

ГЛАВА 24.
МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ
СИСТЕМА

ФУНКЦИИ ПОЧЕК:

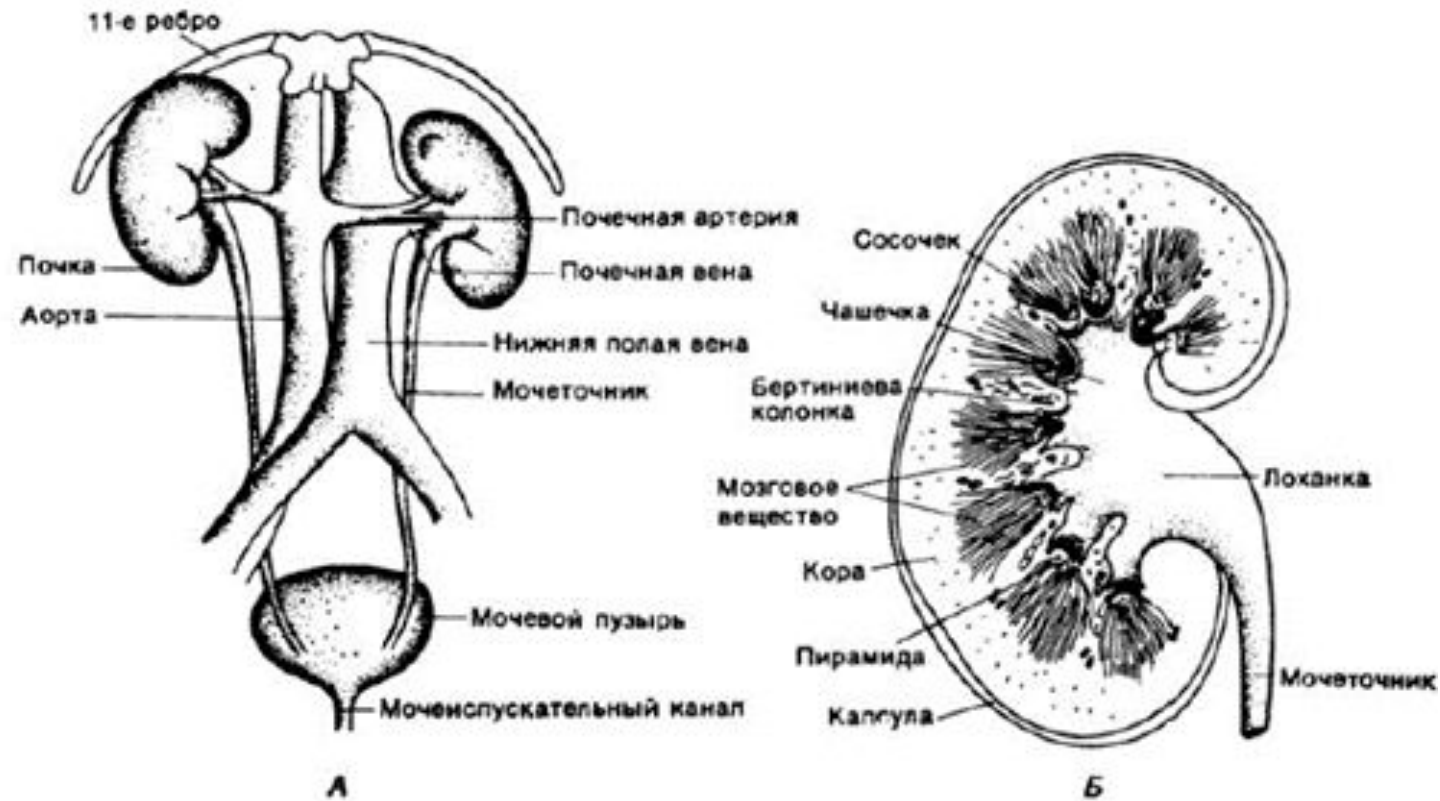


Рис. 24.1. А. Анатомические соотношения между почками, мочеточника, мочевым пузырем в брюшной полости. Б. Поперечный разрез через поч

1. Мочеобразовательная и выделительная
2. Гомеостатическая
3. Регуляторная
4. Эндокринная
5. Гемостатическая
6. Метаболическая

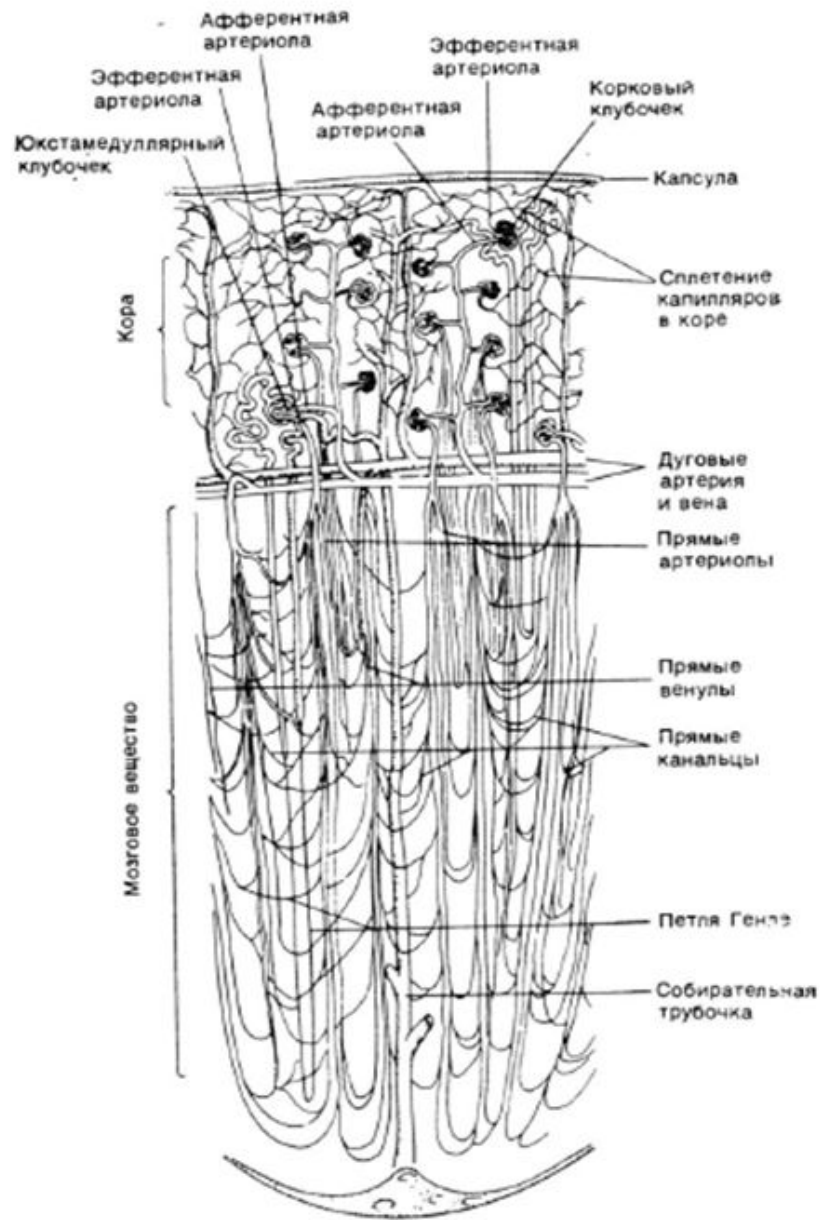


Рис. 24.3. Vasa recta, капилляры, проникающие в мозговое вещество и окружающие петлю Генле и собирательную трубочку.

ТИПЫ НЕФРОНОВ:

1. Суперфициальные – 20-30%
2. Интракортикальные – 60-70%
3. Юстагломерулярные -10-15%

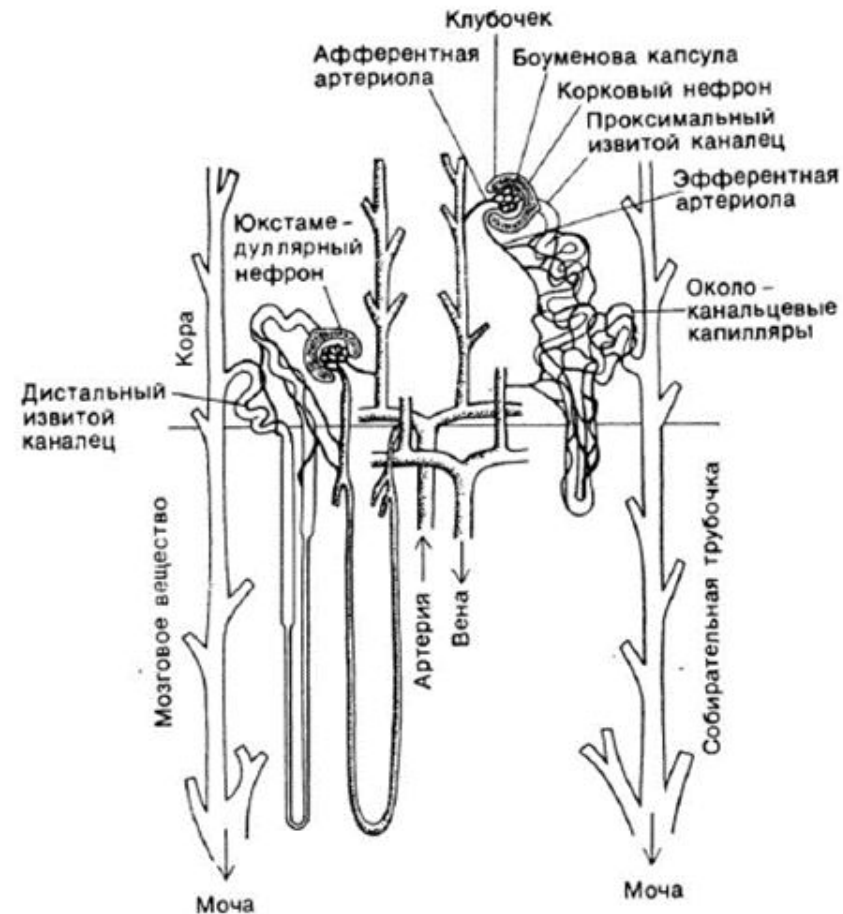


Рис. 24.2. Нефрон. Показаны клубочковые капилляры в боуменовой капсуле и околоканальцевые капилляры. (С изменениями по Smith H., 1951. The Kidney.)

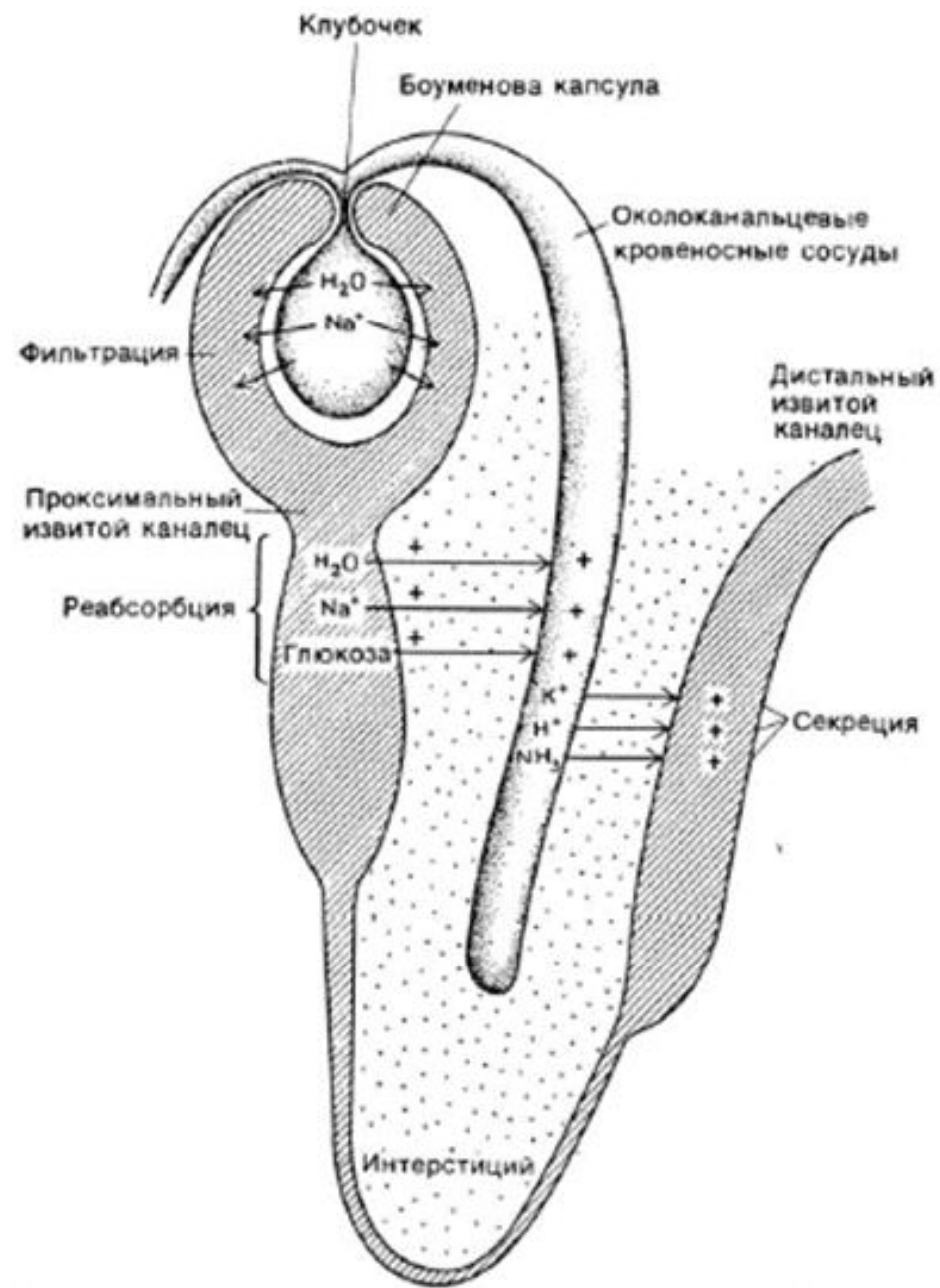
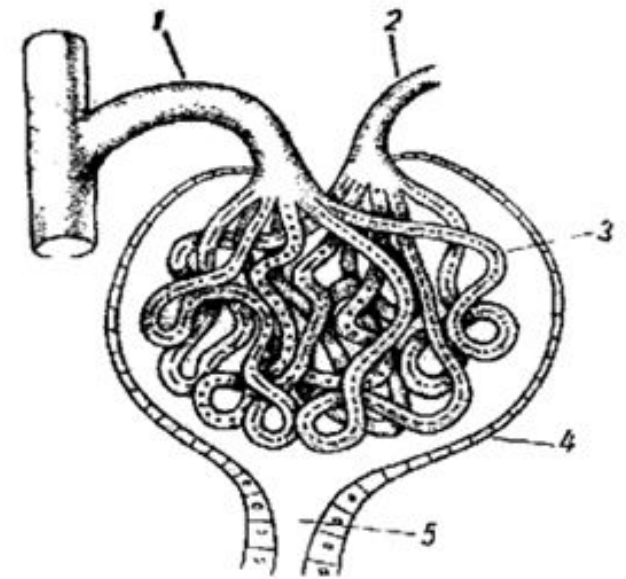


Рис. 24.4. Нефрон; показаны процессы фильтрации, реабсорбции и секреции.

ОСОБЕННОСТИ КРОВосНАБЖЕНИЯ ПОЧЕК

- 1 — приносящая артериола;
 2 — выносящая артериола;
 3 — капиллярные петли;
 4 — капсула Боумена-Шумлянского;
 5 — начало проксимального отдела канальца.



Высокий объемный кровоток: $1/4$ МОК — 1800 л/сут.
 Высокое давление в капиллярах клубочка: 47 мм Hg.
 Двойная (чудесная) сеть капилляров.
 Различия капиллярных сосудов мозгового вещества у корковых и юкстамедуллярных клубочков (прямые длинные петли).
 Наличие механизмов саморегуляции коркового кровообращения.

СКОРОСТЬ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

$$\text{Коэффициент фильтрации} = \left(\frac{\text{Гидравлическая}}{\text{проницаемость}} \right) \times \left(\frac{\text{Поверхность}}{\text{фильтрации}} \right).$$

$$\text{Скорость фильтрации} = \frac{\text{Коэффициент}}{\text{фильтрации}} \times \frac{\text{Эффективное}}{\text{фильтрационное}} \text{давление}.$$

$$\text{СКФ} = \text{КФ} \times \text{ЭФД}.$$

$$\text{ЭФД} = P_{\text{гидрост.}} - (P_{\text{онкот.}} + P_{\text{внутрикапс.}}).$$

$$\text{ЭФД} = 47 - (25 + 10) = 12 \text{ мм Нг}.$$

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ:

1. Клубочковая фильтрация
2. Канальцевая реабсорбция
3. Канальцевая секреция

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СКОРОСТЬ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПОЧКИ

1. Скорость плазмотока: ~ 600 мл/мин.
2. Фильтрационное давление: 12–15 мм Нг.
3. Фильтрационная поверхность: 2–3% общей поверхности капилляров ~ 1,6 м.
4. Масса действующих нефронов.

Ауторегуляция – активное приспособление сопротивления почки току и степени суживания и расширения сосудов.

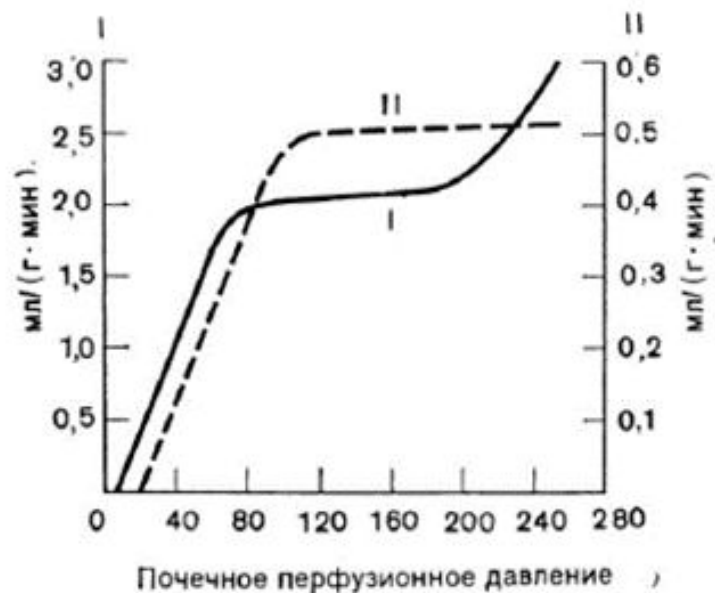


Рис. 24.5. Ауторегуляция тока плазмы в почке (I) и скорости клубочковой фильтрации (II). ТПП и СКФ увеличиваются с повышением почечного перфузионного давления до определенной точки, а затем при дальнейшем повышении давления выравниваются (ауторегуляция).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПО КЛИРЕНСУ ИНУЛИНА

$$[\text{Инулин}]_{\text{мочи}} \cdot V_{\text{мочи}} = [\text{Инулин}]_{\text{плазмы}} \cdot V_{\text{плазмы}}$$

$$V_{\text{плазмы}} = \text{СКФ} = C_{\text{инул}} = \frac{[\text{Инулин}]_{\text{мочи}} \cdot V_{\text{мочи}}}{[\text{Инулин}]_{\text{плазмы}}} =$$

$$= \text{мл/мин (125 у мужчин; 110 у женщин)}.$$

Таблица 24.1. Отношения КЖ/П для инулина (¹⁴C-) в разных отделах почечного канальца^{a)}

Локализация	Отношение КЖ/П	Остаточный клубочковый фильтрат, %	Реабсорбированная в отделе профильтрованная вода, %
Боуменова капсула	1	100	
Место соединения средней и дистальной третей проксимального канальца	3	33	75 (в проксимальном канальце)
Конец проксимального канальца (вычислено)	4	25	
Начало дистального канальца	5	20	5 (в петле)
Конец дистального канальца	20	5	15 (в дистальном канальце)
Мочеточник	690	0,14	4,86 (в собирательных трубках)

РЕАБСОРБЦИЯ



Рис. 24.7. Условия в проксимальном канальце; активные и пассивные этапы реабсорбции Na^+ и K^+ .

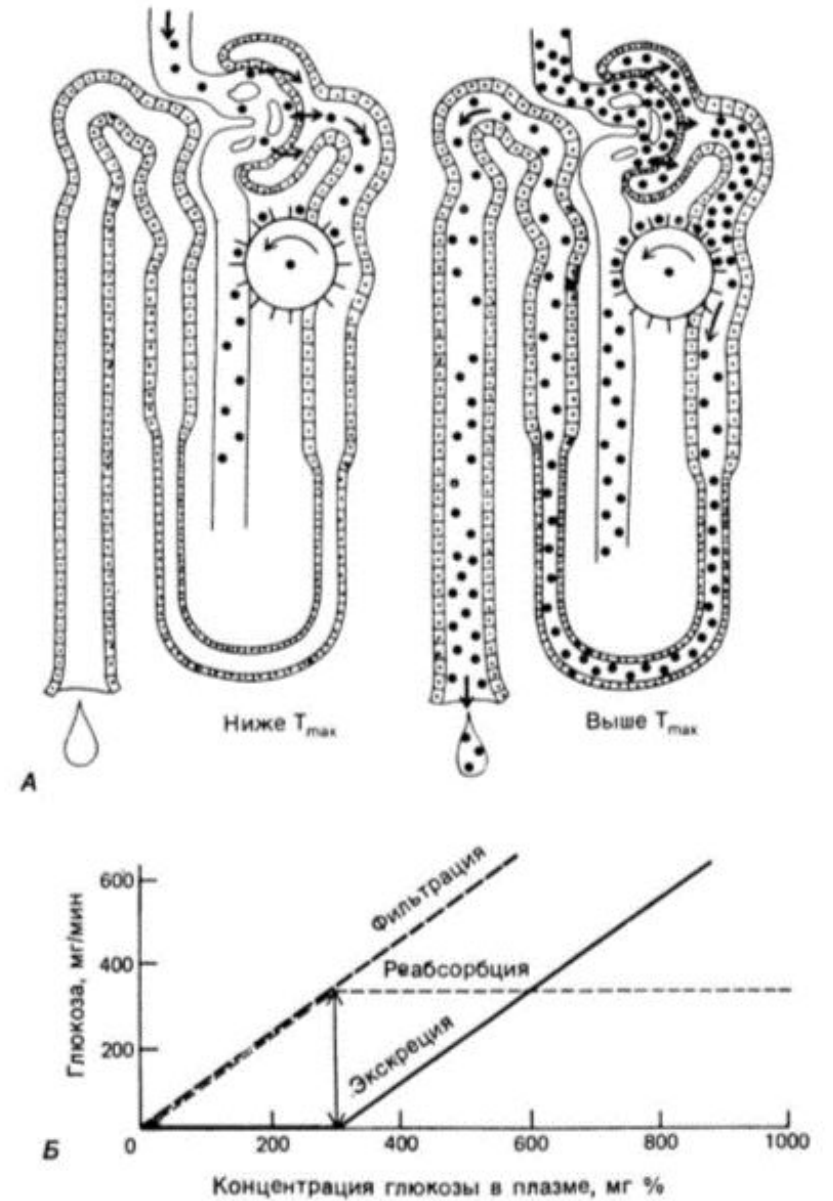
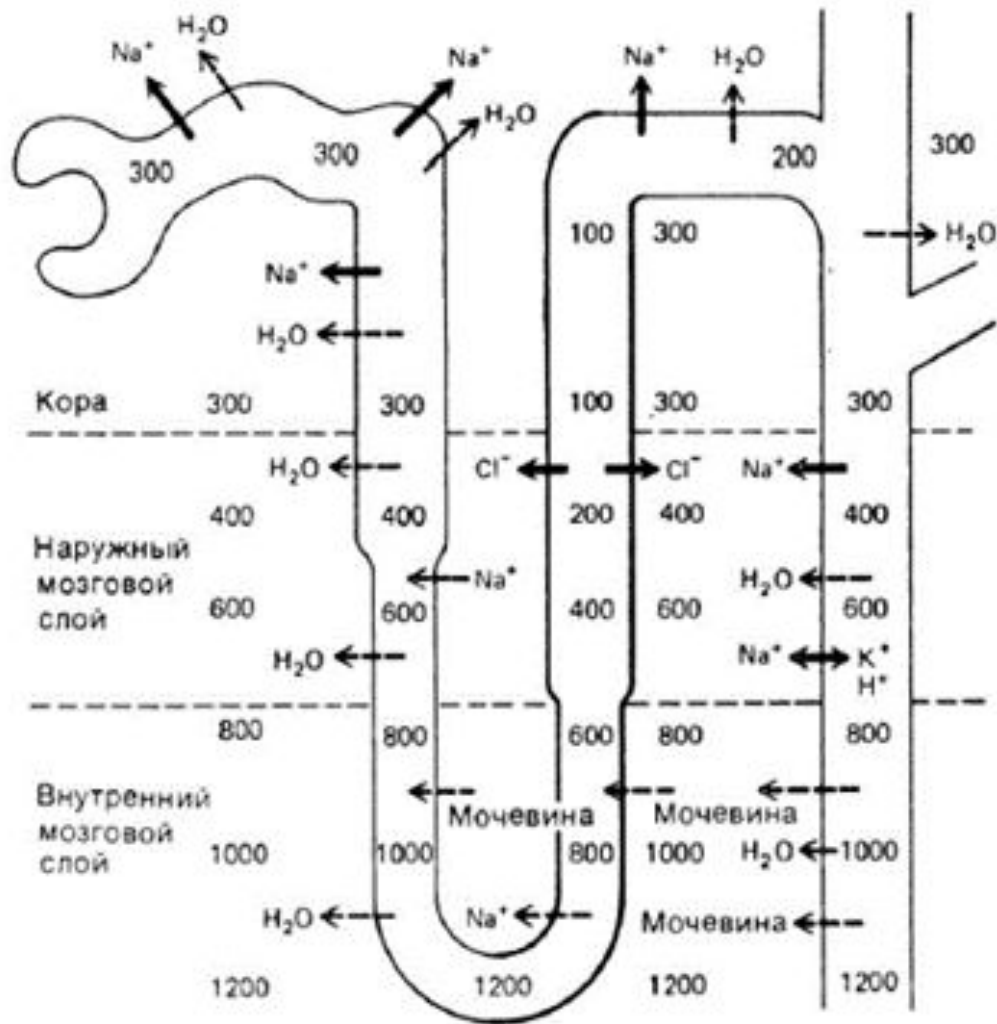


Рис. 24.8. Реабсорбция глюкозы. А. Для глюкозы показаны процессы, протекающие, когда нефрон работает ниже или выше T_{max} . Б. Графически показаны конечные результаты. Если вещество фильтруется в количестве меньше T_{max} , оно не выделяется. Когда фильтрация превышает T_{max} , вещество появляется в моче. (Netter F. H. 1973. Kidney, ureters and urinary bladder, v. 6.)



Осмолярность мочи составляет 600-800 мосмоль/л. Она гипертонична по отношению к плазме крови.

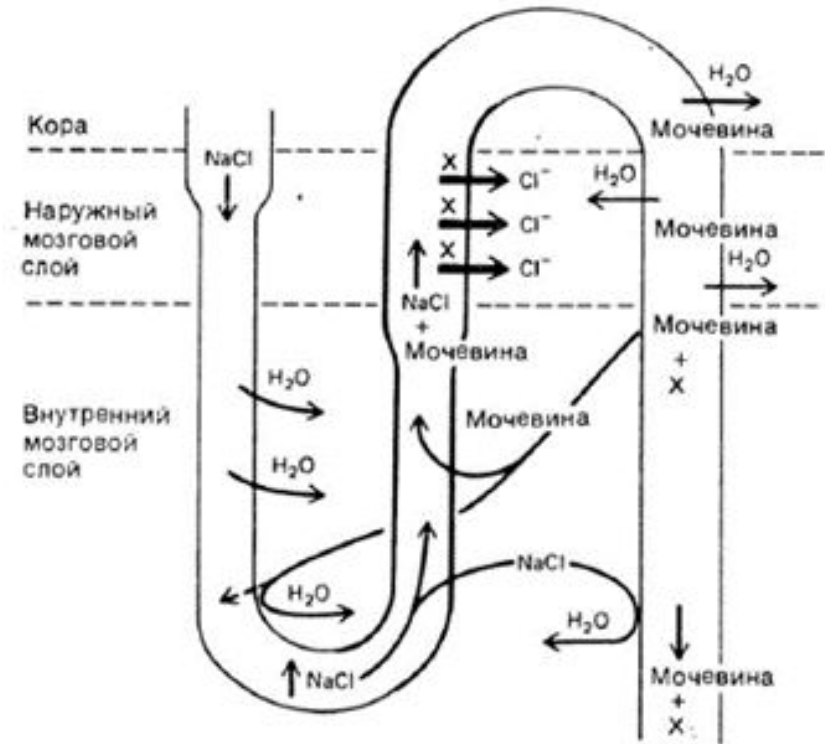


Рис. 24.10. Модель Кокко и Ректора (Kokko, Rector). Жирные стрелки — активный транспорт хлора, X — неабсорбируемое растворенное вещество. В этой модели большая доля осмолярности во внутреннем мозговом слое создается мочевиной. (С изменениями по Kokko J. P. et al. 1974. Fifth International Congress of Nephrology.)

Рис. 24.9. Сводные данные по обмену воды, ионов и мочевины в почке. Цифры показывают осмолярность (в мосмолях) канальцевой мочи и околоканальцевой жидкости. Обратите внимание на увеличение околоканальцевой осмолярности по мере продвижения в глубокие слои мозгового вещества: кора — 300; мозговое вещество — 1200. Сплошные стрелки — активный транспорт; прерывистые стрелки — пассивный транспорт. Жирные линии вдоль восходящего колена петли Генле показывают, что этот отрезок сравнительно непроницаем. (С изменениями по Gottschalk C. W., Mylle M., 1959. Am. J. Physiol., 196, 927.)

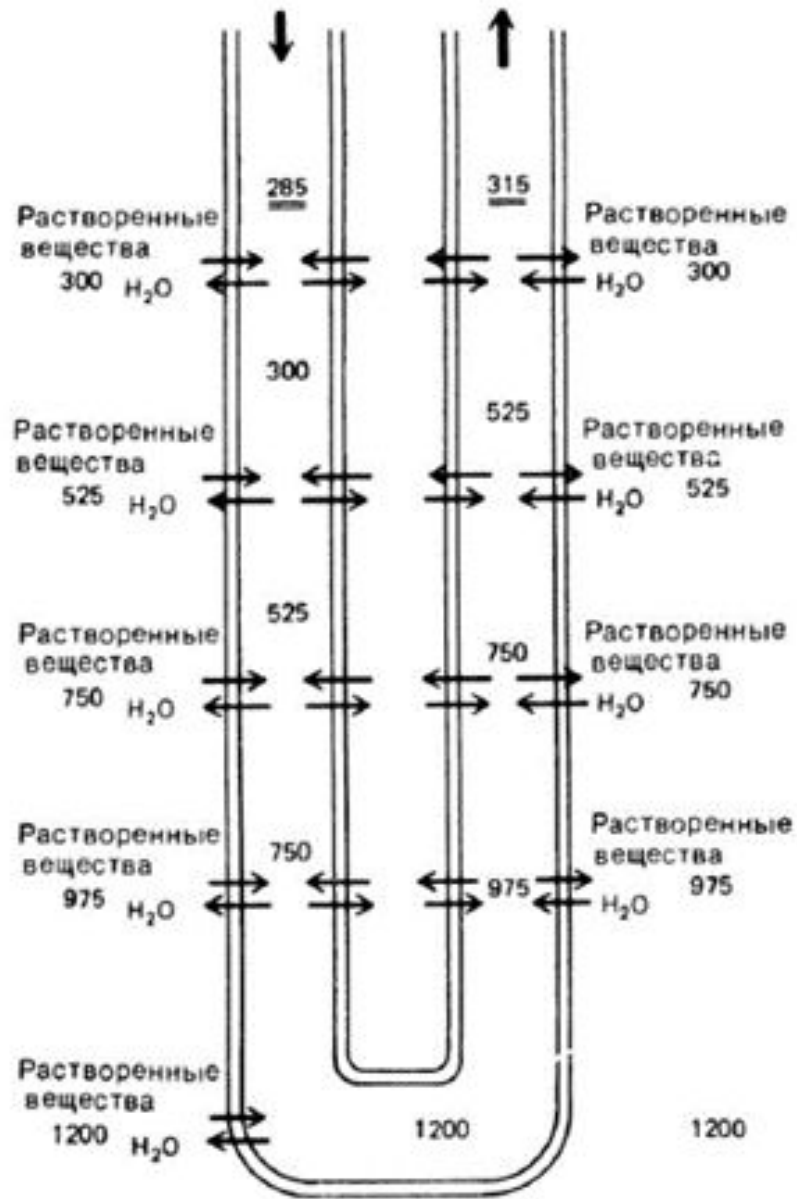


Рис. 24.11. Противоточный обмен. Осмолярность крови, поступающей в мозговой слой, составляет 285 мосмоль/л, а оттекающей — 315 мосмоль/л. Этот процесс, благодаря которому оттекающая кровь не содержит много растворенных веществ, препятствует устранению гипертоничности мозгового интерстиция. (Netter F. H., 1973. *Kidneys, ureters and urinary bladder.*, v. 6.)

ГОРМОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЧКИ:

Ренин-ангиотензиновая система.

Ренин вырабатывается в юкстагломерулярных клетках.

Простогландиновая гормонподобная система.

Простогландины в больших количествах синтезируются в мозговом слое почки.



Рис. 24.12. Юкстагломерулярный аппарат, состоящий из macula densa и специфических клеток. (С изменениями по Davis I. 1971. *Circ. Res*, 28, 301.)

ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ РЕАБСОРБЦИИ

Вазопрессин — активация реабсорбции воды.

Ангиотензин-II — активация реабсорбции Na^+ .

Альдостерон — активация реабсорбции Na^+ и секреции K^+ .

Атриопептид — угнетение реабсорбции Na и воды.

Паратгормон — активация реабсорбции Ca^{2+} и снижение реабсорбции фосфата.

Кальцитонин — изменение реабсорбции Ca^{2+} и фосфата

Простагландины E2 — угнетение реабсорбции Na^+ .

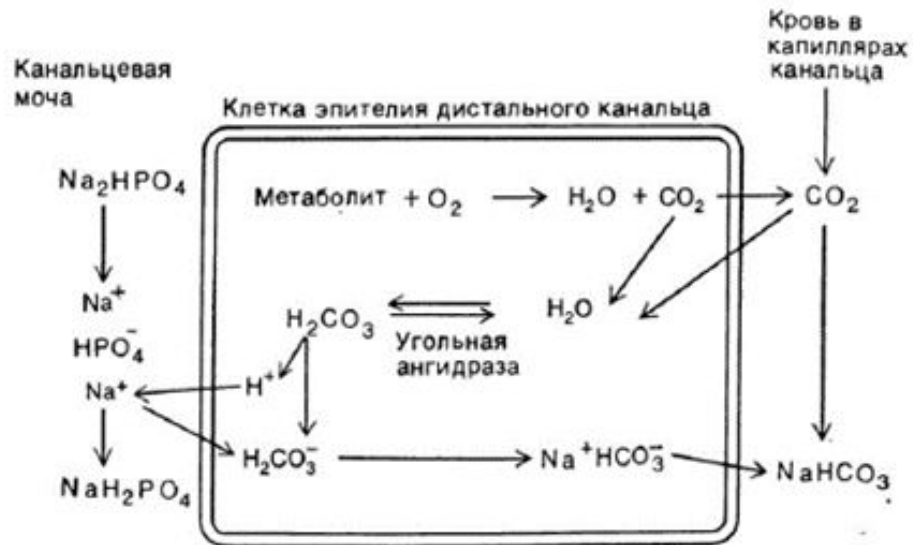


Рис. 24.14. Механизмы перехода динатрийфосфата в моносодийфосфат и последующей реабсорбции бикарбоната натрия.

СПОСОБЫ РЕГУЛЯЦИИ PH:

1. регуляция уровня HCO_3^- в плазме;
2. регенерация HCO_3^- ;
3. секреция H^+ в мочу.

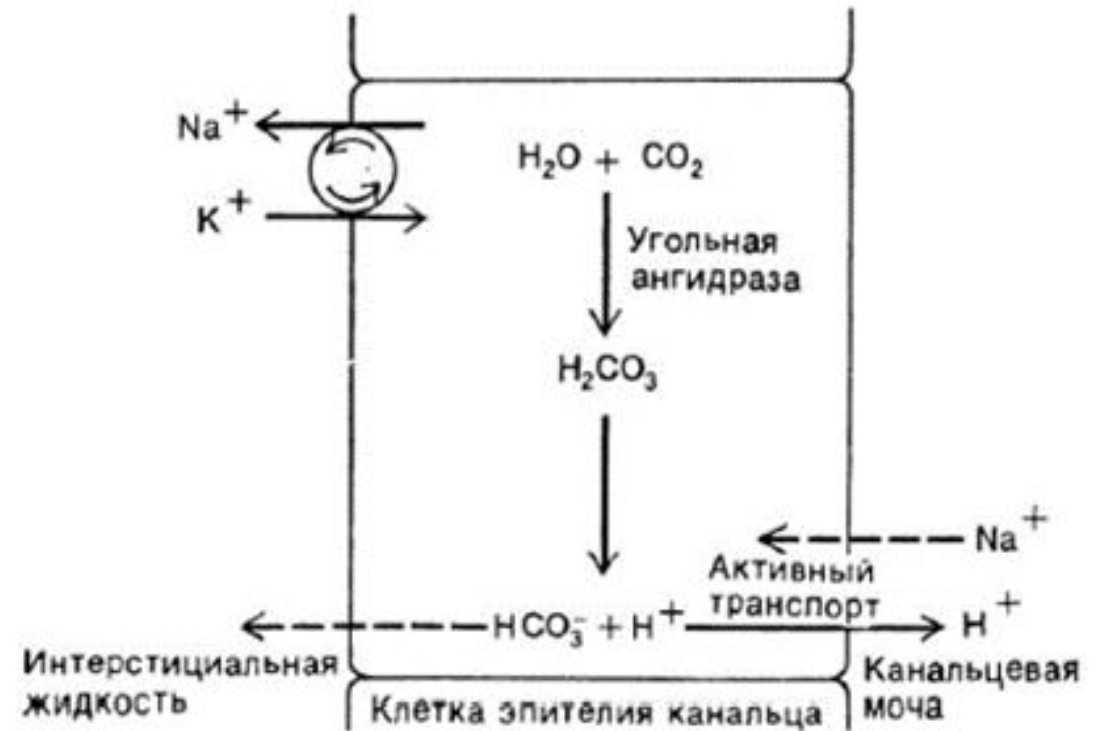


Рис. 24.13. Механизм реабсорбции HCO_3^- в почке.

Таблица 24.2. Количество и состав мочи у человека в норме и при дегидратации^{а)}

	Объем мочи, (мл/сутки)	Удельный вес	Осмолярность, мосмоль/л	pH	N ⁺ , мэкв/л	K ⁺ , мэкв/л
Норма	1 500	1,022	800	6,2	138	40
Дегидратация ^{б)}	300	1,028	1 100	5,9	110	120

