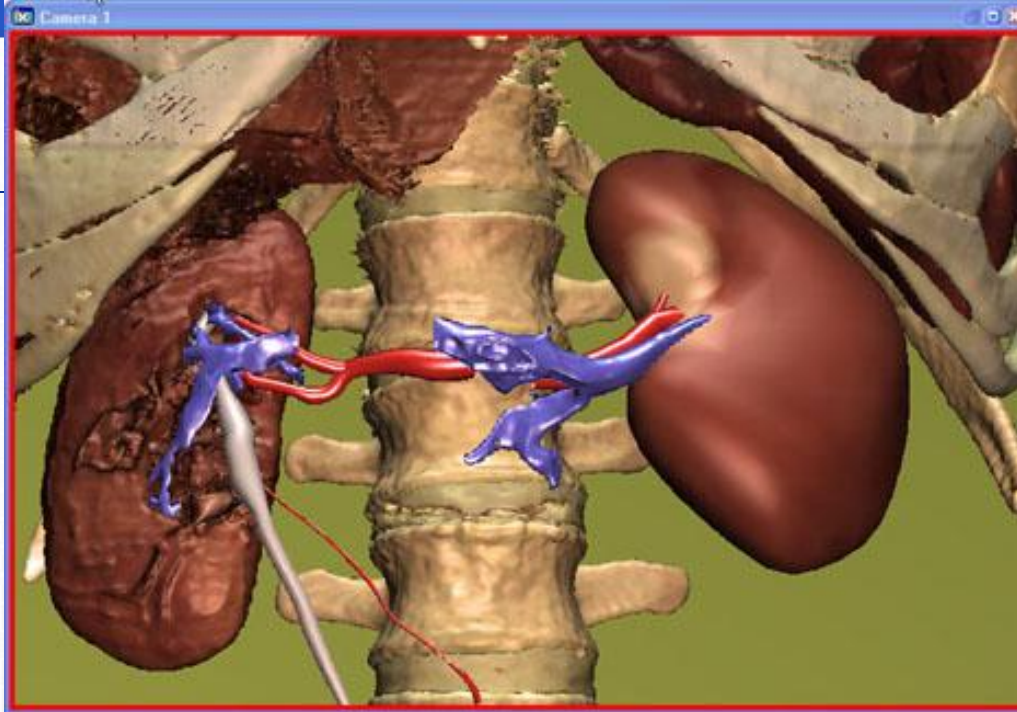


Мочевыделительная система



План

- 1 ФУНКЦИИ ПОЧЕК
- 2 ПРОЦЕСС ЭКСКРЕЦИИ
- 3 РАЗВИТИЕ ПОЧКИ
- 4 АНОМАЛИИ РАЗВИТИЯ



Все организмы осуществляют постоянный обмен веществ с окружающей средой, заключающийся в поглощении жидких и твердых материалов (питание), газообмене (дыхание), транспорт соединений (циркуляция), их химическом преобразовании (промежуточный метаболизм) и выделении из организма (экскреции). Конечные продукты обмена веществ удаляются специальными экскреторными (выделительными системами). В первую очередь системы регулируют химический состав жидкостей тела. К ним относятся почки, желудочно - кишечный тракт, легкие, кожа и слизистые оболочки, слюнные железы.

ФУНКЦИИ ПОЧЕК

защитная - экскреция из внутренней среды организма чужеродных и вредных веществ

гомеостатическая – поддержание внутреннего постоянства среды

гемопоеза - миоидные эндокриноциты вырабатывают почечный эритропоэтический фактор, который стимулирует эритропоез

метаболическая - регуляция водно - солевого обмена

экскреторная - образование и выделение мочи, является основной функцией почек и отводит им ведущую роль в выделительной системе организма

многообразны , при этом основная часть из них связана с процессами выделения, другая же часть может быть названа не выделительными функциями почек.



- ◆ У высших позвоночных и человека, в частности мочевыделительная система выглядит весьма единообразно и просто: имеется пара компактных почек, вдающихся сверху в брюшную полость, пара мочеточников, несущих от них мочу, и мочевого пузыря. Но за этим стоит весьма сложная система мочевого выделения состоящая из приблизительно 2 - 3 млн. нефронов.

Кровоснабжение почек

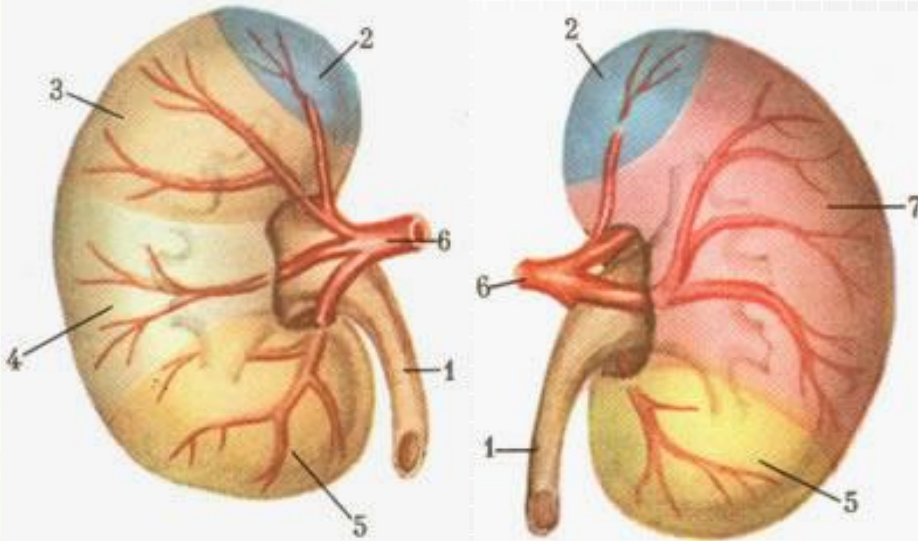
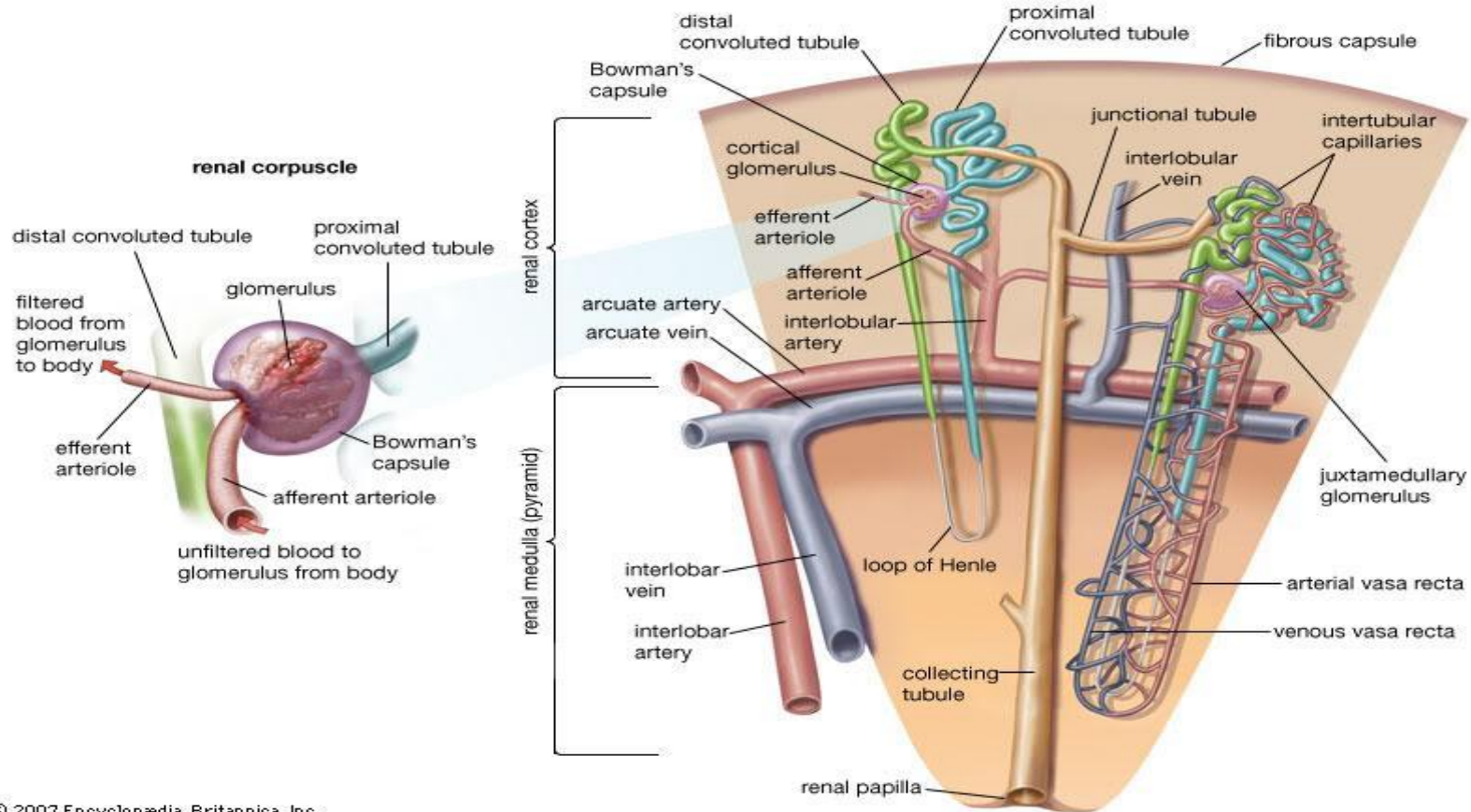


Схема сегментарного распределения артерий в почке (по В. Куприянову).

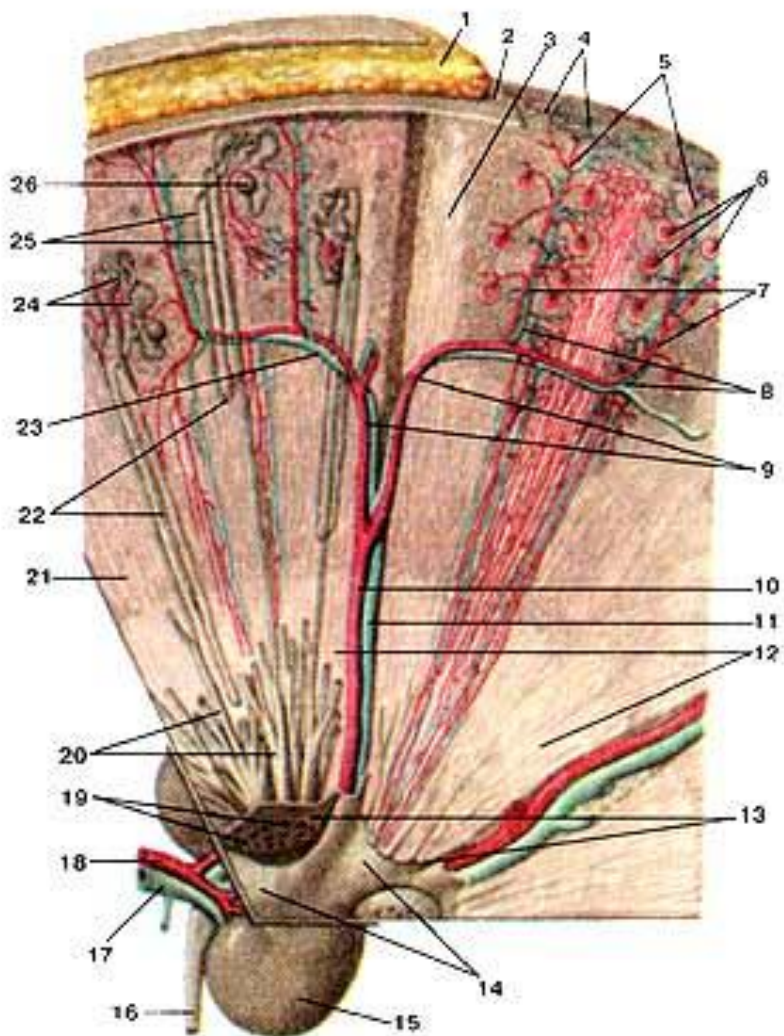
1 — мочеточник; 2 — верхушечный сегмент; 3 — верхний передний сегмент; 4 — средний передний сегмент; 5 — нижний сегмент; 6 — а. renalis; 7 — задний сегмент.

функцию почек невозможно рассматривать без знания особенностей ее кровоснабжения. **Почечная артерия** - сосуд крупного калибра; через неё в течение суток и через почки человека проходит около 1500 – 1800 л крови. Вступив в ворота почки, артерия делится на **переднюю и заднюю ветви**, которые проходят в почечной пазухе впереди и сзади почечной лоханки и делятся на **сегментарные** (передняя делится на **верхний, верхний передний, нижний передний, нижний, задняя** - **кровооснабжает только один задний сегмент**) **артерии**. Сегментарные артерии почки, в свою очередь, разветвляются на **междольевые** артерии, которые проходят в почечных столбах между соседними почечными пирамидами.

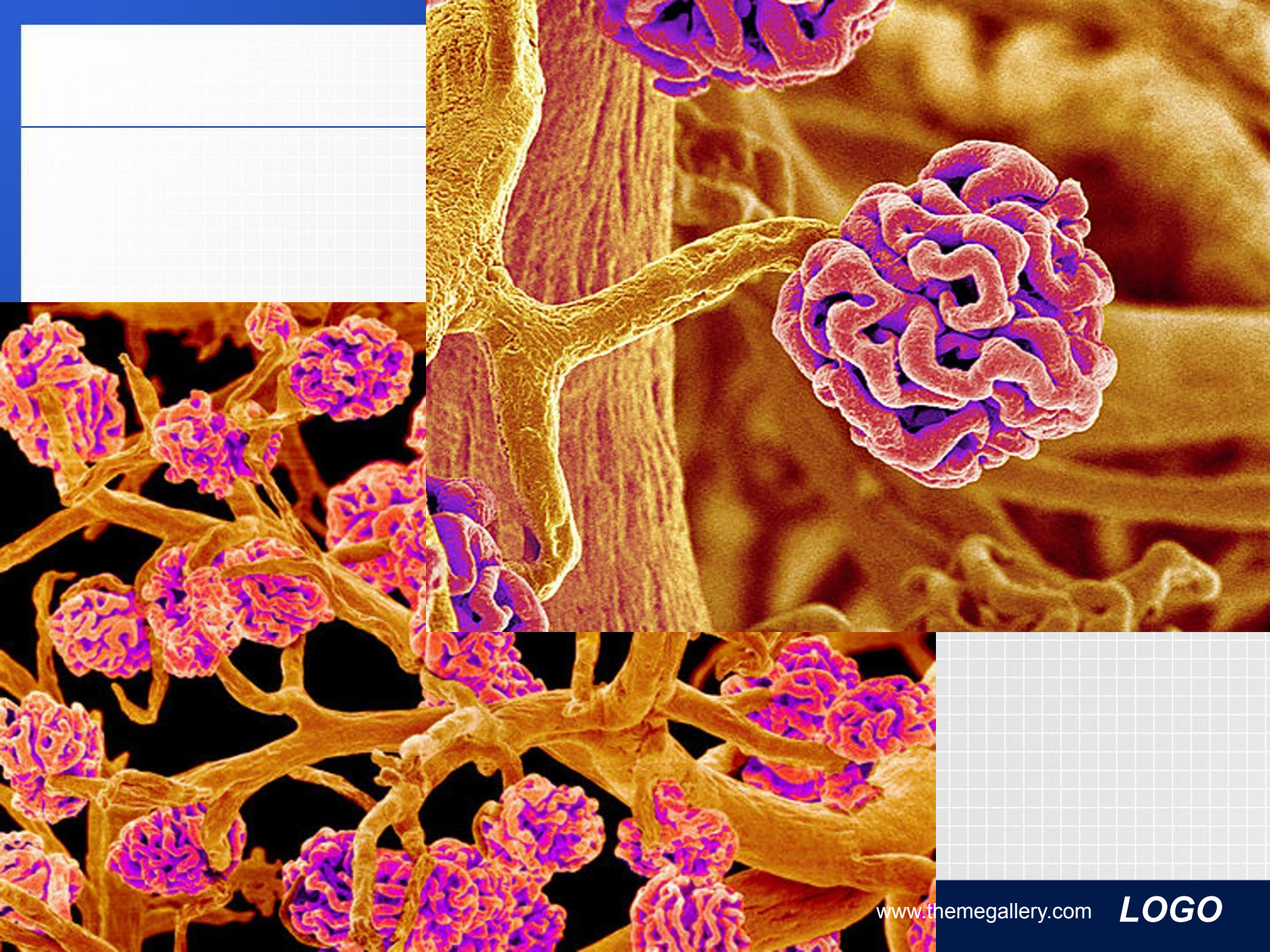


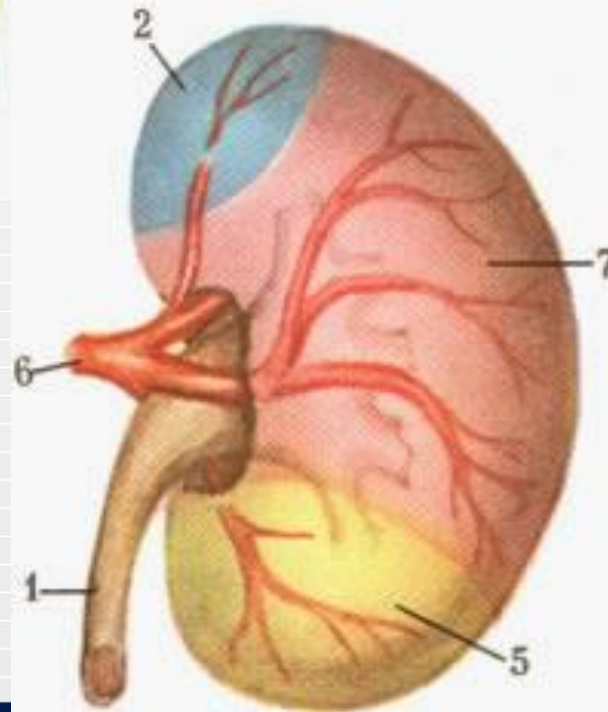
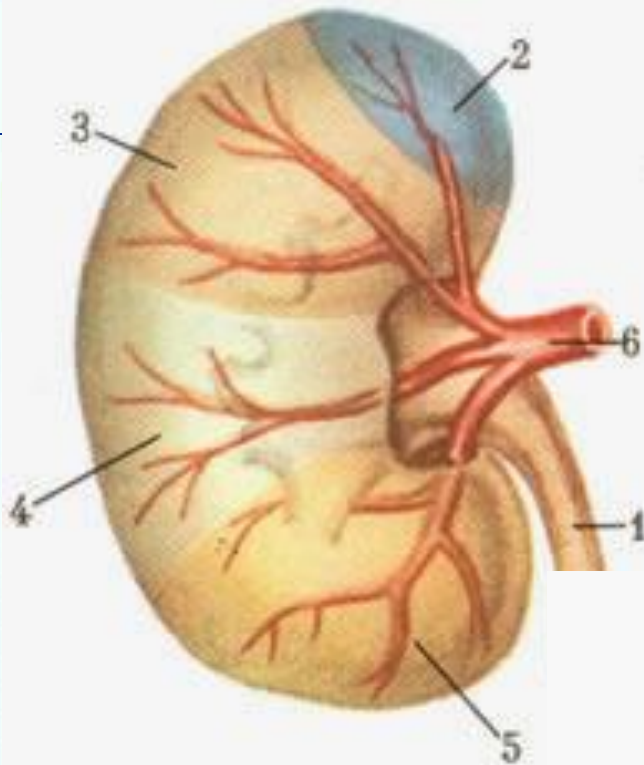
© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

На границе между мозговым и корковым веществом они ветвятся, образуя над пирамидами **дуговые артерии**, от каждой из которых отходят многочисленные **междольковые артерии**. От междольковой артерии отходит большое количество **приносящих артериол клубочков**. Последние распадаются на клубочковые кровеносные капилляры, образуя **сосудистый клубочек почечного тельца (мальпигиев клубочек)**. Из клубочка выходит **артериальный сосуд (выносящая артериола)**, вновь распадающийся на капилляры, которые оплетая почечные канальцы, образуют **капиллярную сеть коркового и мозгового вещества почки**.



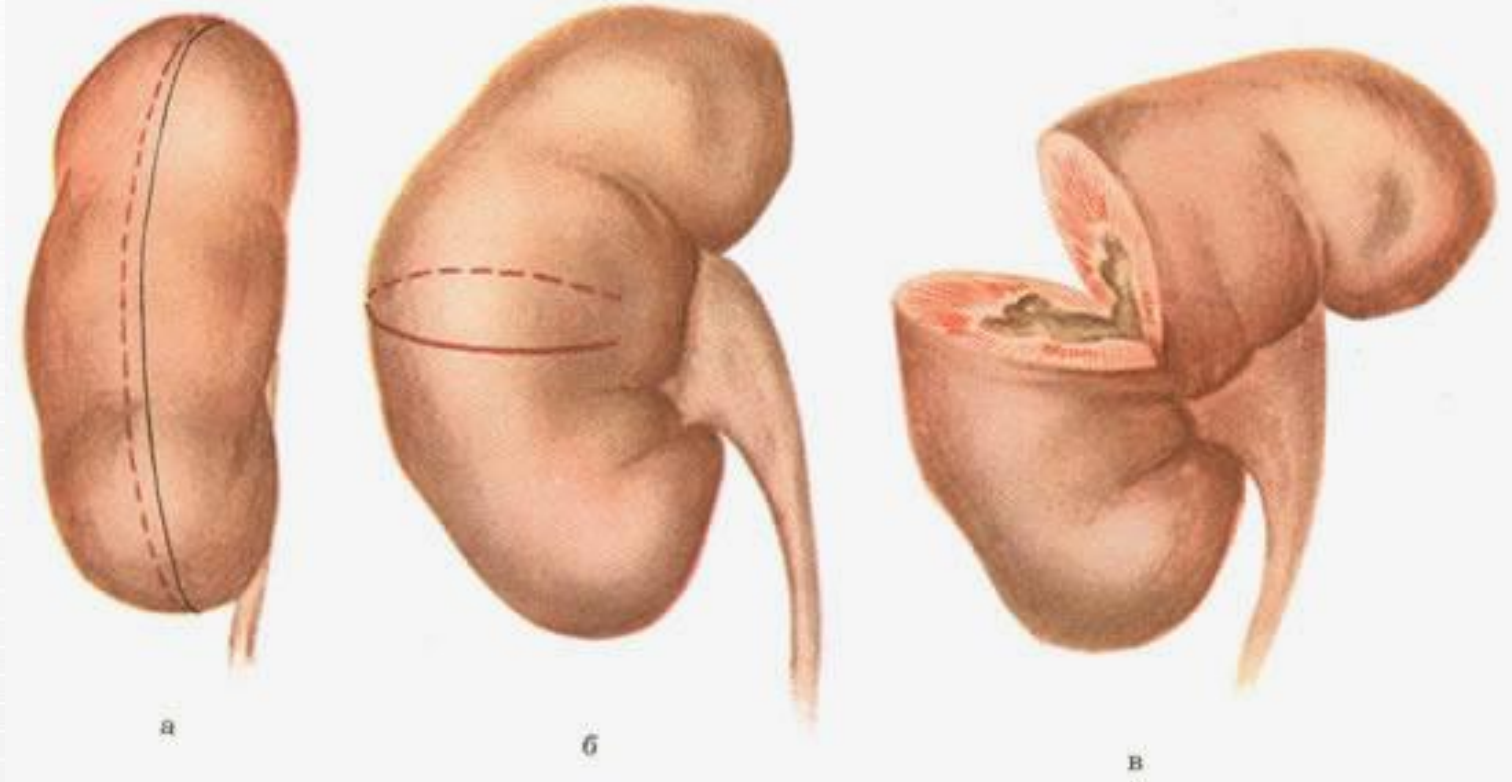
- ◆ Из вторичной капиллярной сети кровь оттекает в **венулы**, продолжающиеся в **междольковые вены**, впадающие затем в **дуговые**. В поверхностных слоях коркового вещества почки и в её фиброзной капсуле формируются **звездчатые вены**, которые так же впадают в **дуговые вены**. Последние собираются в **междольковые**, которые вступают в почечную пазуху и сливаются в более крупные вены, формирующие **почечную вену**, выходящую из ворот почки и впадающую в нижнюю полую вену



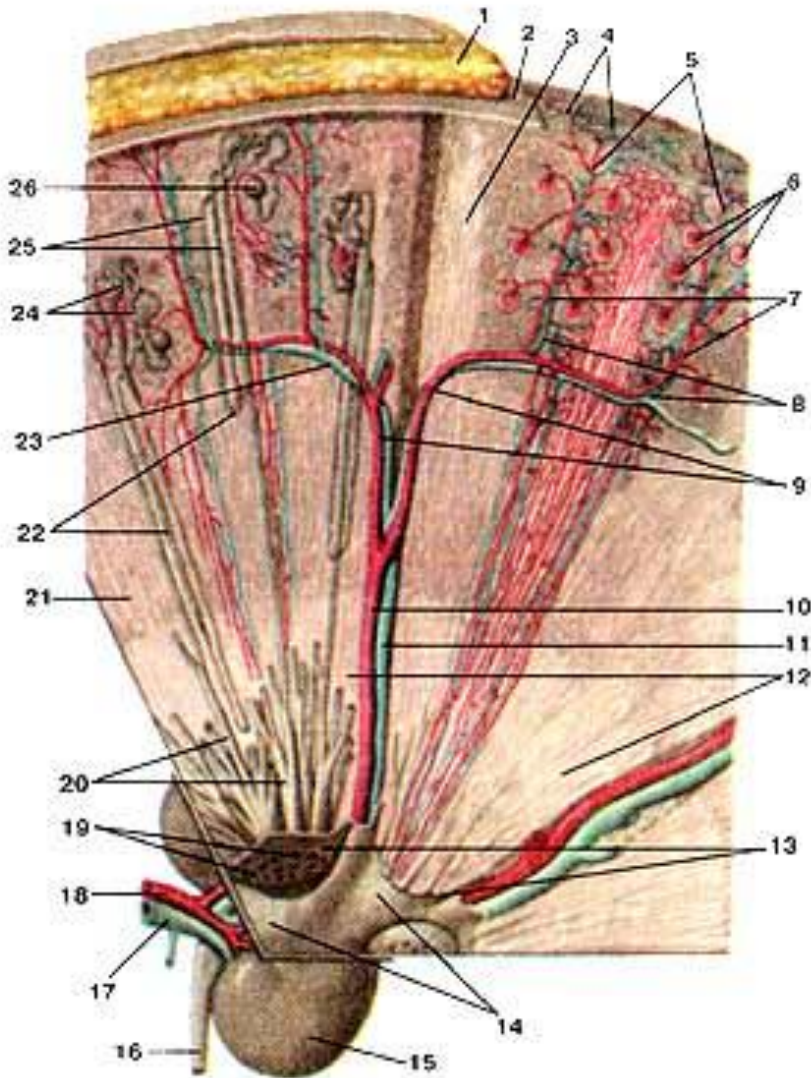


❖ **Проецирование сегментов на поверхность почки чрезвычайно затруднено. Это обстоятельство имеет немаловажное значение при выполнении сегментарной резекции почки.**

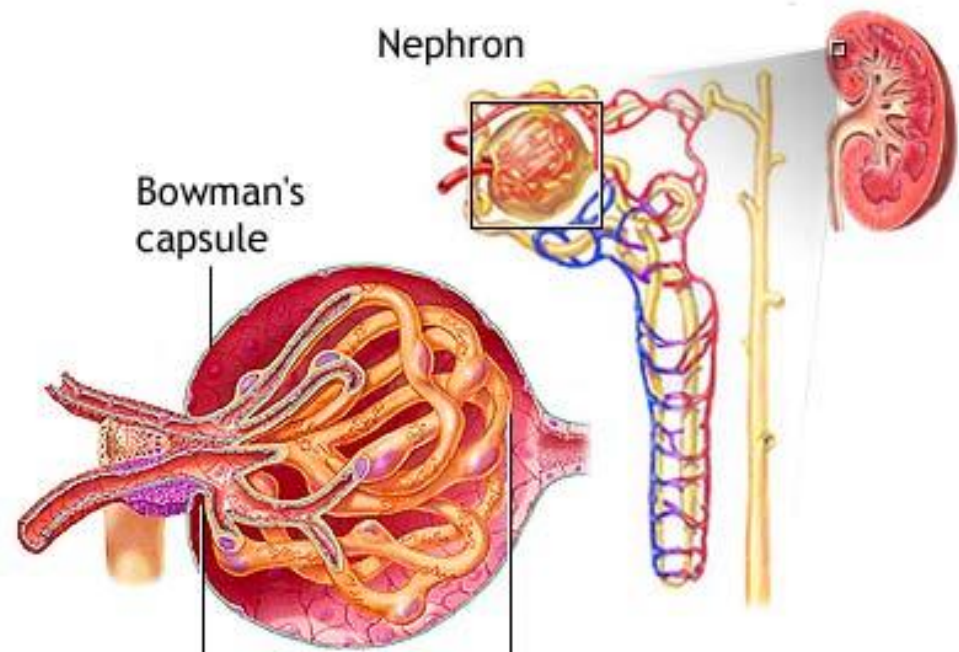
Нефротомические разрезы паренхимы почки.



- ◆ а — по линии Цондека; б, в — по Гассельбахеру.

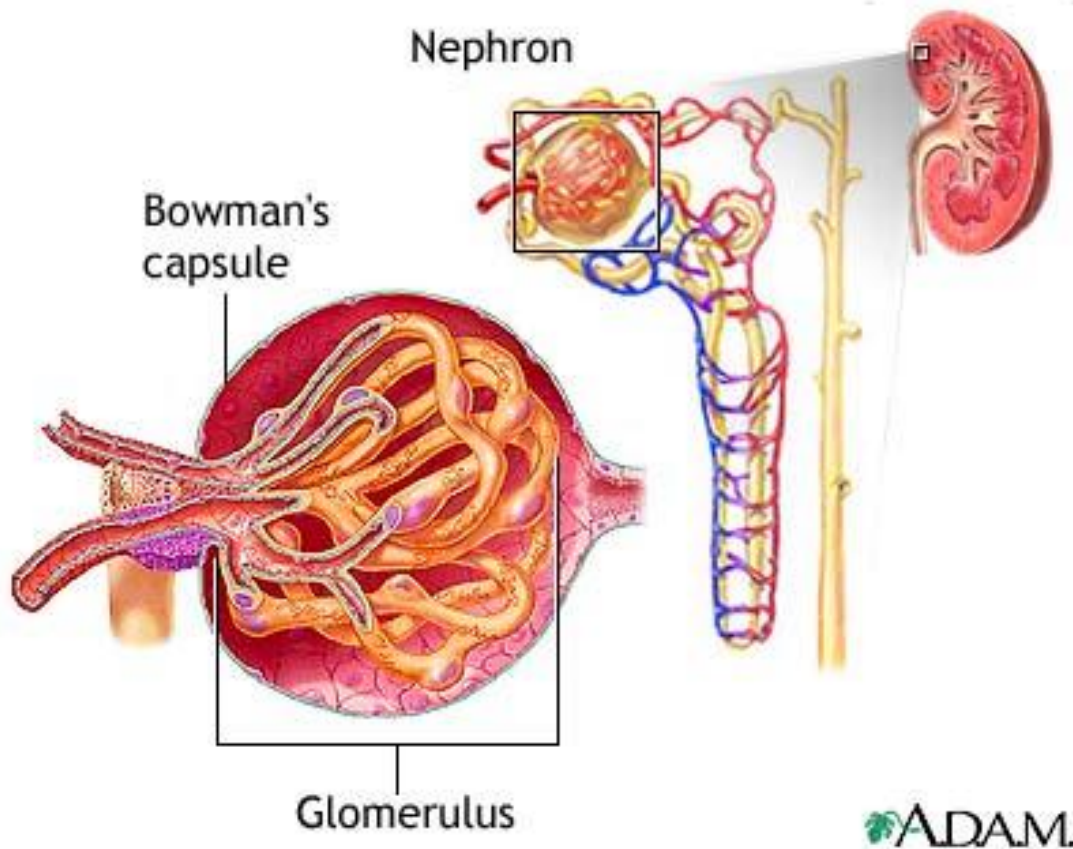


От **выносящих** **сосудов юкстамедуллярных нефронов** (составляют **20%** общего числа нефронов и расположены на границе между корковым и мозговым веществом), а также от начальных **отделов междольковых и дуговых артериол** отходят **прямые артериолы** мозгового вещества, которые обеспечивают его кровоснабжение. Таким образом, мозговое вещество питается кровью не прошедшей через клубочки и не очистившейся от шлаков. **Большая часть крови из выносящих артериол юкстамедуллярных нефронов также поступает в прямые артериолы и далее, минуя вторичную сеть капилляров, через артериоло - венолярные анастомозы - в прямые вены.** Капилляры мозгового вещества собираются в **прямые вены** которые впадают в **дуговые вены почки.**

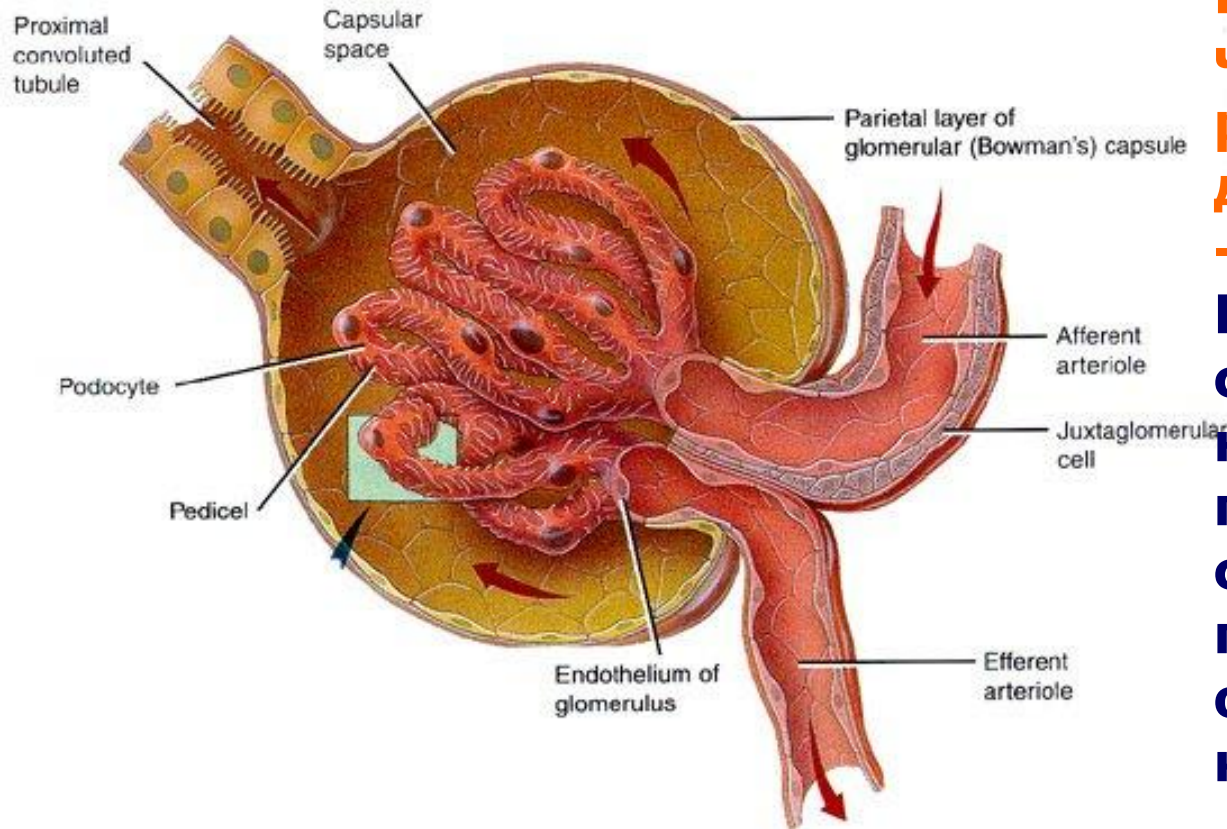


Итак, в почках имеются **две системы капилляров**: одна из них (типичная) лежит на пути между артериями и венами, другая - **сосудистый клубочек** - соединяет **два артериальных сосуда**, в связи с чем она получила название «**чудесной сети**». Одной из важных особенностей кровоснабжения почек является наличие **артериоло-венулярных анастомозов**. Несмотря на колебания артериального давления в почечной артерии, давление в капиллярах клубочков стабильно благодаря регуляции просвета приносящих артериол.

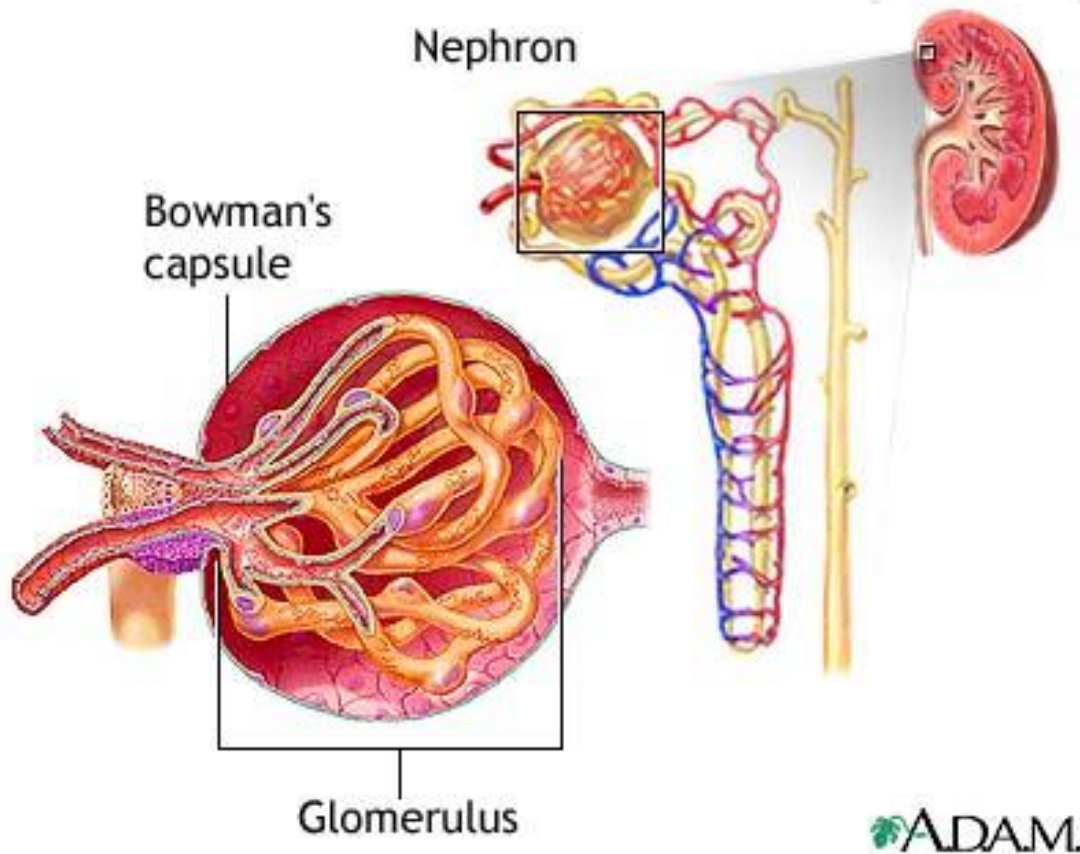




- ◆ **Нефрон** - структурно-функциональная единица паренхимы почек. Количество нефронов в почках исчисляется в пределах 1-2 млн. По своей длине нефроны представлены различными сегментами, отличающимися друг от друга по строению, по положению в органе и участию в формировании мочи. **Длина нефрона от 18-20 до 50 мм.** (Например, общая длина всех нефронов почки человека составляет **около 100 км.**)

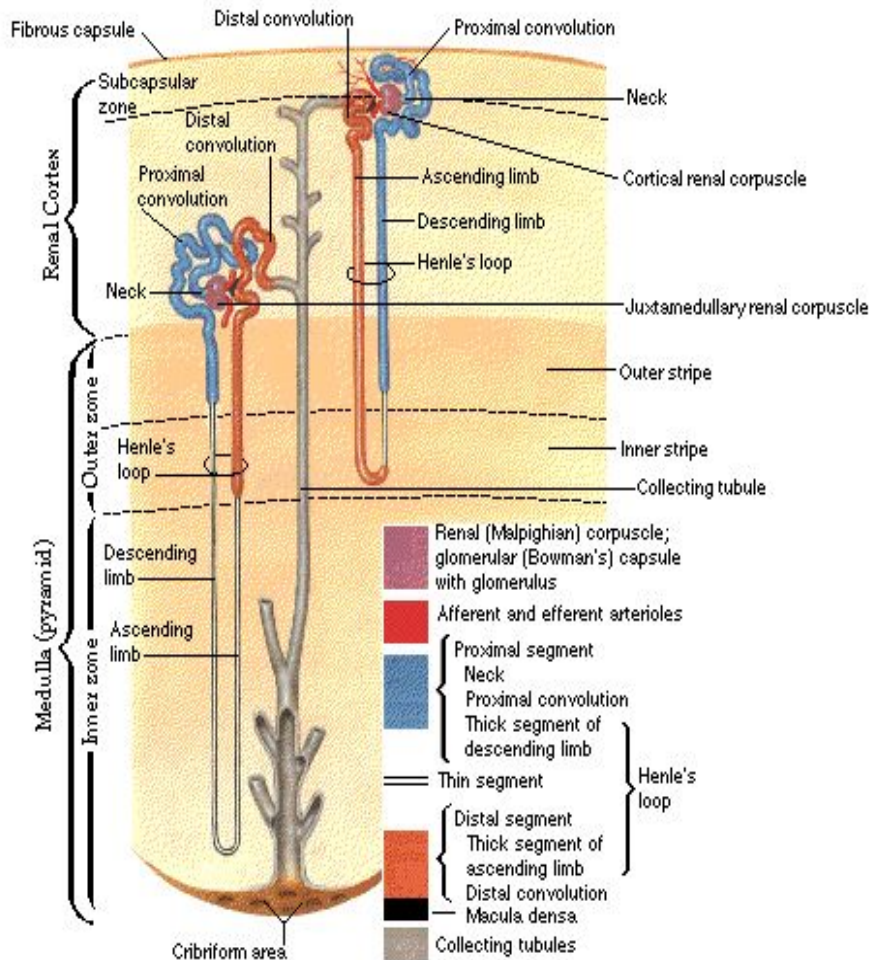


Нефрон начинается чашеобразным расширением с двуслойной стенкой - капсулой нефрона. Между обоими слоями капсулы находится пространство, сообщающееся с просветом отходящего от капсулы канальца.



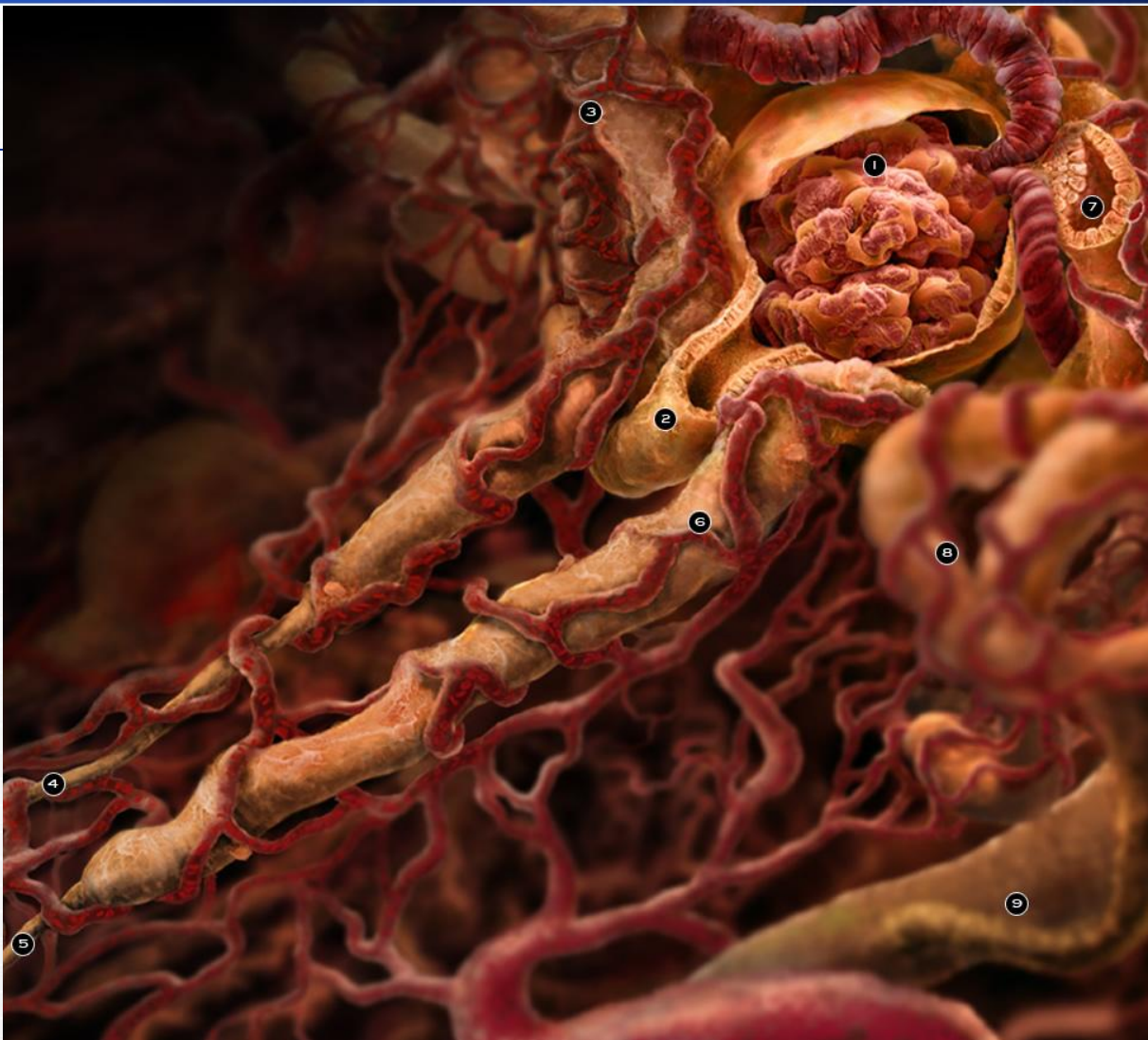
- ❖ В капсуле расположен клубочек кровеносных капилляров, который вместе с капсулой образует почечное тельце. От капсулы нефрона начинаются извитые канальцы 1-го порядка (проксимальные), переходящие в нисходящую часть петли Генле.

Nephron and Collecting Tubule Schema



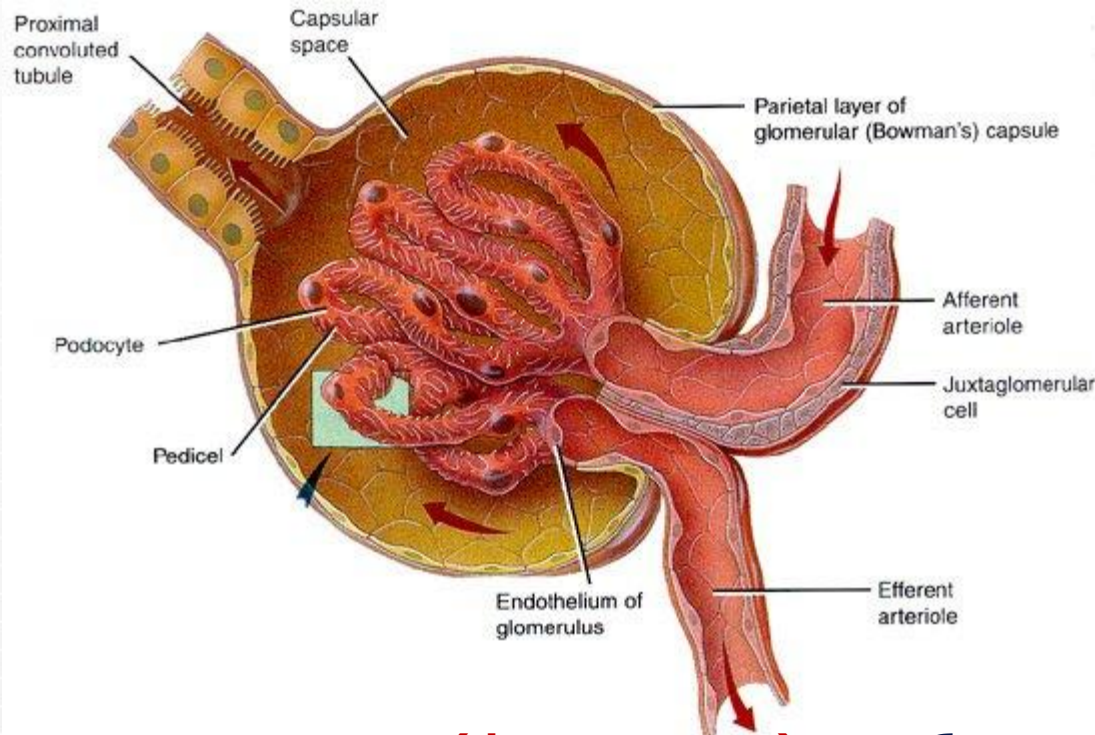
❖ Восходящая часть петли переходит в извитой каналец 2-го порядка (дистальный). Этот каналец вливается в прямые собирательные трубки, по которым моча поступает в почечную лоханку. В каждую собирательную трубку впадают канальцы многих нефронов. Все вместе они образуют дольку почечной ткани. Окруженная петлями нефронов, собирательная трубка образует в корковом веществе над пирамидами мозговые лучи.

A. Netter
©Novartis

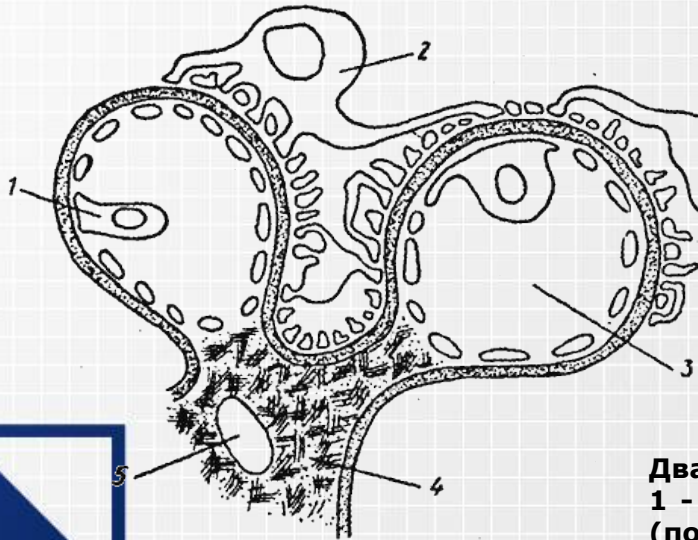
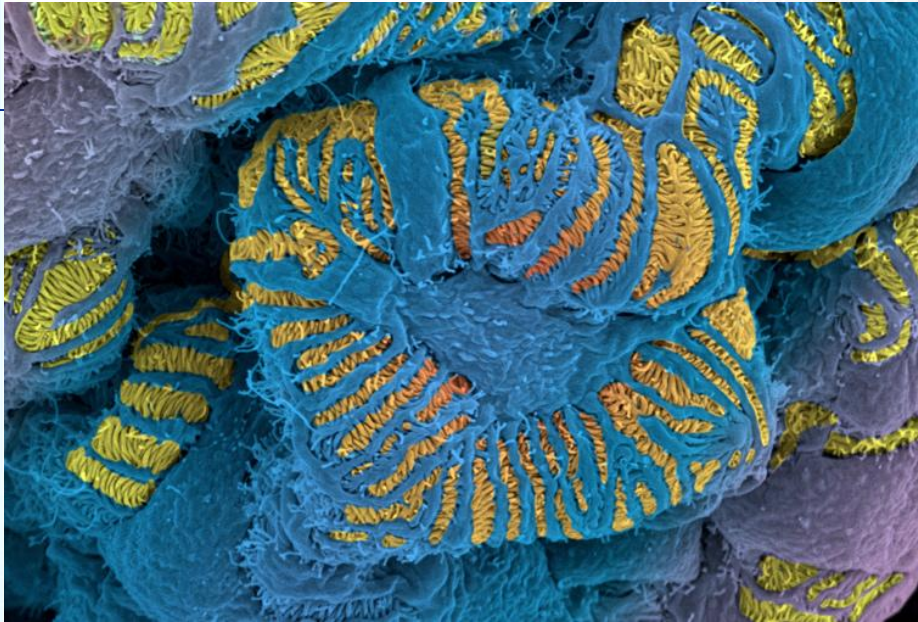


◆ 1.почечный клубочек; 2. шейка; 3. проксимальный извитой каналец; 4. нисходящая часть петли Генле; 5. восходящая часть петли Генле (тонкая часть); 7. плотное пятно; 8. дистальный извитой каналец; 9.собирающая трубочка.

ПРОЦЕСС ЭКСКРЕЦИИ



- ❖ Сам процесс **экскреции (фильтрации)** в большинстве случаев начинается с проникновения растворенных продуктов выделения через клеточные мембраны. **В капсуле Шумлянско - Боумена (боуменовой капсуле)** моча выделяется из почечного клубочка за счет фильтрации под давлением, поскольку в этой капиллярной сети прежде всего за счет неравных диаметров приносящих и выносящих сосудов возникает более высокое кровяное давление, чем в любой другой капиллярной области.



При этом кровь текущая в капиллярах клубочков, отделена от полости капсулы лишь двумя слоями клеток, лежащей на трехслойной базальной мембране. Путь, который проходит фильтрующиеся вещества представляется следующим образом:

кровь → **фенестрированный эндотелий капилляров** → **трехслойная мембрана, лежащая между эндотелиальными клетками и подоцитами** → **фильтрационные щели между цитоподиями** → **полость капсулы.**

Два просвета клубочковых капилляров:
1 - эндотелиальная клетка; 2 - эпителиальная клетка (подоцит); 3 - просвет капилляра; 4 - мезангиальный матрикс; 5 - ядро мезангиальной клетки

Образуется ультрафильтрат крови (первичная моча) с таким же как и у плазмы ионным составом, но отличающийся отсутствием белков.

Так фильтруемость воды, мочевины, глюкозы, сахарозы составляет 100%, инсулина - 98%, миоглобина - 75%,

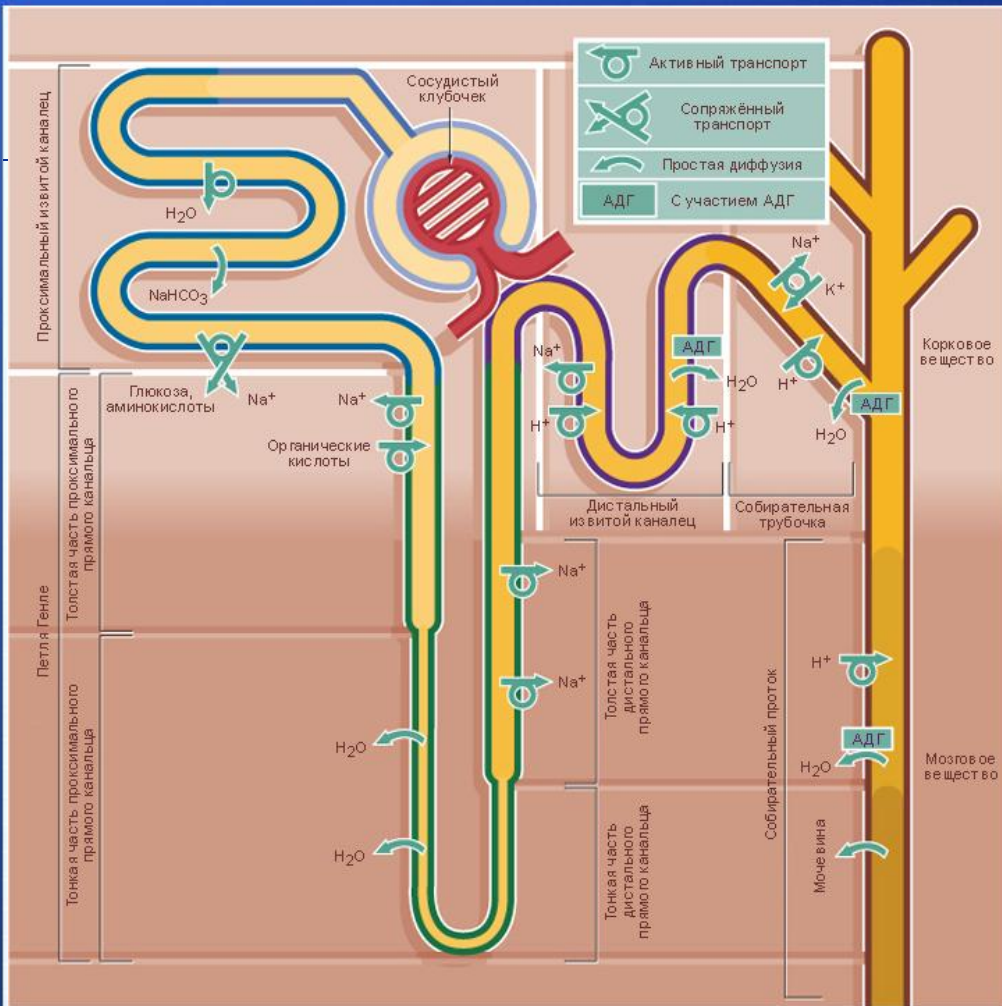
У человека количество первичной мочи составляет 170 л в день.

альбумина плазмы крови - менее 1%

яичного альбумина - 22%,

гемоглобина - 3%,





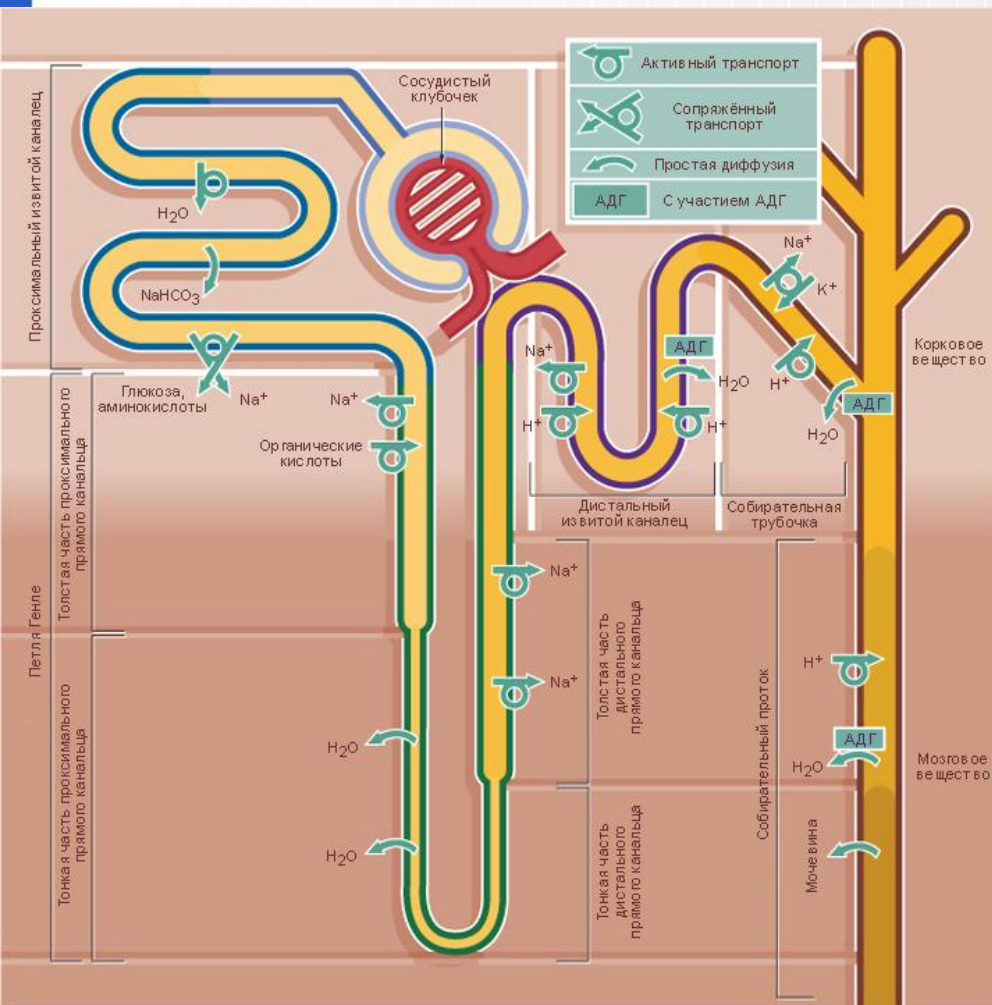
В конечном отделе проксимального извитого канальца образуется жидкость, изотоничная плазме крови окружающих капилляров.

Проксимальный извитой каналец переходит в петлю нефрона (петлю Генле), которая состоит из проксимального прямого канальца, тонкого канальца и дистального прямого канальца. Клетки проксимального прямого канальца экскретируют в мочу креатин и H^+ . Стенка проксимального прямого канальца непроницаема для воды, мочевины и солей.

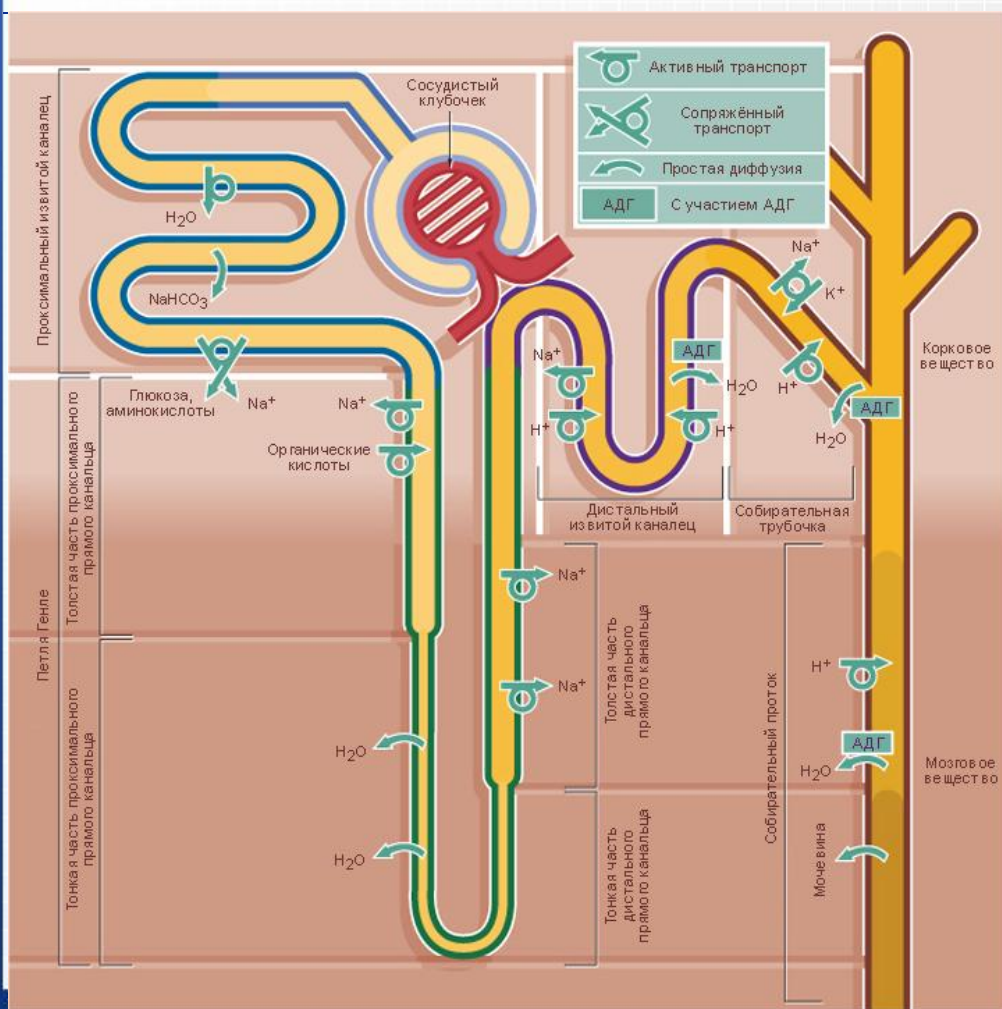
Функции канальцев, собирательных трубочек и собирательных протоков. Транспорт веществ в различных частях канальцев нефрона и собирательных протоков.

Модификация: Young B., Lowe J.S., Stevens A., Heath J.W., Eds. **Wheater's Functional Histology: A Text and Colour Atlas = Функциональная гистология: текст и цветной атлас, 5th ed.,**

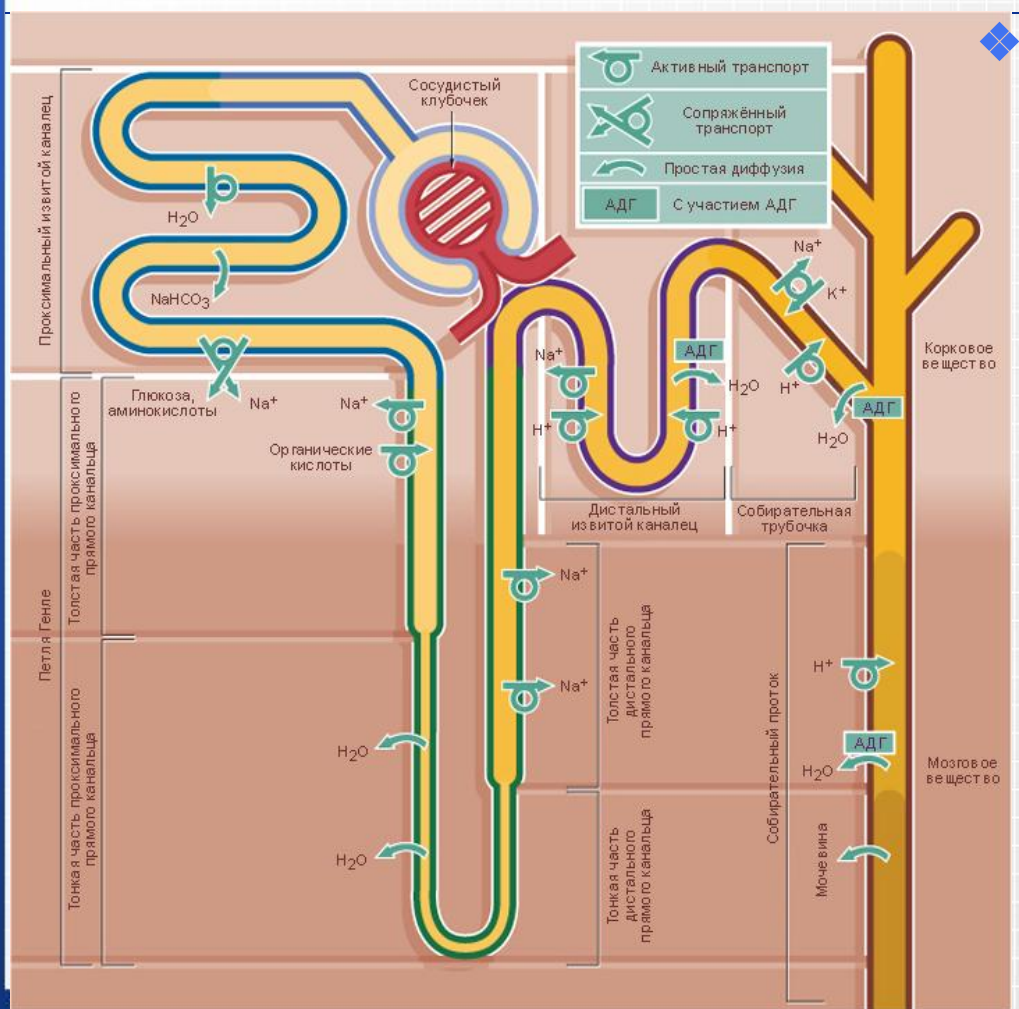
2006.



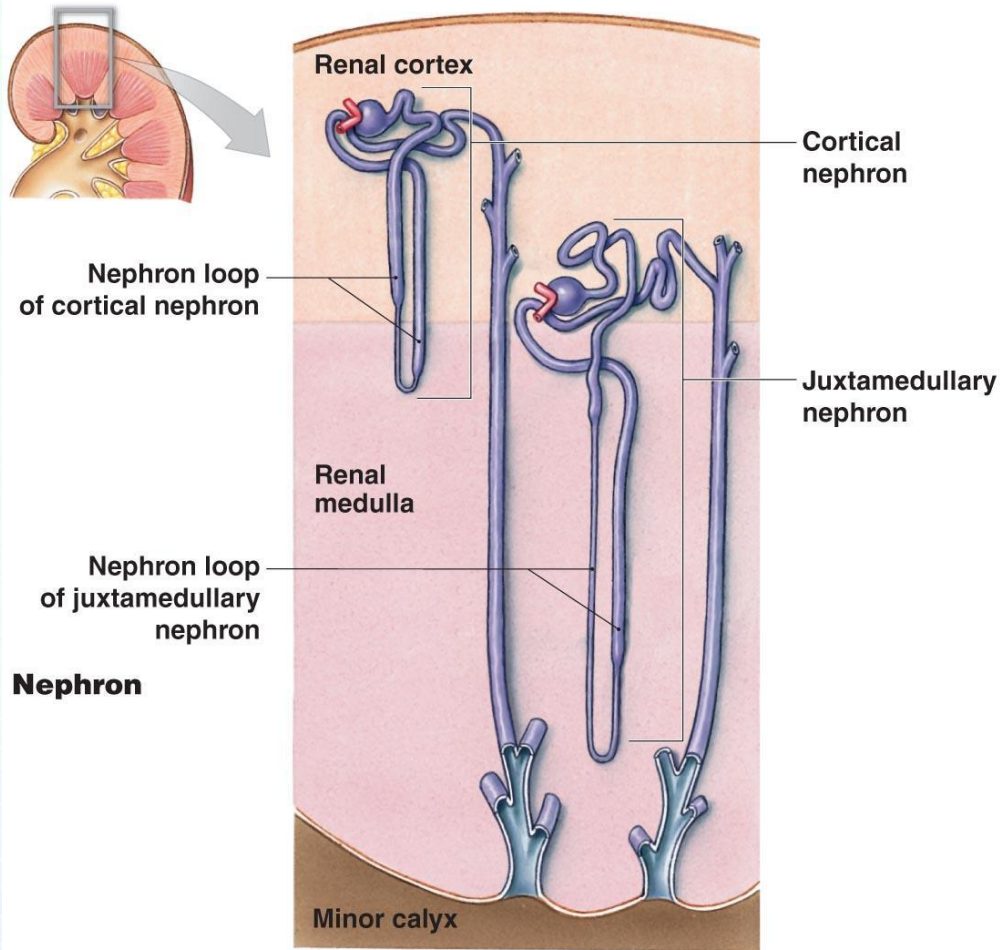
Проксимальный каналец резко переходит в тонкий каналец петли нефрона, состоящей из нисходящей и восходящей частей, коротким закругленным сегментом. После реабсорбции жидкости из проксимального извитого канальца в петлю Генле попадает около 15% первичной мочи, которая изотонична плазме крови. Для тканевой жидкости мозгового вещества почки характерно высокое осмотическое давление, поэтому вода из нисходящей части тонкого канальца всасывается в тканевую жидкость, а из нее в прямые сосуды.



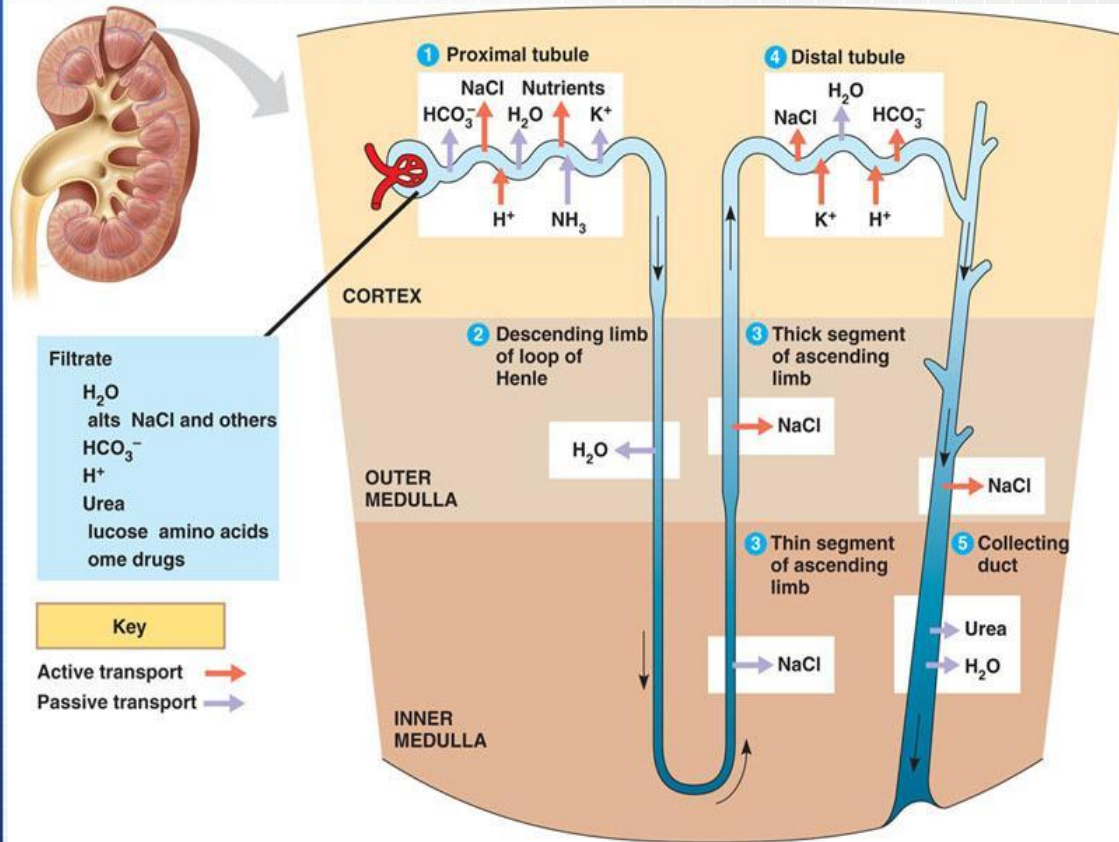
В закругленном сегменте петли Генле, расположенном в сосочке пирамиды, фильтрат становится гипертоническим. Через стенку восходящей части тонкого канальца наружу диффундируют Na^+ и Cl^- , внутрь мочевины. Тонкий каналец резко переходит в **дистальный восходящий прямой каналец, где происходит из него выделяются Na^+ и Cl^- , в результате чего повышается осмотическое давление тканевой жидкости мозгового вещества, поэтому моча, поступающая в **дистальный извитой каналец, становится гипотонической. Таким образом, петля Генле действует как концентрирующая противоточная система.****



В коротком дистальном извитом канальце нефрона происходит дальнейшее выделение в тканевую жидкость Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- и большого количества воды. Всасывание воды зависит от действия антидиуретического гормона, или вазопрессина, вырабатываемого нейросекреторными клетками гипоталамуса. Наряду с реабсорбцией электролитов происходит и пассивная секреция K^+ . Из восходящей части петли Генле поступает гипотоническая моча, которая в дистальном извитом канальце становится изотонической.

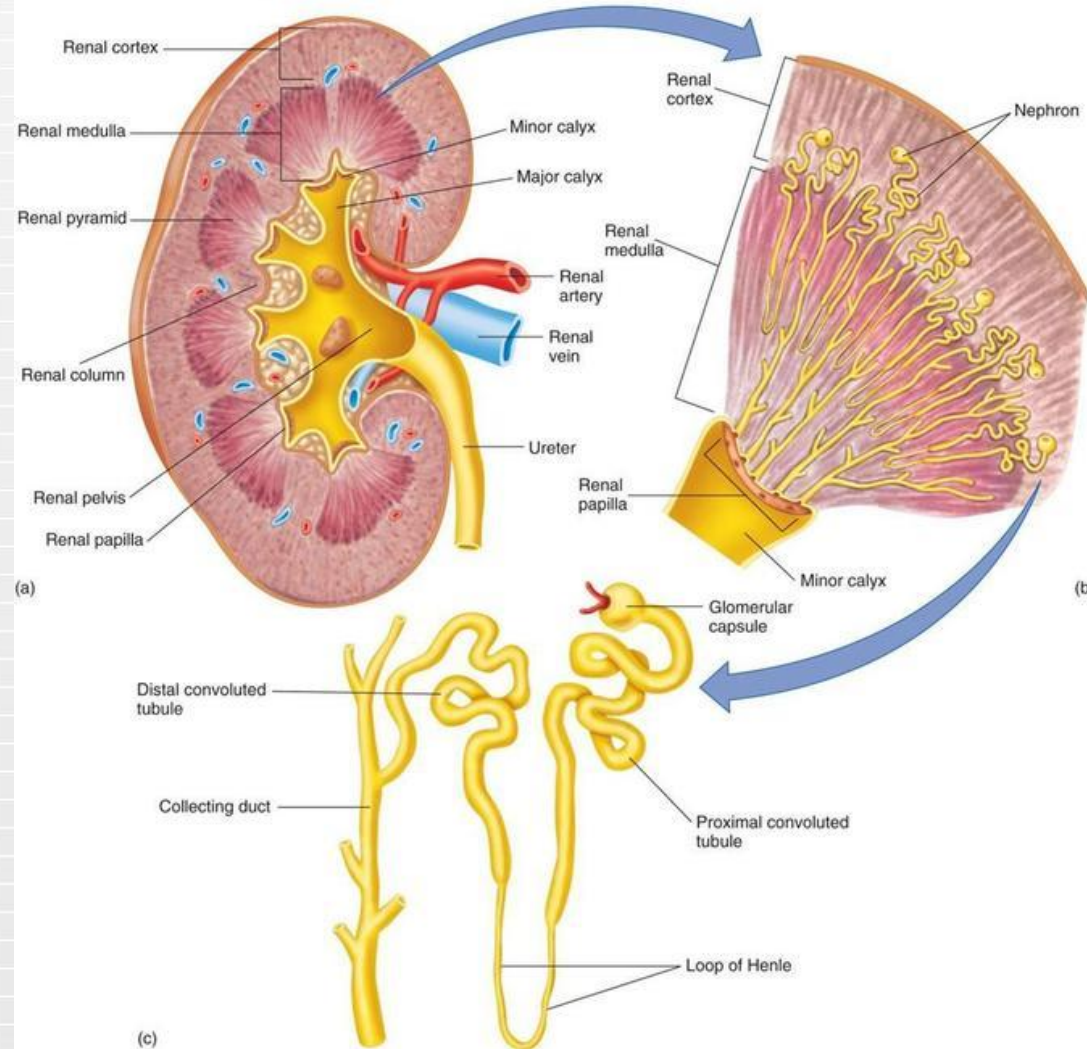


Из дистального извитого канальца моча поступает **в собирательные почечные трубочки**. В каждую **прямую собирательную трубочку** впадает множество коротких **почечных трубочек**, являющиеся как бы вставочными сегментами между **дистальным извитым канальцем** и **прямой трубочкой**. Несколько **прямых трубочек** под острыми углами **впадают в сосочковый проток (проток Беллина)**.

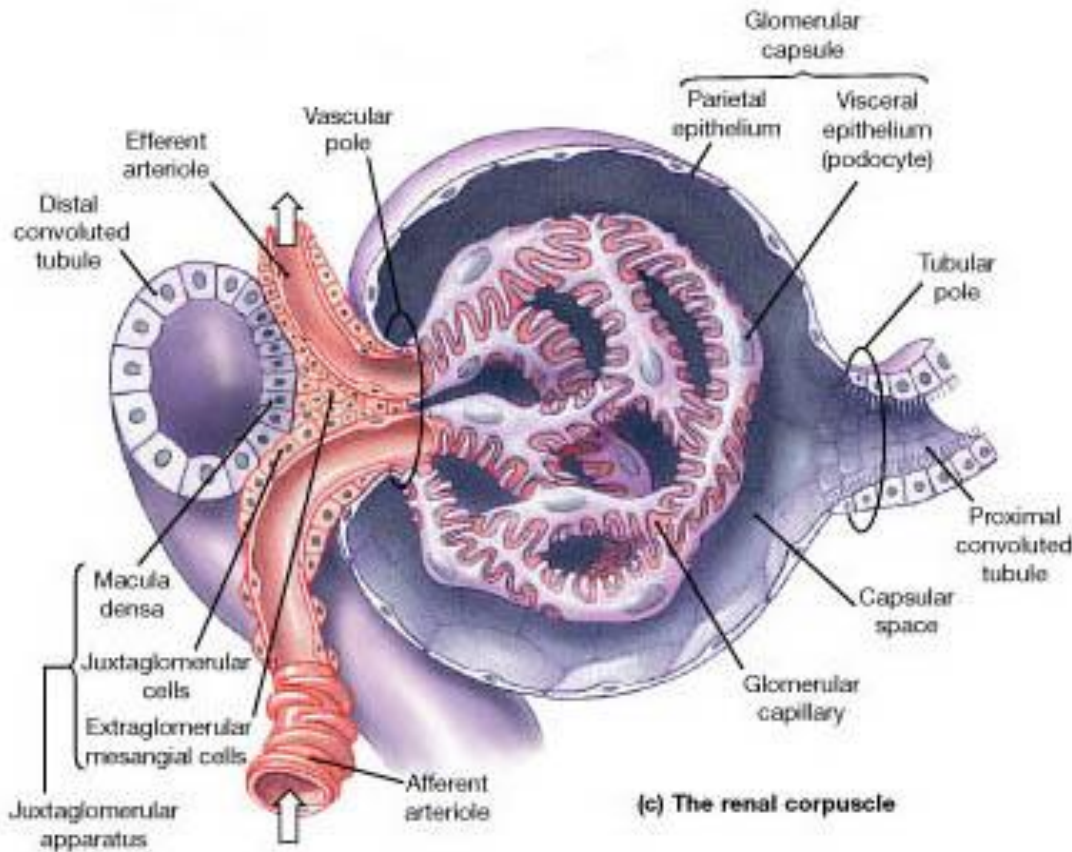


◆ **Контролируемый антидиуретическим гормоном (АДГ) процесс всасывания воды продолжается и в собирательных трубках. В результате этого количество окончательной мочи по сравнению с количеством первичной (170 л) резко снижается (до 1 - 2 л в сутки), т. е. примерно 99% первичной мочи всасывается обратно, в тоже время возрастает концентрация веществ, не подвергающихся обратному всасыванию.**

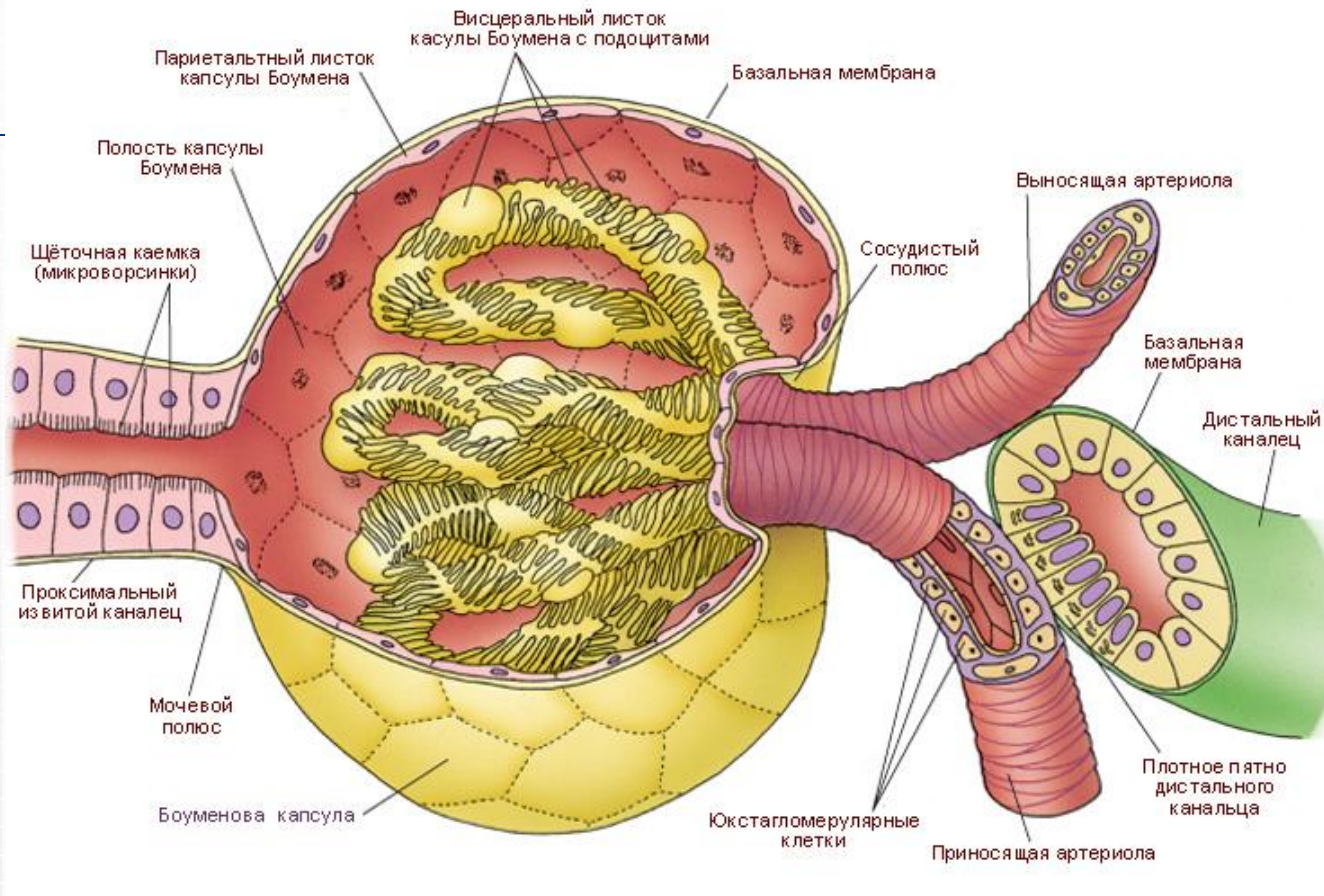
Итак, почки являются органами выделения, которые регулируют постоянство ионного состава и объёма межклеточной жидкости.



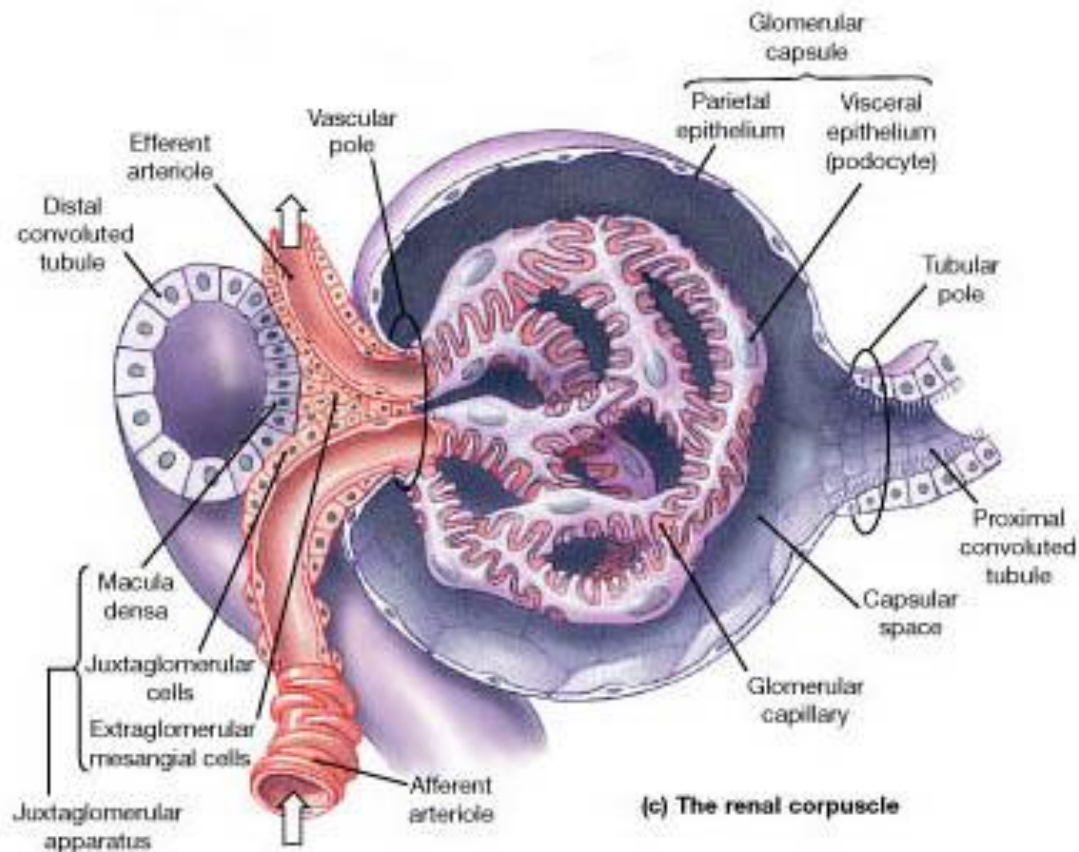
ЮГА



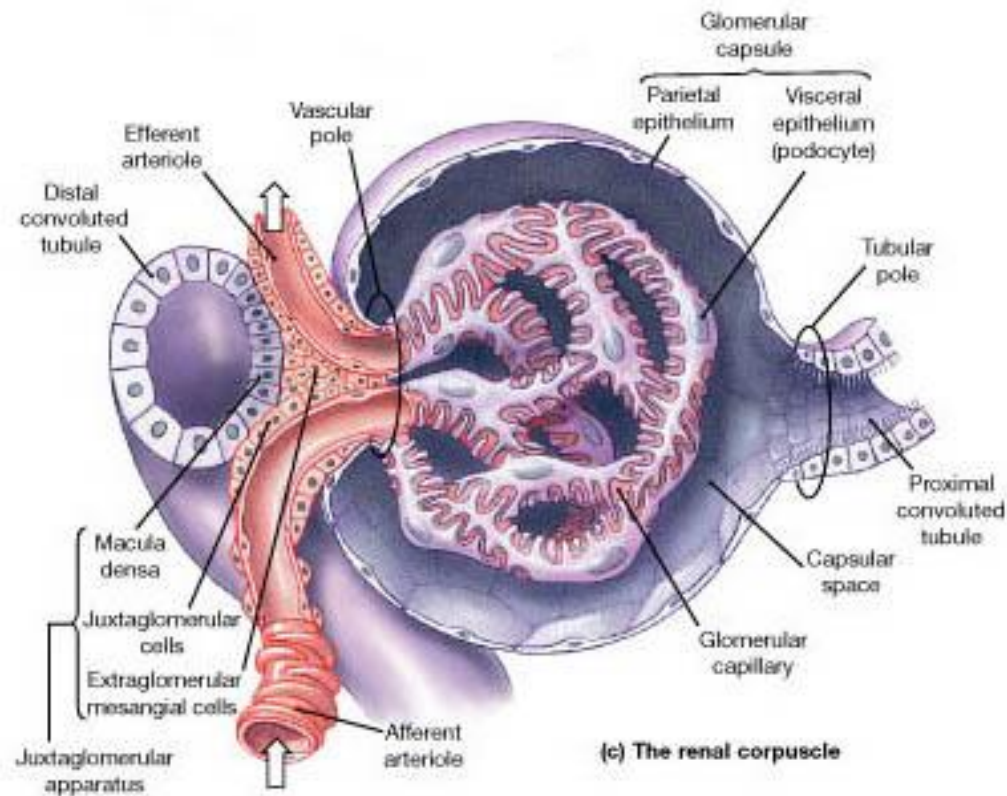
В зоне между
приносящей и
выносящей
артериолами клубочка
имеются структуры,
получившие название
юктагломерулярного
аппарата (ЮГА),
который
рассматривается в
качестве своеобразной
эндокринной железы.



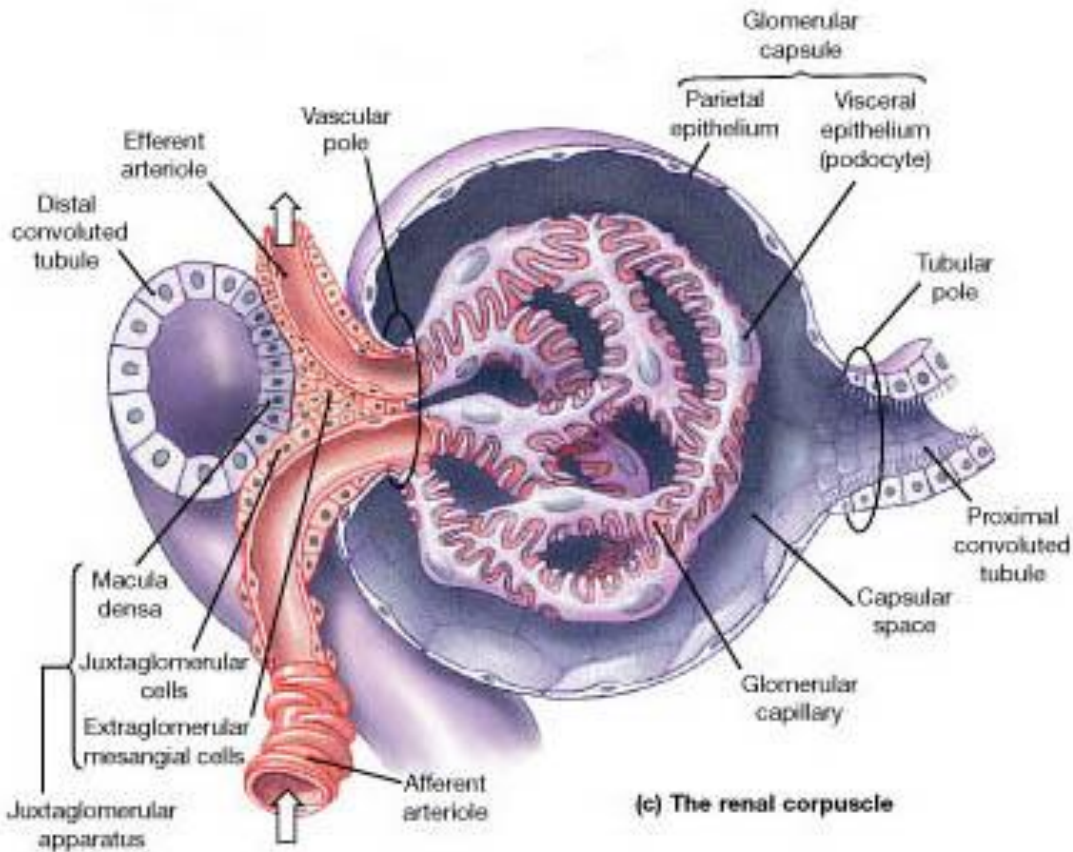
- ◆ К юкстагломерулярному аппарату почки относят **плотное пятно** (реагируют на изменения содержания Na^+ в крови), **юкставаскулярные клетки** (клетки Гурмаггига) и **юкстагломерулярные клетки** (миоидные эндокриноциты).



В **юкстагломерулярных**
клетках содержится
большое количество
рениновых гранул,
 превращающих
ангиотензин крови ($\alpha 2$ -
глобулин) в ангиотензин
I, который под влиянием
 превращающего
 фермента переходит в
 активный **ангиотензин II**,
 который является **одним**
из наиболее
эффективных
сосудосуживающих
биологически активных
веществ, **повышающих**
артериальное давление.

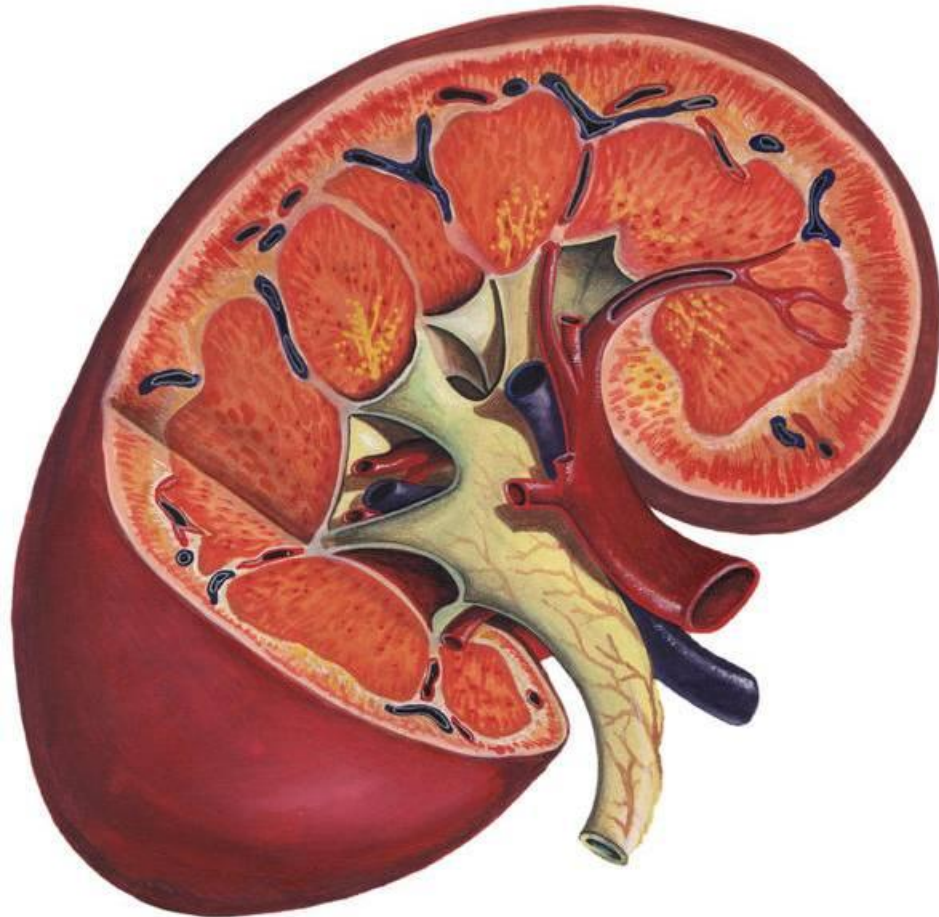


❖ Один из важнейших эффектов ангиотензина II является его стимулирующее влияние на выброс альдостерона корой надпочечника, который опосредованно усиливает реабсорбцию воды. Ренин, ангиотензин и альдостерон объединены в систему, которая активизируется при снижении артериального давления, при потере хлорида натрия и гиповолемии. Пусковым фактором является снижение артериального давления в приносящей артериоле.



◆ **Миоидные эндокриноциты** также **почечный эритропоэтический фактор**, который стимулирует эритропоз.

Как вы убедились при видимой простоте внешнего строения почки имеют сложную микроскопическую организацию и разнообразные функции. Эта сложная система мочевыделения сложилась в результате длительных филогенетических преобразований.



Развитие мочевыделительной системы отличается от других систем и состоит в том, что здесь происходит поэтапная замена одних органов мочевого выделения на другие более совершенные, тогда как у большинства систем совершенствуется и дифференцируется один и тот же орган.

Для этого есть две главные причины:

В отличие от многих других органов почка должна начинать свою деятельность на ранних стадиях развития, чтобы удалять ненужные продукты обмена у быстро растущего зародыша. Поэтому постепенное независимое развитие почки, пригодной к работе только после рождения невозможно; должна быстро сформироваться функционирующая зародышевая почка, которая, впрочем видоизменяется или замещается на более поздних стадиях развития

Рядом с почками расположены гонады - семенники или яичники; эти органы, особенно семенники, имеют тенденцию «присваивать» часть выделительных каналов и канальцев в качестве проводящей системы для своих продуктов, что также заметно видоизменило выделительные органы у большинства групп позвоночных.

РАЗВИТИЕ ПОЧКИ

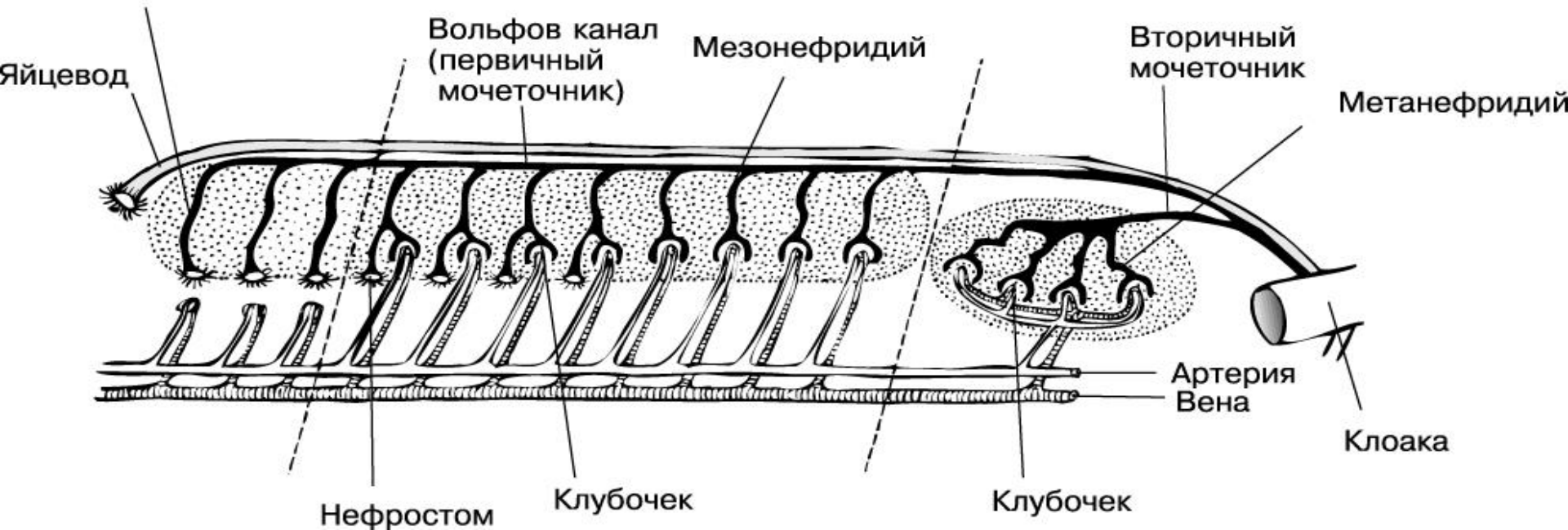
проходит в несколько стадий последовательно сменяющих друг друга: **предпочка** (*pronephros*), **первичная почка** (*mesonephros*) и **окончательная почка** (*metanephros*). **Предпочка** имеется на ранних стадиях эмбрионального развития у всех позвоночных животных, у зародыша человека появляется на 3 - й неделе и функционирует 40 - 50 часов. Она располагается позади головы вдоль будущей шеи (головная почка). **Каждая предпочка состоит из нескольких канальцев (пронефридий) - 7**, открывающихся одним концом - **воронкой** в полость тела, а другим - в парный **пронефрический проток**, преобразующийся **дальнейшем в мезонефральный проток (вольфов)**, который быстро растет в назад к клоаке и открывается в нее. Вблизи воронок расположены **сосудистые клубочки**, в которых происходит фильтрация жидкости, поступающей в полость тела, а затем в просвет канальца.

ПРОНЕФРОС

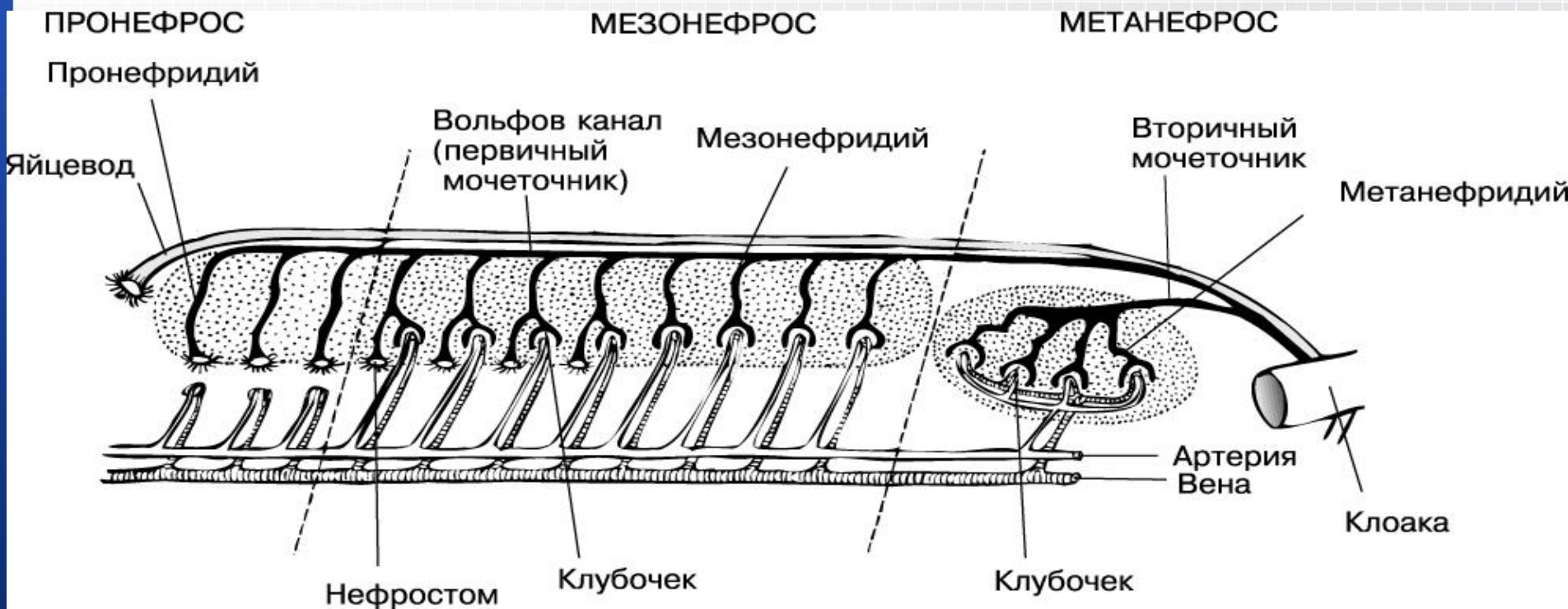
МЕЗОНЕФРОС

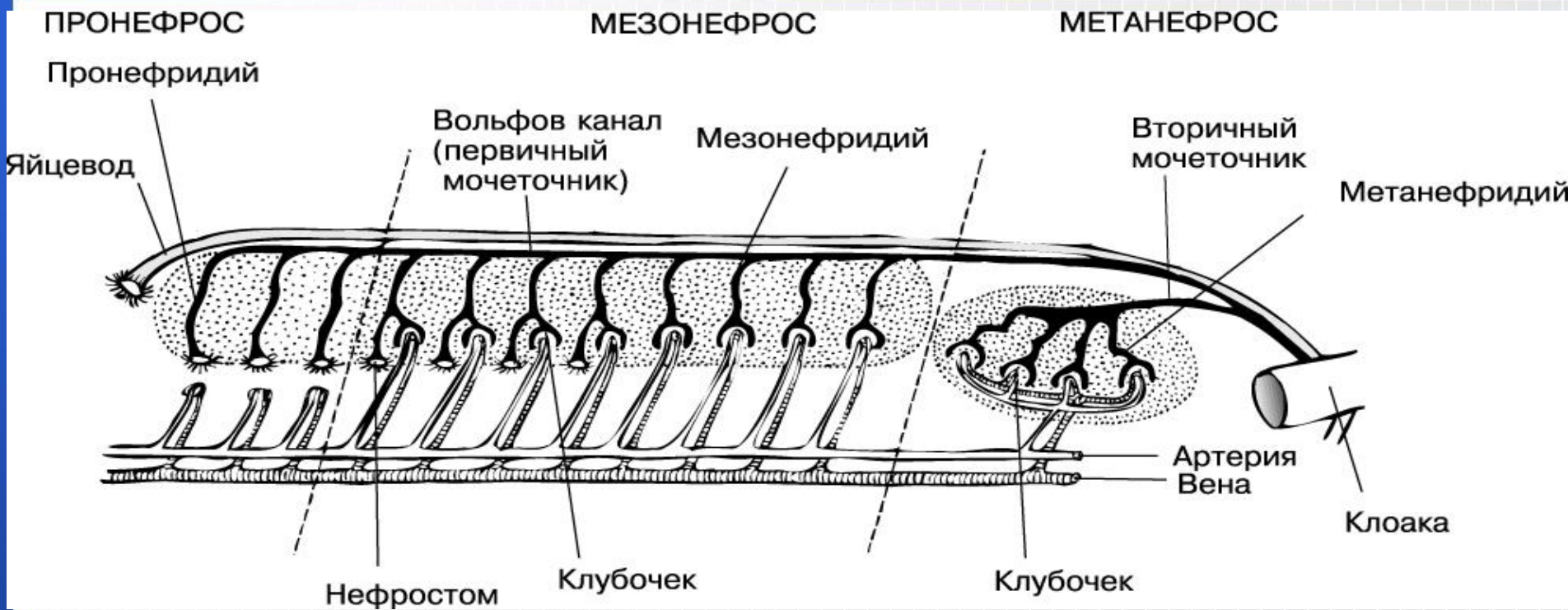
МЕТАНЕФРОС

Пронефридий

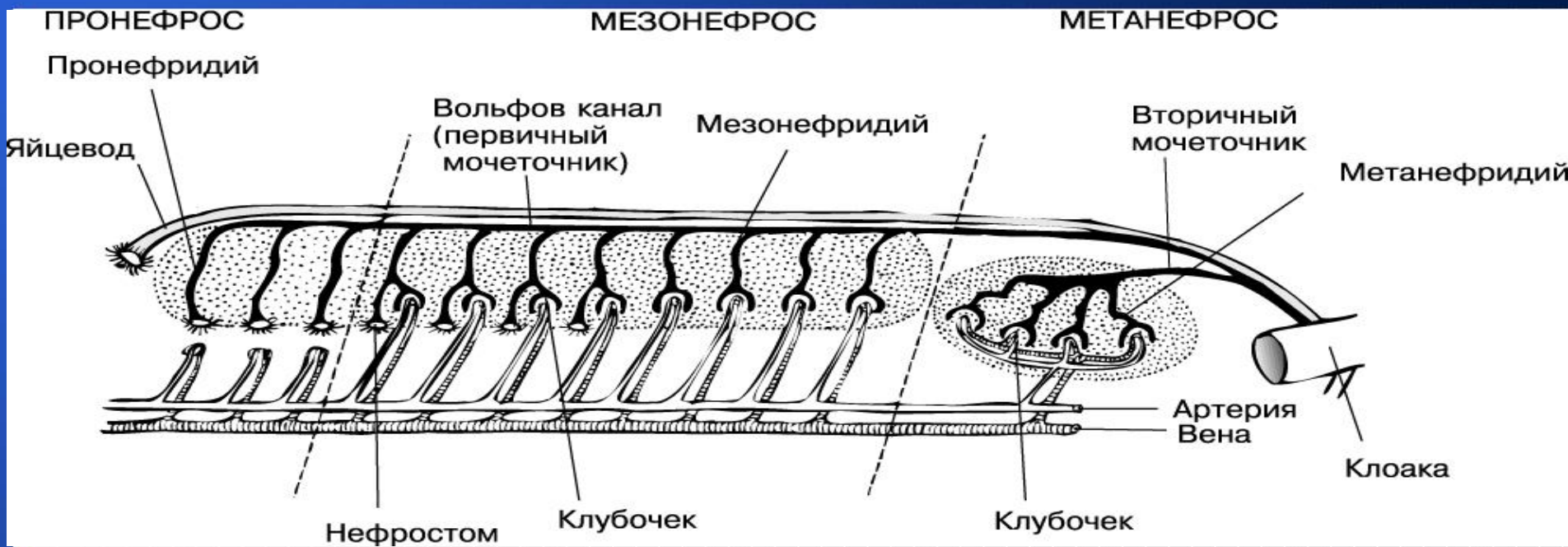


У зародышей высших позвоночных животных и человека **предпочка быстро редуцируется**, ее сменяет **парная первичная почка (вольфово тело)**, которая у человека закладывается **каудальнее предпочки в конце 3 - й недели развития** и состоит из **25 - 30 извитых канальцев (метанефридий)**. Последние начинаются **слепо вогнутой** возле **сосудистого клубочка внутренней стенкой**, результате чего образуется **почечное тельце**. Другой **конец метанефридий соединяется с мезонефральным (вольфовым) протоком**.



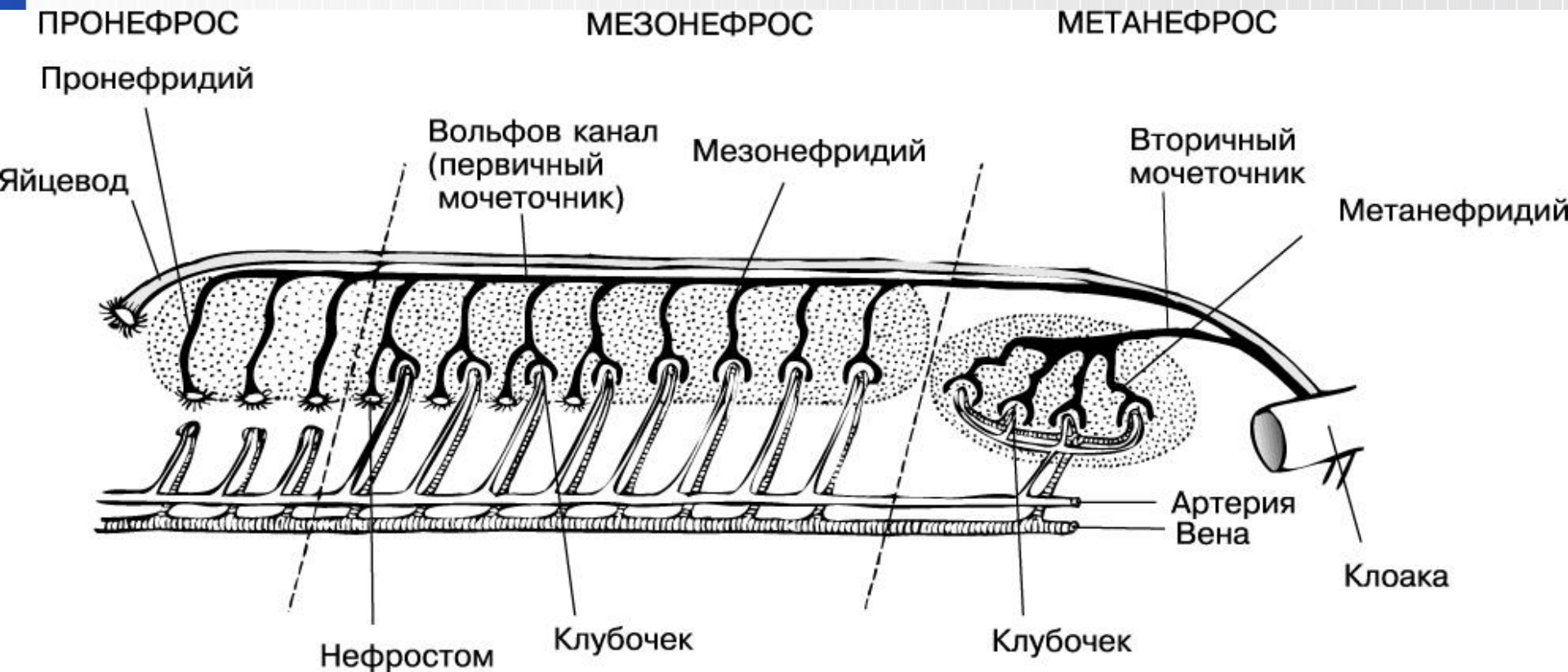


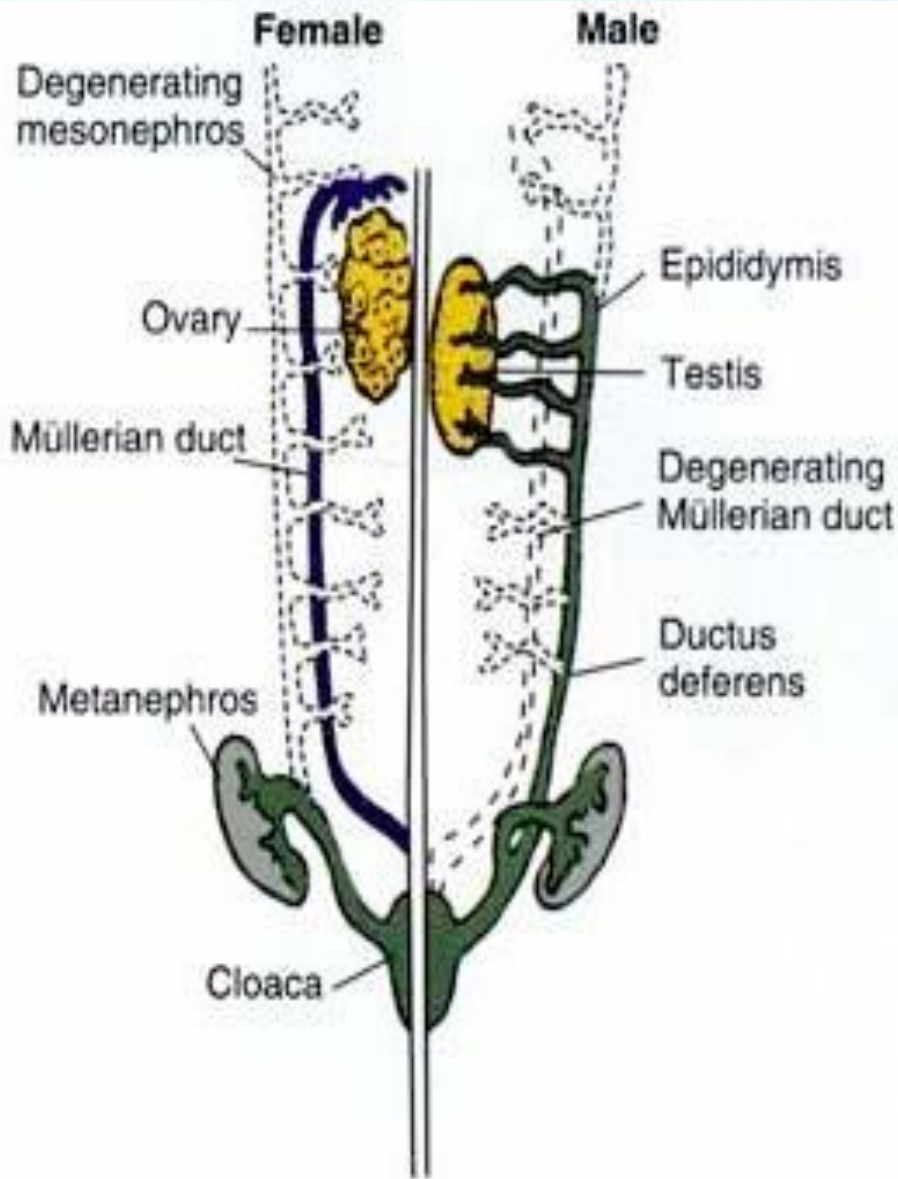
Первичная почка у человеческого зародыша функционирует до конца 2-го месяца внутриутробной жизни, она сохраняется на всю жизнь только у круглоротых, некоторых рыб и амфибий. У высших позвоночных первичная почка и мезонефральный проток вскоре частично редуцируются, а из оставшихся отделов развиваются некоторые мочевые и половые органы.



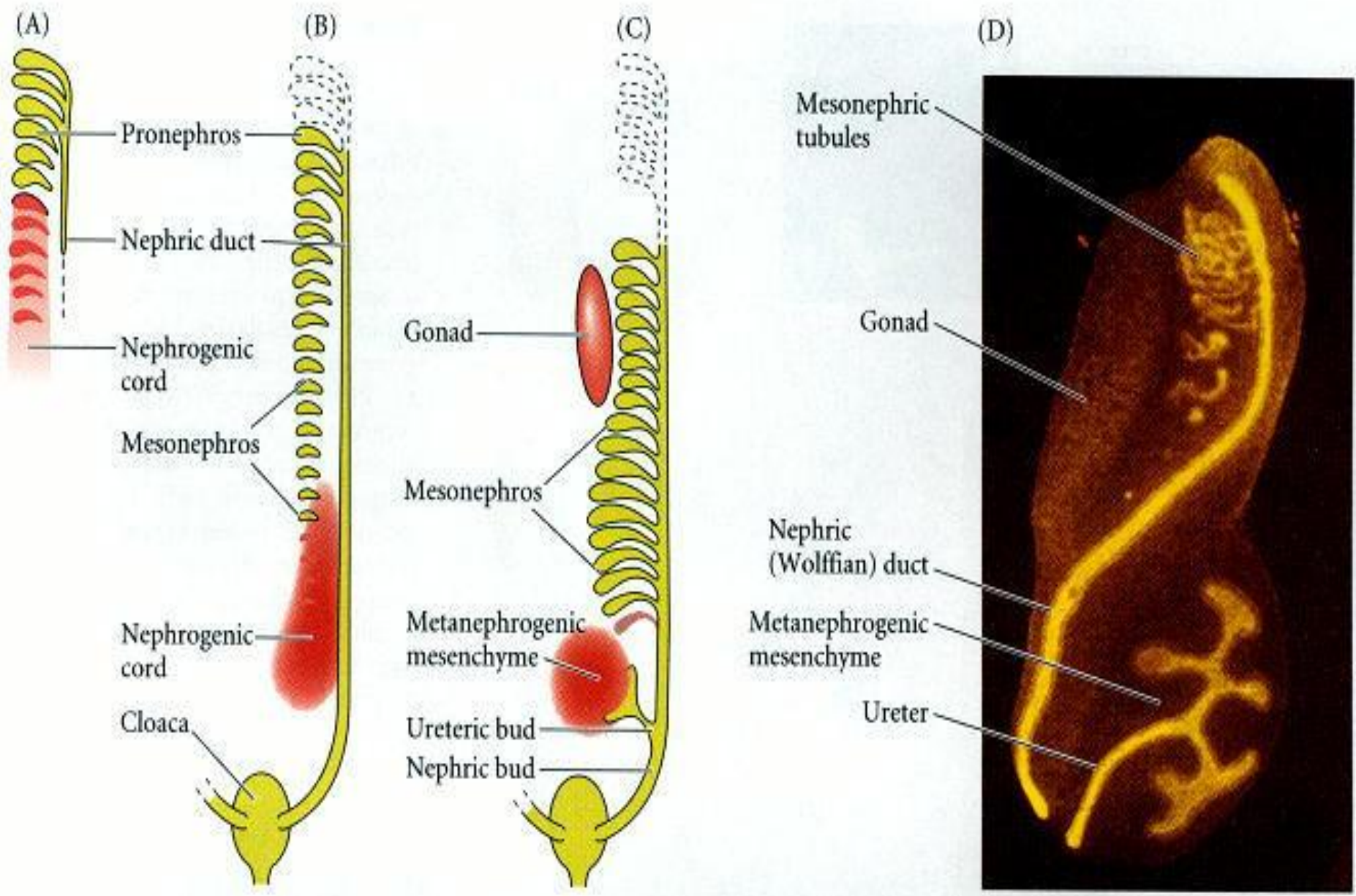
- По бокам от мезонефральных протоков из клеток выстилающих полость тела, развивается также парный **парамезонефральный (мюллеров) проток**. Верхние концы парамезонефральных протоков открываются в полость тела, а нижние, соединяясь между собой, открываются общим соустьем в мочеполовую пазуху. Из этих парамезонефральных протоков развиваются матка, маточные трубы и влагалище у женщин. У мужчин этот орган редуцируется, от него остаются лишь мужская маточка и привесок яичка.

Парная окончательная почка сменяет первичную. У человека она начинает закладываться на 2-м месяце эмбрионального развития из **нефрогенной ткани (участок мезодермы)** и **выпячивания мезонефрального протока**, который растет вверх и назад к нефрогенной ткани, **врастает в него, образуя мочеточник, лоханку, чашки, сосочковые протоки и прямые собирательные трубочки**. Почечные каналцы формируются из нефрогенной ткани. Развитие окончательной почки заканчивается лишь после рождения. В процессе развития окончательная почка как бы поднимается в будущую поясничную область, это связано с неравномерным ростом различных сегментов тела.



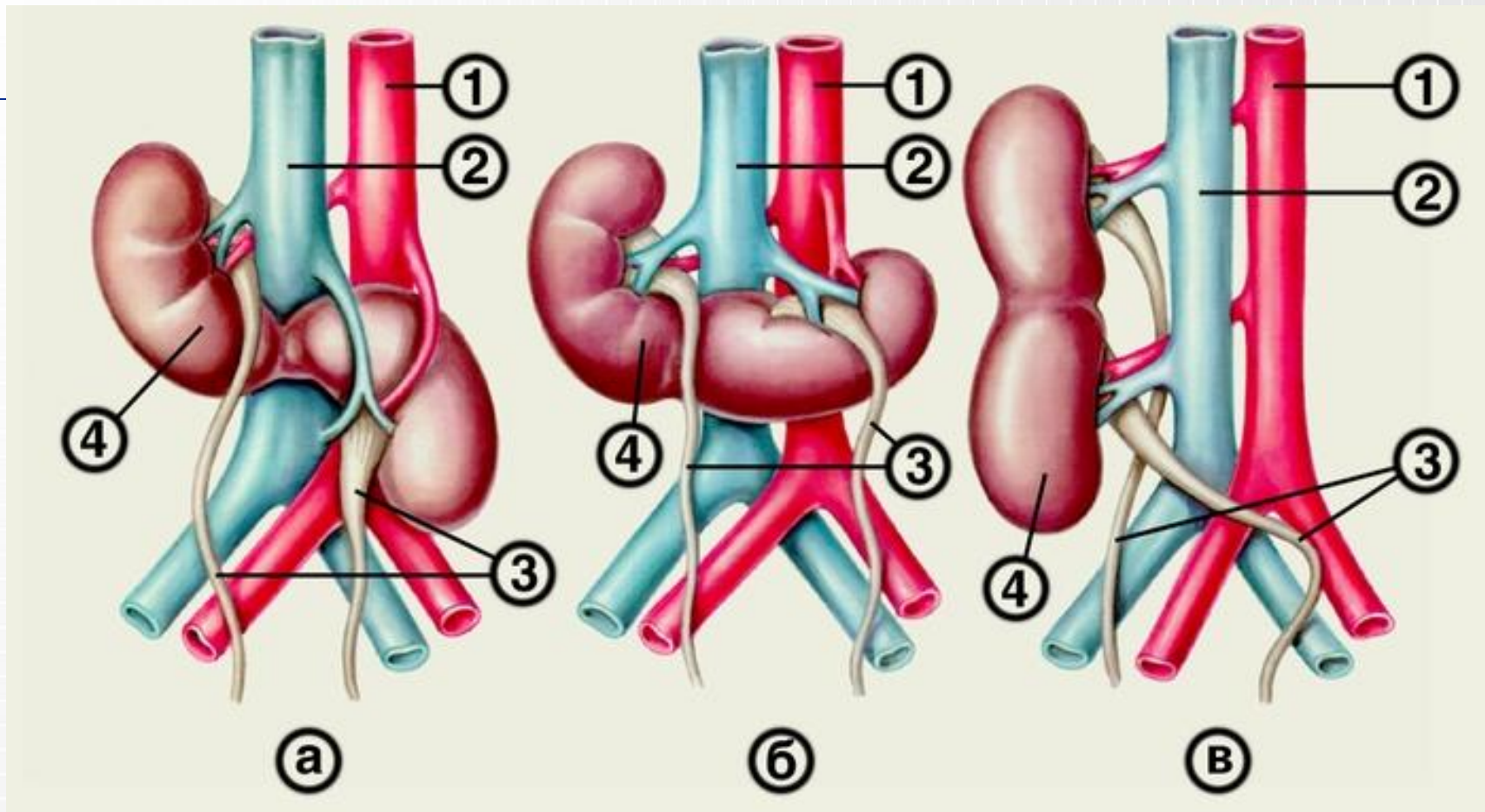


Развитие мочевого пузыря и мочеиспускательного канала связано с клоакой. Последняя является расширенным отделом задней кишки (энтодермального происхождения), которая служит общим конечным отделом для кала, мочи и половых клеток у большинства позвоночных, кроме плацентарных млекопитающих. У зародышей последних в клоаку открываются парамезонефральные (мюллеровы), мезонефральные (вольфовы) протоки и задняя кишка; клоака соединена с аллантоисом. У человеческого эмбриона клоака разделяется фронтальной перегородкой на два отдела: **из переднего образуется мочеполовой синус (уродеум)**, дающий в дальнейшем часть мочевого пузыря и мочеиспускательный канал, и заднего - **прямая кишка**. Треугольник мочевого пузыря и его дно образуется из устьев мезонефральных протоков на 2-м месяце, тело и верхушка пузыря развиваются из мочеполового синуса и аллантоиса.



АНОМАЛИИ РАЗВИТИЯ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ:

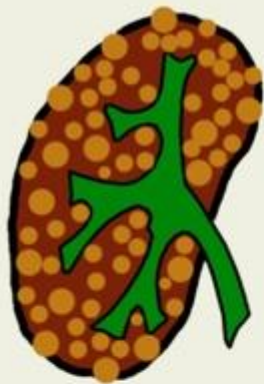
- ❖ **Двусторонняя агенезия (агенезия почек) - полное отсутствие почек;**
- ❖ **Односторонняя агенезия - отсутствие одной почки (чаще встречается у мальчиков);**
- ❖ **Добавочная почка - дополнительная почка - встречается редко, еще реже 4 - 6 почек;**
- ❖ **Дистопия (эктопия) - аномальное расположение почек чаще поражены девочки;**
- ❖ **Сращенные почки - подковообразная, галетообразная, L - и S - образные почки. У мужчин встречаются в два раза чаще;**
- ❖ **Дисплазии почек (ДП) - связано с «нарушением дифференцировки нефрогенной ткани», патогенез дисплазии почек известен мало;**
- ❖ **Агенезия мочеточников - отсутствие мочеточников;**
- ❖ **Удвоение мочеточников - частый порок (7/1000). В 2 раза чаще поражаются женщины;**
- ❖ **Агенезия мочевого пузыря - отсутствие мочевого пузыря встречается исключительно редко;**
- ❖ **Удвоение мочевого пузыря - редкая аномалия;**
- ❖ **Гипоспадия - нижняя расщелина уретры;**
- ❖ **Эписпадия - верхняя расщелина уретры.**



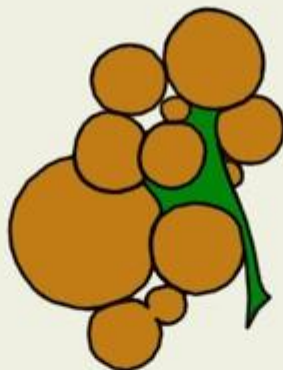
- ◆ Схематическое изображение почек с асимметричными формами сращения: а — S-образная почка; б — L-образная почка; в — I-образная почка; 1 — брюшная аорта; 2 — нижняя полая вена; 3 — мочеточники; 4 — почка.



- ◆ **Экскреторная урограмма при подковообразной почке: выпуклая часть почки обращена вниз.**



а



б



в



г



д

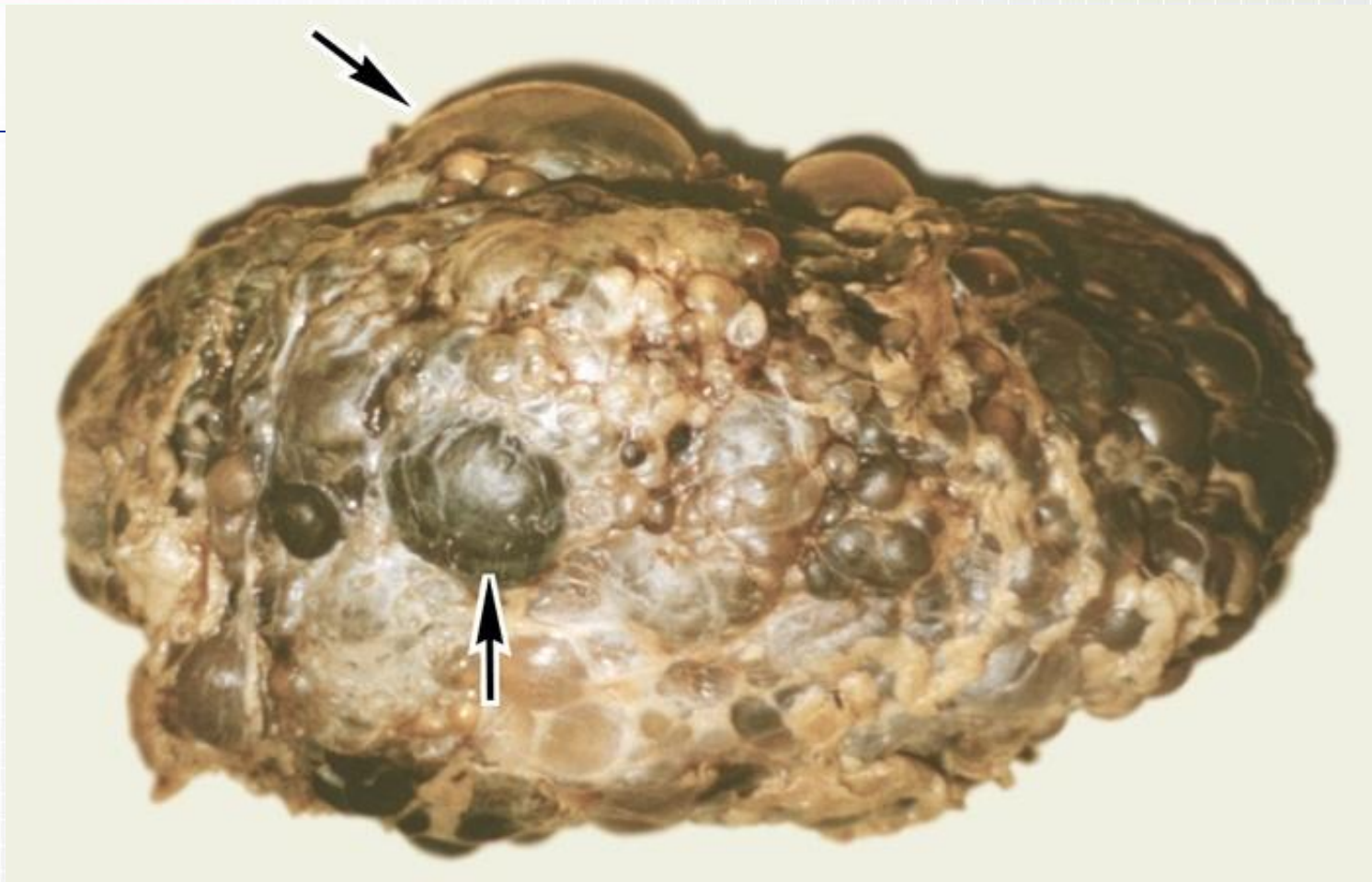


е

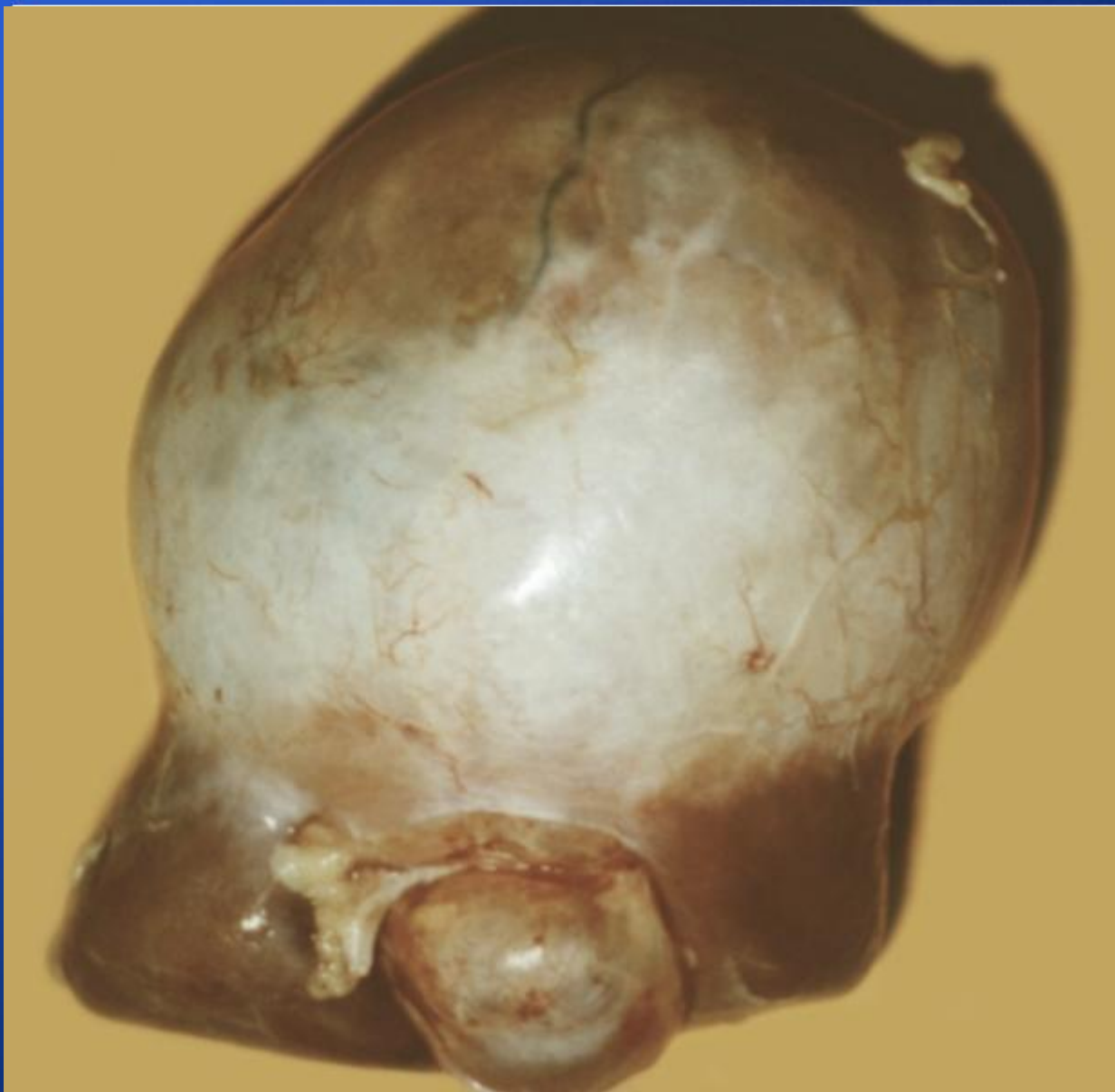
- ◆ Схематическое изображение различных видов кистозных аномалий почек (зеленым цветом показана чашечно-лоханочная система): а — поликистоз; б — мультикистоз; в — солитарная киста; г — мультилокулярная киста; д — губчатая почка; е — чашечковый дивертикул в верхнем полюсе почки, сообщающийся с чашечно-лоханочной системой.



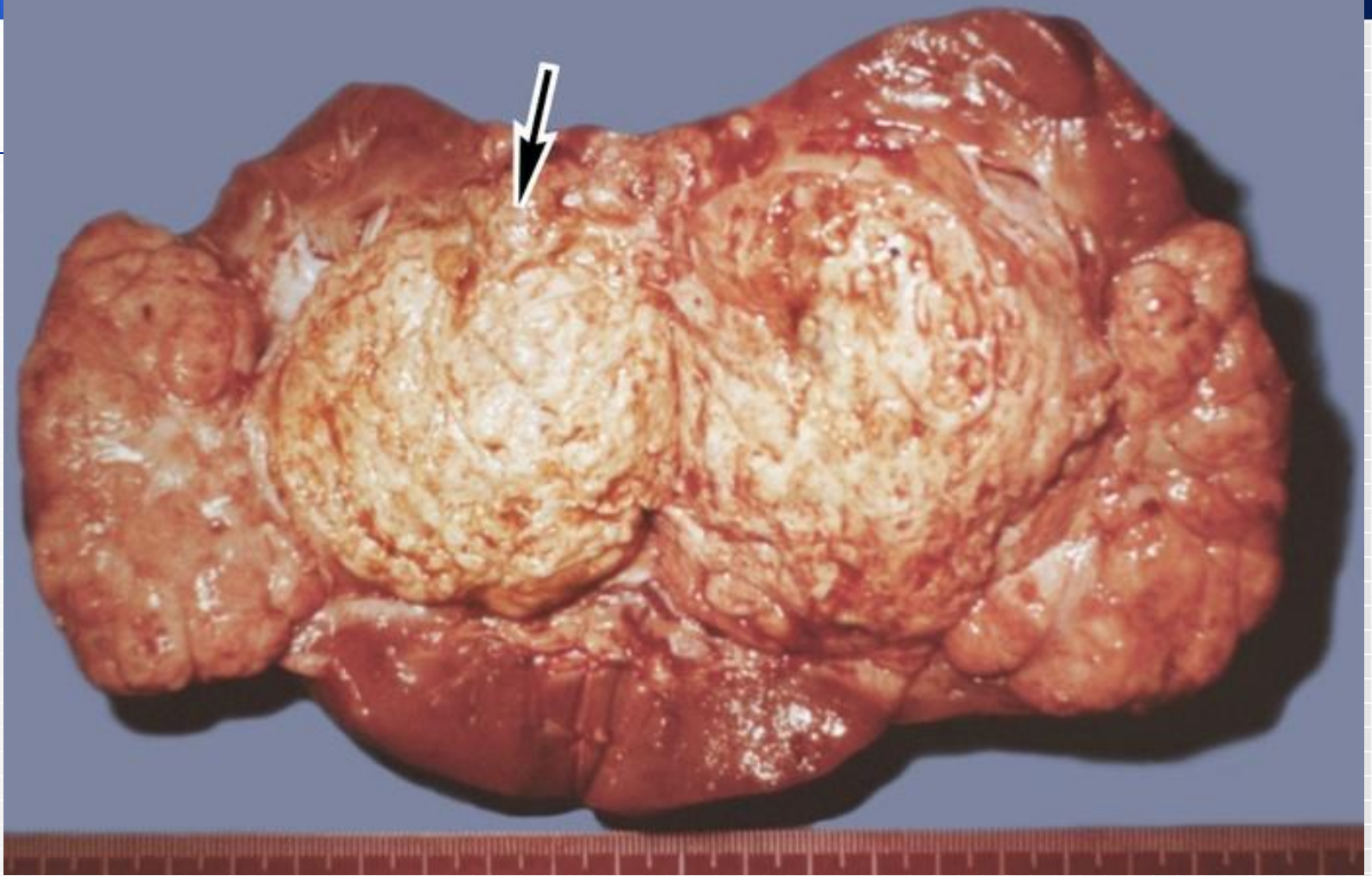
- ◆ **Микропрепарат почек при поликистозе: пестрый вид поверхности почки в связи с множественными кровоизлияниями в кисты.**



- ◆ **Микропрепарат почек при поликистозе: поверхность почки под капсулой неровная за счет множественных тонкостенных кист и белесых разрастаний соединительной ткани, наиболее крупные кисты указаны стрелками.**



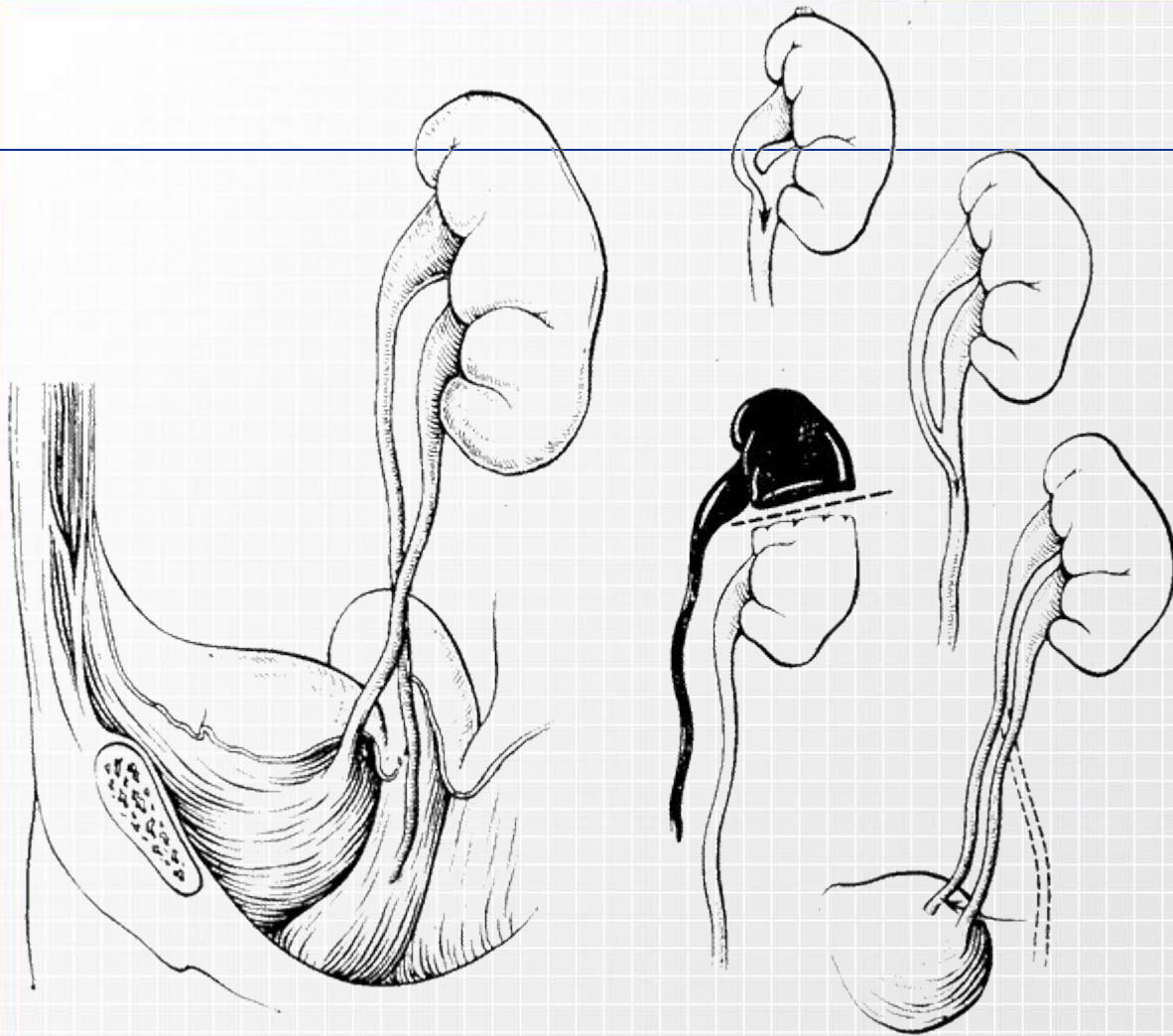
- ◆ **Макропрепарат саркомы почки: видна бледно-серая больших размеров опухоль правильной округлой формы.**



- ◆ Макропрепарат почки при светлоклеточном раке: стрелкой указан нейтрально расположенный опухолевый узел (округлой формы, желтого цвета).



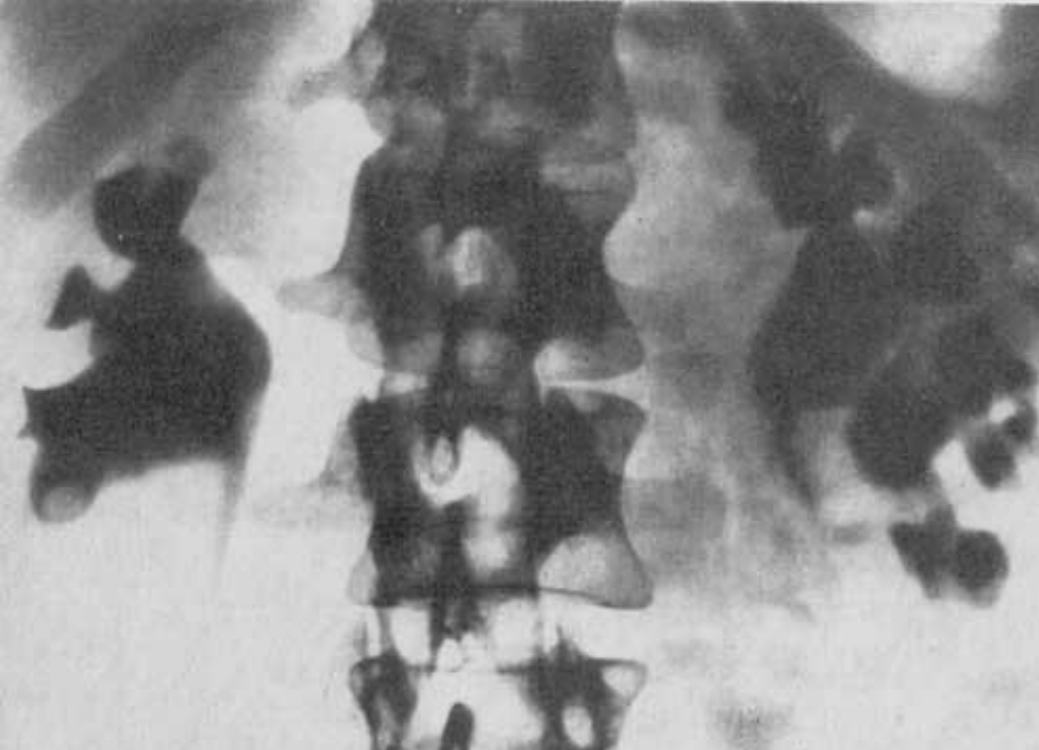
- ◆ Макропрепарат почки при папиллярном раке лоханки: стрелкой указана экзофитная опухоль, занимающая значительную часть полости лоханки.



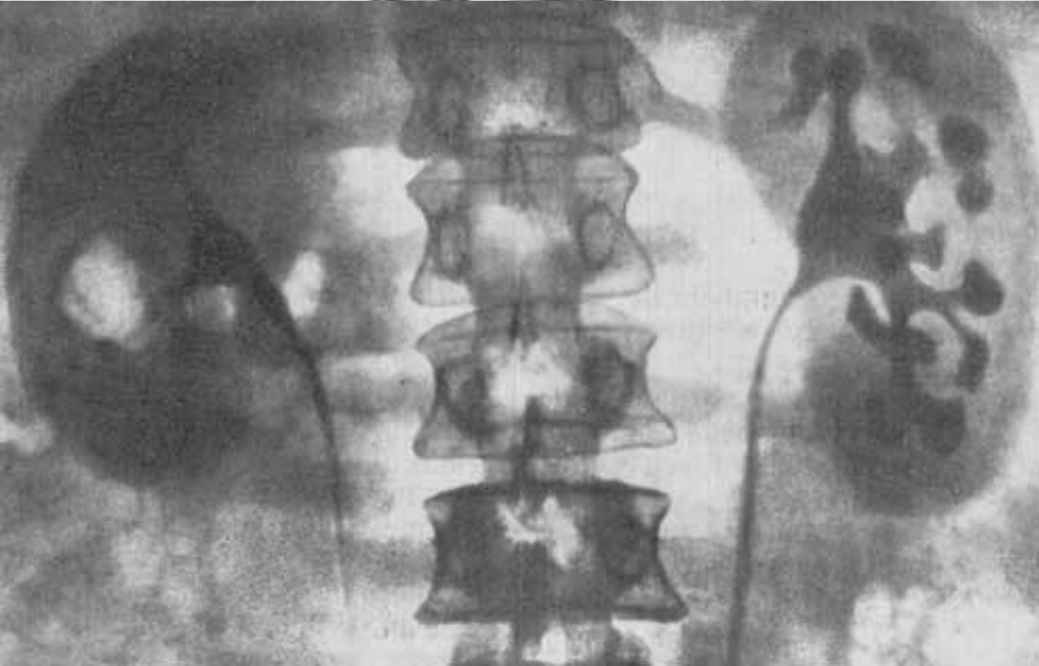
◆ **Оперативная коррекция эктопии мочеточника во влагалище (схема):
уретропиелоанастомоз,
уретроуретроанастомоз,
уретроцистоанастомоз, резекция добавочной почки.**



- ◆ **Факторы риска развития камней в почках**
 - **Наследственная предрасположенность**
 - **Аномалии мочевых органов (подковообразная почка, удвоение дистопия почек, уретероцеле, губчатая почка и др.)**
 - **Эндокринные нарушения (гиперпаратиреоз, дистиреоз, сахарный диабет)**
 - **Воспалительные изменения мочевого тракта**
 - **Гиперкалорическое питание**
 - **Обструкции мочевых путей**
 - **Длительная стрессовая ситуация**
 - **Метаболические нарушения (гиперурикемия, гипероксалурия, цистинурия "" рН мочи <5,0 или >7,0**
- По данным рентгенологических, ультразвуковых и лабораторных исследований, конкременты подразделяли на оксалатно-кальциевые, цистиновые (причиной их возникновения в основном является наследственная предрасположенность), уратные (зависящие от характера питания), фосфатные (воспалительной природы). Однако практика показывает, что чаще всего состав конкрементов смешанный (см. рисунок).**
- Состав конкрементов среди наблюдаемых нами больных*:**
- **Оксалатно-кальциевые – 41,0%**
 - **Мочекислые (уратные) – 27,0%**
 - **Фосфатные – 18,0%**
 - **Смешанного состава – 13,0%**
 - **Цистиновые – 1,0%**
- * – что соответствует составу конкрементов, наблюдаемых в ряде регионов России.**



- ◆ **Экскреторная урограмма.
Левосторонний
мегакаликоз.
Контрастное вещество
выполняет расширенные
чашечки левой**



- Экскреторная урограмма.
Левосторонний
мегакаликоз.**



**Ретроградная пиелограмма.
Женщина 33 лет.
Тазовая дистопия левой
почки**



**Ретроградная пиелограмма.
Мужчина 37 лет. Тазовая
дистопия левой почки**

Thank You!

