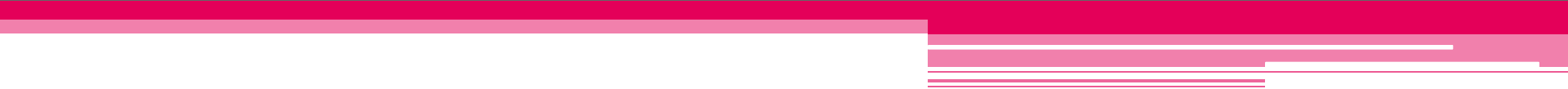


Регуляция процессов выделения

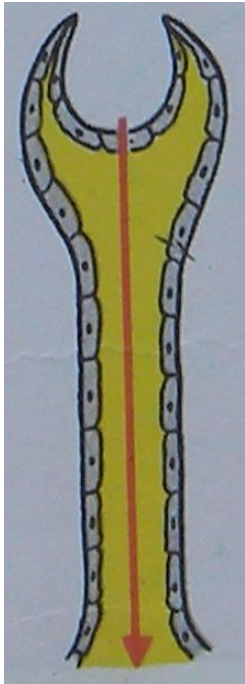


План:

1. Методы исследования мочеобразовательной функции
2. Общие принципы регуляции мочеобразования
3. Гуморальная регуляция мочеобразования
4. Виды диуреза
5. Роль почек в регуляции некоторых параметров гомеостаза
6. Нервная регуляция деятельности почек
7. Регуляция выведения мочи

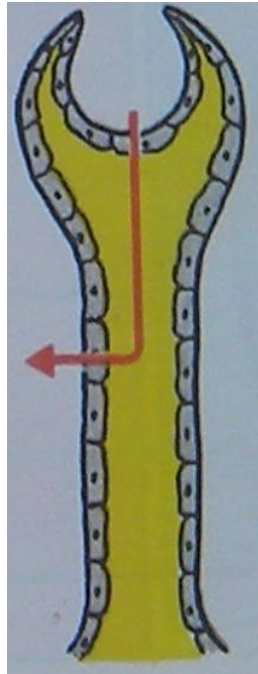
Процессы, происходящие в канальцах при происхождении по ним различных компонентов мочи

фильтрация



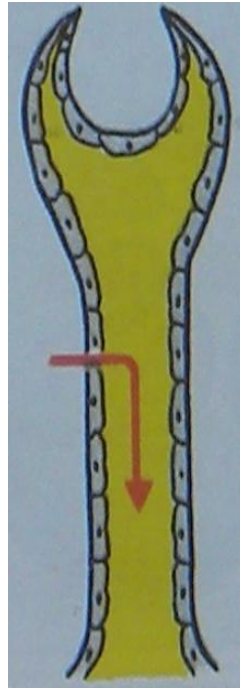
инулин

реабсорбция



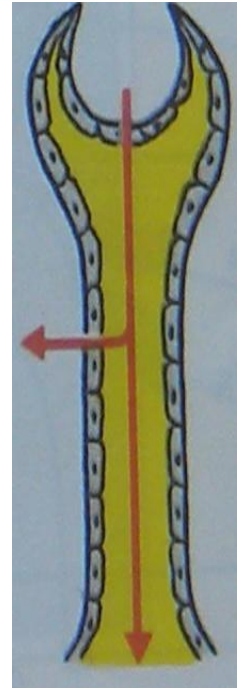
глюкоза
(в норме)

секреция



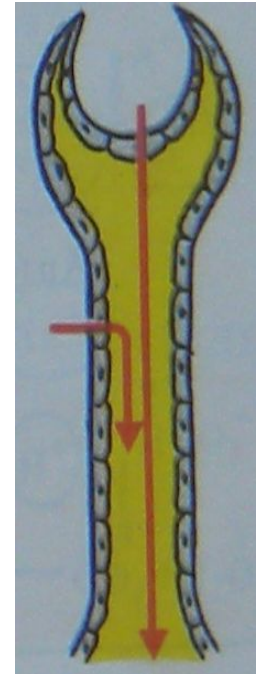
ионы K^+

фильтрация и
реабсорбция



мочевина

фильтрация
и секреция



диодраст

Состав мочи человека, г/сут (из расчета на 1200-1500 мл)

Неорганические вещества		Органические вещества	
Cl ⁻	5-11	Мочевина	20-35
SO ₄ ²⁻	1,8-3,6	Мочевая кислота	0,3-1,2
PO ₄ ³⁻	2-6,7	Пуриновые основания	0,015-0,045
Na ⁺	3,0-5,2	Креатинин	1,5-2,4
K ⁺	2,0-3,5	Гиппуровая кислота	0,1-2,0
Ca ²⁺	0,2-0,3	Парные эфирно-серные кислоты	0,007-0,85
Mg ²⁺	0,06-0,2	Индикан	0,001-0,0038
NH ₄ ⁺	0,6-1,3	Стеркобилиноген	0,020-0,035
		Урохром	0,2-0,9
		Ацетон+ацетоуксусная кислота	0,009
		Белок	0,003-0,09

Оценка экскреторной функции почек

Клиренс(от англ. «clearance»-очищение)- коэффициент очищения.


Клиренс вещества X (C_x)-параметр, показывающий какой объем плазмы очищается от вещества X за 1 минуту, выражается в мл/мин.

$$C_x = V_x \cdot U_x / P_x$$

V_x -объем экскретированной мочи; U_x - концентрация вещества X в моче; P_x - концентрация вещества X в плазме крови;

Клиренс определяют по:

❖ Инулину (полимер фруктозы)

 $C_{и} = 125 \text{ мл/мин на } 1,73 \text{ м}^2$

$C_{и} = 110 \text{ мл/мин на } 1,73 \text{ м}^2$ 

❖ Креатинину 

❖ Маннитолу

❖ Полиэтиленгликолю-400

Непороговые
вещества

Непороговые вещества-вещества, выведение которых не зависит от их концентрации в крови, не реабсорбируется и не секретирется .

Пороговые вещества-вещества, для которых существует порог выведения-концентрация вещества в крови, при которой вещество не может полностью реабсорбироваться и выводится с конечной мочой (глюкоза, хлориды, Na, K, Ca, мочева кислота)

Величину реабсорбции определяют:

$$R_x = F \times P_x - V \times U_x$$

F - клубочковая фильтрация

P_x - концентрация вещества X в плазме крови

V - объем экскретированной мочи

U_x - концентрация вещества X в моче

Канальцевая секреция

Секреция – выделение в просвет канальца молекул, синтезированных в клетках канальцев.

Величину секреции определяют:

$$S_X = V \times U_X - F \times P_X$$

F - клубочковая фильтрация

P_X - концентрация вещества X в плазме крови

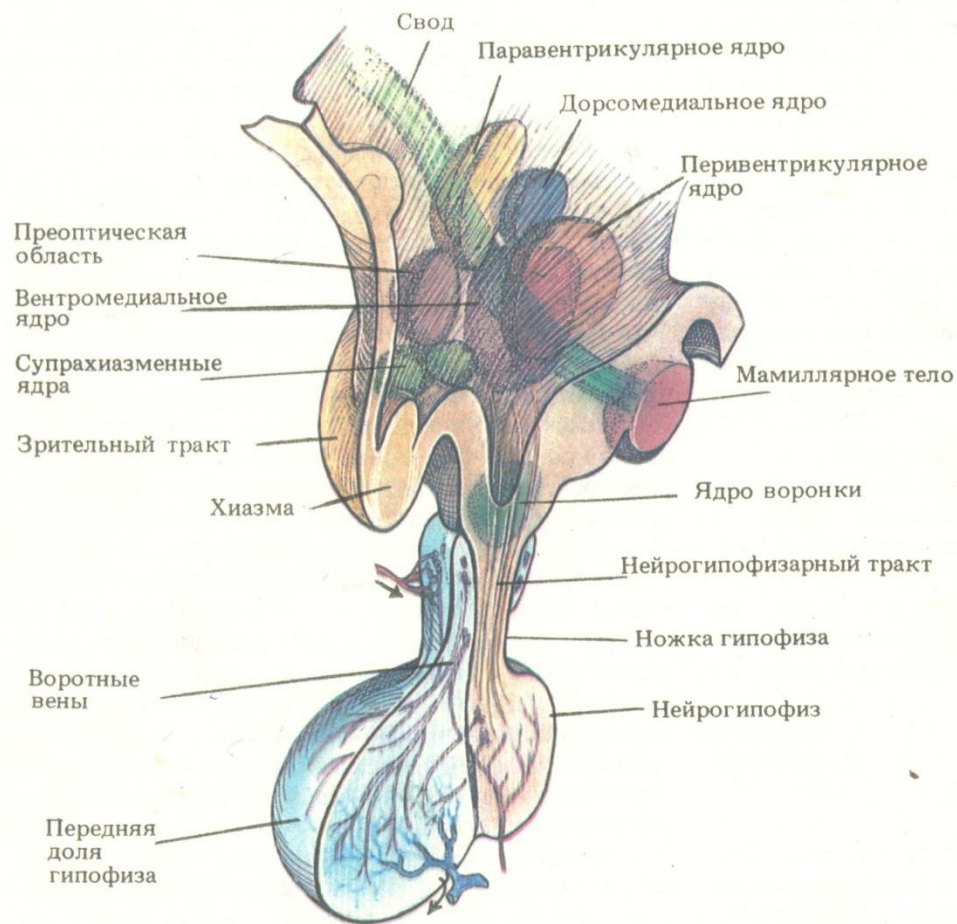
V - объем экскретированной мочи

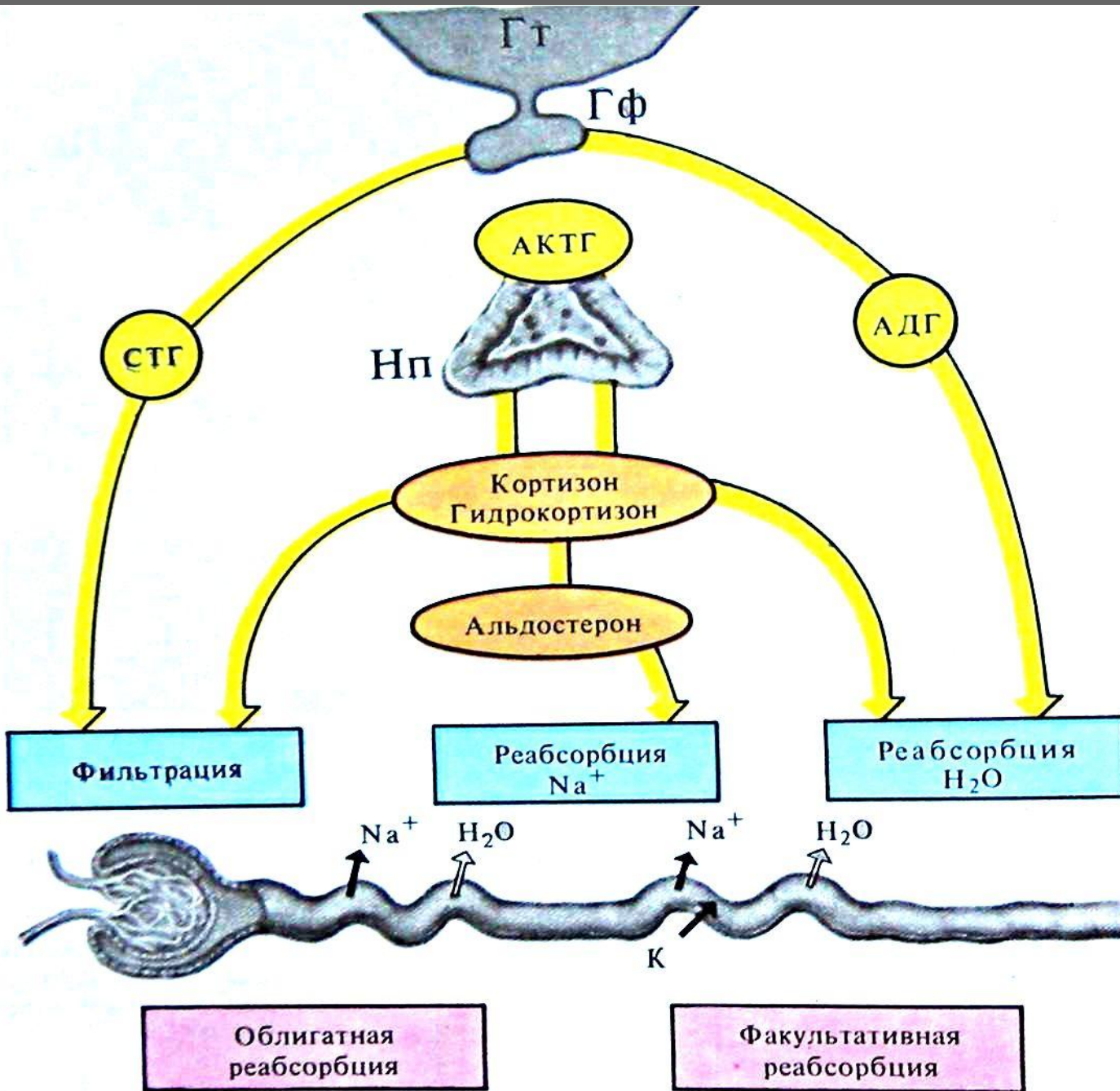
U_X - концентрация вещества X в моче

Общие принципы регуляции мочеобразования:

1. Единство нервных и гуморальных механизмов;
2. Зависимость мочеобразования от кровоснабжения почек;
3. Зависимость работы почек от интенсивности обмена веществ;

Гипоталамус – главный центр регуляции мочеобразования





Роль
гипофиза
и
надпочечников в
регуляции
диуреза

АДГ (вазопрессин)

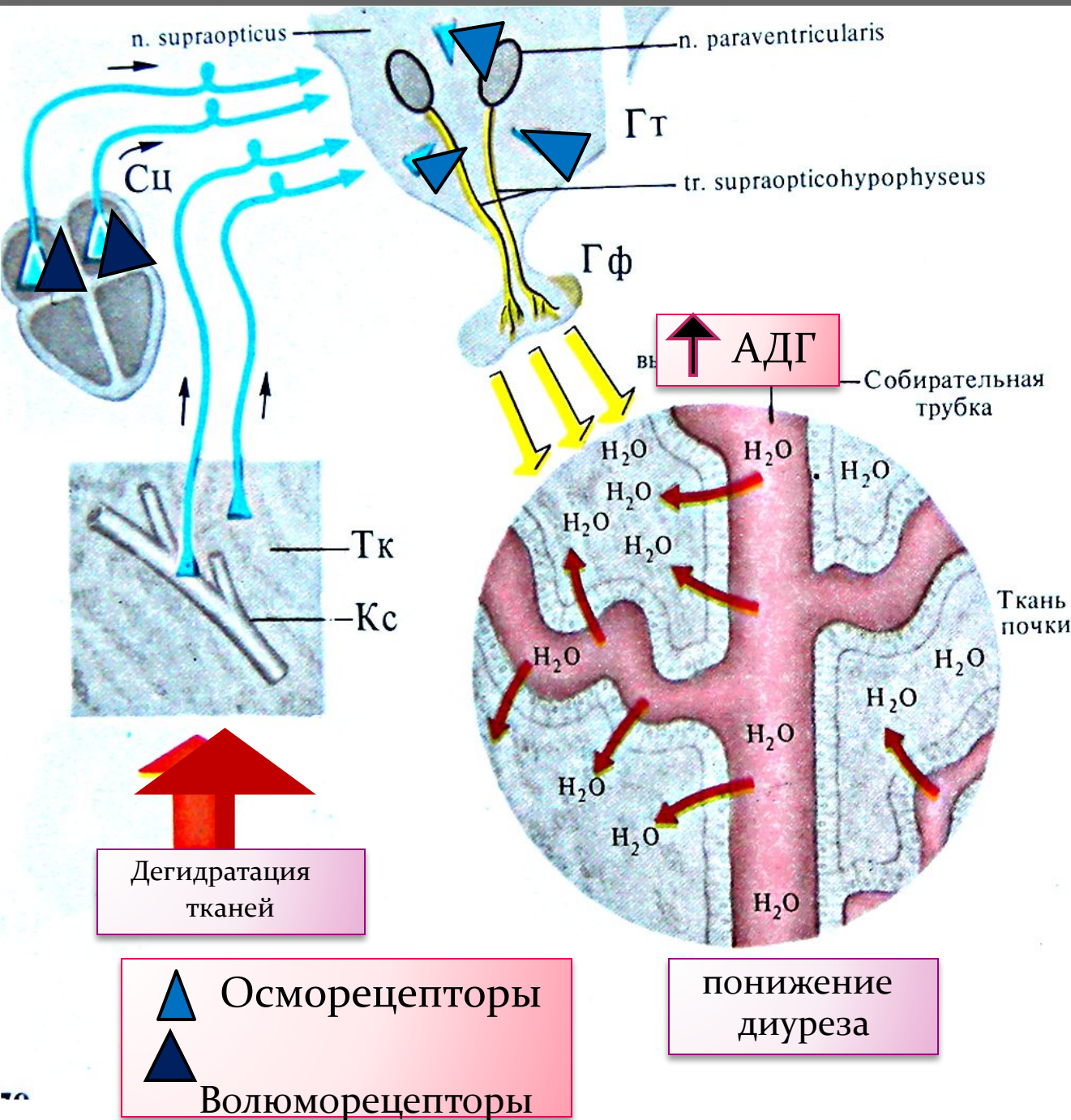
- супраоптическое ядро
- ↑ реабсорбция ВОДЫ
- гиалуронидаза- фермент ↑ проницаемость апикальной мембраны для воды

АДГ + V(2)-рецепторы базальной мембраны
клеток дистального сегмента и собирательных
трубок + G-белок → активация

аденилатциклазы, образование цАМФ из АТФ

→ стимуляция протеинкиназы А, встраивание
аквапоринов в апикальную мембрану →

ВОДА В КЛЕТКУ



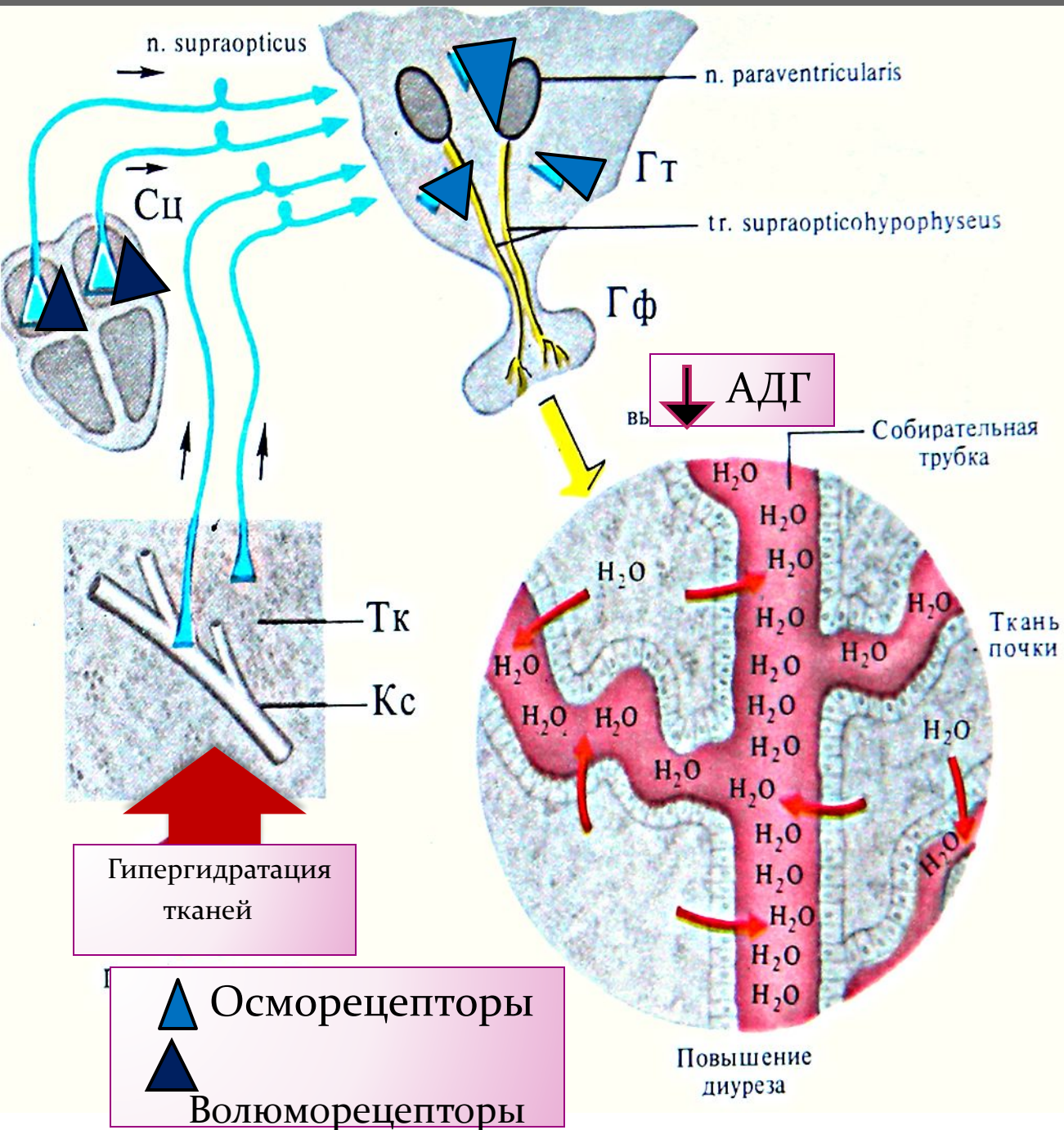
Механизм
понижения
диуреза при
дегидратации
тканей

Избыток АДГ

*увеличение
реабсорбции*

H_2O

*понижение
диуреза*



Механизм
повышения
диуреза при
гипергидратации
тканей

Недостаток

АДГ



**уменьшение
реабсорбции**

Н₂О



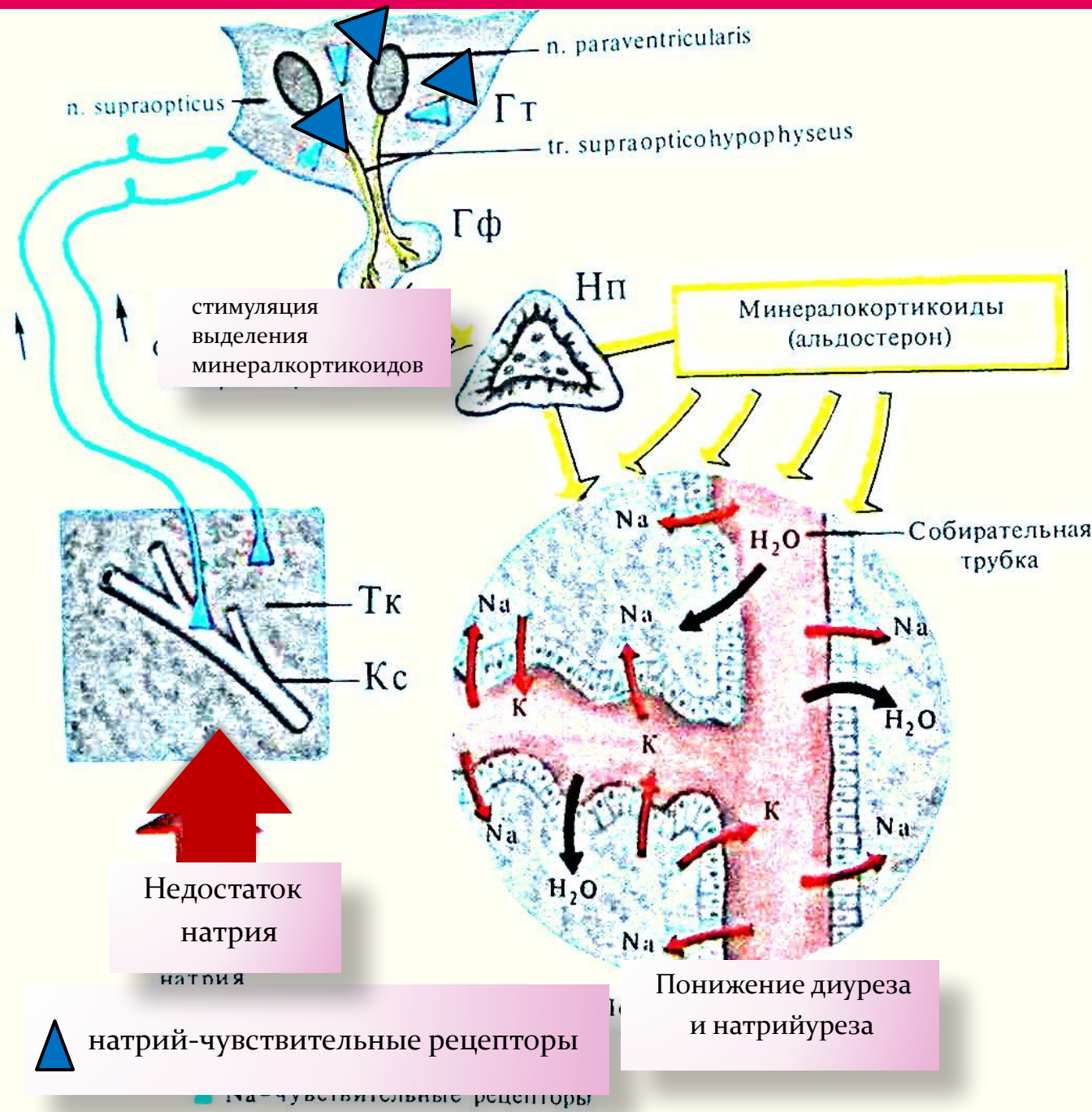
**повышение
диуреза**

Альдостерон

- Минералкортикоид (клубочковая зона коры надпочечников)

↑ реабсорбцию натрия и ↑ секрецию калия и ионов водорода

Альдостерон + Цитоплазматический рецептор →
Ядро → ДНК-зависимый синтез тРНК, образование белков для транспорта Na → ↑ синтез компонентов натриевого насоса, ферментов цикла Кребса →
Na входит в клетку ч/з апикальную мембрану из просвета канальца, а K из клетки, за счет калиевой Проницаемости базальной мембраны



Влияние на диурез альдостерона

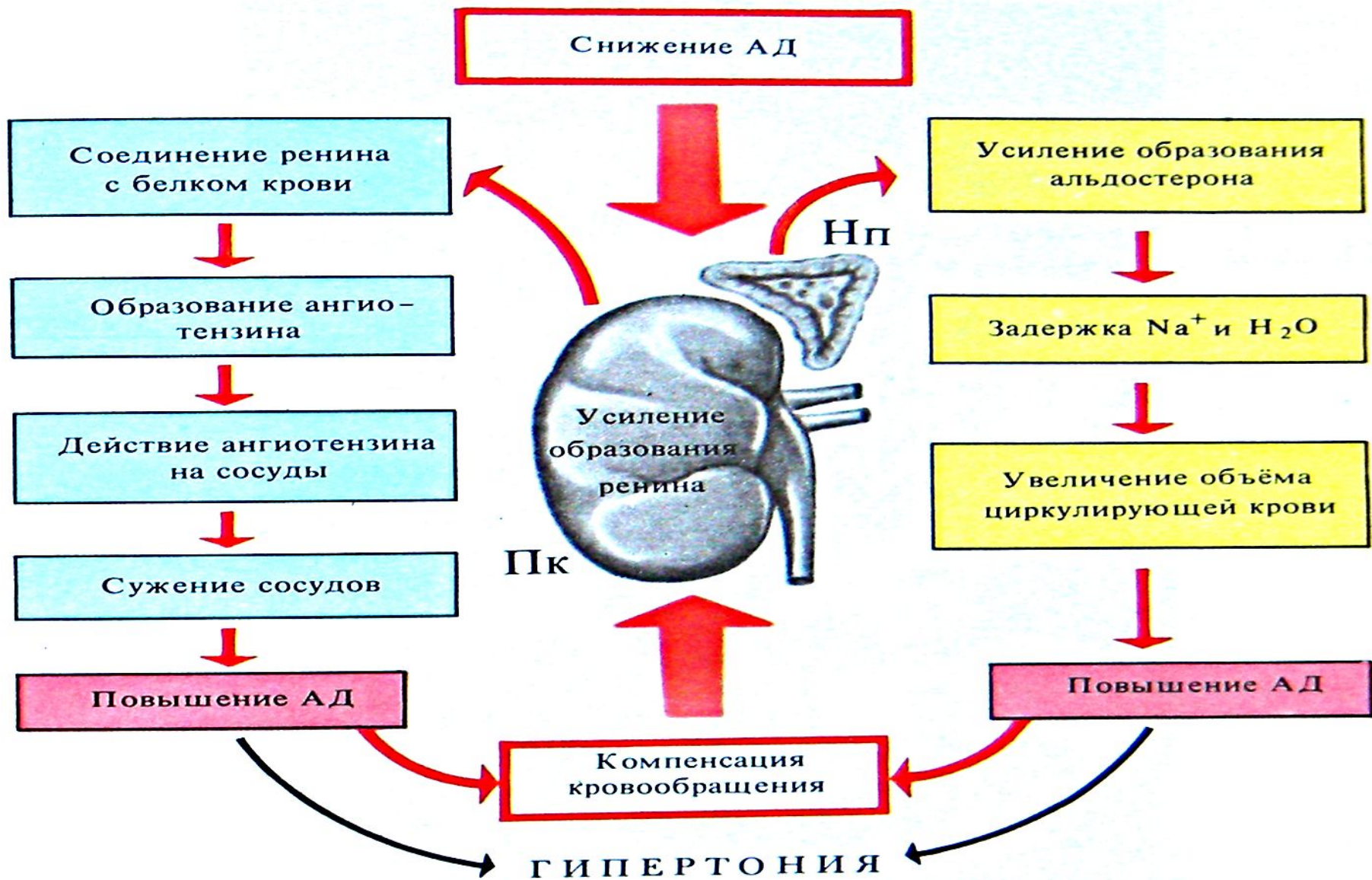
избыток альдостерона



увеличение реабсорбции Na⁺ вторичная реабсорбция H₂O



понижение выделения Na⁺ и мочи



Ренин-ангиотензин-альдостероновая система

Натрийуретический гормон

вырабатывается миоцитами правого предсердия

- ↑ экскрецию Na, Cl
- ↓ реабсорбции воды в канальцах
- подавляет секрецию ренина
- ингибирует эффекты ангиотензина II и альдостерона
- расслабляет гладкие мышечные клетки мелких сосудов и ↓ АД

Факторы способствующие выделению гормона:

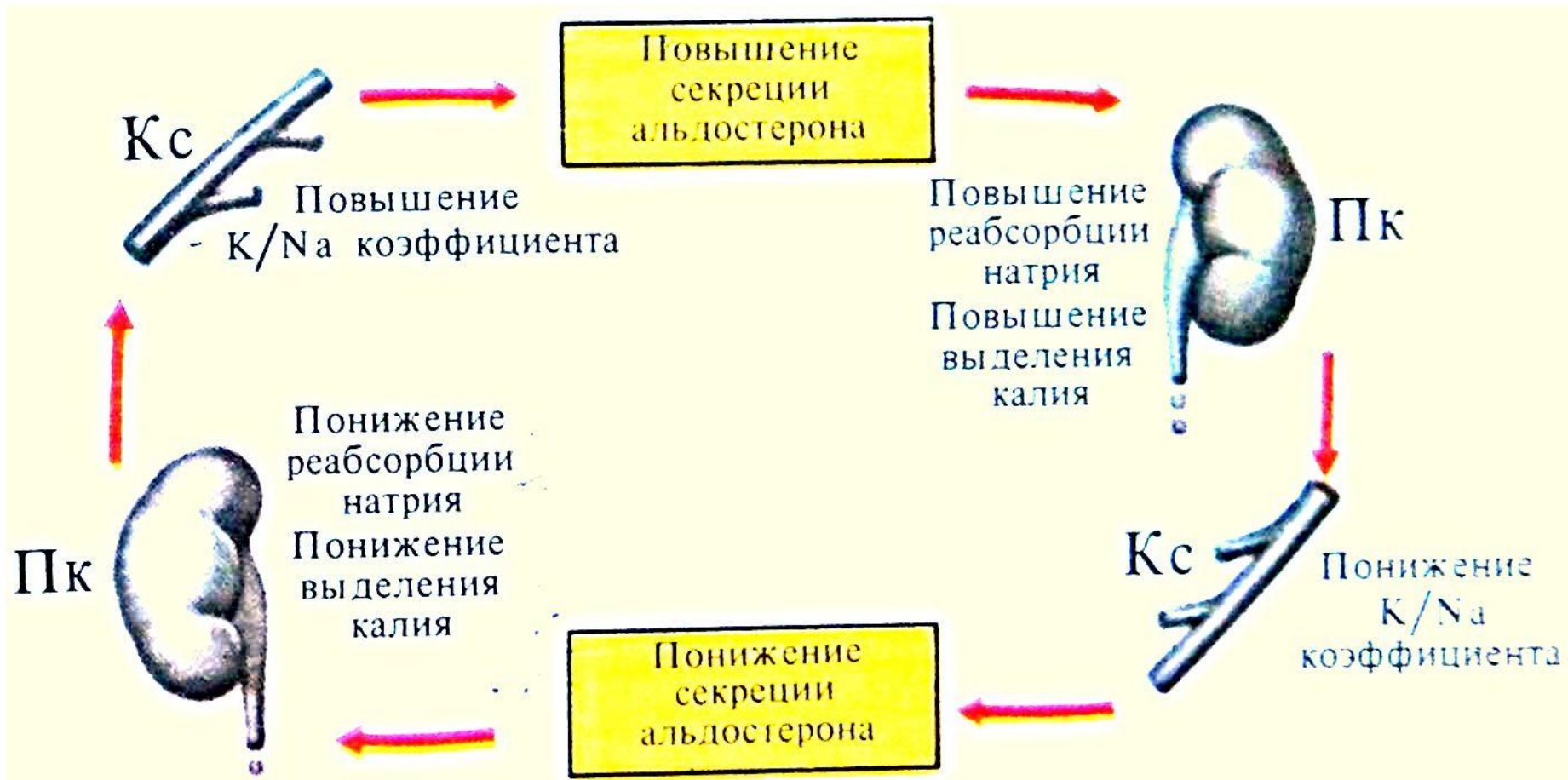
1. ↑ объема циркулирующей крови
2. ↑ воды в организме

Регуляция выведения кальция и фосфатов

- *Паратгормон* – увеличивает реабсорбцию кальция и выведение фосфатов, тормозит реабсорбцию натрия и секрецию водорода
- *Кальцитонин* – уменьшает реабсорбцию кальция и фосфатов
- *Кальцитриол* (образующийся в почках активная форма витамина D₃)- способствует всасыванию кальция

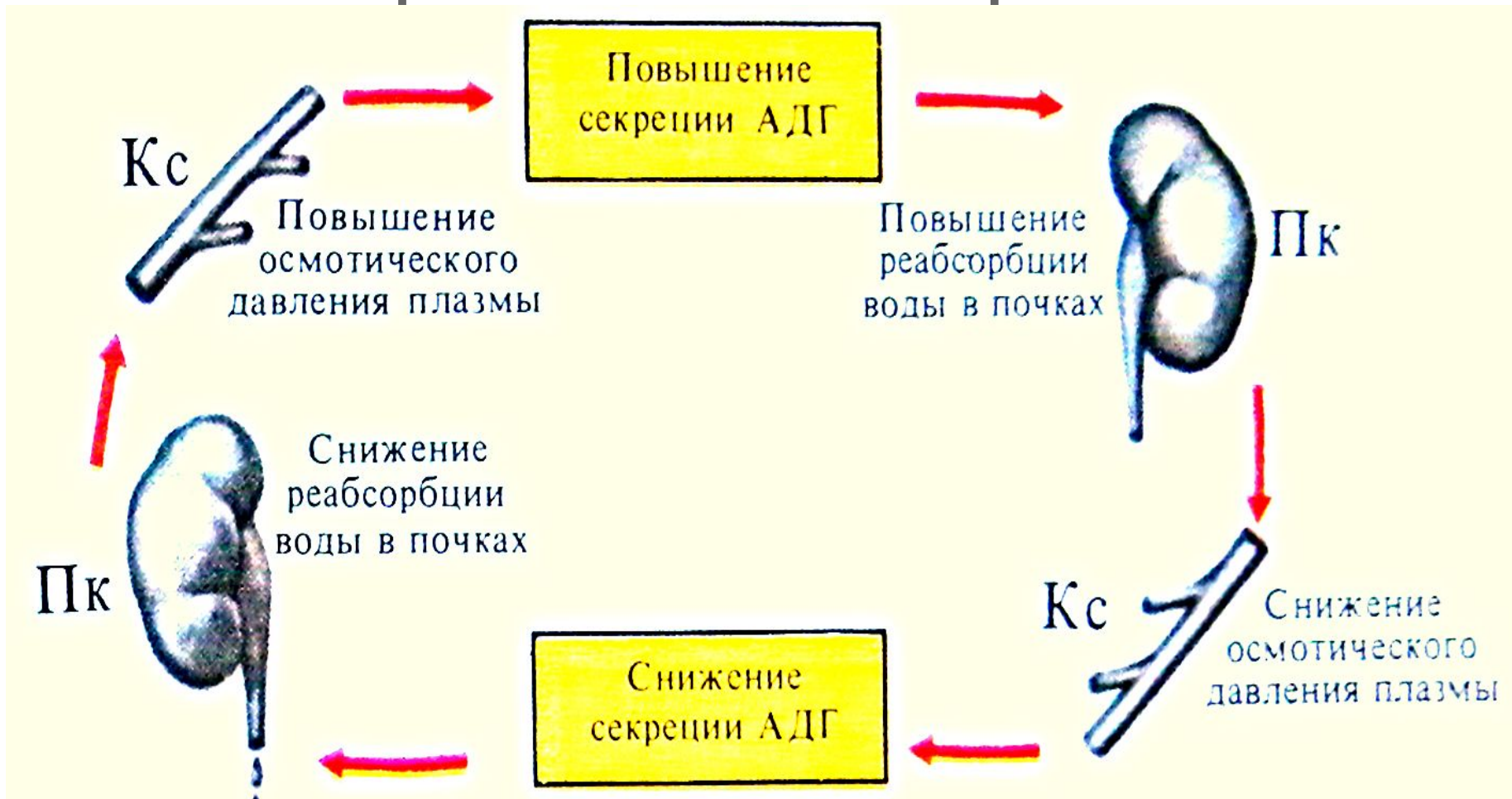
- **Анурия**- прекращение образования мочи из-за резкого снижения АД и др
- **Антидиурез**-снижение мочеобразования за счет повышения реабсорбции воды (олигурия) .
- **Водный диурез**- выделение с мочой большого количества воды (до 25 литров), наблюдается при недостатке АДГ (полиурия)
- **Осмотический диурез**- выделение с мочой осмотически активных веществ (натрия, глюкозы) и воды (полиурия)

Роль почек в поддержании водно-солевого равновесия в организме



Регуляция соотношения калия и натрия

Роль почек в поддержании водно-солевого равновесия в организме



Регуляция выделения воды

Гормоны, регулирующие реабсорбцию воды в канальцах

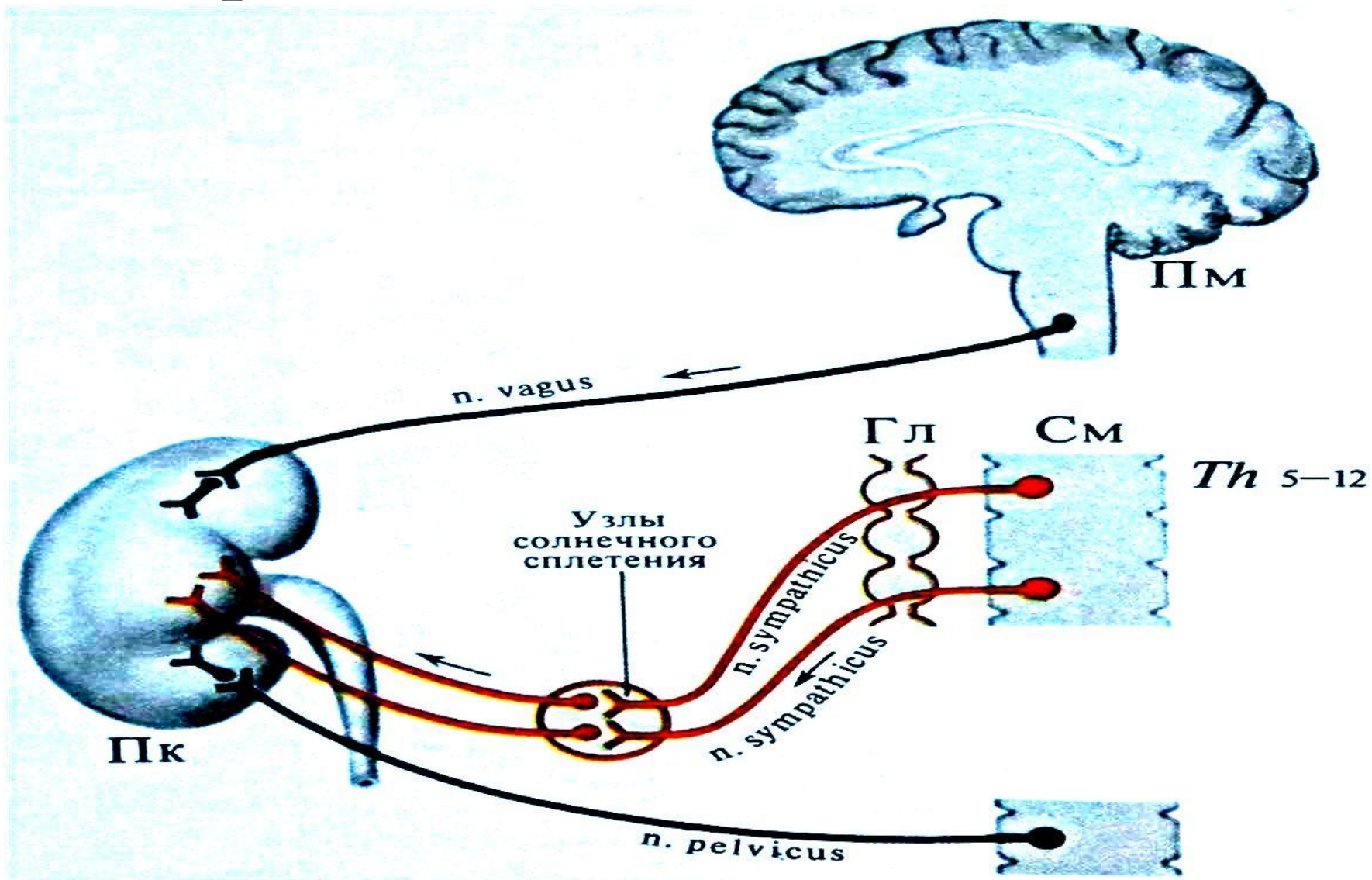
- Повышают проницаемость эпителия для H_2O (вазопрессин, пролактин, хорионический гонадотропин)
- Меняют чувствительность клеточных R к вазопрессину (альдостерон, паратгормон, кальцитонин,)
- Меняют осмотический градиент интерстиция мозгового вещества (паратгормон, инсулин, тироксин)
- Меняют активный транспорт Na , а за счет этого и ВОДЫ (альдостерон, прогестерон, глюкагон)
- Повышают осмотическое давление канальцевой мочи за счет нереабсорбированных осмотически активных веществ (контринсулярные гормоны)
- Меняют кровоток по сосудам мозгового вещества (ангиотензин II, вазопрессин и др.)

Роль почек в регуляции кислотно-щелочного равновесия

Экскреция кислот почкой осуществляется за счет 3-х компонентов:

- H_2CO_3 (результат вытеснения водородом натрия из бикарбонатов и реабсорбции Na)
- Титруемых кислот
- Аммония (результат детоксикации аммиака)

Иннервация почки



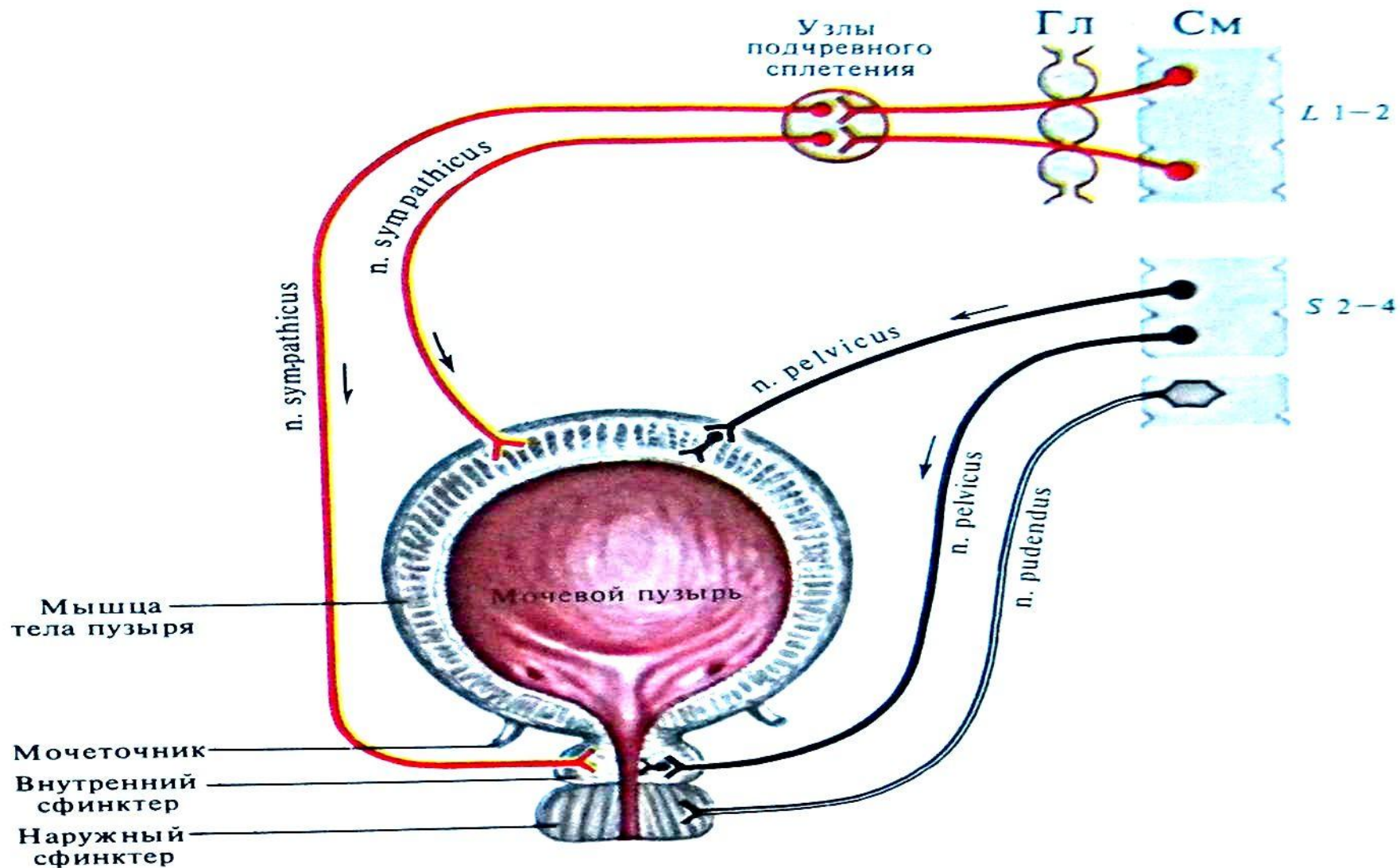
Влияние симпатической нервной системы на мочеобразование

- Адресованы к адренорецепторам почечных сосудов, вторичное влияние на диурез
- Реализуется через бета-адренорецепторы мембран клеток проксимальных и дистальных канальцев, активируют реабсорбцию глюкозы, натрия, воды
- Оказывает трофическое влияние на клетки нефрона

Регуляция канальцевой секреции

- Влияние симпатической нервной системы за счет изменения кровотока в постгломерулярных капиллярах и энергетического обмена в клетках эпителия канальцев
- Гормональная регуляция : усиление проксимальной секреции органических веществ за счет метаболических эффектов (соматотропин, тироксин, андрогены)

Иннервация мочевого пузыря



Особенности выделения у детей

- Низкий объем фильтрации у новорожденных и грудных, приближается к норме после 2-х лет
- Повышенная реабсорбция натрия и хлора
- Пониженная реабсорбция глюкозы
- У новорожденных не сформированы механизмы секреции, что делает малоэффективной регуляцию рН

- Низкая чувствительность R собирательных трубок к АДГ, что снижает концентрационную способность почек
- Мочеиспускание произвольное, с 3-4-х месяцев можно вырабатывать условный рефлекс, который закрепляется к 2-м годам