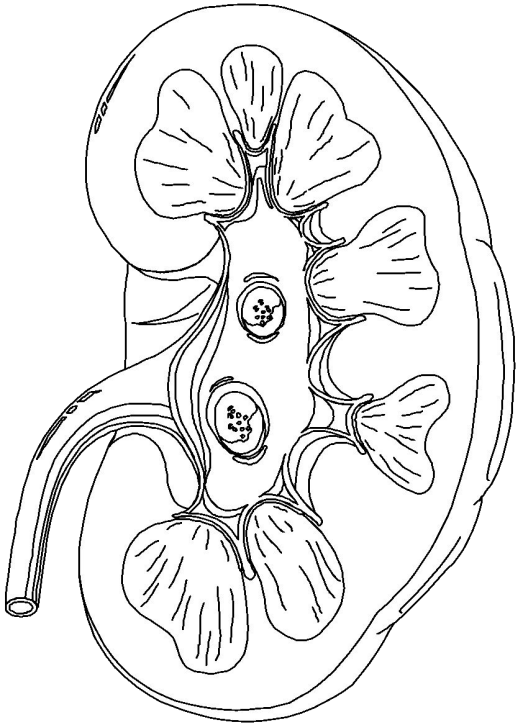
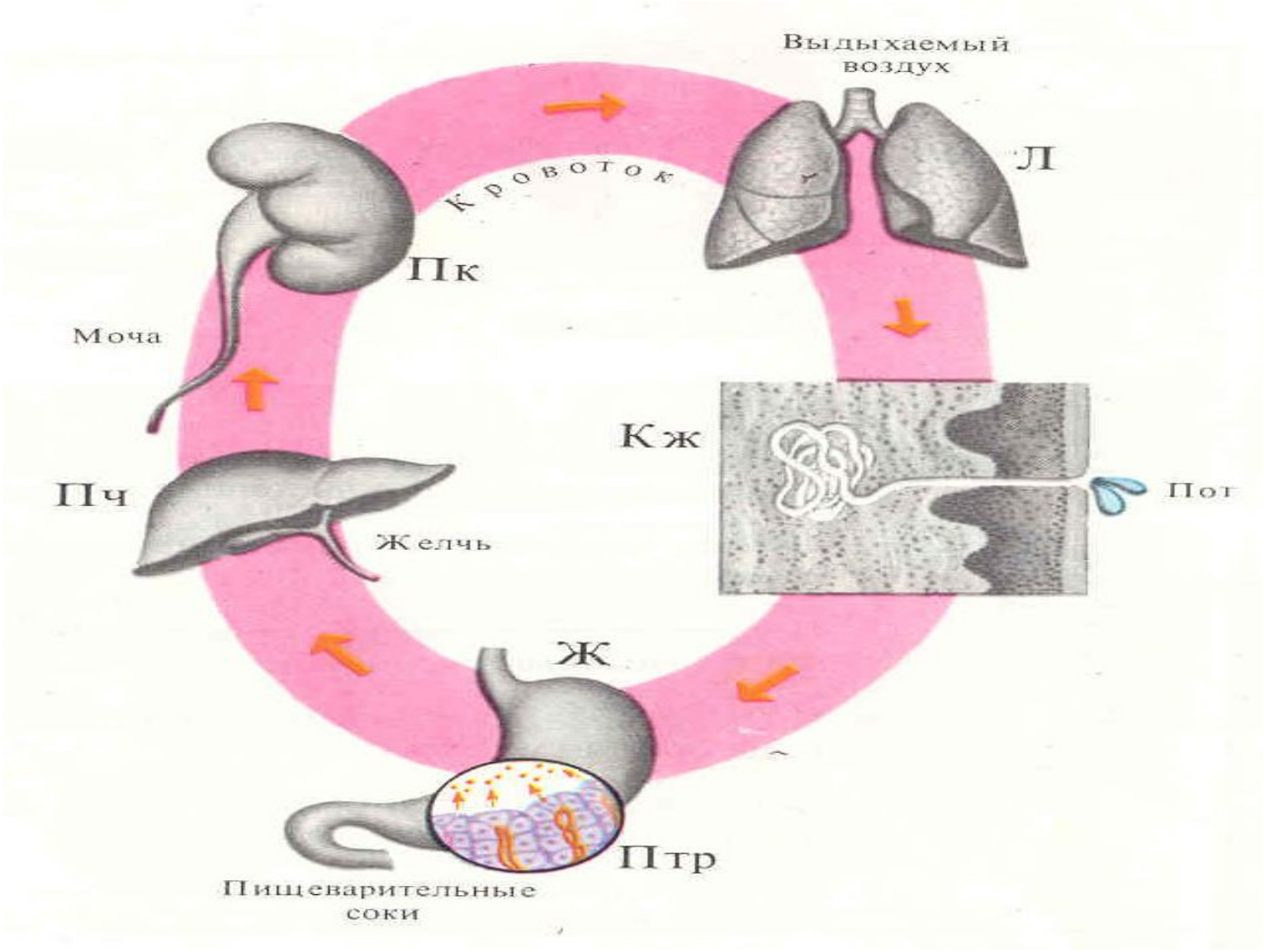
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ КрасГМА



ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ.

ФИЗИОЛОГИЯ ПОЧЕК И ВОДНО-СОЛЕВОГО ОБМЕНА

ОРГАНЫ ВЫДЕЛЕНИЯ



СИСТЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ

- КОЖА - 300-1000 мл пота. 1/3 экскретируемой воды,

  до 10 % мочевины
- ЛЕГКИЕ - 400-1000 мл воды
- КИШЕЧНИК - до 100 мл воды
- ПОЧКИ - ОСНОВНОЙ ОРГАН ВЫДЕЛЕНИЯ - 1500 - 2000 мл воды, 90% мочевины, электролиты, продукты метаболизма, эндобиотики и ксенобиотики

ФУНКЦИИ ПОЧЕК

1. МОЧЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ И ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ
2. ГОМЕОСТАТИЧЕСКАЯ
3. ЗАЩИТНАЯ
4. РЕГУЛЯТОРНАЯ
5. ЭНДОКРИННАЯ
6. ГЕМОСТАТИЧЕСКАЯ
7. МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ

ТИПЫ НЕФРОНОВ

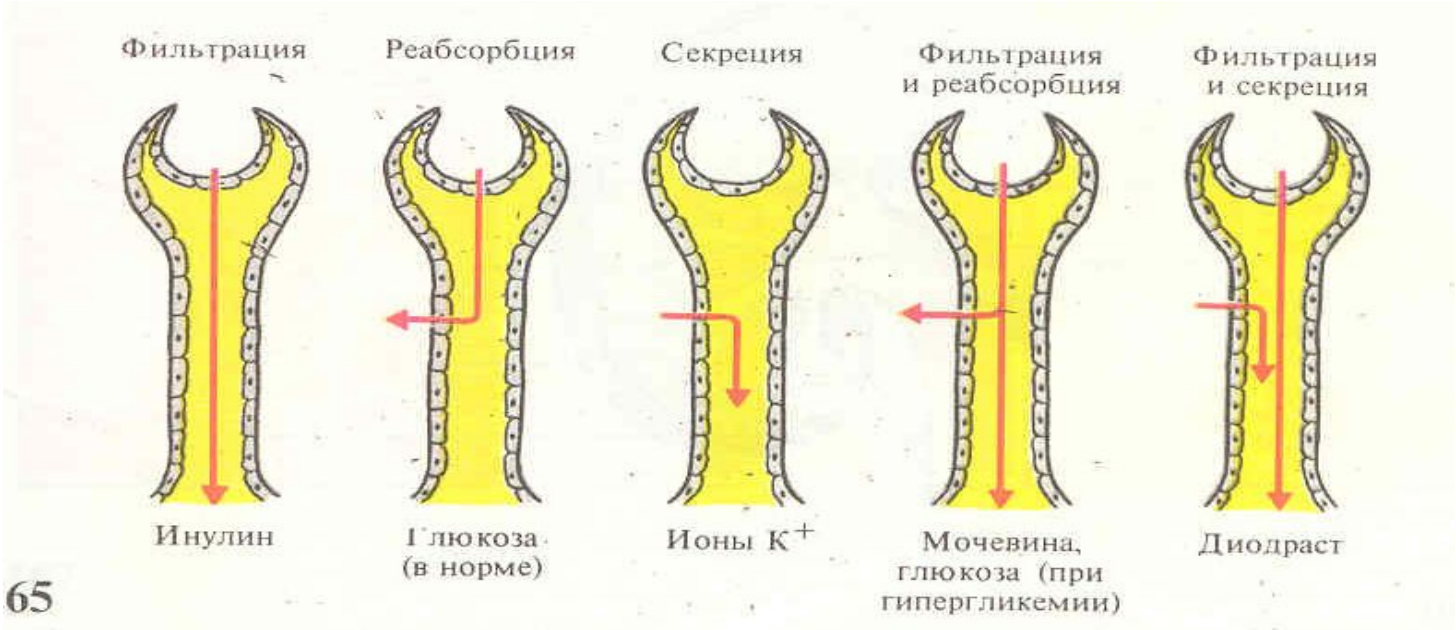
- **СУПЕРФИЦИАЛЬНЫЕ - 20-30%**
- **ИНТРАКОРТИКАЛЬНЫЕ - 60-70%**
- **ЮКСТАМЕДУЛЛЯРНЫЕ - 10-15%**

ОСОБЕННОСТИ КРОВОСНАБЖЕНИЯ ПОЧЕК

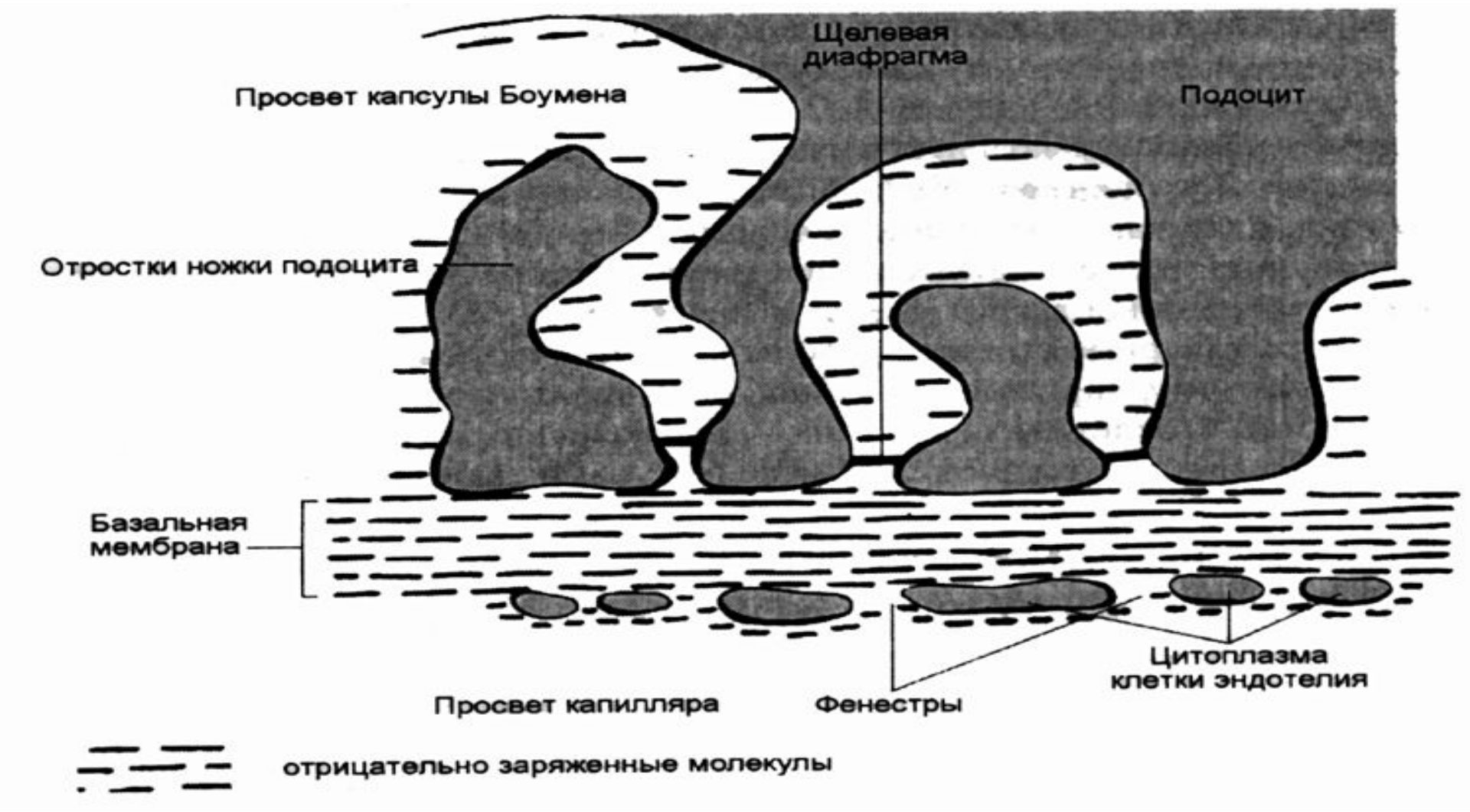
- ВЫСОКИЙ ОБЪЕМНЫЙ КРОВОТОК - 1/4 МОК - 1800 л/сут
- ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ В КАПИЛЛЯРАХ КЛУБОЧКА - 70 мм Hg
- ДВОЙНАЯ (ЧУДЕСНАЯ) СЕТЬ КАПИЛЛЯРОВ
- РАЗЛИЧИЯ КАПИЛЛЯРНЫХ СОСУДОВ МОЗГОВОГО ВЕЩЕСТВА У КОРКОВЫХ И ЮКСТАМЕДУЛЛЯРНЫХ КЛУБОЧКОВ (ПРЯМЫЕ ДЛИННЫЕ ПЕТЛИ)
- НАЛИЧИЕ МЕХАНИЗМОВ САМОРЕГУЛЯЦИИ КОРКОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

- КЛУБОЧКОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ
- КАНАЛЬЦЕВАЯ РЕАБСОРБЦИЯ
- КАНАЛЬЦЕВАЯ СЕКРЕЦИЯ



ГЛОМЕРУЛЯРНЫЙ ФИЛЬТР



ФИЛЬТРАЦИОННЫЙ БАРЬЕР

- ФНЕСТРИРОВАНННЫЙ ЭНДОТЕЛИЙ КАПИЛЛЯРА:
  ПОРЫ: 5-7 мкм
- БАЗАЛЬНАЯ МЕМБРАНА - ПОРЫ: 2,9 мкм
- МЕЖПЕДУНКУЛЯРНОЕ ПРОСТРАНСТВО ПОДОЦИТОВ
  - 30 мкм
- ЩЕЛЕВАЯ ДИАФРАГМА - 10 мкм
- ПОРЫ ГЛИКОКАЛИКСА: 3 мкм

МЕХАНИЗМЫ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

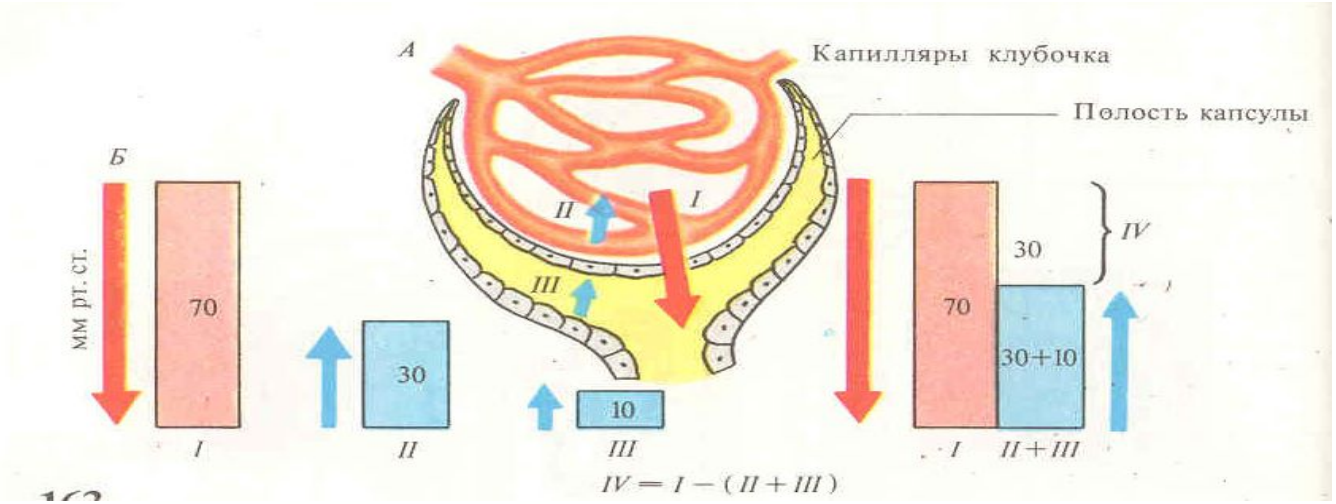
- ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
  - ФИЛЬТРАЦИОННОЕ ДАВЛЕНИЕ
  - ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ЗАРЯД ПОР

- БИОЛОГИЧЕСКИЕ
  - СОКРАЩЕНИЕ ПОДОЦИТОВ
  - СОКРАЩЕНИЕ МЕЗАНГИАЛЬНЫХ КЛЕТОК

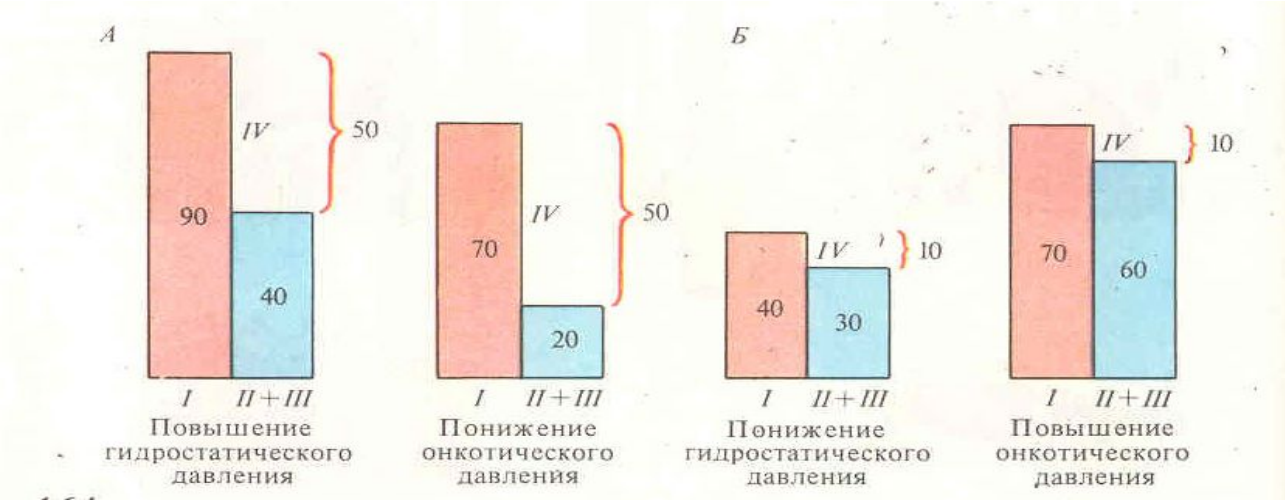
ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СКОРОСТЬ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПОЧКИ

- **СКОРОСТЬ ПЛАЗМОТОКА: ~ 600 мл/мин**
- **ФИЛЬТРАЦИОННОЕ ДАВЛЕНИЕ: 15-20 мм Hg**
- **ФИЛЬТРАЦИОННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ: 2-3% общей поверхности капилляров ~ 1,6 м**
- **МАССА ДЕЙСТВУЮЩИХ НЕФРОНОВ**

ФИЛЬТРАЦИОННОЕ ДАВЛЕНИЕ



- **ФД = Рк - ($P_{онк.}$ + $P_{тк}$) ФД = 70 - (30+10) = 30 мм Hg**



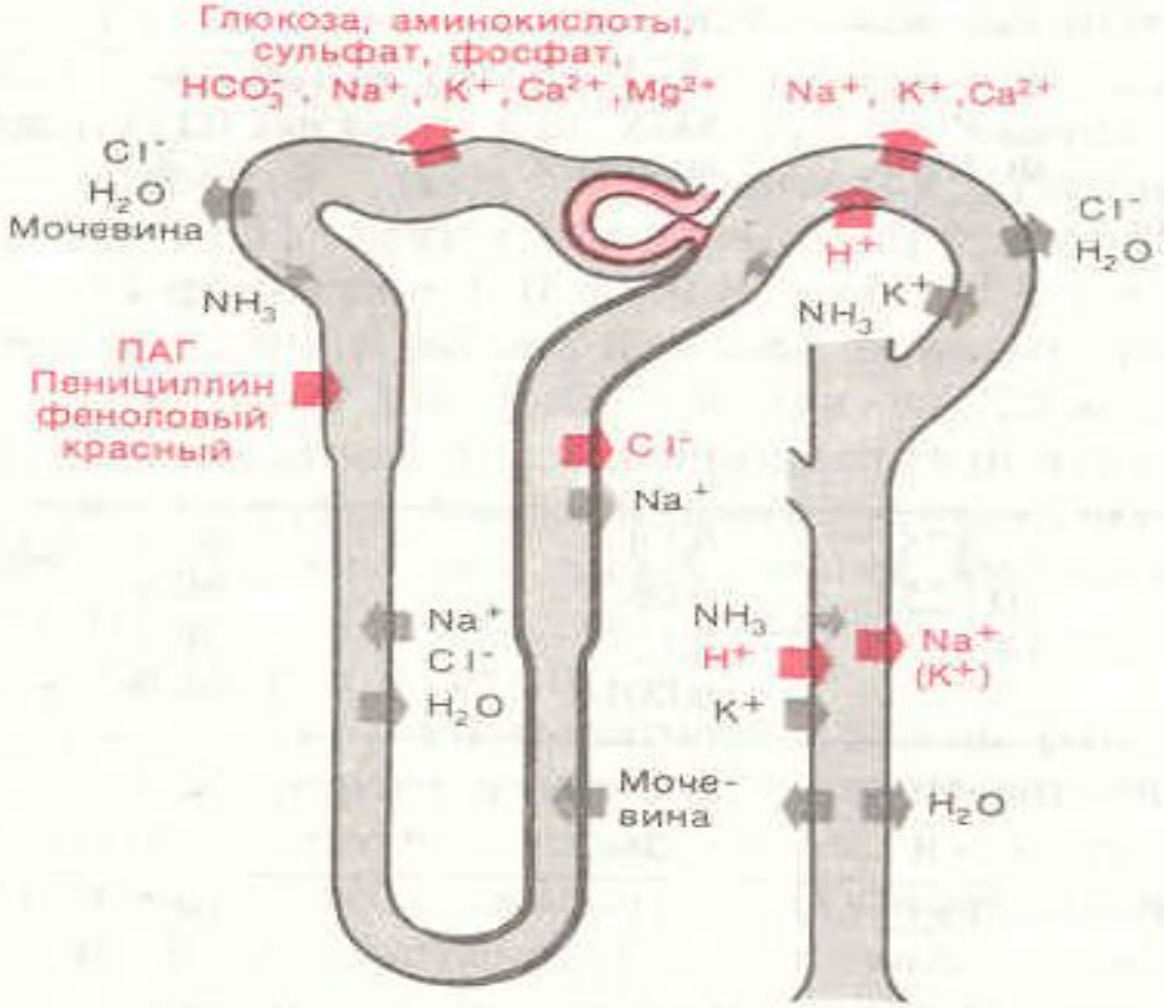
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПО КЛИРЕНСУ ИНУЛИНА

- $[ИНУЛИН]_{мочи} \cdot V_{мочи} = [ИНУЛИН]_{плазмы} \cdot V_{плазмы}$
- $$V_{плазмы} = СКФ = C_{инул} = \frac{[ИНУЛИН]_{мочи} \cdot V_{мочи}}{[ИНУЛИН]_{плазмы}} =$$
- = мл/мин (125 У МУЖЧИН; 110 У ЖЕНЩИН)

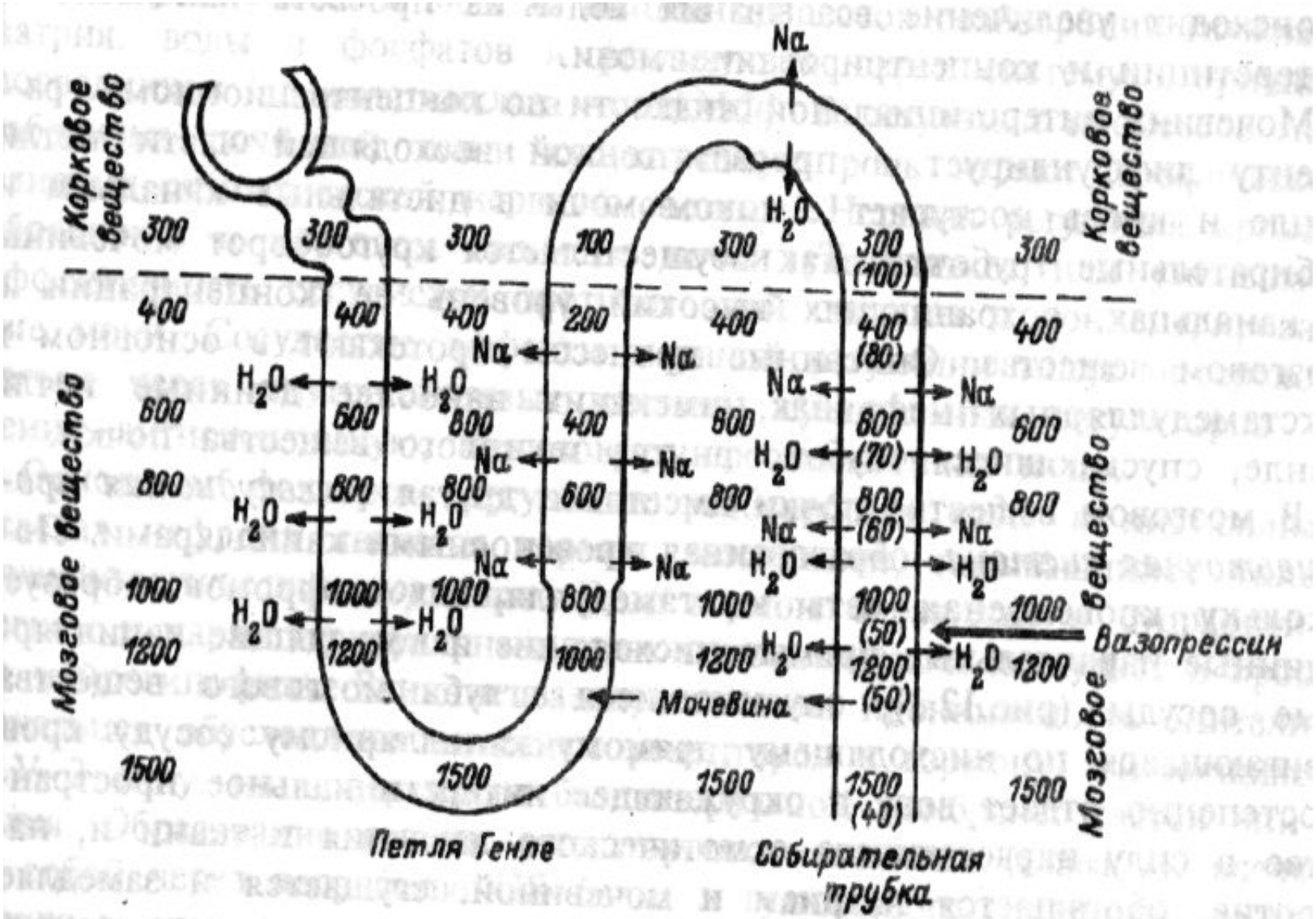
АУТОРЕГУЛЯЦИЯ КЛУБОЧКОВОГО КРОВОТОКА И КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

- МИОГЕННАЯ - ФЕНОМЕН БЕЙЛИСА-ОСТРОУМОВА
- ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОНУСА ПРИНОСЯЩИХ И ВЫНОСЯЩИХ АРТЕРИОЛ
- ВНУТРИПОЧЕЧНЫЕ ГУМОРАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ
- ИЗМЕНЕНИЕ МАССЫ ДЕЙСТВУЮЩИХ НЕФРОНОВ

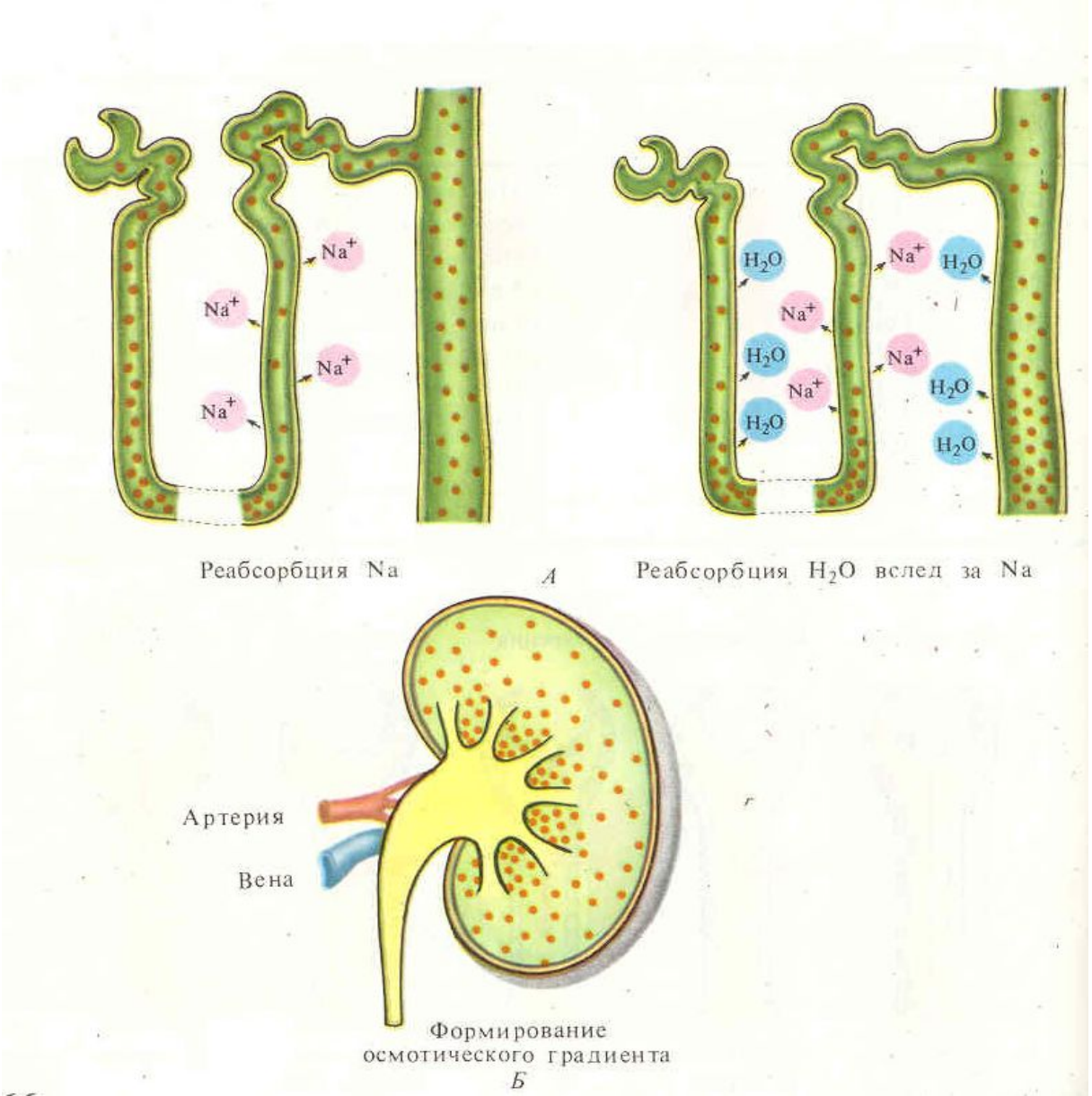
Локализация важнейших транспортных процессов в нефроне



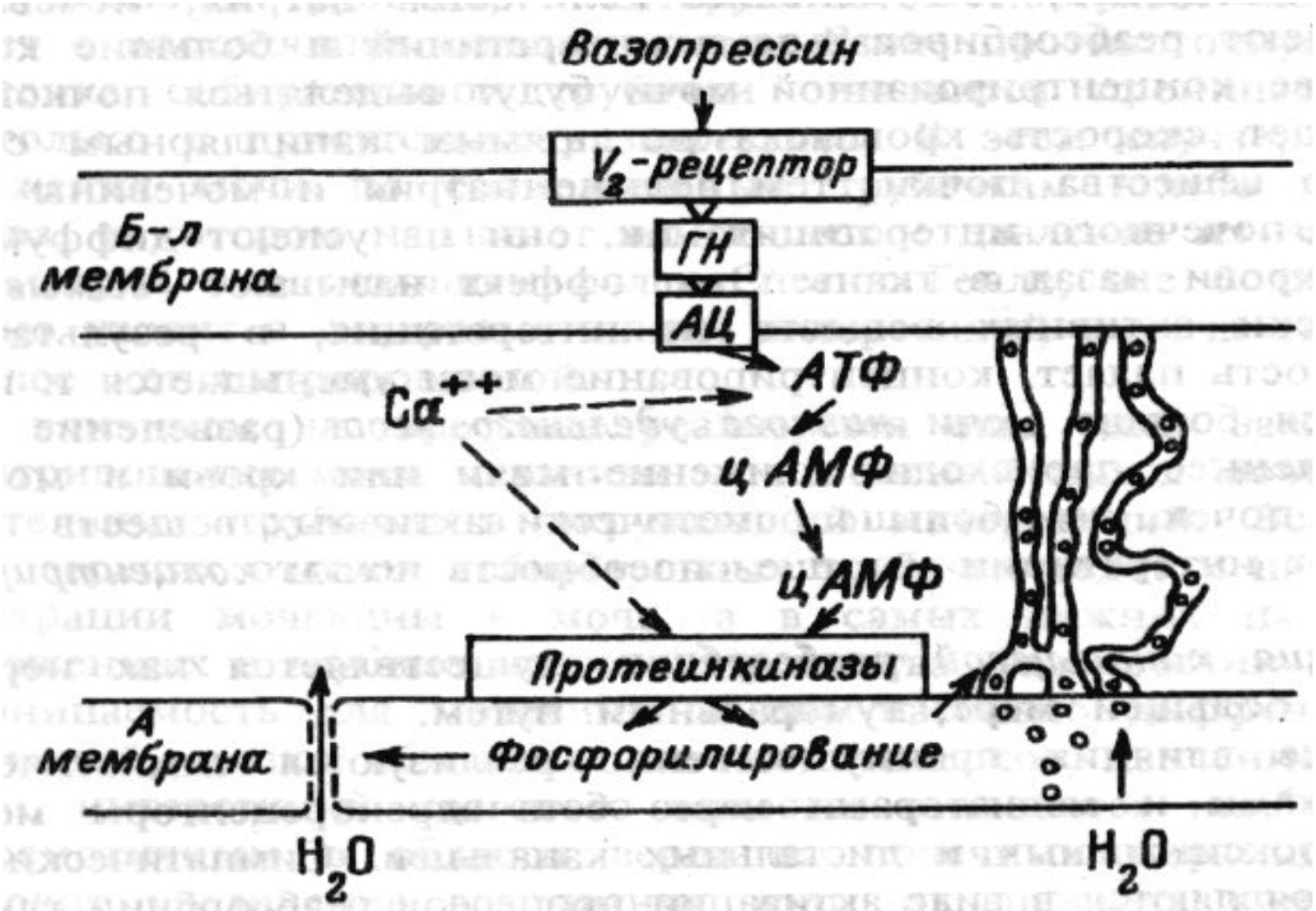
Противоточно-множительная система мозгового вещества почки



Деятельность противоточного механизма



Механизм действия вазопрессина



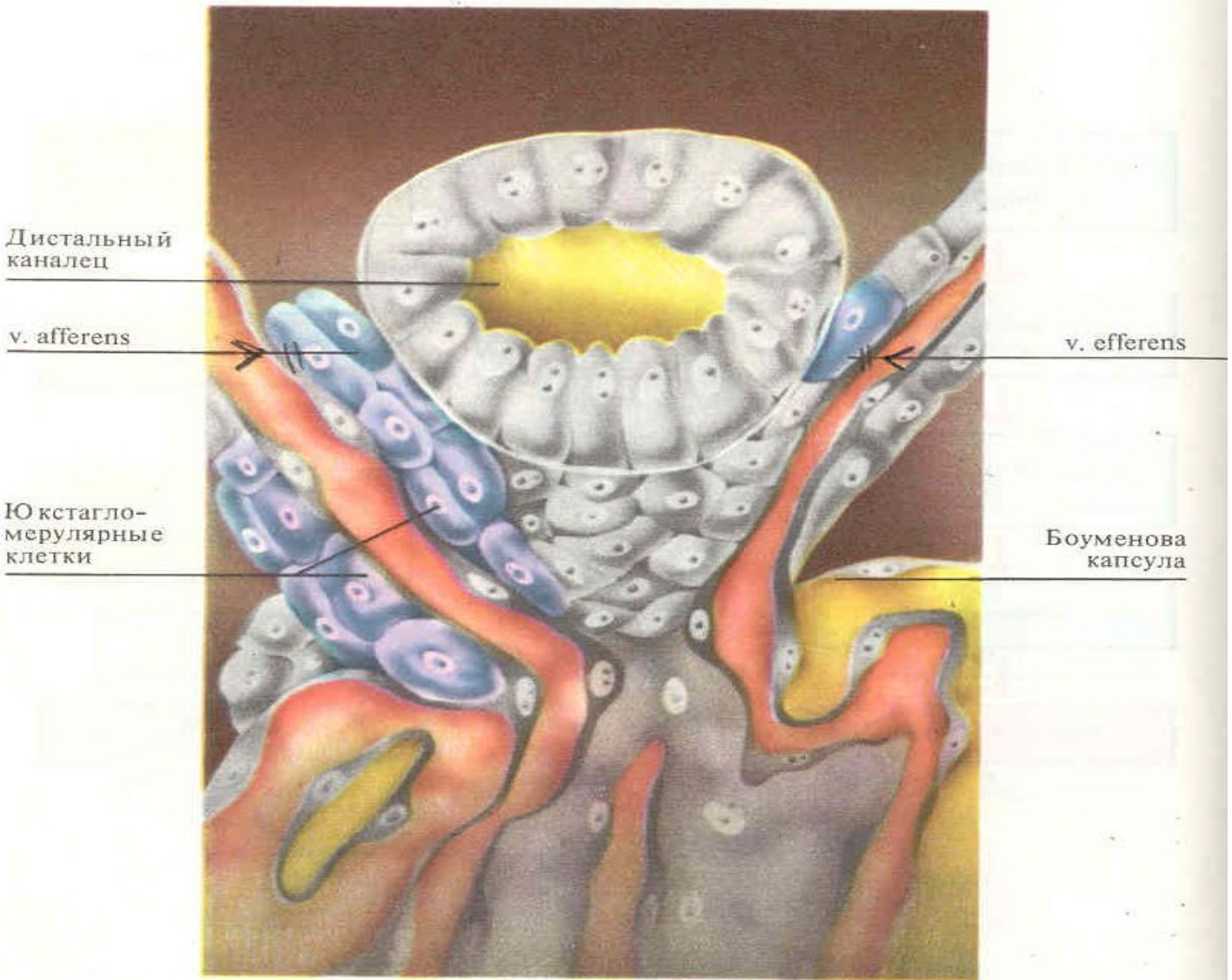
РЕГУЛЯЦИЯ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

- **АУТОРЕГУЛЯЦИЯ**
- 1) Миогенная - феномен Бейлиса-Остроумова
- 2) Перераспределение тонуса артериол клубочка
- 3) Внутрипочечные гуморальные факторы - ангиотензин, кинины, простагландины, NO, и др.
- 4) Изменение массы действующих нефронов
- **НЕРВНАЯ (СИМПАТИЧЕСКАЯ) РЕГУЛЯЦИЯ**
- 1) Изменение и перераспределение тонуса артериол
- 2)Изменение тонуса мезангиальных клеток и фильтрационной поверхности
- 3)Изменение активности подоцитов
- 4) Стимуляция секреции ренина и синтез A-II

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^+ и снижение реабсорбции фосфата
- КАЛЬЦИТОНИН - изменение реабсорбции Ca^+ и фосфата
- ПРОСТАГЛАНДИНЫ E_2 - угнетение реабсорбции Na^+

Строение юкста-гломерулярного аппарата



Ренин-ангиотензин-альдостероновая система и гомеостазис натрия

- Снижение уровня натрия в крови
- Снижение уровня натрия в моче
- Стимуляция macula densa и ЮГК
- Активация секреции ренина
- Повышение образования ангиотензина-II
- Повышение секреции альдостерона корой надпочечника
- Усиление реабсорбции Na в канальцах почки
- Восстановление уровня натрия в крови

Альдостерон и гомеостазис калия

- Повышение уровня калия в крови
- Стимуляция секреции альдостерона корой надпочечников
- Стимуляция альдостероном секреции К в мочу в почечных канальцах
- Восстановление уровня калия в крови

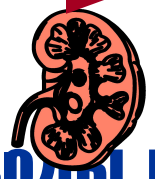
ОСМОРЕГУЛИРУЮЩИЙ РЕФЛЕКС

Центральные осморецепторы

Сосудистые осморецепторы

Увеличение осмолярности крови

вазопрессин



Активация реабсорбции воды, концентрирование мочи

Вазопрессин и осморегуляция

- Гиперосмотичность
- плазмы крови

Гипоосмотичность плазмы крови

- ОСМОРЕЦЕПТОРЫ
- ГИПОТАЛАМУС
- НЕЙРОГИПОФИЗ
- БОЛЬШЕ АДГ
- АНТИДИУРЕЗ

МЕНЬШЕ АДГ

ВОДНЫЙ ДИУРЕЗ

Осморегуляция водного баланса

- *Осмотическое давление плазмы крови (мосм/кг) в норме:*
- *275 ----280 ----285 ----288 ----290 ----295 ----300 ----305*

- **Порог роста секреции вазопрессина**
- **Водный баланс**
- **Порог жажды**
- **Нестерпимая жажда**
- **203**
- **375**
- *границы выживания*

МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖАЖДЫ

Повышение осмотического давления плазмы

Снижение объема и (или) артериального давления крови

ОСМОРЕЦЕПТОРЫ

МЕХАНОРЕЦЕПТОРЫ

ГИПОТАЛАМУС

ЦЕНТР ЖАЖДЫ

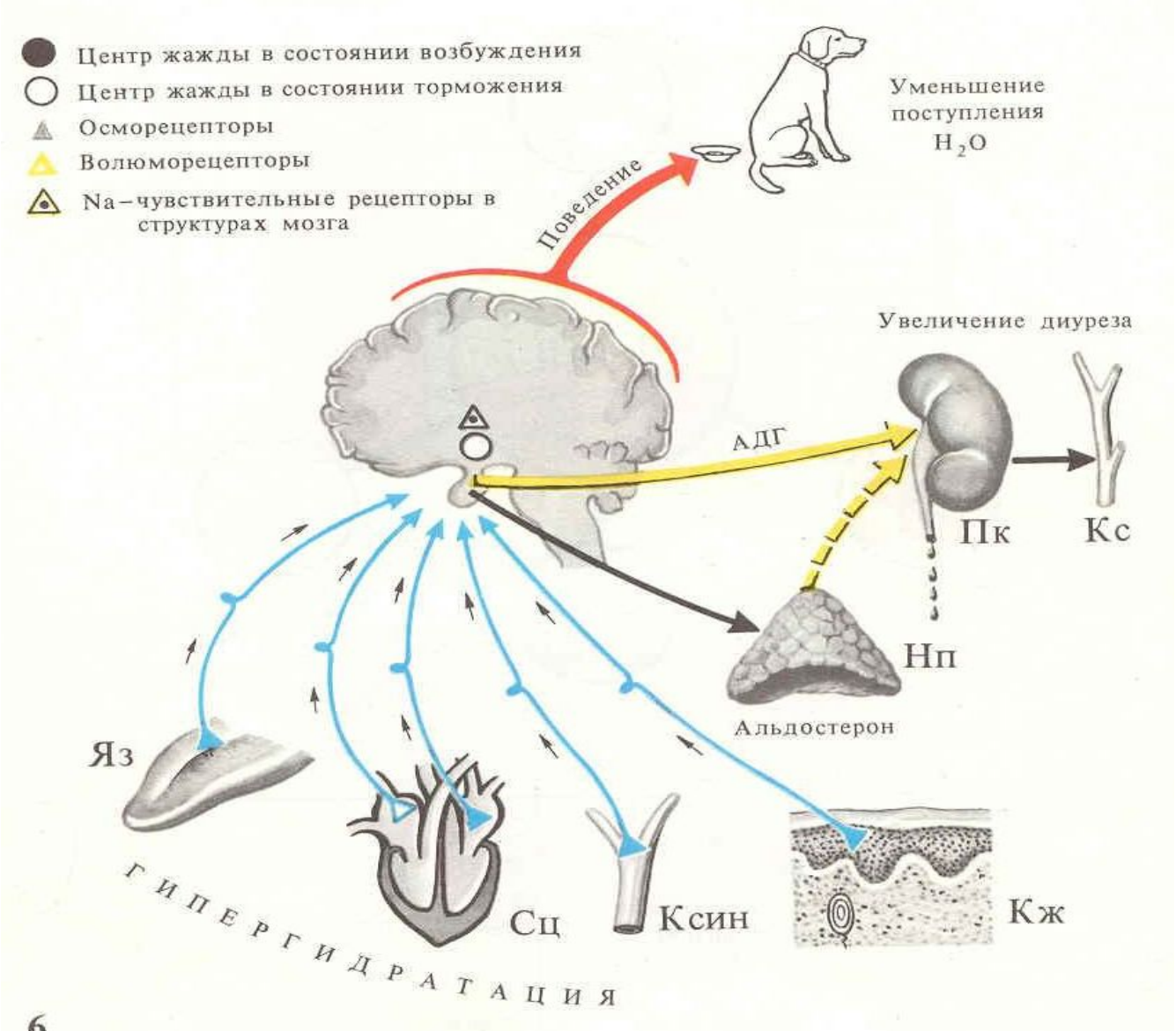
ЖАЖДА

Механорецептивная регуляция

- Активация реабсорбции воды, концентрирование мочи

Регуляция водного баланса при гидратации

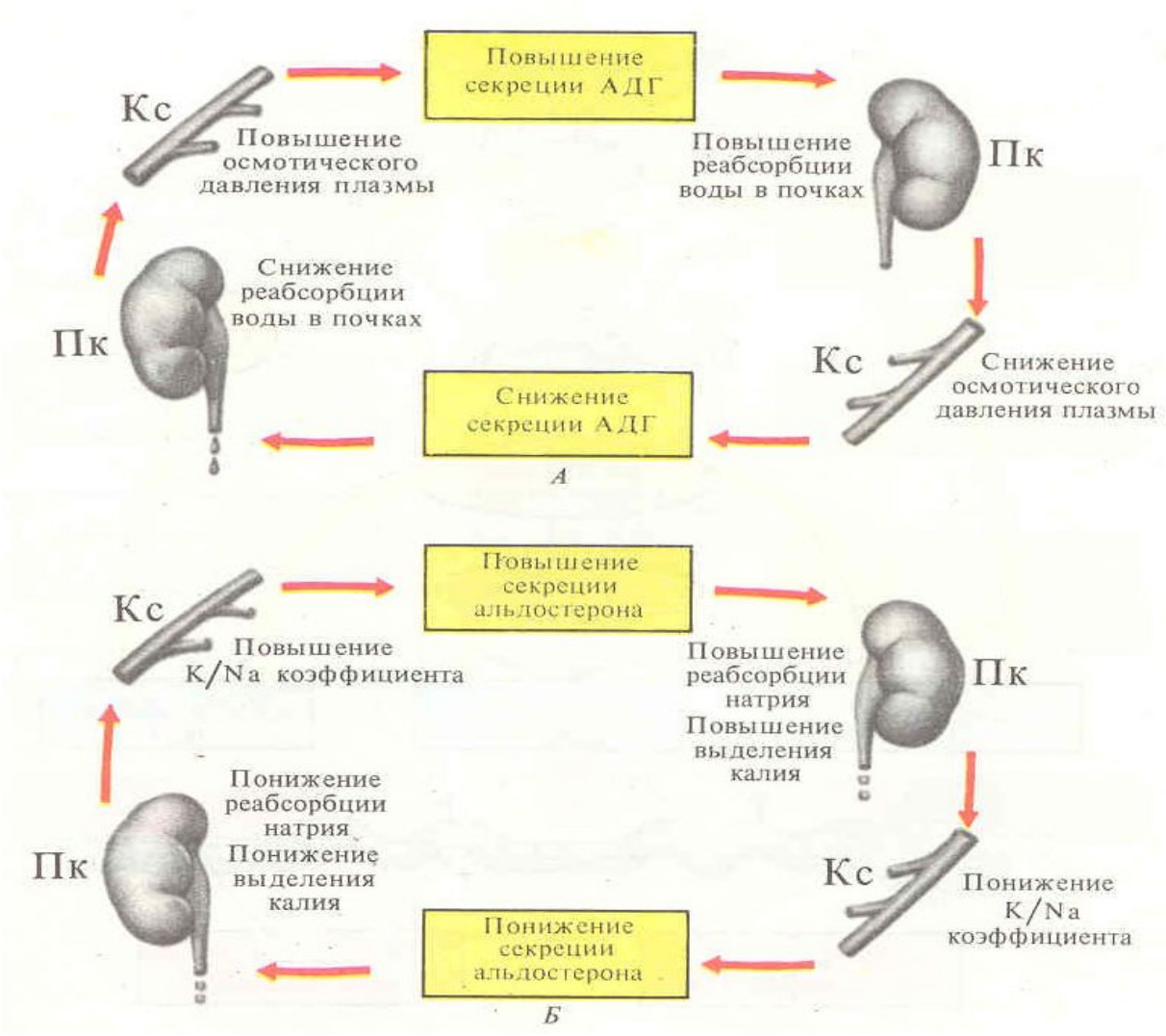
Рефлекторная регуляция водно-солевого обмена при гипергидратации



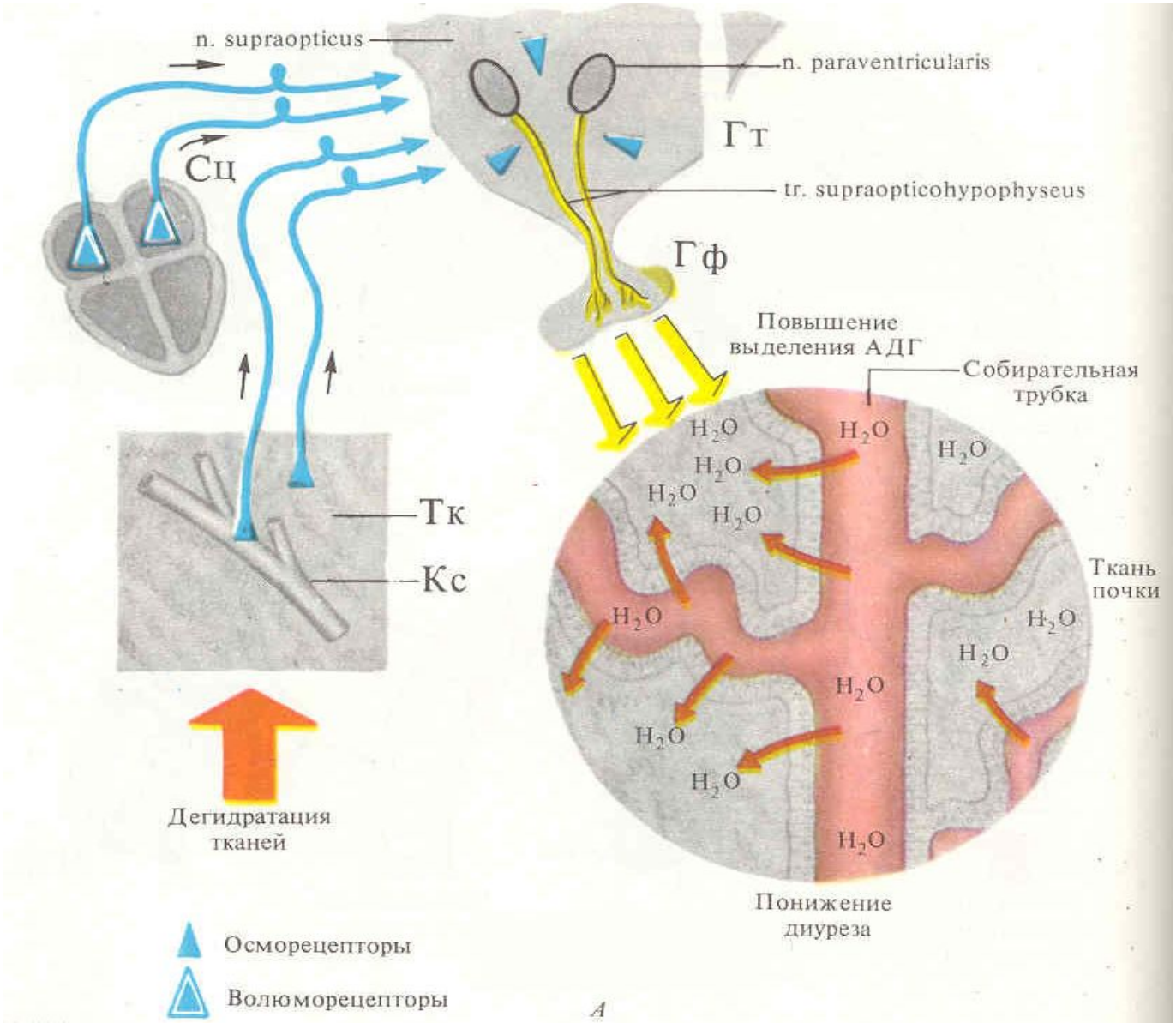
6

Регуляция водно-солевого обмена при дегидратации

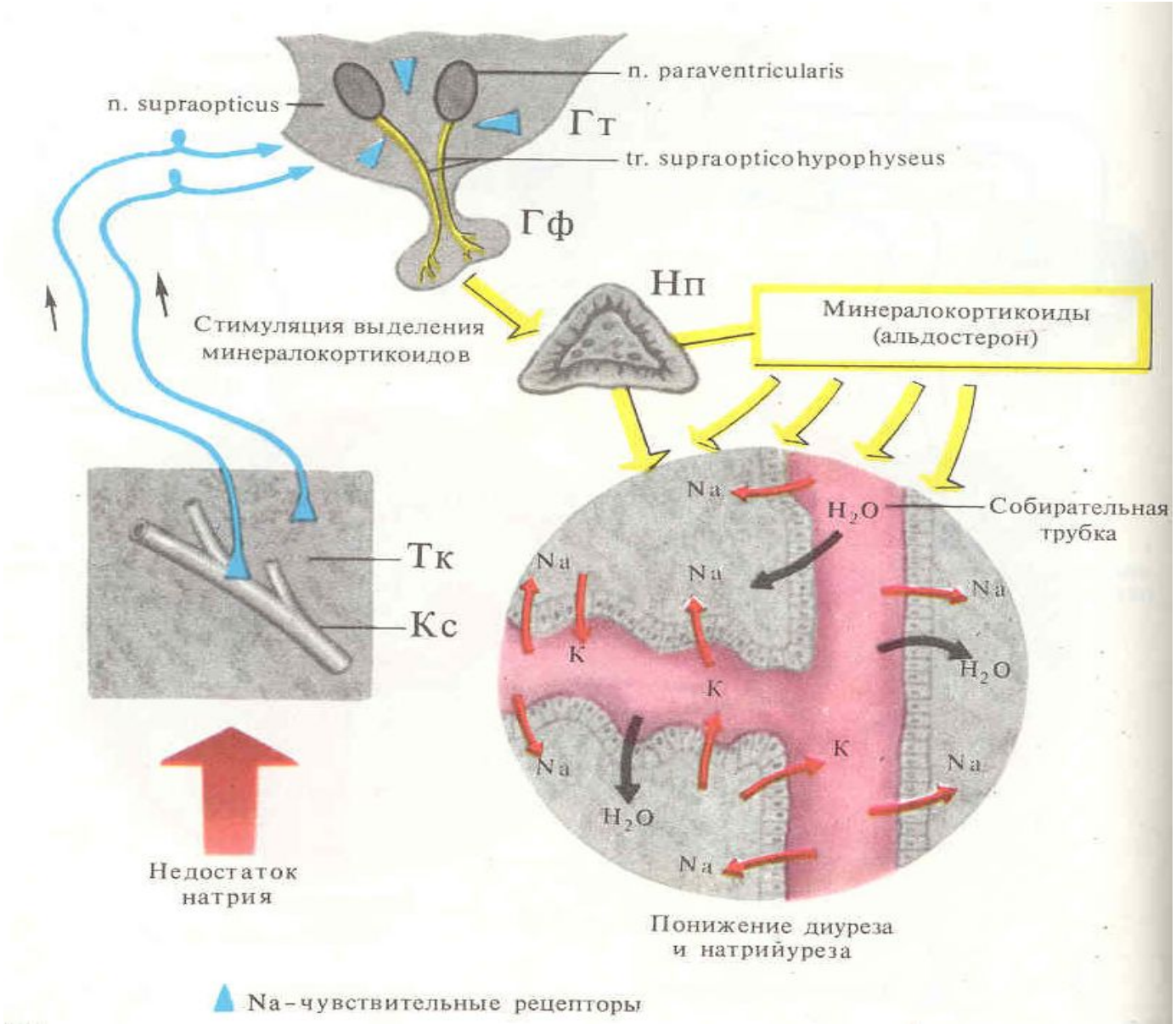
Роль почек в регуляции водно-солевого баланса: А – регуляция выделения воды; Б – регуляция соотношения Na^{++} и K^{+}



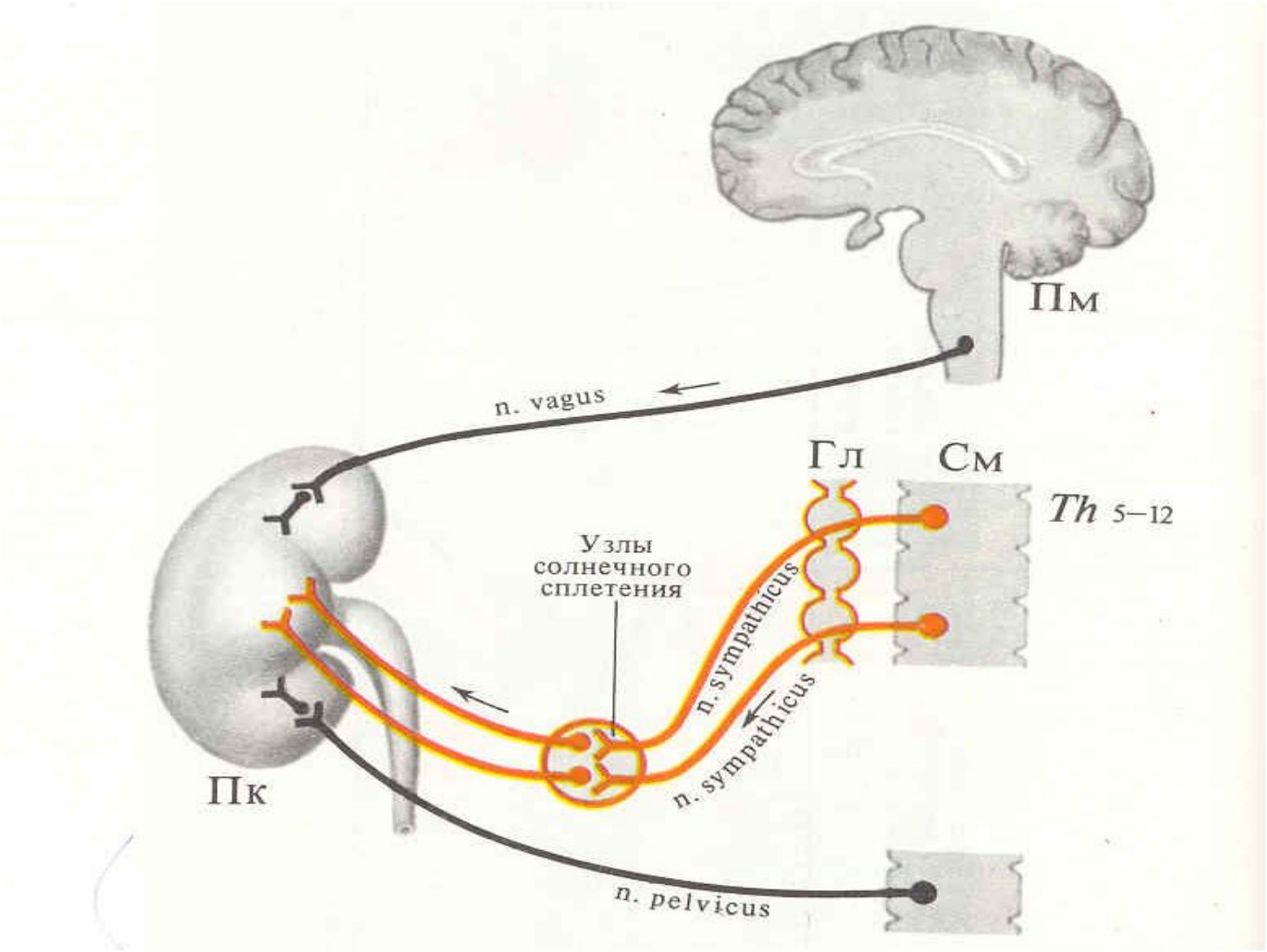
Влияние на диурез АДГ



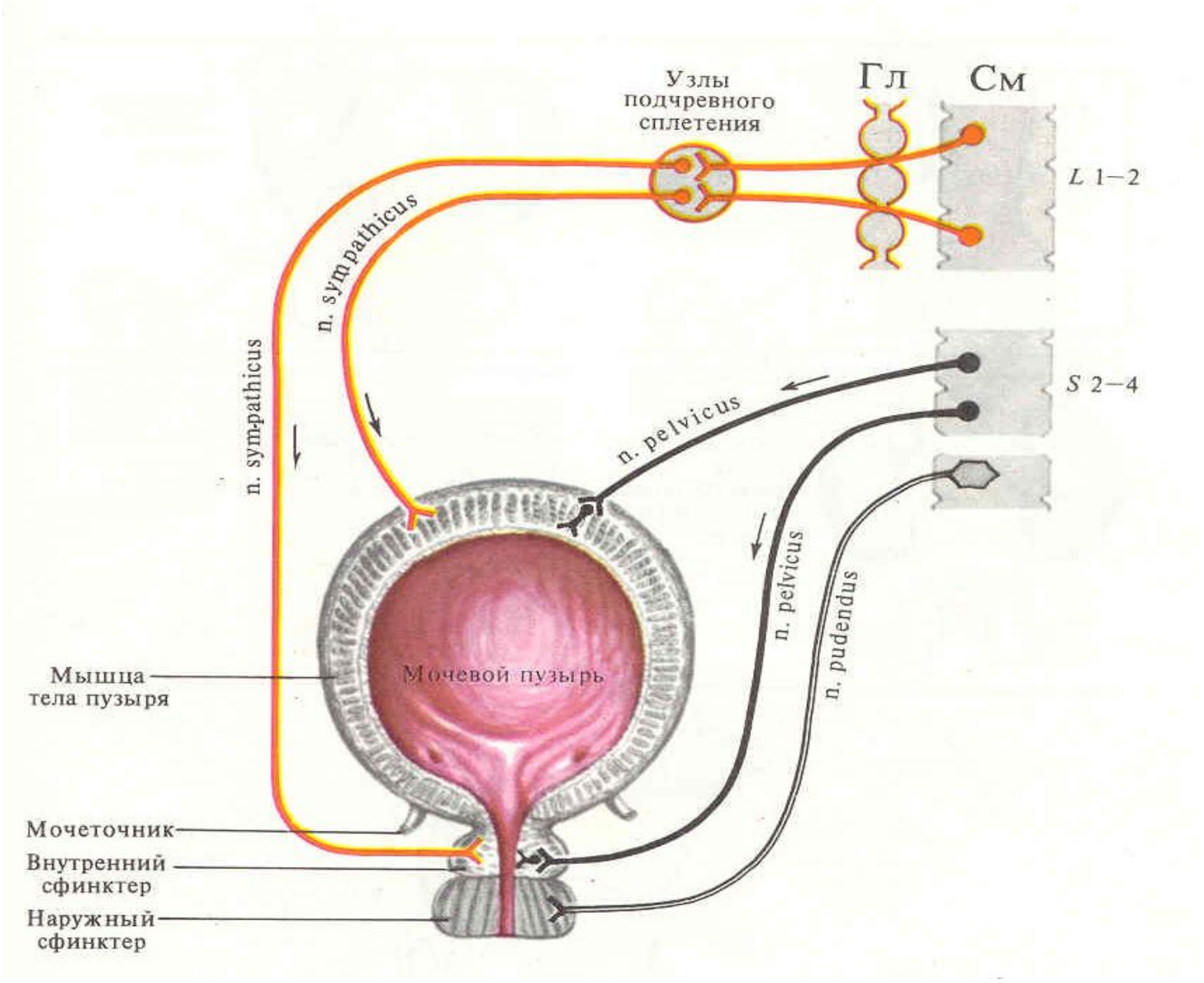
Влияние на диурез альдостерона



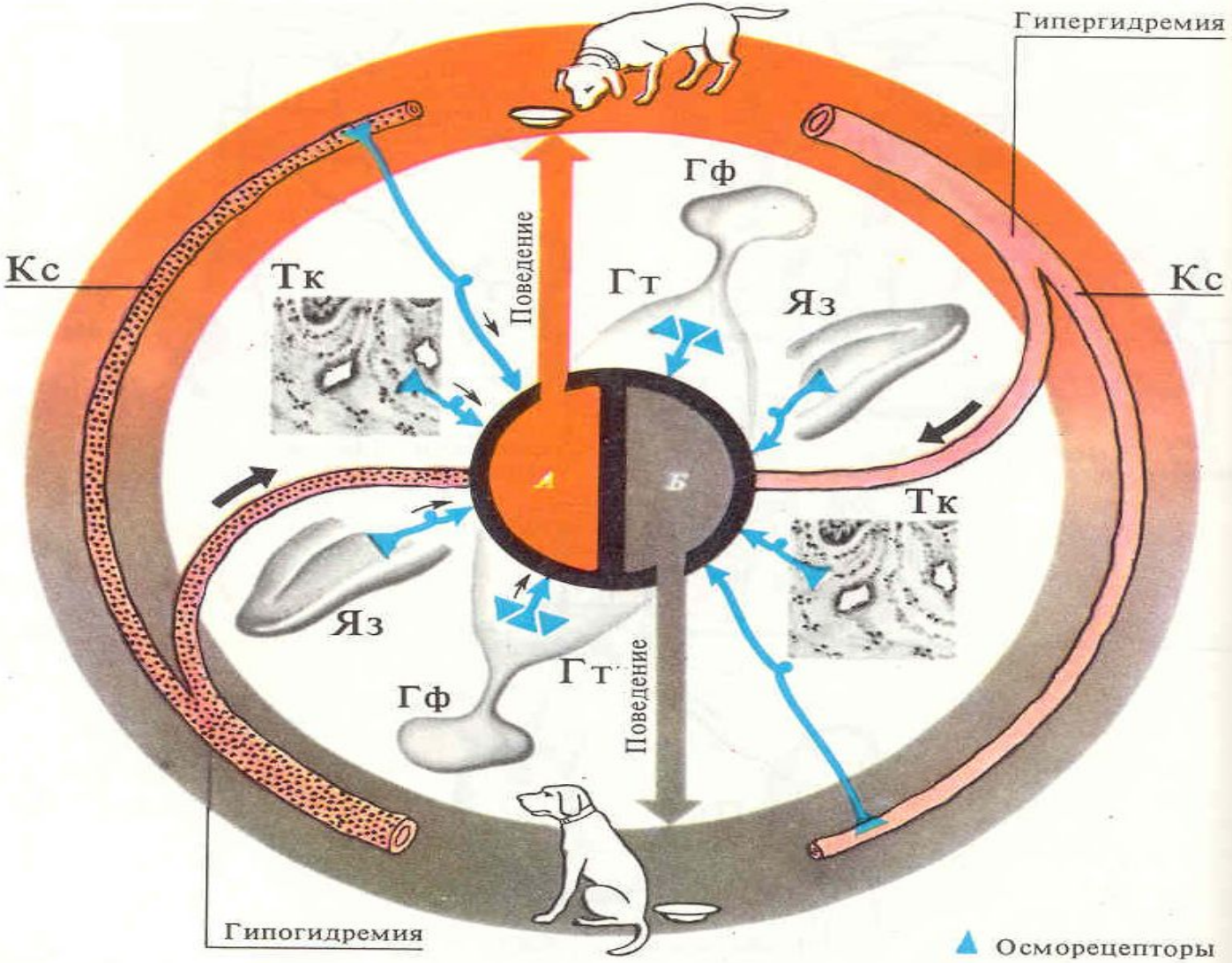
Иннервация почки



Иннервация мочевого пузыпя



Поведение животного при жажде



ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА