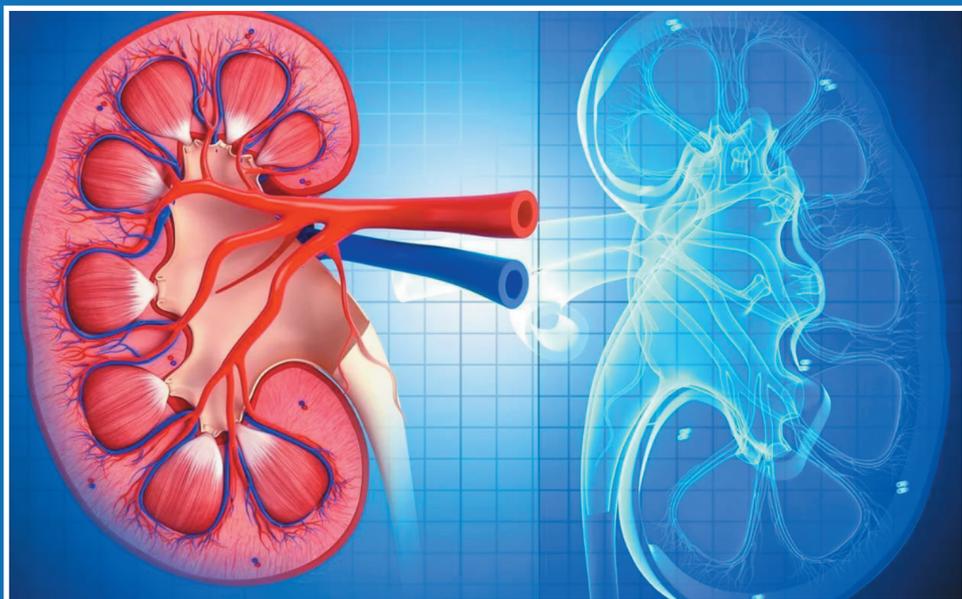




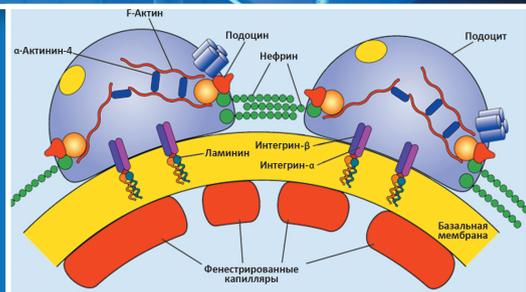
В. В. Грачева, И. В. Карпова

ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ПОЧКИ

Учебное пособие



Санкт-Петербург
СпецЛит



УДК 612.46
Г78

Авторы:

Грачева Вера Викторовна — доцент кафедры нормальной физиологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова, кандидат биологических наук;
Карпова Инесса Владимировна — доцент кафедры нормальной физиологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова, кандидат биологических наук

Общая редакция:

Якимовский Андрей Федорович — профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой нормальной физиологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова.

Рецензент:

Евлахов В. И. — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник НИИ экспериментальной медицины.

Грачева В. В., Карпова И. В.

Г78 Основы физиологии почки : учебное пособие / под общ. ред. А. Ф. Якимовского. — Санкт-Петербург : СпецЛит, 2017. — 53 с. ISBN 978-5-299-00860-9

Несмотря на большое количество учебной литературы, материал по физиологии почек в рамках учебной программы по курсу нормальной физиологии воспринимается тяжело. Авторы пособия надеются, что их труд поможет разобраться в наиболее сложных вопросах этой темы. В методическом пособии даны современные представления о механизмах гломерулярной фильтрации, реабсорбции и секреции, а также некоторые из методов оценки функционального состояния почек. В отдельных разделах пособия рассмотрены вопросы, касающиеся участия почек в регуляции артериального давления, водно-солевого баланса организма, кислотно-щелочного равновесия. Пособие написано в помощь студентам медицинских вузов, но будет полезно и врачам-практикам.

Авторы благодарят Юрия Ракова — студента 6-го курса лечебного факультета ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова за техническую помощь в подготовке и оформлении пособия.

УДК 612.46

СОДЕРЖАНИЕ

Условные сокращения	4
Предисловие	5
Выделение	6
Функции почек в организме человека	7
Строение нефрона	8
Классификация нефронов	12
Особенности кровоснабжения почки	13
Процессы, лежащие в основе мочеобразования	15
Клубочковая фильтрация и факторы ее определяющие	16
Реабсорбция и ее виды	20
Механизмы транспорта веществ через стенку канальца в интерстиций	22
Перенос веществ из интерстициального пространства в кровь ...	25
Секреция и ее виды	26
Методы оценки функционального состояния нефрона	27
Механизм создания концентрационных градиентов в почке	30
Механизмы реабсорбции ионов натрия	35
Регуляция кислотно-основного состояния	36
Секреция ионов водорода	37
Роль почек в регуляции содержания кальция в крови	39
Механизмы реабсорбции кальция	40
Роль почек в регуляции содержания калия в кров	40
Участие почек в эритропоэзе	41
Ренин-ангиотензин-альдостероновая система	41
Нейрогуморальные механизмы регуляции работы почки ...	44
Нейрогуморальные механизмы регуляции объема и осмотического давления внутренней среды организма	48
Приложение	51
Литература	52

СТРОЕНИЕ НЕФРОНА

Отличительной особенностью почек млекопитающих является четкое деление на две зоны: наружную (корковое вещество) и внутреннюю (мозговое вещество). Корковое вещество темное, на препаратах выглядит гранулированным. Мозговое вещество более светлое, делится на наружную и внутреннюю зоны. Все эти отличия отражают расположение различных компонентов нефрона — структурного элемента почки на микроскопическом уровне.

В каждой почке более 1 млн нефронов. Нефрон состоит из почечного тельца и канальцев (рис. 1). Почечное тельце расположено в корковом веществе. Оно представлено капсулой Боумена — Шумлянского диаметром 0,2 мм, в которую включен сосудистый клубочек. К почечному тельцу кровь приходит по приносящей артериоле (*vas afference*), из которой она затем поступает в сеть капилляров (около 50 петель), называемых гломерулярными. Общая площадь поверхности капилляров клубочков приблизительно равна поверхности тела человека.

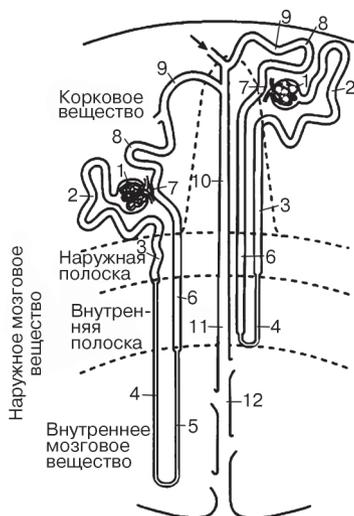


Рис. 1. Нефрон с короткой и длинной петлей (юкстамедулярный) вместе с собирательной трубочкой (Вандер А., 2000):

1 — почечное тельце; 2 — проксимальный извитой каналец; 3 — проксимальный прямой каналец; 4 — тонкая нисходящая часть петли; 5 — тонкая восходящая часть петли; 6 — толстая восходящая часть петли; 7 — *macula densa*; 8 — дистальный извитой каналец; 9 — связующий каналец; 10, 11, 12 — собирательная трубочка коркового, наружного и внутреннего мозгового вещества соответственно

Капсула образована двумя листками: париетальным и висцеральным, между которыми есть просвет. Часть плазмы крови переходит в просвет капсулы, остальная кровь выходит из почечного тельца по выносящей артериоле (*vas efference*). Между капиллярами клубочка расположены мезангиальные клетки, представляющие собой видоизмененные миоэпителиальные клетки. При их сокращении уменьшается площадь клубочка, что приводит к уменьшению объема жидкости, попадающей в просвет капсулы (рис. 2).

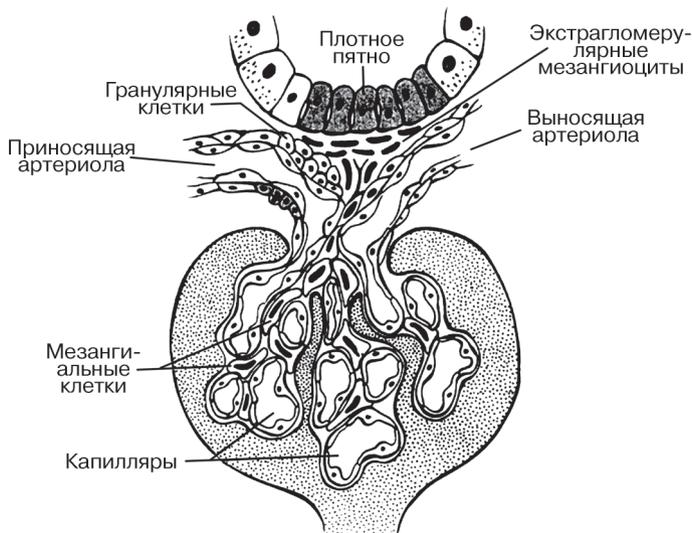


Рис. 2. Структурная организация почечного тельца с приносящей и выносящей артериолами и примыкающим к ним участком дистального извитого канальца (Шейман Д. А., 2001)

Мезангиоциты бывают нескольких типов: гладкомышечные (имеющие рецепторы к ангиотензину II, антидиуретическому гормону и предсердному натрийуретическому фактору), макрофагического типа и мезангиоциты, вырабатывающие фактор активации тромбоцитов. Мезангиоциты выполняют опорную и защитную функции, а также влияют на величину фильтрации.

Полость капсулы переходит в просвет канальца, который имеет длину 35–55 мм и делится на отделы: проксимальный сегмент, петлю Генле и дистальный сегмент.

Проксимальный сегмент, куда поступает жидкость из капсулы, состоит из извитого и прямого канальцев, которые переходят в петлю Генле, состоящую из нисходящей и восходящей частей.

Тонкая нисходящая часть петли опускается из коркового вещества вглубь мозгового, изгибается на 180° и переходит в тонкую восходящую часть петли. Тонкий каналец этой части затем переходит в толстый, который поднимается до уровня клубочка своего же нефрона в корковом веществе почки, где начинается дистальный извитой каналец.

Восходящая часть петли Генле возвращается к почечному клубочку своего нефрона и, прежде чем она продолжится в дистальный извитой каналец, образует перегиб в участке, где кончается приносящая артериола и начинается выносящая артериола. В этом месте перегиба заканчивается восходящая часть петли Генле и начинается дистальный извитой каналец. Здесь эпителий канальца имеет особое строение: стенка канальца образована плотно расположенными высокими цилиндрическими клетками, поэтому данная структура называется **плотным пятном** (*macula densa*). Клетки плотного пятна тесно контактируют с видоизмененными гладкими миоцитами приносящей и выносящей артериол. Эти гладкие миоциты содержат гранулы с ренином и называются **юкстагломерулярными клетками**, которые контактируют с плотным пятном (стенкой почечного канальца). Комплекс юкстагломерулярных клеток, клеток плотного пятна и юкстагломерулярных мезангиоцитов называется **юкстагломерулярным аппаратом почки** (рис. 2, 15).

Дистальный сегмент состоит из прямого (толстая часть петли), извитого и связующего канальцев. **Связующий каналец** впадает в **собирающую трубочку**, состоящую из двух типов клеток: главных и вставочных. Главные клетки реабсорбируют натрий, воду и секретируют калий. Вставочные клетки типа А реабсорбируют калий и секретируют ионы водорода. Кроме того, эти клетки обладают способностью к реабсорбции бикарбонатов. Вставочные клетки типа В, напротив, секретируют бикарбонаты и реабсорбируют ионы водорода.

Собирающая трубочка гистологически не относится к нефрону, но функционально и топографически связана с ним.

Гистоархитектоника нефрона поддерживается с помощью стромы (интерстиция). Интерстициальные клетки (перитубулярные клетки) синтезируют эритропоэтины, простагландины, тромбосан.

На всем протяжении каналец и собирающая трубочка образованы одним слоем клеток однорядного эпителия, покоящихся на базальной мембране. Структурная и цитохимическая характеристика клеток канальца и собирающей трубочки варьирует от сегмента к