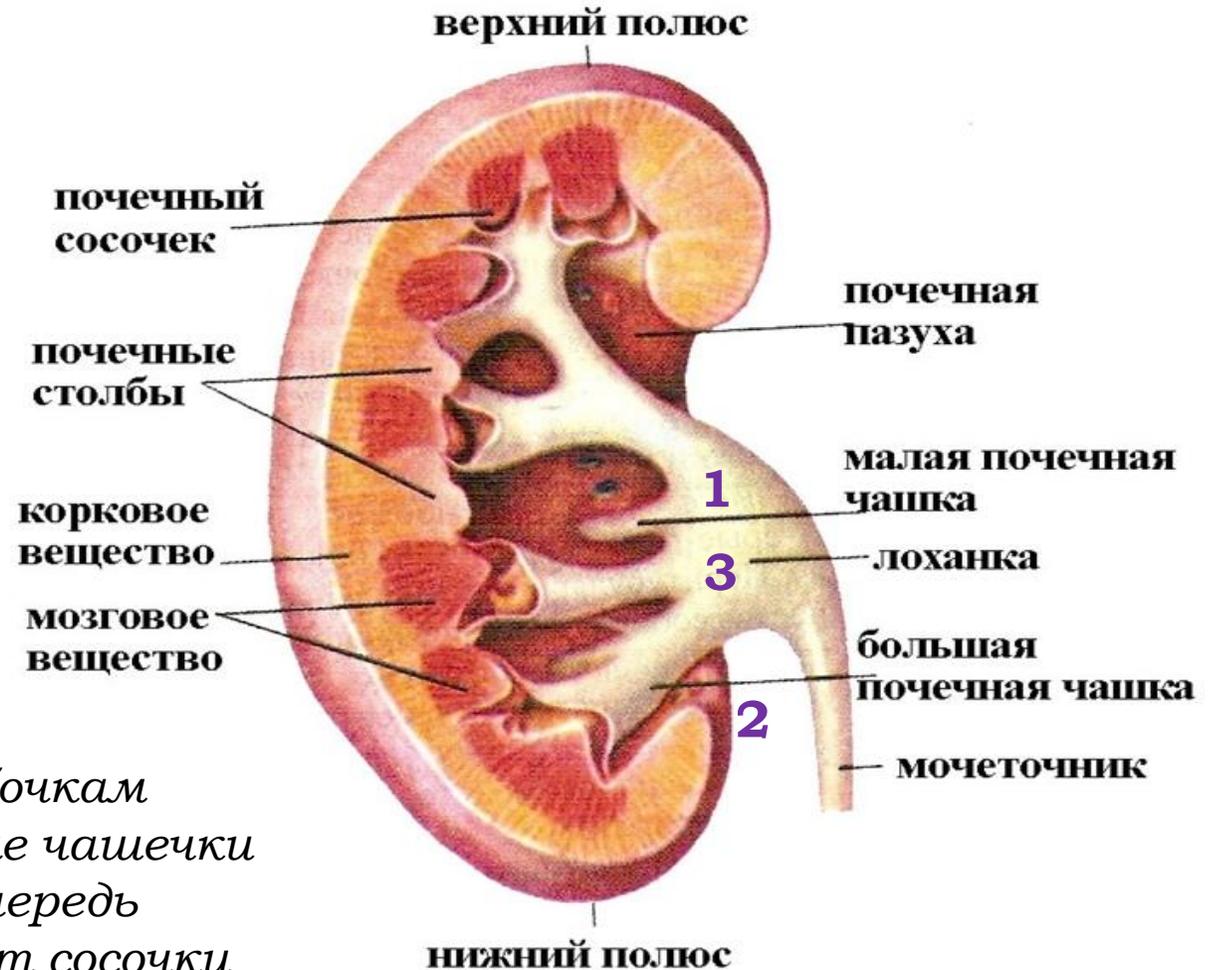
Через почечные каналцы
в сутки реабсорбируется:

- около 178,5 л воды,
- 1 кг хлорида натрия,
- 360 г карбонатов,
- 170 г глюкозы и т.д.



Система накопления мочи

1. Малые почечные чашечки
2. Большие почечные чашечки
3. Лоханка
4. Мочевой пузырь



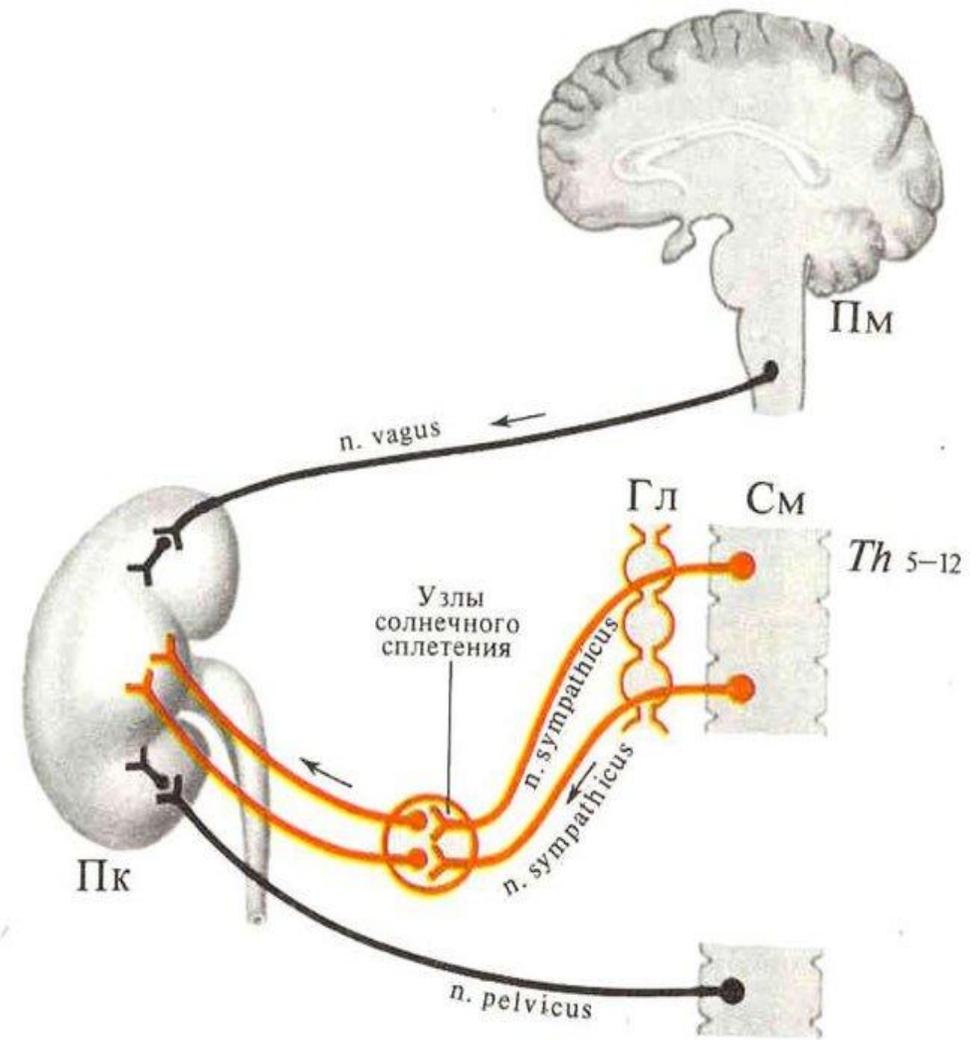
Окончательная моча по собирательным трубочкам изливается в малые чашечки. Две – три малые чашечки сливаются в большие чашечки, а они в свою очередь образуют лоханку почки. Лоханки охватывают сосочки почки.

За счет сокращений мышечной оболочки лоханки, порции мочи объемом 2–3 мл выбрасываются в мочеточник

Иннервация почки

Иннервация почки обеспечивается за счет эфферентных симпатических волокон, исходящих из грудного и поясничного отделов симпатической системы.

Из чревного сплетения в почки проникают нервы. *Внутрипочечные нервы*, как правило, не имеют миелиновой оболочки. Они осуществляют нервную регуляцию функции почек, а также обеспечивают чувствительность почечной капсулы. *Парасимпатическая иннервация не имеет значимого влияния.*



Функции почек

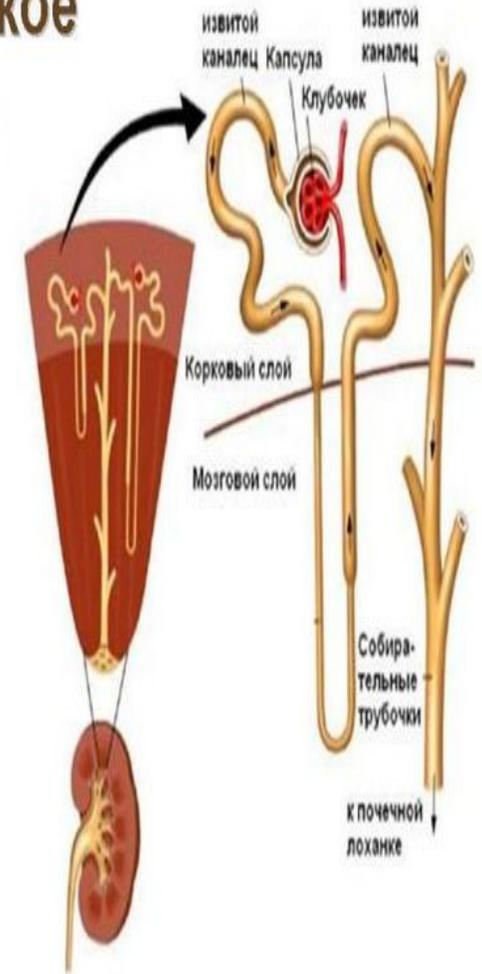
1. Регулируют объем крови и внеклеточной жидкости - осуществляют волюморегуляцию.

При увеличении объема крови волюморцепторы левого предсердия активируются:

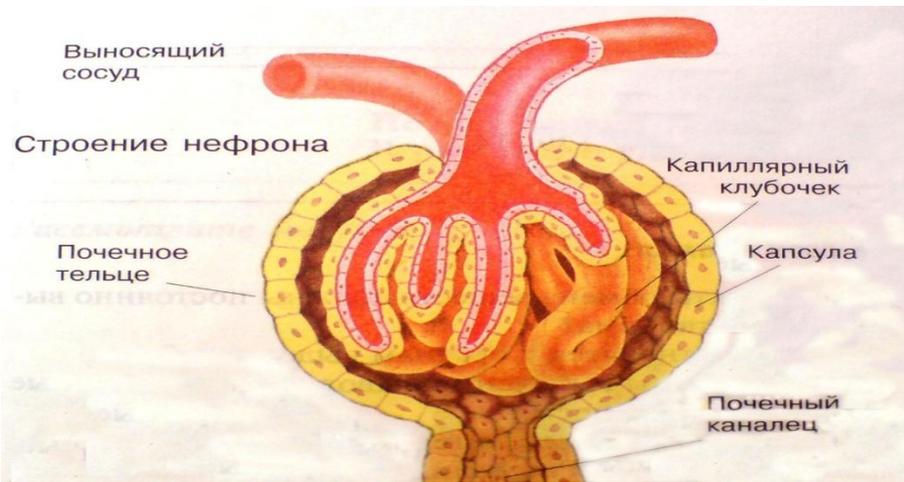
- угнетается секреция антидиуретического гормона (АДГ),
→ увеличивается экскреция воды и ионов Na^+ , т.е. усиливается мочеотделение, что ведет к восстановлению объема крови и внеклеточной жидкости

Микроскопическое строение почки

(строение нефрона)



Функции почек



2. *Осуществляют экскреторную функцию* – выделение конечных продуктов азотистого обмена, чужеродных веществ, избытка органических веществ, поступивших с пищей или образовавшихся в процессе метаболизма.

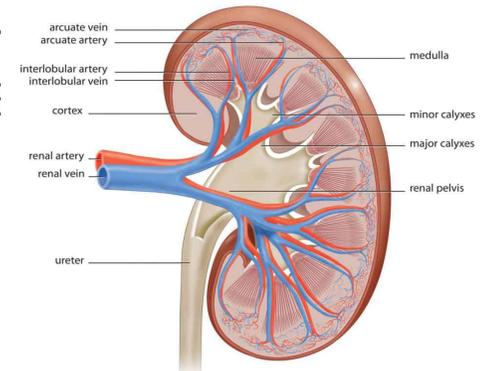
Продукты метаболизма белков (мочевина, мочевая кислота, креатинин и др.) фильтруются в клубочках, затем реабсорбируются в почечных канальцах.

Основная часть, образованного креатинина выводится с мочой, мочевая кислота подвергается значительной реабсорбции, мочевина – частичной.

Функции почек

3. Выполняют инкреторную функцию путем регуляции:

- эритропоэза (*эритропоэтин*),
- свертывания крови за счет синтеза *урокиназы* – активатора плазминогена,
- фосфорно-кальциевого обмена, за счет синтеза *кальцитриола* (активный метаболит витамина D₃).
- артериального давления за счет:
 - выработки *ренина*, который превращает ангиотензин I в активное сосудосуживающее вещество *ангиотензин II*;
 - образования *простагландинов*, участвующих в регуляции почечного и общего кровотока, увеличении выделенной мочой и уменьшении чувствительности клеток канальцев
 - выработки *брадикинина* - сильный вазодилататор



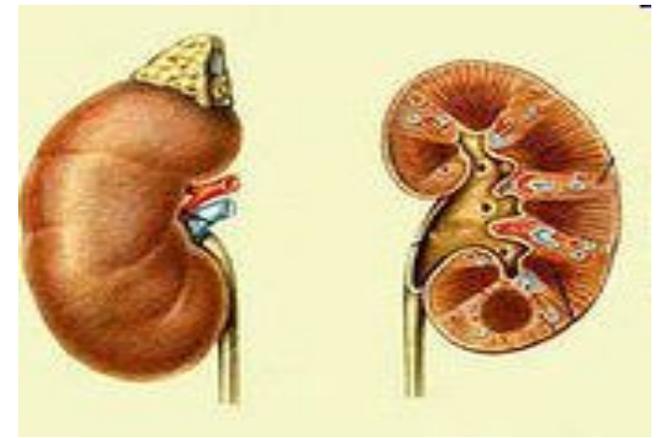
Функции почек

4. *Осуществляет глюконеогенез.*

Во время длительного голодания почки синтезируют глюкозу в объеме около 20% от того количества глюкозы, которое синтезирует печень в этой ситуации

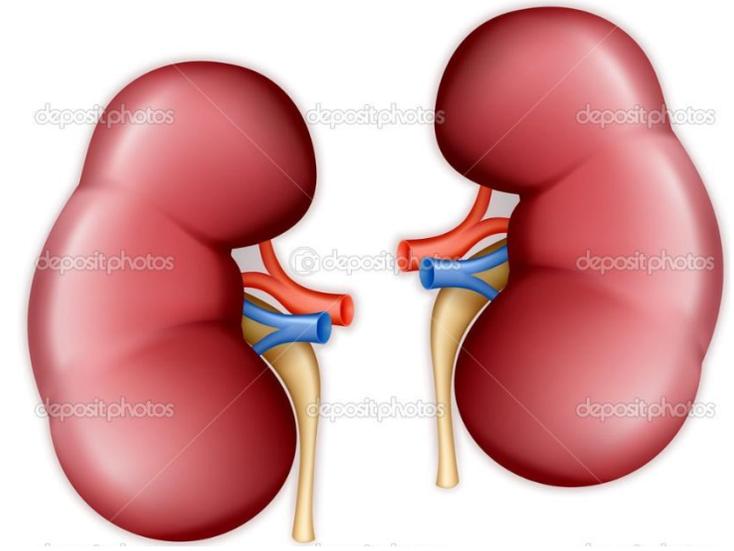
5. *Формирование мочи в результате активной функции нефрона*

Анатомические особенности почек у детей



1. К моменту рождения созревание почек не закончено.
2. У детей раннего возраста форма почек округлая (у взрослых бобовидная, с отношением толщины к длине 1 к 3).
3. Вес почки новорожденного относительно больше, чем у взрослого человека ($1/100$ и $1/220 - 1/200$ от массы тела, соответственно)
4. Рост почки обычно следует за ростом тела в длину.
5. Удвоение веса почки происходит к 4-5 месяцам;
 - утроение – к году;
 - увеличение веса почки в 10 раз - к 15 годам

Анатомические особенности почек у детей



6. Рост почки неравномерный.

Наиболее интенсивный рост - в течение первого года жизни, второй период интенсивного роста – период второго вытягивания, третий – период полового созревания.

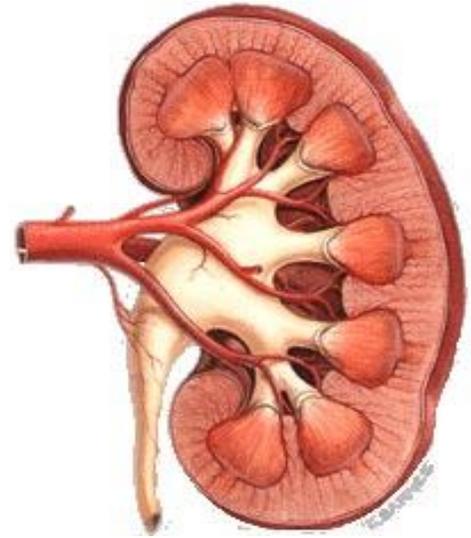
7. Общие размеры почки

-к концу первого года жизни удваиваются;

-к 13-15 годам – увеличиваются в 7 раз.

Заканчивается рост почки к 20 годам.

Морфологические особенности почек у детей



1. При рождении выражена дольчатость почек
2. Дольчатое строение почек сохраняется до 1-2 лет, иногда и дольше
3. Жировая капсула, окружающая почку, выражена слабо, в связи с этим, почки более подвижны и до 2-летнего возраста пальпируются
4. У новорожденного отсутствует дифференциация нефрона, которая развивается постепенно, по мере роста и взросления ребенка

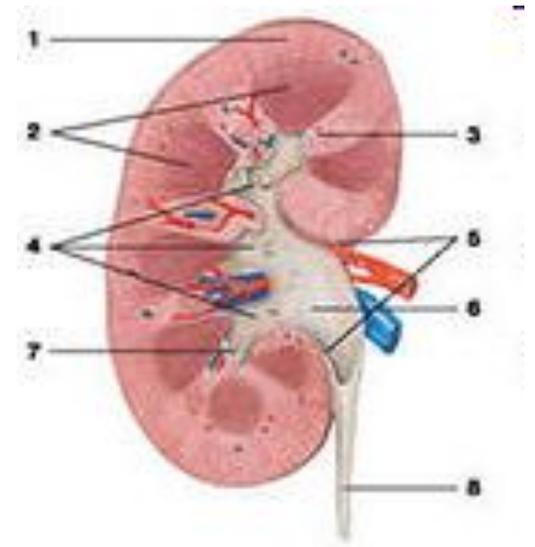
Морфологические особенности почек у детей

5. Кортикальный слой почек у детей значительно тоньше по сравнению с мозговым (у детей - 1:4, у взрослых – 1:2), поэтому пирамиды мозгового вещества доходят почти до капсулы.

6. Число нефронов у детей раннего возраста такое же, как у взрослых (по 1-2 млн. в каждой почке).

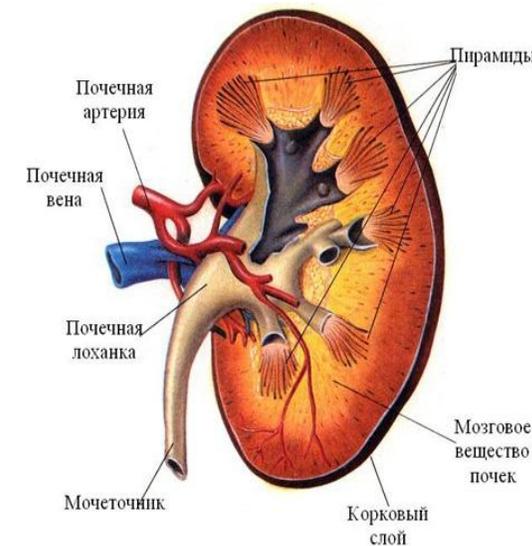


Морфологические особенности почек у детей



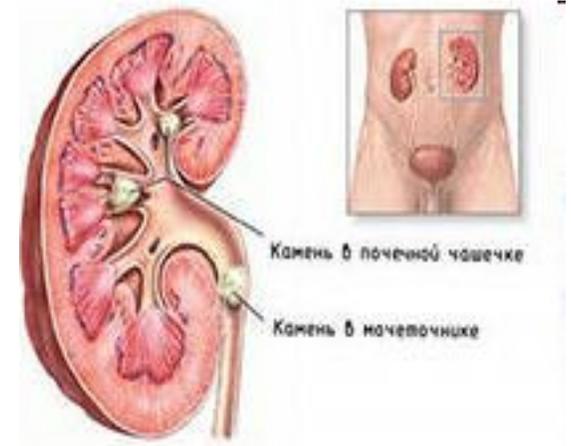
7. Нефрон у детей раннего возраста, по сравнению со взрослыми, меньше по величине и степень его развития неодинакова: лучше развиты юкстамедуллярные, хуже – кортикальные и интракортикальные нефроны.
8. Клубочки у младенцев расположены компактно.
9. Канальцы у детей раннего возраста, особенно у новорожденных, узкие, короткие.

Морфологические особенности почек у детей



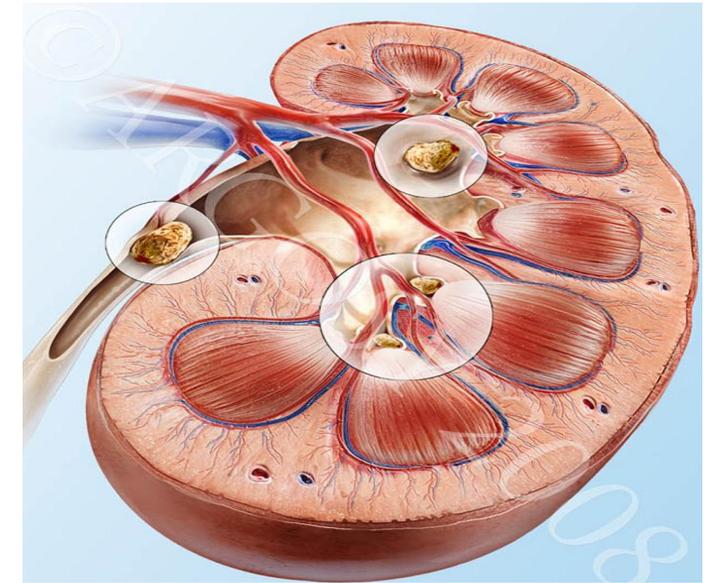
10. Петля Генли, вне зависимости от расположения нефрона, короткая, а расстояние между нисходящим и восходящим отделами ее отделами больше.
11. Эпителий *базальной мембраны клубочка* высокий цилиндрический (у взрослого плоский), что ведет к уменьшению поверхности фильтрации и более высокому сопротивлению.
12. Низкая чувствительность собирательных трубочек к антидиуретическому гормону

Морфологические особенности почек у детей



13. Почечные лоханки и мочеточники у детей относительно шире, чем у взрослых. Стенки их гипотоничны, вследствие недостаточного развития мышечных и эластических волокон.
14. Лимфатическая система в почках детей до 12 лет выражена лучше, чем у взрослых.
15. Отмечена тесная связь лимфатических сосудов почек с лимфатическими сосудами кишечника.

Морфологические особенности почек у детей



16. Морфологическое созревание почки в целом заканчивается к 5-6 годам.

Если ребенок рождается преждевременно, созревание почек и мочевыделительной системы наступает в более поздние сроки.

17. Мочеточники извитые, более длинные и широкие. Места сужений не выражены. Окончательная длина мочеточника устанавливается к 30 годам.

Особенность гемодинамики почки у детей

1. Преобладанием рассыпного типа ветвления почечной артерии.
2. Венозная сеть почек новорожденных сильно выражена, и только к 4 годам схема ветвления вен внутри почки мало отличается от таковой у взрослых.
3. С возрастом происходит перераспределение внутрипочечного кровотока: все больше увеличивается кровоснабжение наружных слоев коры, которое к половой зрелости достигает 93%–95% всего внутрипочечного кровотока.

Функциональные возможности почек у детей

1. Низкий плазмо- и кровоток у детей до 1 года.
2. Низкая скорость клубочковой фильтрации у новорожденных обусловлена следующими особенностями:
 - низким гидростатическим давлением в капиллярах клубочков;
 - наличием кубического эпителия висцерального слоя капсулы клубочка;
 - малыми размерами клубочков
3. Низкий уровень реабсорбции электролитов, аминокислот, бикарбонатов, фосфатов и др. (созревает к 10 годам)

Функциональные возможности почек у детей

4. Высокая реабсорбция натрия.
5. Снижены механизмы регуляции кислотно-щелочного равновесия
6. Низкая канальцевая секреция (созревание к 5 годам)
7. Низкая осмолярная концентрации мочи (созревание к 5 годам)



Мочеточник - трубчатый орган, который соединяет лоханку почки с мочевым пузырем

В мочеточнике различают три части:

- брюшную - располагается вдоль поясничного отдела позвоночника
- тазовую - начинается на уровне крестцово-подвздошного сустава
- внутривенечную (пузырную), находящуюся в стенке мочевого пузыря.

Внутривенечная часть мочеточника имеет длину 2–2,5 см и косо проходит через заднюю стенку мочевого пузыря.

В мочеточнике различают три изгиба и три сужения:

- на месте перехода лоханки в мочеточник,
- при переходе брюшной части в тазовую,
- перед входением в стенку мочевого пузыря.

Мочевой пузырь

- Мочевой пузырь **развивается** из верхней части мочепоолового синуса, который происходит из аллантоиса.
- Мочевой пузырь располагается в малом тазу позади симфиза и представляет собой мешкообразный орган

Мочевой пузырь

- У женщин, в связи с более широкой и низкой промежностью, мочевой пузырь находится ниже, чем у мужчин
- У грудного ребенка мочевой пузырь лежит выше – в надлобковой области, частично заходя в полость живота (частично выступает над симфизом).
- При наполнении, его легко можно пропальпировать, возможна пальпация и «пустого» мочевого пузыря (у взрослого – только при наполнении).



Мочевой пузырь

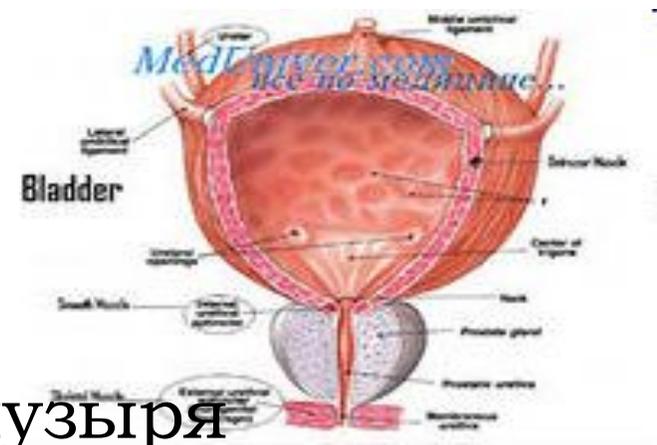
Строение мочевого пузыря (МП): верхушка, тело и треугольник Льебо, дно, шейка.

Оболочки мочевого пузыря (МП):

- Слизистая.* Выстлана переходным эпителием. Имеет многочисленные складки, кроме треугольника МП.
- Мышечная,* включающая три слоя:
 - наружные мышечные волокна располагаются продольно;
 - средние мышечные волокна располагаются циркулярно, образуя сфинктер шейки МП;
(образует непроизвольный сфинктер)
 - внутренние мышечные волокна располагаются продольно.
- Адвентициальная* оболочка



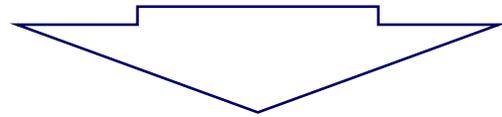
АФО мочевыделительной системы у детей



- Когда ребенок подрастет, дно его мочевого пузыря постепенно опускается в полость малого таза.
- Мочевой пузырь у новорожденных веретенообразной формы, у детей до «пубертата» - овальной формы. После опорожнения он становится грушевидной формы.
- В «пубертате» появляются половые различия:
 - **у девочек** школьного возраста мочевой пузырь округлой формы
 - **у мальчиков** - овально-вытянутый на протяжении всей жизни.

АФО мочевыделительной системы у детей

- У детей раннего возраста слизистая оболочка МП хорошо васкуляризирована.
- Отмечается незрелость мышечной оболочки.
- По мере роста ребенка – утолщается мышечная оболочка МП



Слабость пузырно-мочеточникового сфинктера, а также длинные и извитые мочеточники, «единая» лимфоидная система –

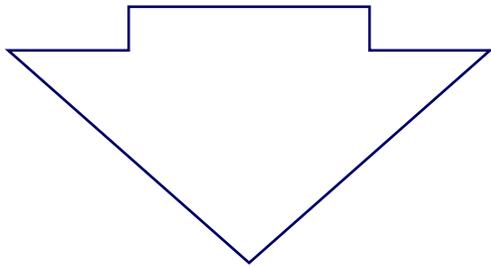
условие, предрасполагающее к застою мочи и присоединению микробно – воспалительного процесса.



Мочевой пузырь

- главный накопительный резервуар для мочи.

Он постепенно заполняется мочой, и когда его объем заполнен более чем наполовину, у человека возникает позыв на мочеиспускание и моча из мочевого пузыря по уретре выводится наружу.

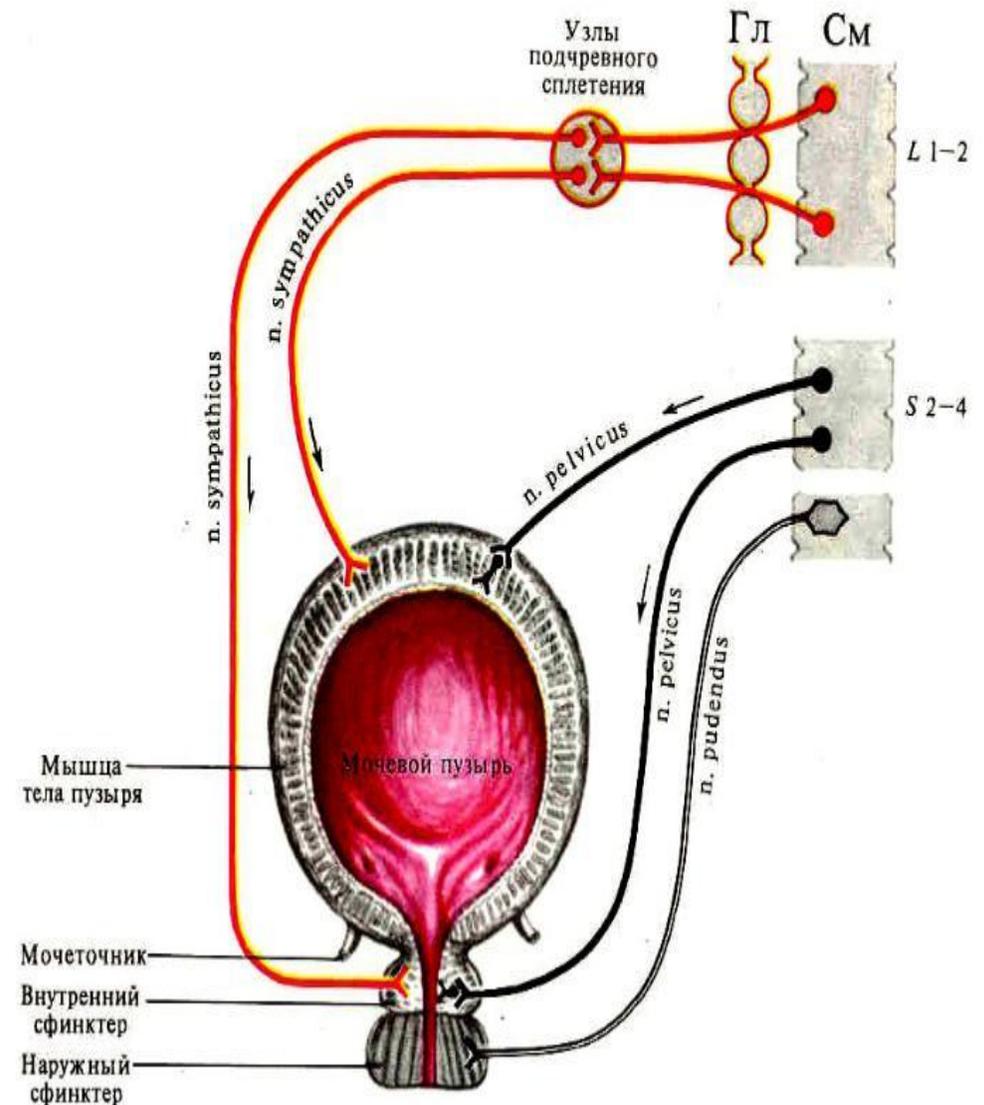


Иннервация мочевого пузыря

Осуществляется тремя группами периферических нервных волокон:

1. *Симпатическими*, идущими в составе подчревного нерва (n. hypogastricus, Th₁₀ – L₂).
2. *Парасимпатическими*, идущими в составе тазового нерва (n. pelvis, S₂ – S₄)
3. *Соматическими*, идущими в составе срамного нерва (n. pudendus, S₁ – S₂).

Мочевой пузырь имеет и автономную иннервацию, которая представлена пристеночными ганглиями и интрамуральными нейронами.



Автономная иннервация мочевого пузыря

1. Холинергические нервы
2. α - и β -адренергические нейрорецепторы
3. Мускариновые рецепторы

Стимуляция *α -адренергических* рецепторов вызывает сокращение, а *β -адренергических* - расслабление гладкомышечных волокон.

Холинергические и β -адренергические нейрорецепторы преобладают *в области тела и дна мочевого пузыря*, а α -адренергические рецепторы – *в шейке мочевого пузыря и урете*.

АФО мочевыделительной системы у детей

Женская уретра

Длина канала уретры:

- новорожденная девочка - 0.8-1 см,
- 16-летняя девочка - 3,3 см,
- женщина - от 3 до 6 см.

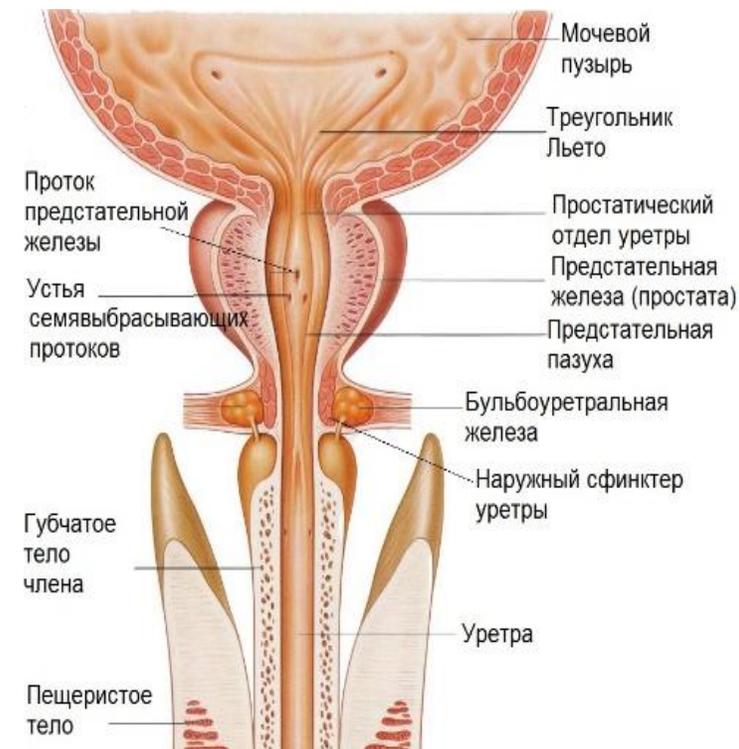
Уретральный канал у девочек является довольно коротким и находится недалеко от ануса – *предрасполагающий фактор развития инфекции* (контакт с кишечной микробиотой).



АФО мочевыделительной системы у детей

Мужская уретра

1. Мочеиспускательный канал у мальчиков более изогнут, чем у мужчин.
2. У новорожденного мальчика длина мочеиспускательного канала 5-6 см, она увеличивается постепенно, по мере роста ребенка.
3. В пубертатном периоде длина мочеиспускательного канала резко возрастает от 6 до 12 см (у мужчин составляет от 14 до 25 см).



Слизистая оболочка уретры у детей тонкая, нежная, легкоранимая, складчатость ее выражена слабо.

Суточный диурез (мл)

Формула

для определения
суточного объема мочи
у детей от года до 10 лет:

$$V \text{ (мл)} = 600 + 100 (n-1),$$

где n – возраст в годах



При адекватном питьевом
режиме в объеме ФП мл/кг

$$\text{ФП} = (100 - 3n) \times M,$$

где M – масса тела в кг

Возраст	Объем мочи в сутки
1 месяц	300
6-12 месяцев	600
2 года	700
3 года	800
4 года	900
5-6 лет	1000
10 лет	1500
13 лет	1500-1800
Взрослые	1500-1800

Частота мочеиспусканий здорового ребенка

Возраст	Частота (в сутки)
Новорожденные	1-2
6-7 дней -3 месяца	16 - 25
1-год	12-16
2-3- года	10-12
5-7 лет	8-10
>8 лет	7-5



Здоровый ребенок должен давать знать о своем желании опорожнить мочевой пузырь, уже во втором полугодии жизни

Трехуровневая система регуляции мочеиспускания

- Местный. Синхронизация расслабления сфинктеров и сокращения детрузора
- Спинальный уровень. Симпатическая часть спинального центра направлена на удержание мочи, а парасимпатическая — на ее изгнание.
- Церебральный. Кортикальные и подкорковые структуры.

- До 6 мес. ребенок опорожняет МП по мере его заполнения, разовый объем мочи не превышает 30–35 мл.
- К 1,5 годам развивается способность удерживать мочу, кратность мочеиспусканий уменьшается, а объем увеличивается. Но ребенок сознательно не контролирует акт мочеиспускания.
- К 4,5–5 годам происходит созревание церебральных центров, и полное управление как дневным, так и ночным мочеиспусканием с формированием навыков самообслуживания

Становление и регуляция мочеиспускания связаны с возрастом

Критерии «зрелости» позыва на мочеиспускание:

- соответствие функционального объема мочевого пузыря возрасту ребенка;
- адекватное диурезу и объему каждой микции число мочеиспусканий в сутки;
- полное удержание мочи днем и ночью;
- умение задерживать на время и прерывать при необходимости акт мочеиспускания;
- умение опорожнять мочевой пузырь без предшествующего позыва на мочеиспускание и при малом объеме мочи за счет волевого управления сфинктерным механизмом.



Критерии «зрелости» как в дневное, так и ночное время достигаются к 3-4 годам.

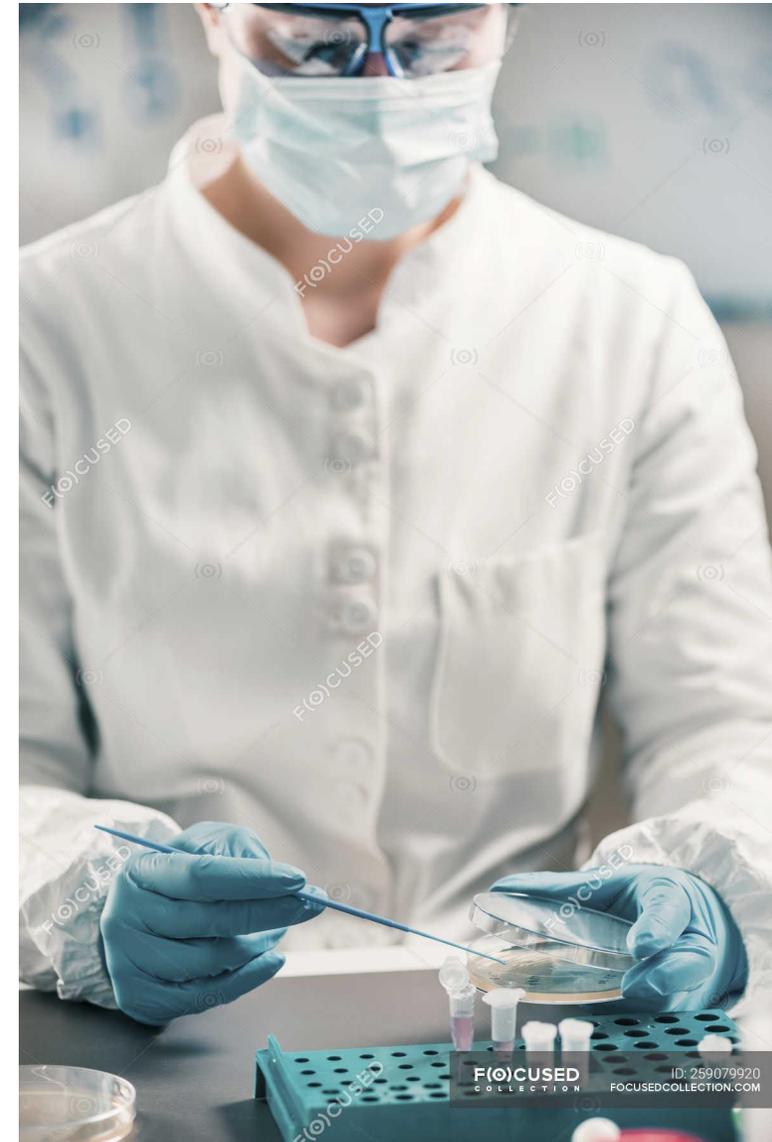
Причины замедленного созревания и(или) нарушения механизмов мочевыделения

- последствия родовой травмы с сохраняющимися минимальными дисфункциями головного мозга;
- гипоксия плода;
- состояния, связанные с развитием гипоксии в постнатальном периоде (частые ОРВИ, пневмонии, синуситы, нарушения носового дыхания);
- врожденные дисплазии соединительной ткани;
- поражения позвоночника любого генеза;
- невротические расстройства;
- нейрогенные дисфункции.



Лабораторная диагностика

- ✓ Общий анализ мочи. Качественное выявление мочевого синдрома
- ✓ Суточная моча на белок. Количественная оценка степени протеинурии
- ✓ Суточная моча на соли. Количественная оценка степени салурии
- ✓ Посев мочи. Количественная оценка степени бактериурии. Идентификация возбудителя
- ✓ Биохимическое исследование мочи



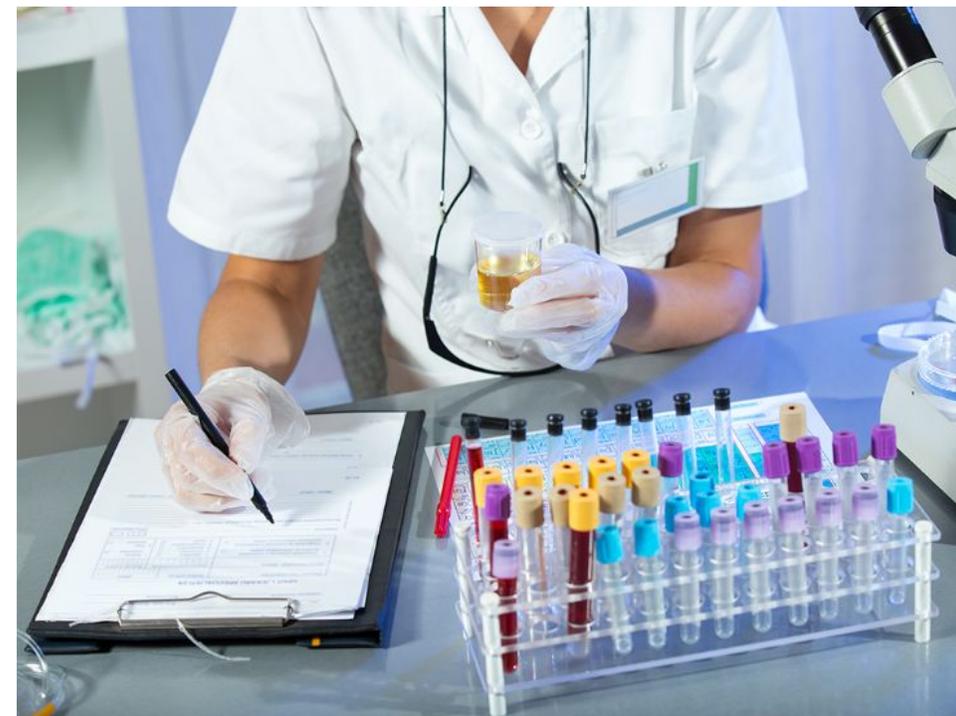
Лабораторная диагностика

- ✓ Проба Нечипоренко. Полуколичественная оценка потери форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов) с мочой в единице объема (1 мл)
- ✓ Проба Аддиса — Каковского. Количественная оценка потери форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов), цилиндров с мочой за единицу времени (24 часа)
- ✓ Проба Амбурже. Количественная оценка потери форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов), цилиндров с мочой за единицу времени (1 мин.)



Функциональная диагностика

- ✓ Проба МакКлюра — Олдрича. Выявление повышенной гидрофильности тканей
- ✓ Определение суточного ритма спонтанных мочеиспусканий. Выявление нарушений частоты и ритма мочеиспусканий, общая оценка диуреза
- ✓ Ортостатическая проба. Выявление ортостатической протеинурии
- ✓ Проба Реберга. Оценка фильтрационной и реабсорбционной функции почек
- ✓ Проба Зимницкого. Оценка концентрационной и выделительной функции почек



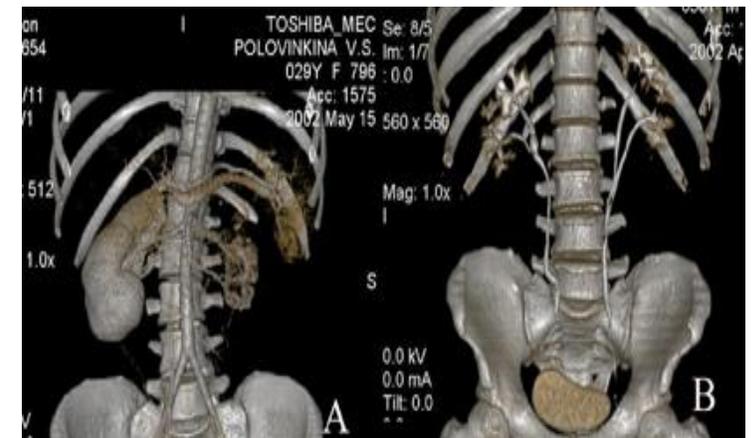
Инструментальные методы исследования

1. УЗИ почек
2. УЗИ мочевого пузыря – после водной нагрузки
3. Рентгенологические методы:
 - обзорная рентгенограмма брюшной полости
 - экскреторная урография – рентгенологический метод, позволяющий оценить антропометрическое и функциональное состояние почек и мочевых путей, а также уродинамику
 - микционная цистоуретрография
 - ретроградная пиелография
 - пресакральный пневморетроперитонеум
4. Ангиография почек
5. Цистометрия и цистоскопия
6. Биопсия (морфобиопсия) почек.

Радионуклидные методы исследования – наиболее физиологичные в изучении деятельности мочевыделительной системы

1. Радионуклидная ренография
2. Сканирование почек
3. Динамическая нефросцинтиграфия
4. Статическая нефросцинтиграфия
5. Нефросканирование

Генетические методы исследования МВС



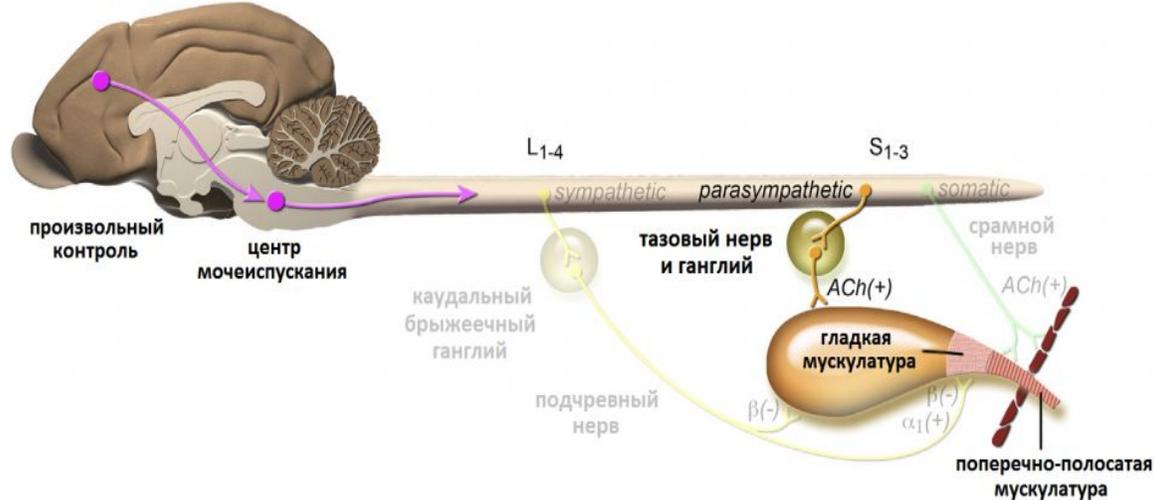
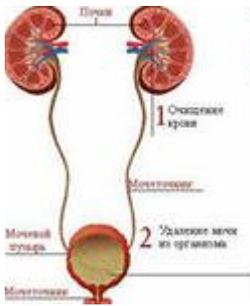
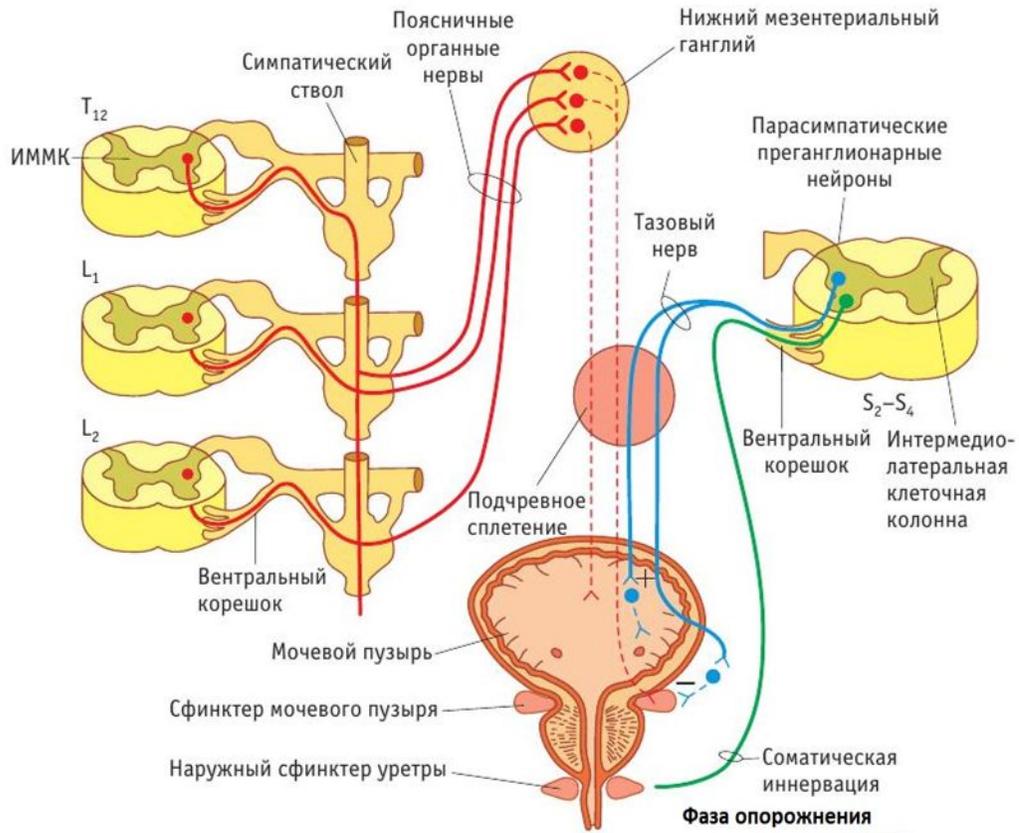
***Благодарю
за внимание!***



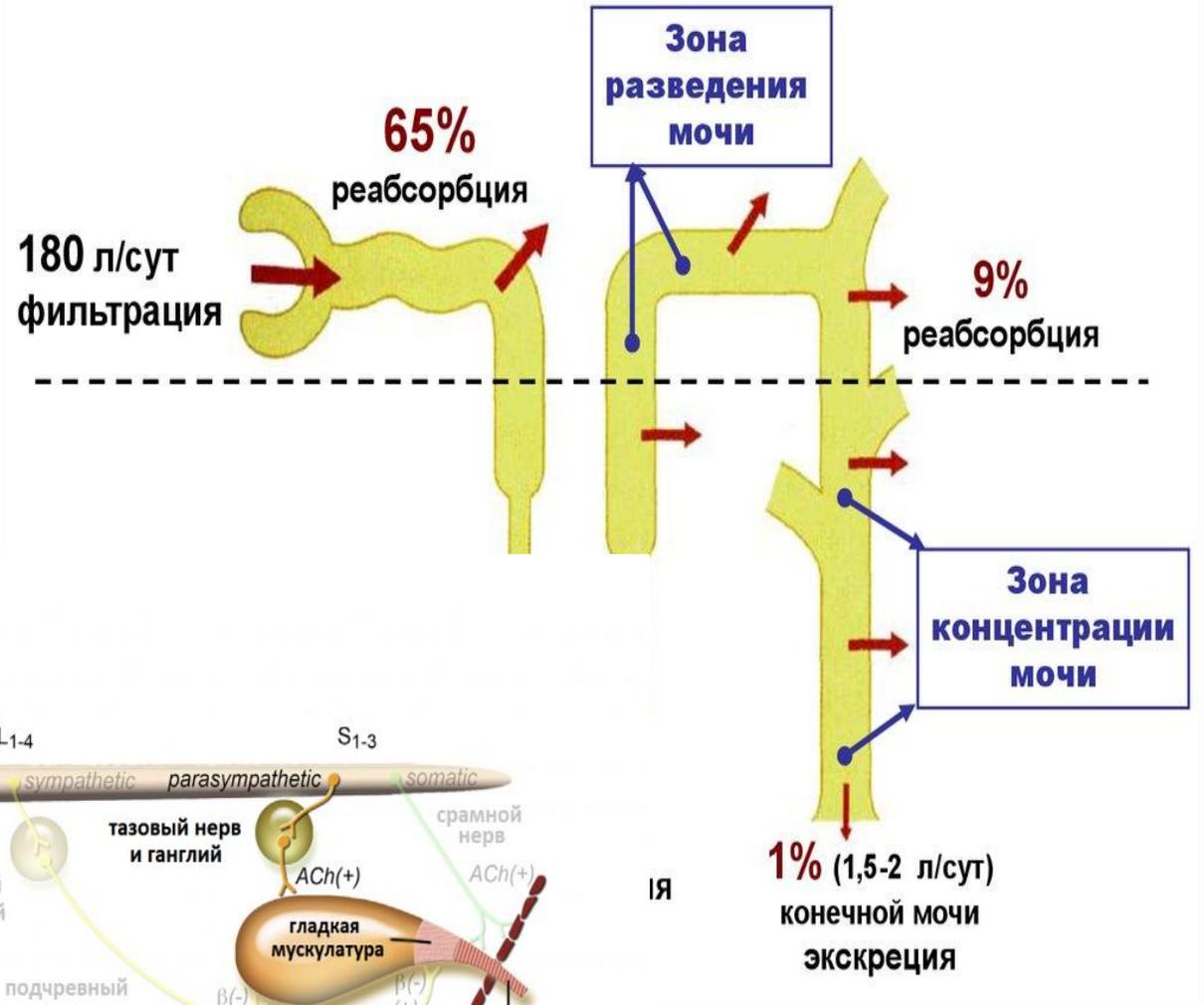
Функция почек – формирование мочи

Моча образуется в результате активной функции нефрона:

1. *Ультрафилтрация* плазмы в капиллярах клубочков
2. В канальцах происходят обратное всасывание (*реабсорбция*) воды, глюкозы, синтез и *секреция* необходимых для организма соединений.
 - *Через фильтрующую мембрану клубочков из плазмы крови проходят низкомолекулярные водорастворимые соединения. Почечный фильтр не пропускает клеточные элементы и белки*
 - Регуляция мочеобразования происходит с участием гормонов гипофиза (АДГ), надпочечников (альдостерон) и нервной систем.
 - Выведение воды регулируется антидиуретическим гормоном.
 - Альдостерон — повышает обратное всасывание натрия и выведение калия.



ФИЛЬТРАЦИЯ И РЕАБСОРБЦИЯ



Нервная регуляция акта мочеиспускания

