

# ИССЛЕДОВАНИЕ МОЧИ

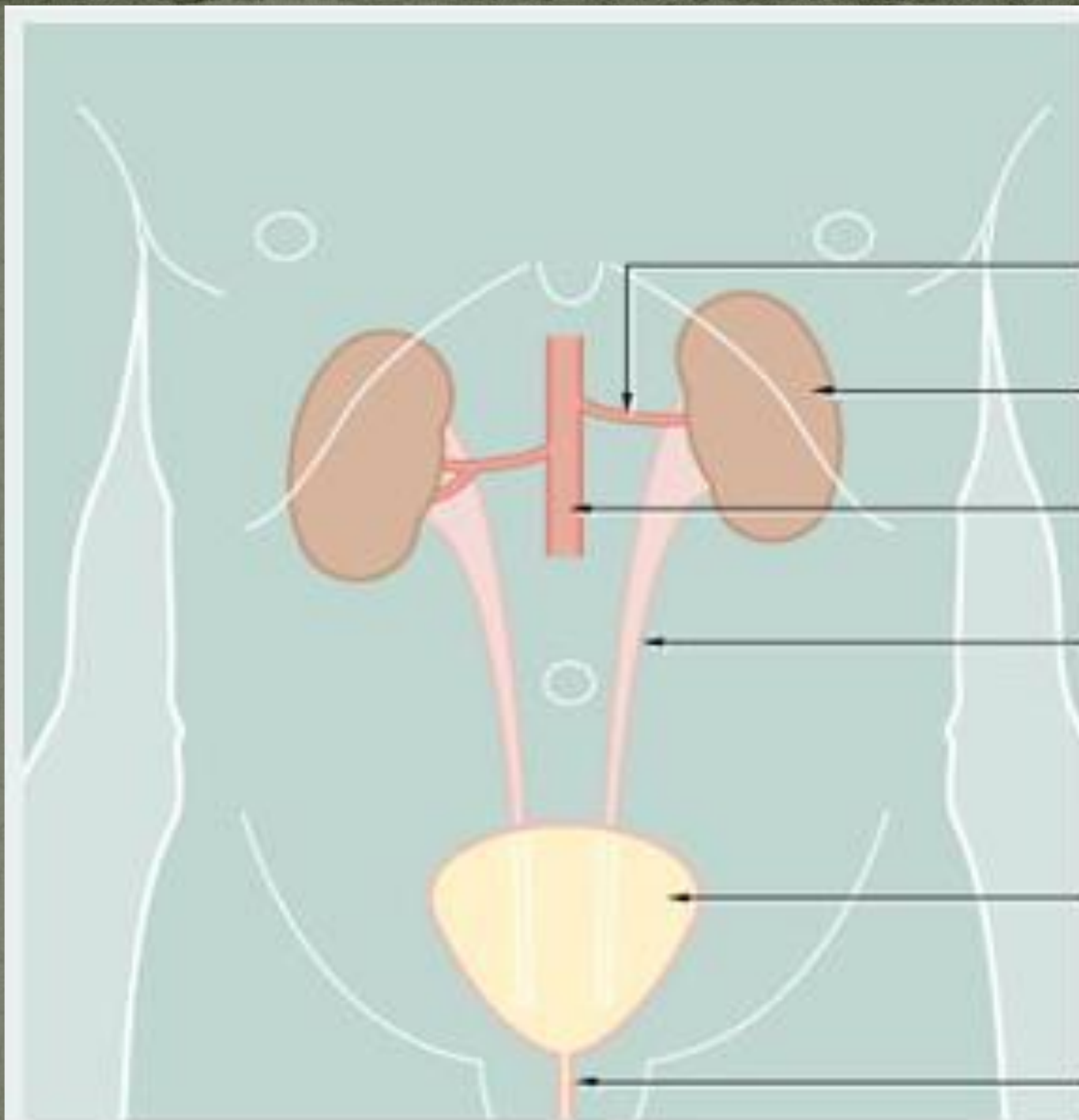
---

# МОЧЕВАЯ СИСТЕМА

- Мочевая система обеспечивает постоянство внутренней среды, выводя из организма водорастворимые конечные продукты обмена веществ, регулирует содержание в организме низкомолекулярных элементов, необходимых для жизнедеятельности, таких как натрий, калий, кальций, фосфор, глюкоза, аминокислоты и другие

Выведение этих продуктов должно быть таким, чтобы содержание их в организме поддерживалось на относительно постоянном уровне. Моча, как объект лабораторного исследования, с одной стороны, характеризуется некоторыми постоянными значениями, с другой стороны, отражая изменения метаболизма, имеет достаточно широкие колебаниями некоторых компонентов.

- В понятие мочевая система включается почки обеспечивающие мочеобразование и почечные лоханки, мочеточники, мочевого пузырь, уретра, обеспечивающие мочевыделение (рис. 1).



Почечная артерия

Почка

Аорта

Мочеточник

Мочевой пузырь

Уретра

- Рис. 1. Мочевая (мочеобразовательная и мочевыделительная) система человека включает почки, мочеточник, мочевой пузырь и уретру. Состав мочи определяется, с одной стороны, водорастворимыми продуктами, образованными в процессе метаболизма в организме, с другой стороны, отражает состояние органов мочевой системы.

# СТРОЕНИЕ ПОЧКИ

- Ткань почки делится на два основных слоя - наружный (корковое вещество) и внутренний (мозговое вещество). Как корковое, так и мозговое вещество почек характеризуются упорядоченным расположением кровеносных сосудов и мочеобразовательных и выводящих структур (клубочков, канальцев, собирательных трубок, собирательных канальцев, чашечек и лоханок).

- Каждая почка содержит около одного миллиона нефронов, представляющих собой структурно-функциональные единицы этого органа (рис. 2). Каждый нефрон состоит из клубочка кровеносных капилляров, располагающегося в капсуле Боумена, которая переходит в почечный каналец. Каналец делится на три отдела: проксимальный, дистальный и соединяющую их петлю Генле.

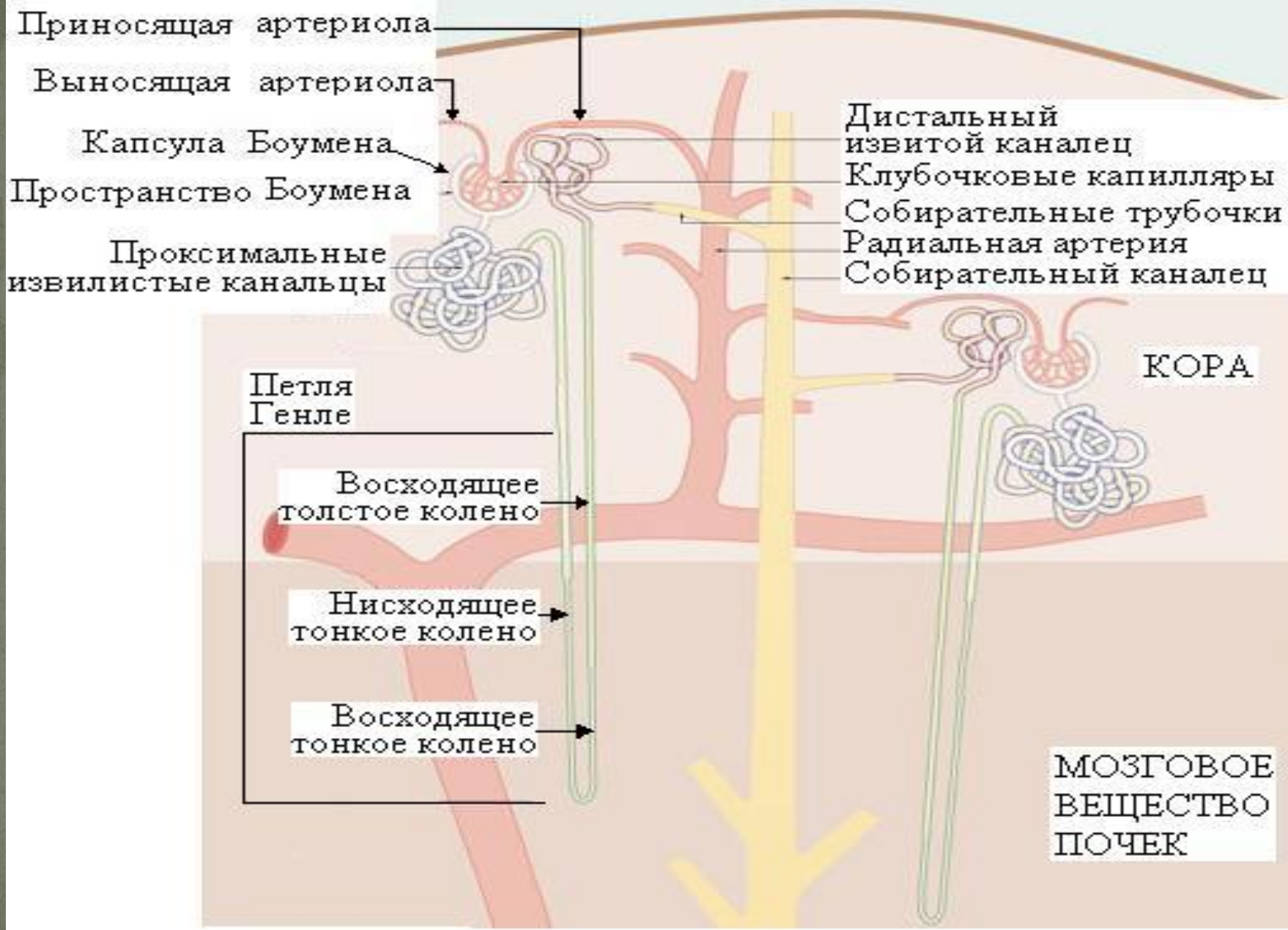


- Проксимальный отдел почечного канальца начинается с извитого участка, переходящего в прямой. Прямая часть проксимального канальца (нисходящее тонкое колено нефрона) и прямая часть дистальной части канальца (восходящее толстое колено нефрона) объединяются тонким сегментом, образуя петлю Генле, изогнутую в виде шпильки.

- Дистальный отдел канальца начинается с прямого участка, переходящего в относительно короткую извитую часть, которая заканчивается коротким прямым участком, получившим название собирательной трубочки, открывающейся в собирательный каналец.

- В пределах коркового вещества несколько канальцев открываются в один собирательный каналец. Несмотря на то, что собирательные канальцы имеют особое эмбриональное происхождение, и, кроме того, каждый из таких канальцев связан с несколькими собирательными трубочками,

собирательные каналы рассматриваются, как составная часть нефрона. Это связано с тем, что они не только собирают мочу, но также играют важную роль в формировании ее окончательного состава.



- Почечный клубочек образован капиллярами, представляющими собой разветвление afferentной (приносящей) артериолы. Эти капилляры объединяются в выносящую артериолу. К капиллярам примыкает внутренняя стенка двухслойной капсулы Боумена, образованной базальной мембраной и эпителием проксимального отдела нефрона.

- Между обоими слоями капсулы находится пространство, сообщающееся с просветом отходящего от капсулы извитого проксимального канальца первого порядка. Основная масса клубочков располагается в корковом веществе почки. Эти клубочки называются корковыми. Однако часть клубочков находится в мозговом веществе почек (в почечных столбах) и называется юкстамедуллярными (рис. 3).

- В юкстамедуллярных нефронах дистальные извитые канальцы контактируют с выносящими артериолами клубочков этих же нефронов. Область этих контактов называется юкстагломерулярным комплексом.

Попавшая в капилляры клубочка (гломерулы) кровь (около 20 % общего сердечного выброса) подвергается ультрафильтрации



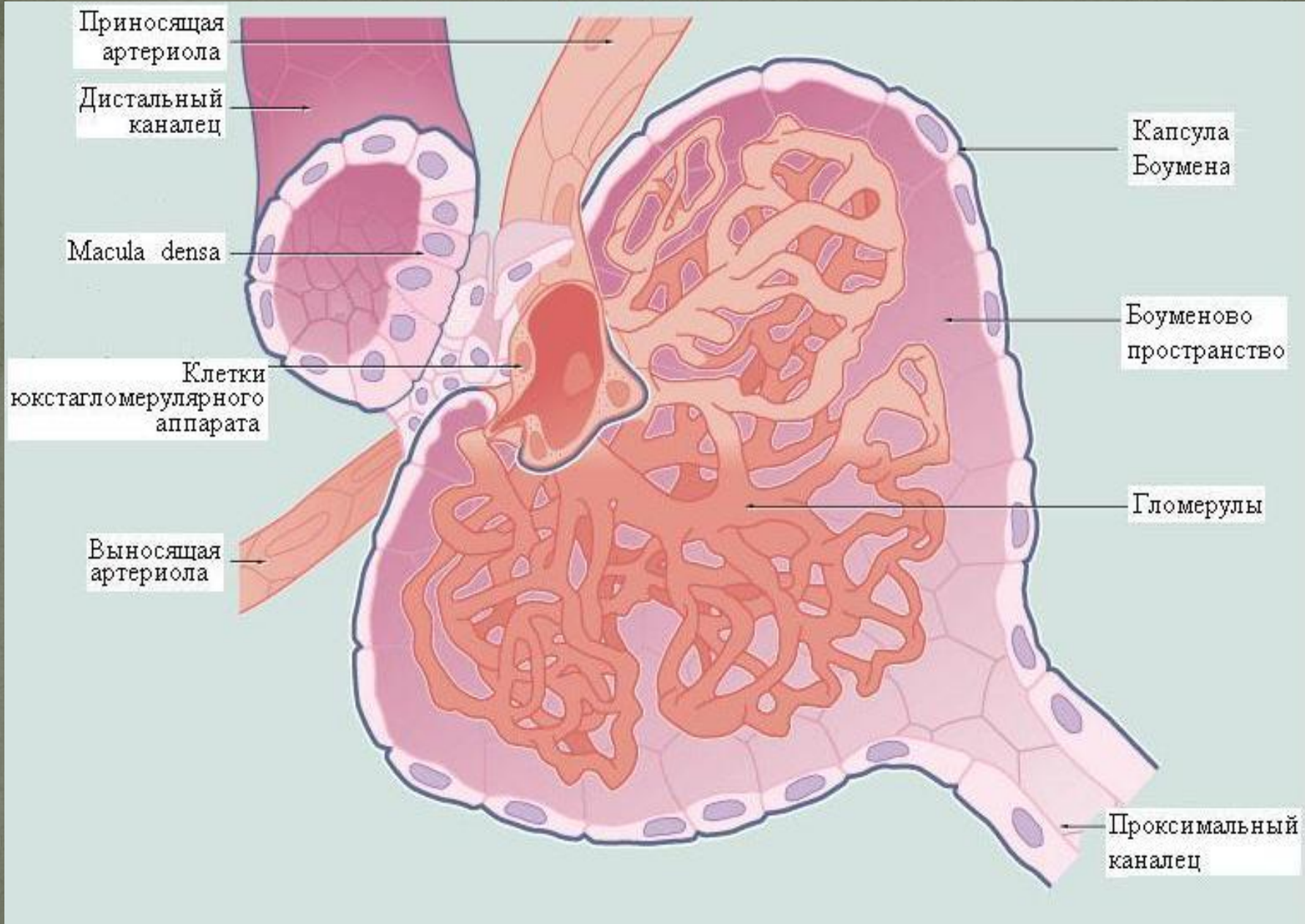
Движущая сила, обеспечивающая ультрафильтрацию - градиент между гидродинамическим давлением крови и гидростатическим давлением гломерулярного пространства, составляющий около 8 кПа.

Противодействует ультрафильтрации онкотическое давление, составляющее около 3,3 кПа, создаваемое растворенными белками плазмы, которые сами не подвергаются ультрафильтрации.

Гломерулярная фильтрация у здорового человека практически не зависит от артериального давления в диапазоне примерно от 80 до 180 мм Нг. При изменениях артериального давления, в том числе и при гипотонии, связанной с гиповолемией, в кровотоке из юкстагломерулярных клеток выбрасываются вазоконстрикторы ренин-ангиотензиновой системы, катехоламины, тромбоксан.

В капиллярах клубочков почек действие вазоконстрикторов сбалансировано инtrarенальными простагландинами, которые обеспечивают определенный уровень почечного кровотока при системных изменениях артериального давления и вазоконстрикции. Поэтому, несмотря на значительные колебания перфузионного давления, сохраняется относительная стабильность гломерулярной фильтрации и мочеобразования.

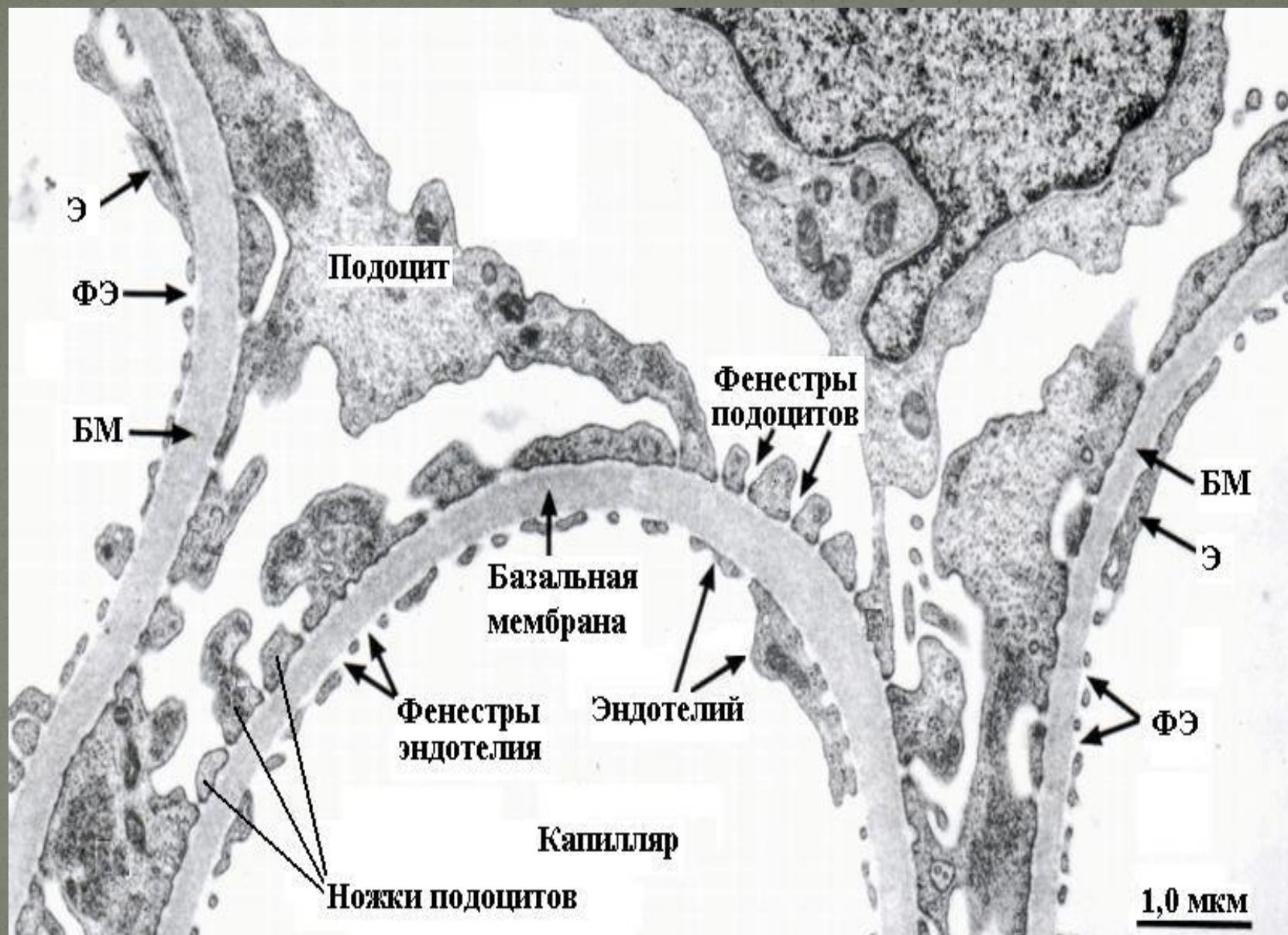
При гиповолемии и снижении перфузионного давления не следует применять нестероидные противовоспалительные препараты, подавляющие циклооксигеназу, которая участвует в синтезе простагландинов, так как это может привести к резкому снижению гломерулярной фильтрации. При снижении артериального давления ниже до 60-50 мм Hg процесс фильтрации мочи в почечных клубочках может прекратиться.



# ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ МОЧИ

Начальный процесс образования мочи - гломерулярная фильтрация. Она обеспечивает формирование первичной мочи, состав которой по содержанию электролитов и низкомолекулярных веществ идентичен безбелковой плазме крови. Содержание белков в первичной моче низкое. Объем гломерулярного фильтрата составляет около 180 л/сутки, из которого в окончательную мочу переходит 1 – 2 л

Клубочек состоит из 20-40 капиллярных петель, окруженных внутренним листком капсулы Боумена. Почечный фильтр образован тремя слоями: первый слой – это эндотелий самого капилляра, второй слой – базальная мембрана капсулы Боумена и третий слой – внутренний листок капсулы Боумена, который сформирован специализированными эпителиальными клеткам – подоцитами.



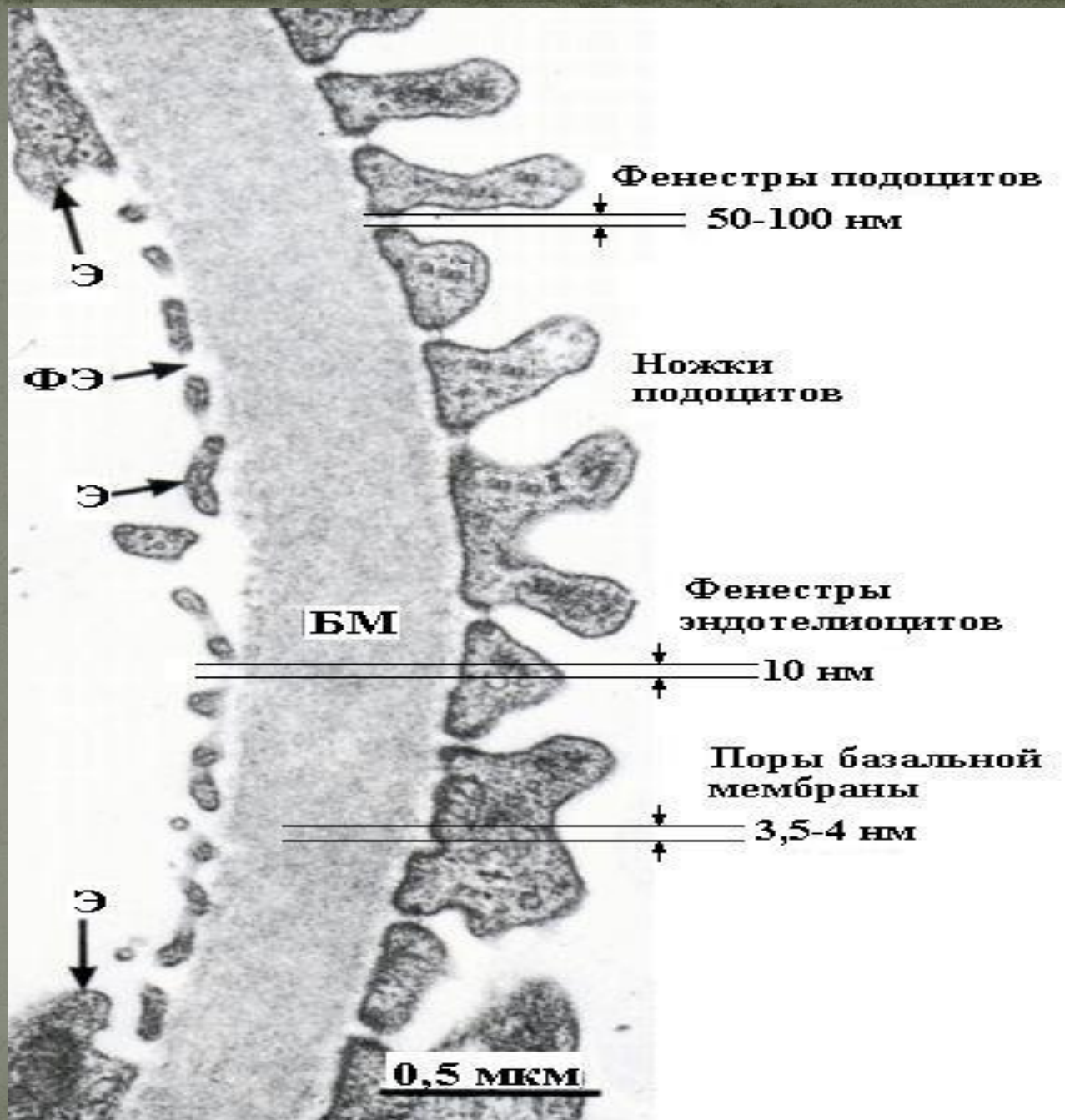


Почечный (гломерулярный) фильтр состоит из фенестрированного эндотелия (Э), базальной мембраны БМ и эпителиальных клеток - подоцитов, которые прикрепляются ножками к базальной мембране.

Электронномикроскопическое исследование установило, что эндотелий капилляров принадлежит к фенестрированному типу, образует поры (фенестры) до 10 нм.

Фенестрированный эндотелий покрыт слоем гликокалекса, сформированного в основном молекулами протеогликанов. Крайними молекулами гликозаминогликанов, как правило, являются сиаловые кислоты, которые формируют отрицательный поверхностный заряд, поэтому полиэлектролиты, и, в первую очередь, белки, не проходят через почечный фильтр за счет крупных размеров и их электростатического отталкивания от подоцитов.

Базальная мембрана (*lamina fenestrata*) представляет собой сетчатую структуру, образованную очень тонкими коллагеновыми нитями, промежутки между которыми колеблются от 3,5 до 4,0 нм. Подоциты покрывают базальную мембрану переплетающимися ножками, между которыми имеются широкие щели, размер которых колеблется от 50 до 100 нм (рис. 5). Считается, что проницаемость почечного фильтра определяется лишь его средним слоем – порами, образованными базальной мембраной.



## Электронная микрофотография гломерулярного фильтра.

Гломерулярный фильтр состоит из трех слоев: эндотелия капилляра, базальной мембраны и подоцитов. Исходя из морфологических особенностей фильтра клубочка, считается, что проницаемость почечного (гломерулярного) фильтра определяется лишь средним слоем - базальной мембраной. Базальная мембрана представляет собой сетчатую структуру, образованную тонкими коллагеновыми нитями. Промежутки между этими нитями играют роль пор

В тоже время фенестрированный эндотелий покрыт слоем гликокаликса, сформированного в основном молекулами протеогликанов. Крайними молекулами глюкозаминогликанов, как правило, являются сиаловые кислоты, которые определяют отрицательный поверхностный заряд. Поэтому полиэлектролиты, в первую очередь белки, не проходят через почечный фильтр за счет крупных размеров и электростатического отталкивания от эндотелиоцитов (подцитов)

Свободно фильтроваться через почечный фильтр могут лишь низкомолекулярные вещества, молекулярная масса которых не больше, чем у инулина (5,5 кДа). Содержание этих веществ в фильтрате такое же, как и в плазме крови. По мере возрастания молекулярной массы прохождение растворенных веществ через поры затрудняется - происходит своего рода молекулярное просеивание.

Фильтруемость молекул гемоглобина (мол. масса 64 кДа) составляет лишь около 3 %, а альбумина плазмы (мол. масса 69 кДа) - ниже 1 %. Вещества с молекулярной массой порядка 80 кДа у здоровых людей не фильтруются через гломерулярную мембрану.

Ультрафильтрат проходит через проксимальные каналы, петлю Генле, дистальные каналы, собирательные трубочки и собирательный канал.



В них происходит селективная реабсорбция воды (97- 98 % объема гломерулярного фильтрата), электролитов и других компонентов, в результате чего формируется окончательная моча. Этот процесс непрерывный, контролируемый в зависимости от потребностей как местной, так и центральной нервной системой, дает возможность поддерживать гомеостаз, постоянно удаляя конечные продукты метаболизма.

в почечную чашечку и лоханку, а затем по мочеточнику - в мочевой пузырь.

Мочеточники имеют собственную активную перистальтику, благодаря которой моча продвигается по небольшим веретенообразным сегментам.

Окончательно сформированная моча накапливается в мочевом пузыре, объем которого около 700 мл, и удаляется по мочеиспускательному каналу (уретре).

Процесс мочеиспускания контролируется нервными центрами, расположенными в поясничном отделе спинного мозга и в продолговатом мозге.

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

