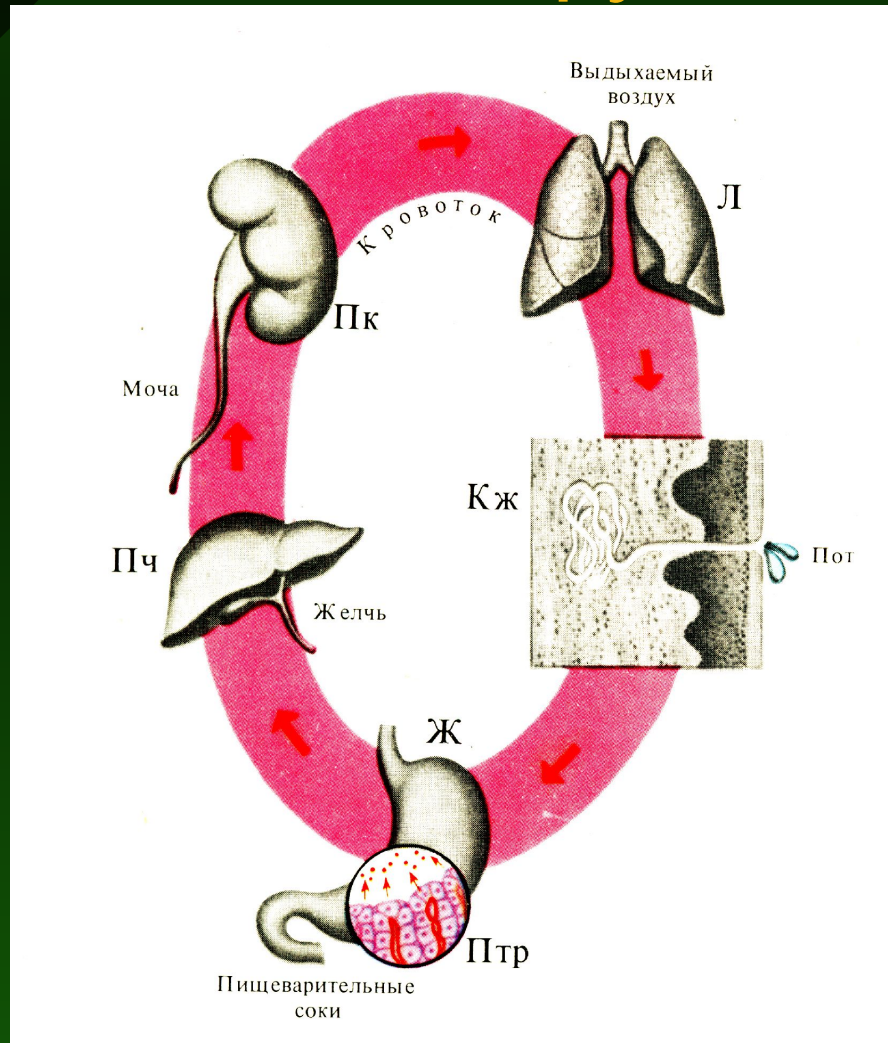


Органы, выполняющие выделительные функции



Почему почки в центре внимания?

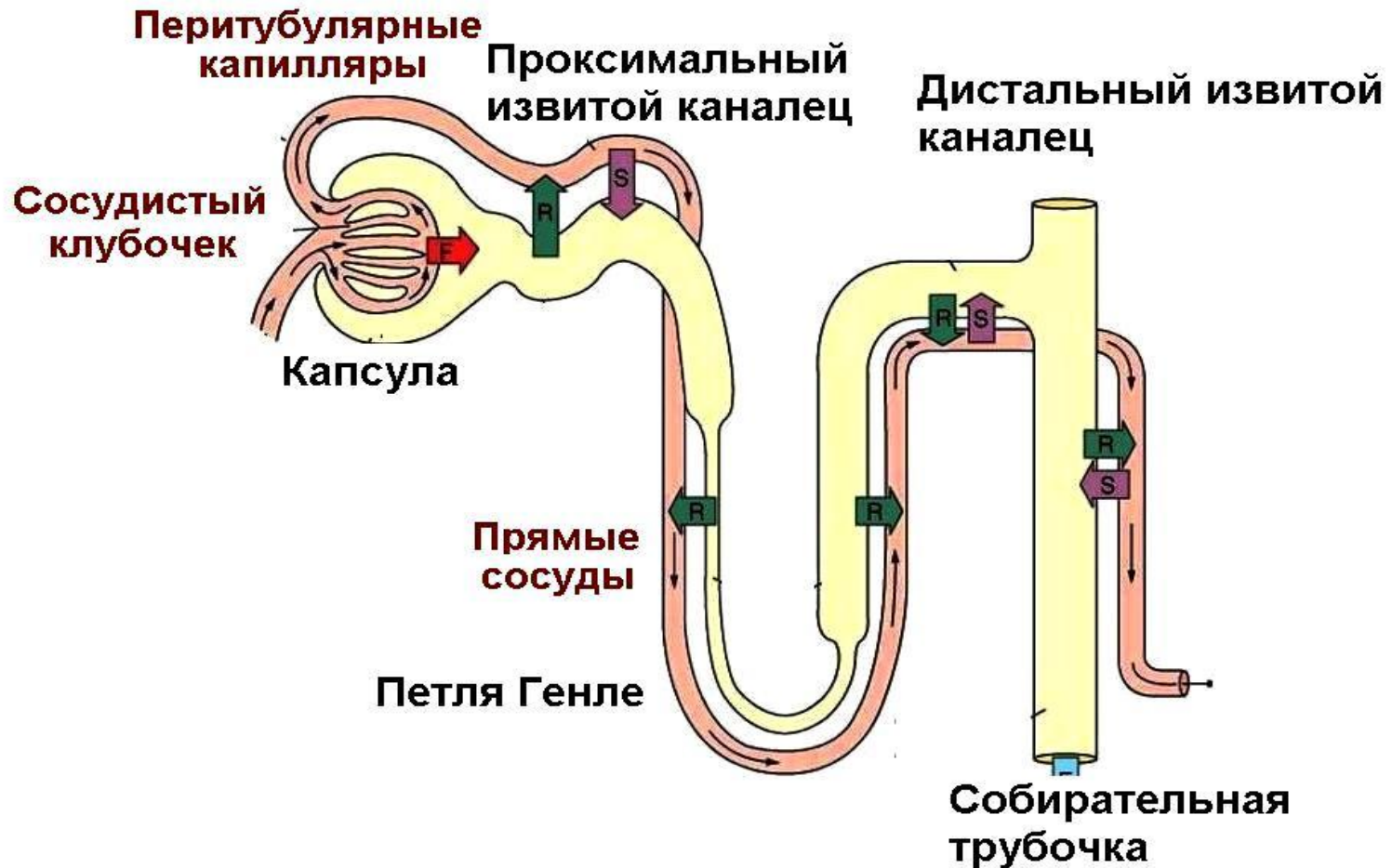
- Только почки могут выделять Na^+ и воду строго в соответствии с потребностями организма
- Самая незначительная патология почек приводит к нарушению «очистки» организма
- Часто патология почек приводит к артериальной гипертензии
- Окончательная моча доступна и дает информацию не только о состоянии системы выделения, но и внутренней среде организма

- 1. Выделительная, или экскреторная, функция
Выведение конечных продуктов азотистого обмена**
- 2. Регуляция объема крови и артериального давления**
- 3. Регуляция ионного состава крови**
- 4. Регуляция осмотической концентрации крови**
- 5. Регуляция кислотно-основного состояния крови**
- 6. Регуляция эритропоэза (синтез эритропоэтина)**
- 7. Регуляция свертывания крови**
- 8. Регуляция обмена кальция**
- 9. Регуляция обмена белков, липидов, углеводов**
- 10. Выработка биологически активных веществ**

Нефрон – структурно- функциональная единица почки

В зрелой почке человека содержится

1 - 1,3 мл нефронов.



Виды нефронов

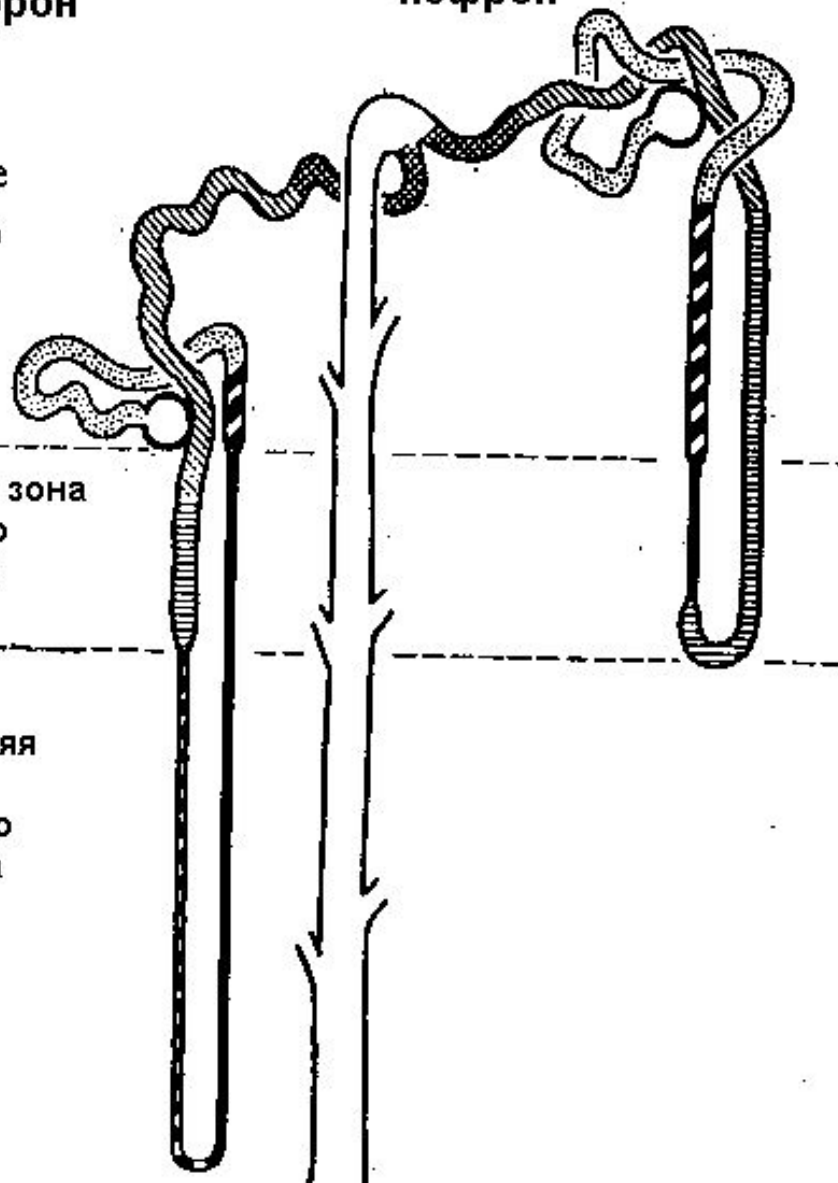
юкстамедуллярный
нефрон

кортикальный
нефрон

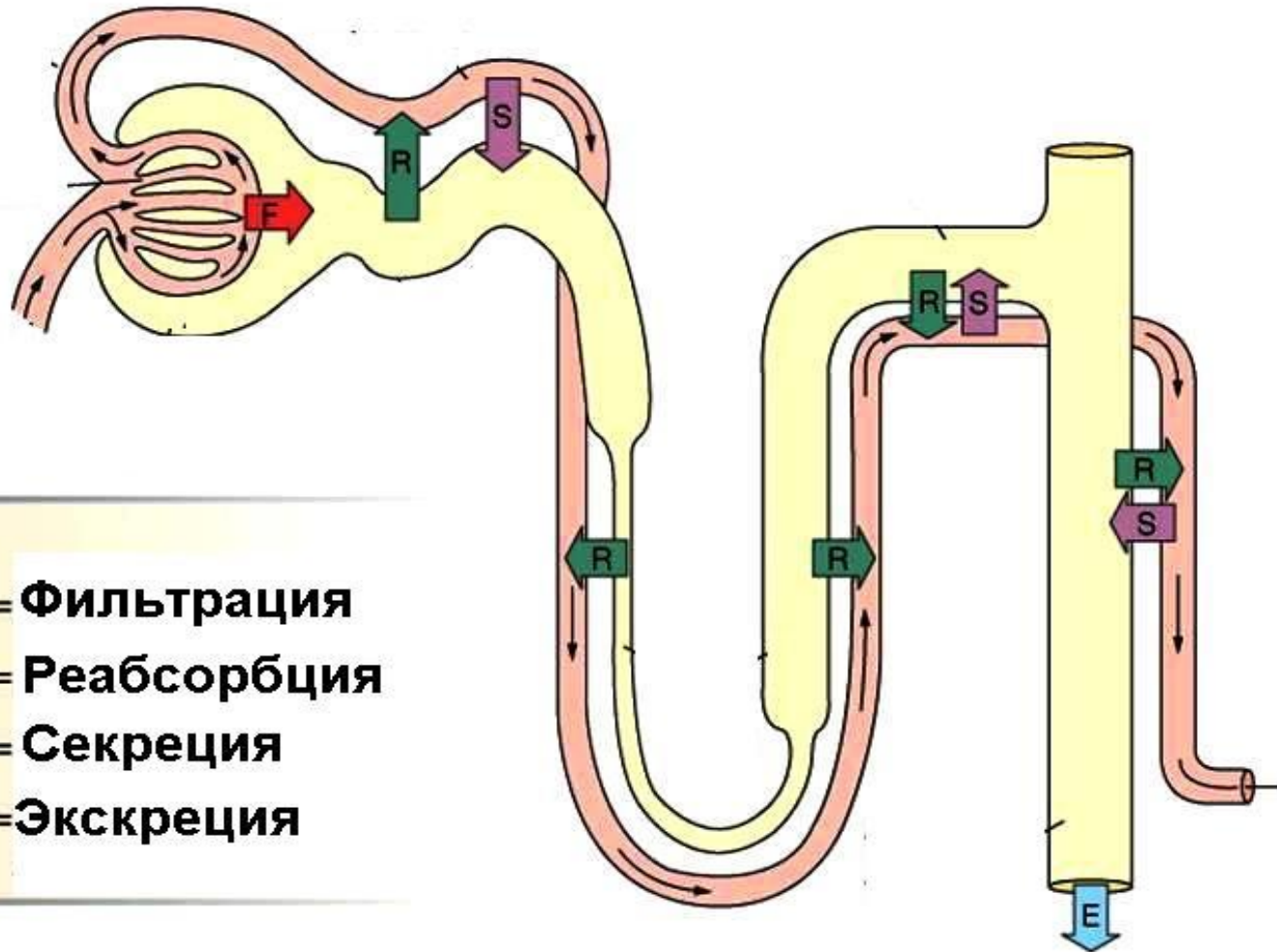
корковое
вещество

наружная зона
мозгового
вещества

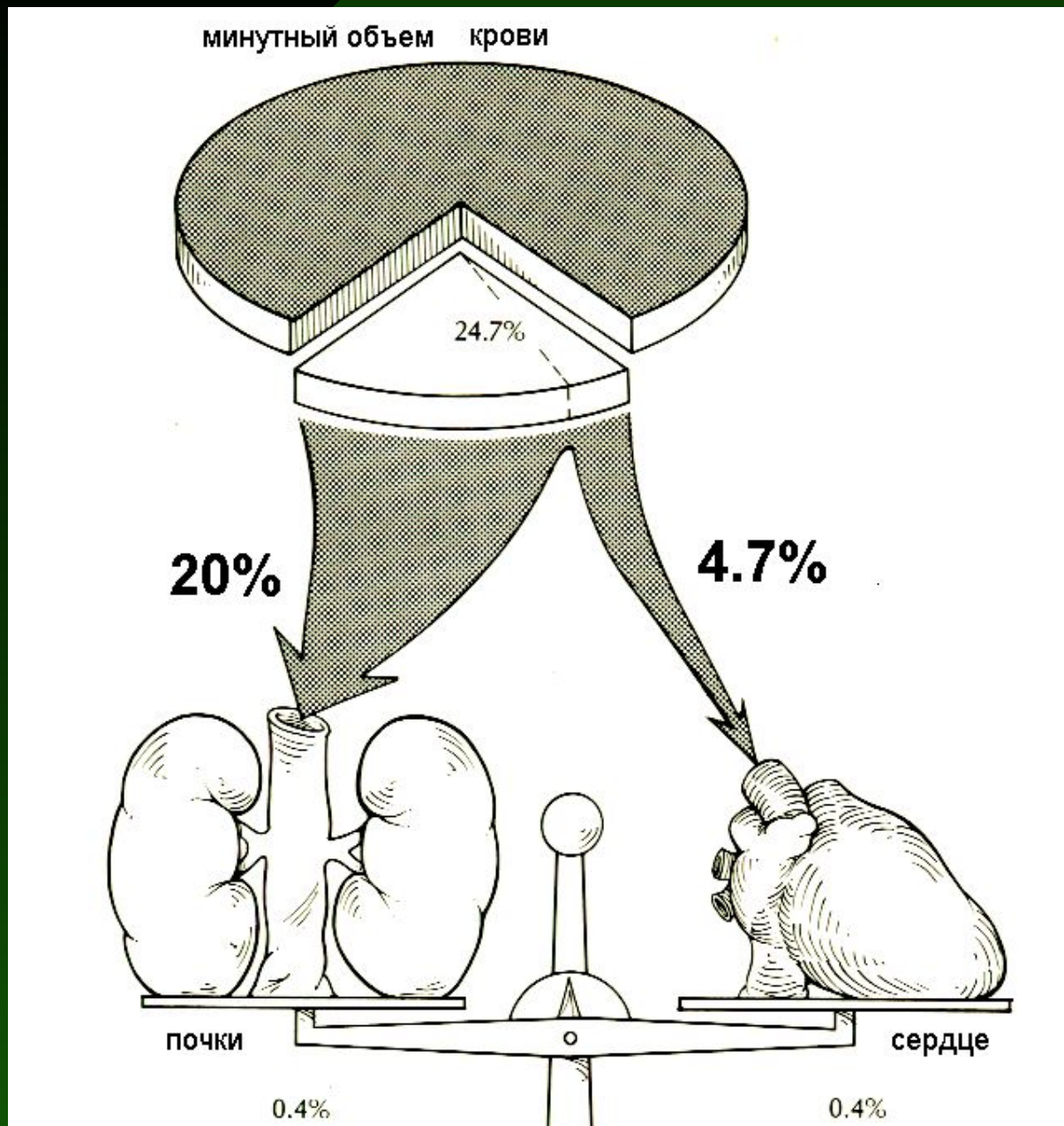
внутренняя
зона
мозгового
вещества



Функции отделов при образования мочи



Кровоснабжение ПОЧКИ



ОРГАННЫЙ КРОВОТОК И ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА

ОРГАН	КРОВОТОК мл/100 г мин	КРОВОТОК мл/мин	QO ₂ μМ/100 г мин
ПОЧКА	420	1260	267
МОЗГ	54	750	147
КОЖА	13	460	15
СК МЫШЦА	27	840	72
СЕРДЦЕ	84	252	431

Саморегуляция почечного кровотока

!!

В пределах колебаний АД от 80 – 180 мм рт.ст.

кровоснабжение почек
остается постоянным

Снижение АД

печень

**Увеличение
реабсорбции Na
и воды**

Повышение АД



Ангиотензиноген

Ренин

Ангиотензин I

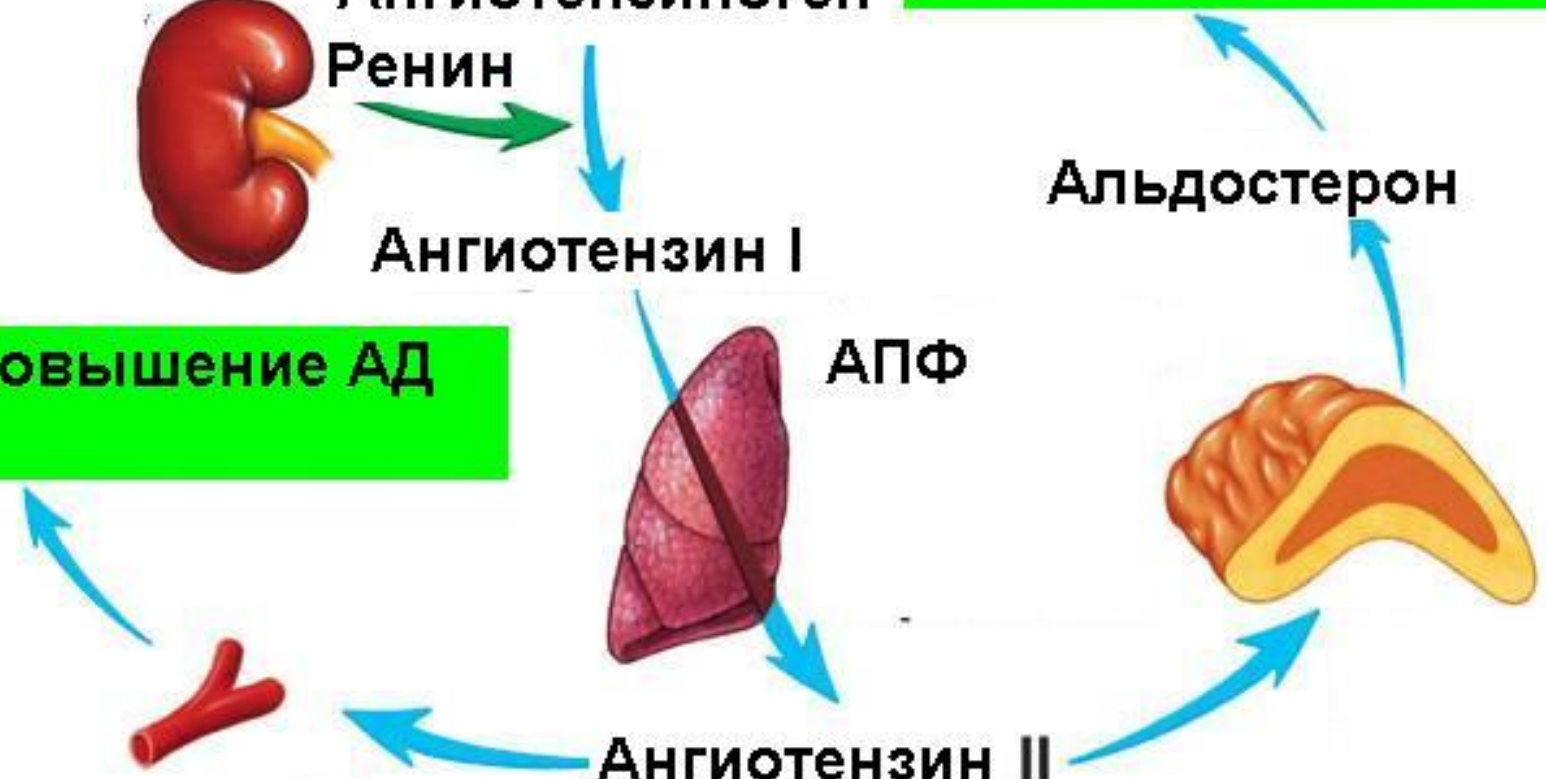
Альдостерон

Повышение АД

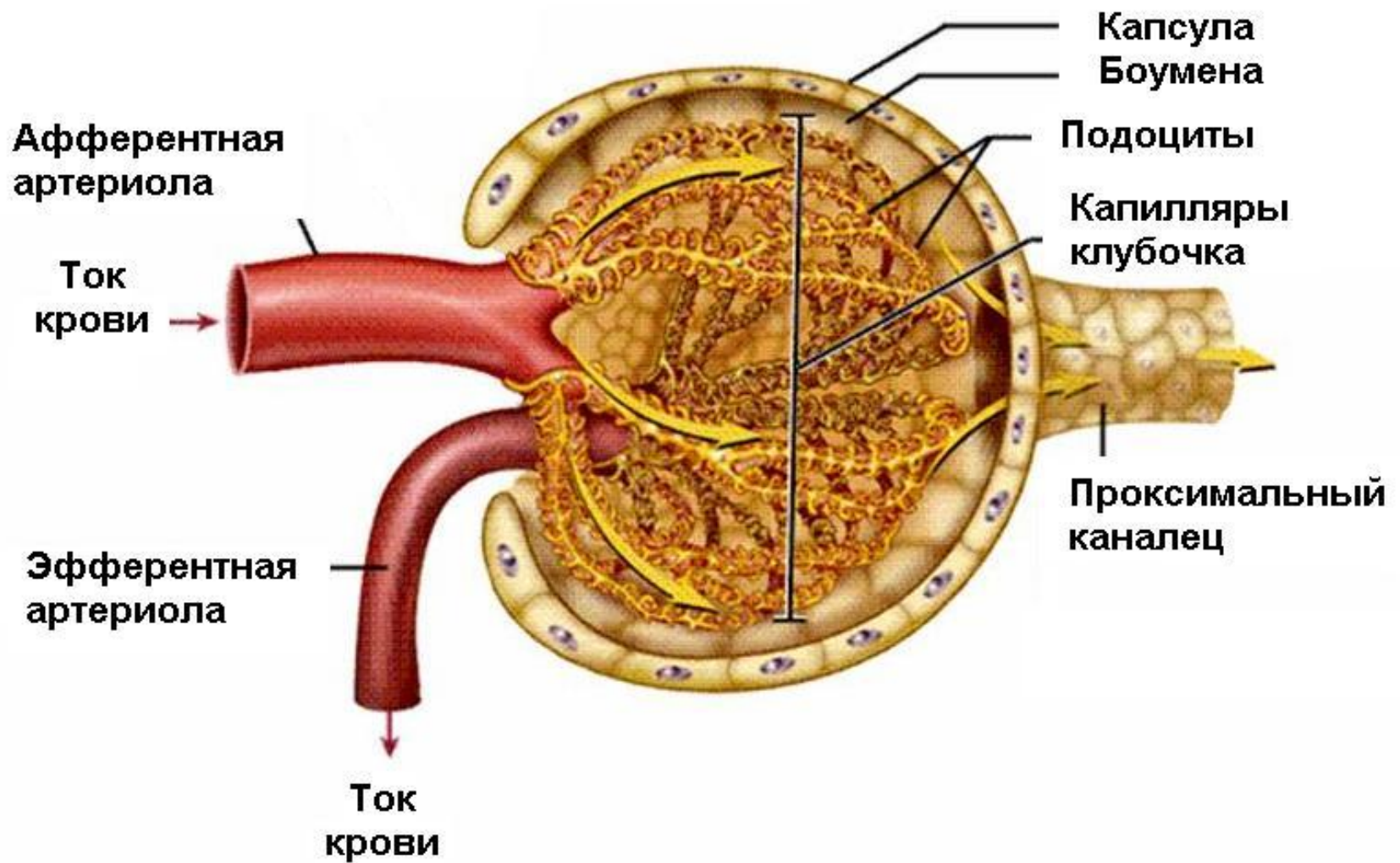
АПФ

Ангиотензин II

Вазоконстрикция

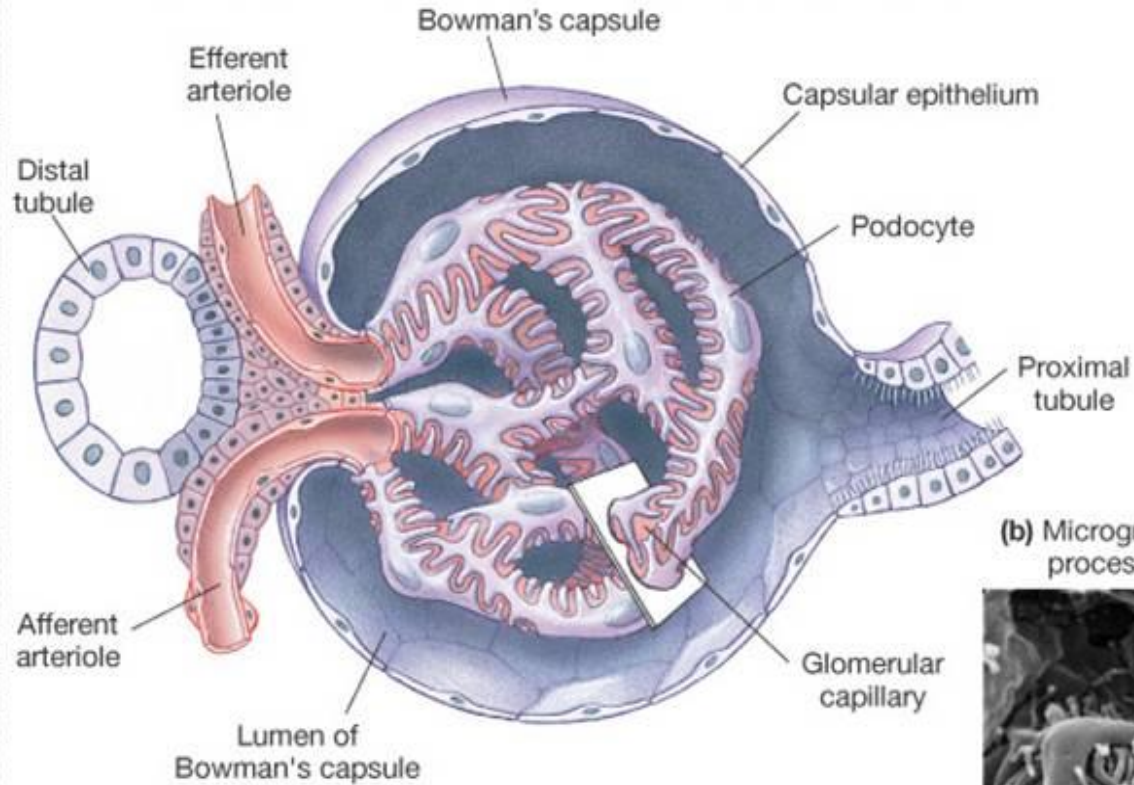


Клубочковая фильтрация – перенос жидкости из крови в капсулу

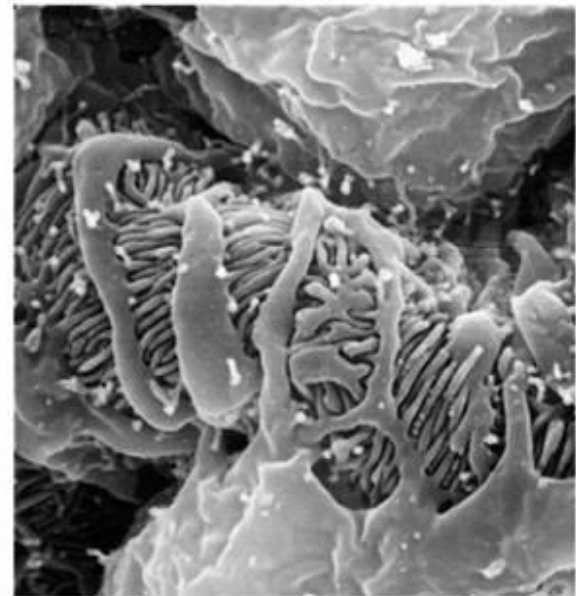


ПОДОЦИТЫ

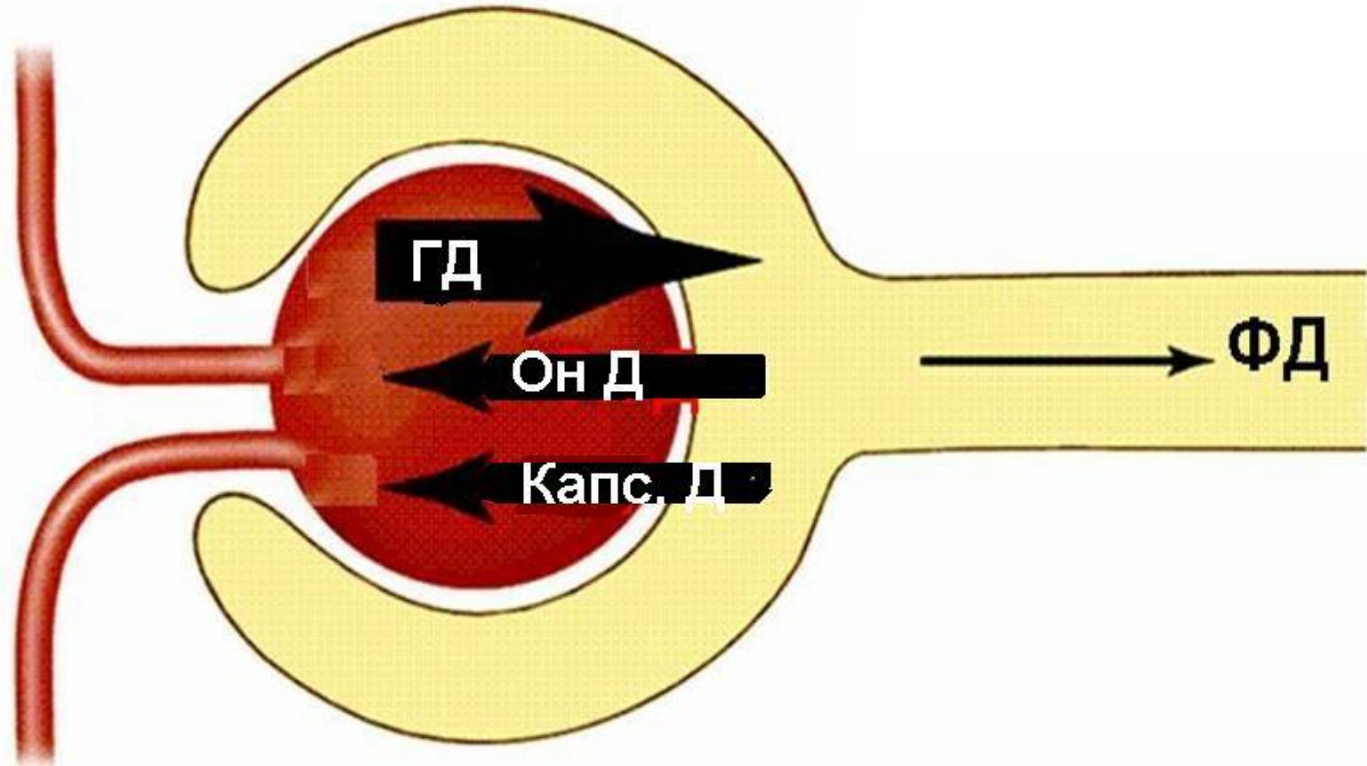
(a) The epithelium around glomerular capillaries is modified into podocytes.



(b) Micrograph showing podocyte foot processes around glomerular capillary.



Движущая сила клубочковой фильтрации: эффективное фильтрационное давление (ФД)



$$\text{ФД} = \text{ГД} - (\text{Он Д} + \text{Капс. Д})$$

$$70 - (30 + 20) = 20 \text{ мм рт.ст.}$$

Итог процесса фильтрации

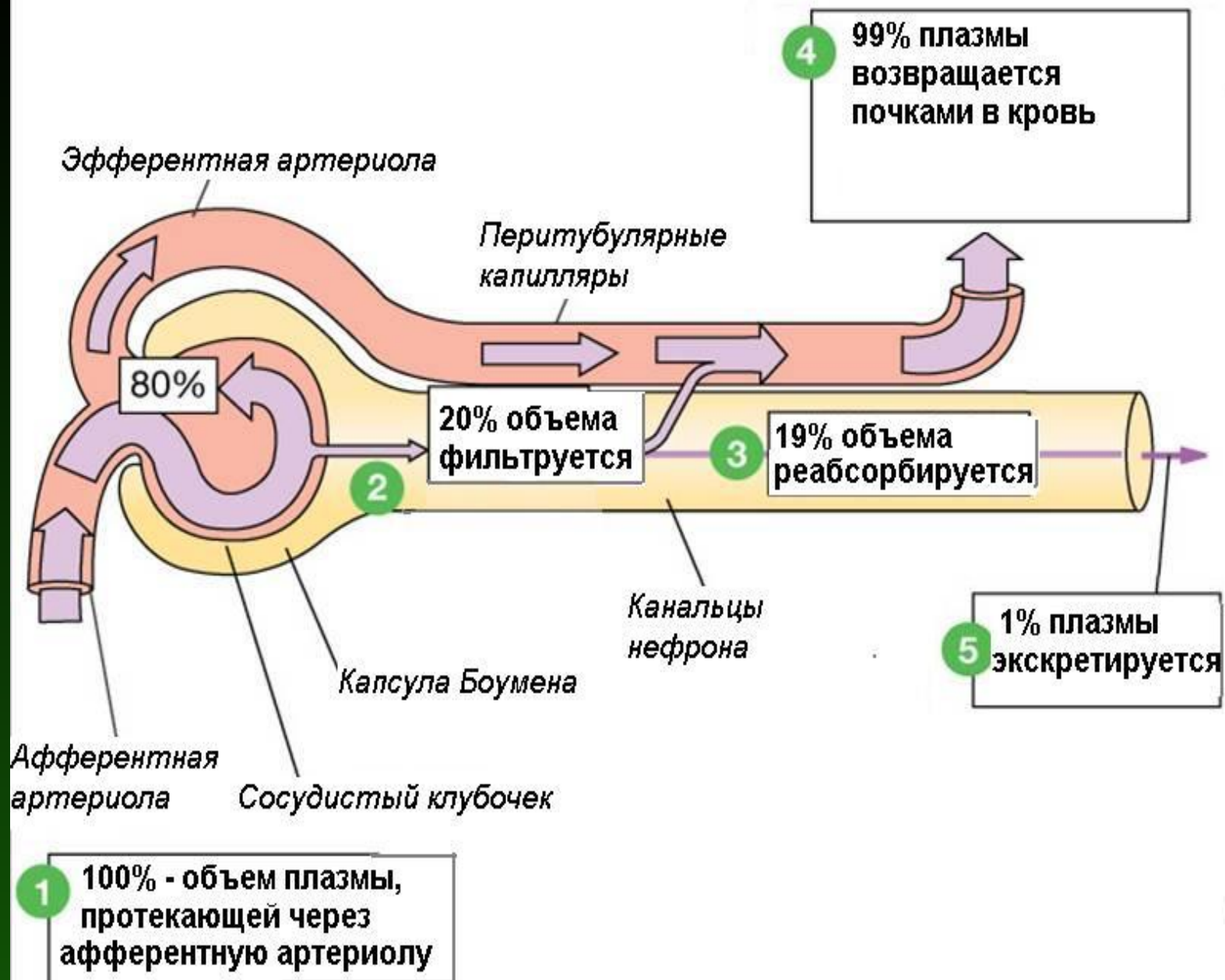
180-200 литров безбелковой плазмы – (ультрафильтрат)/сутки

Осмотическая концентрация = осм.конц. плазмы

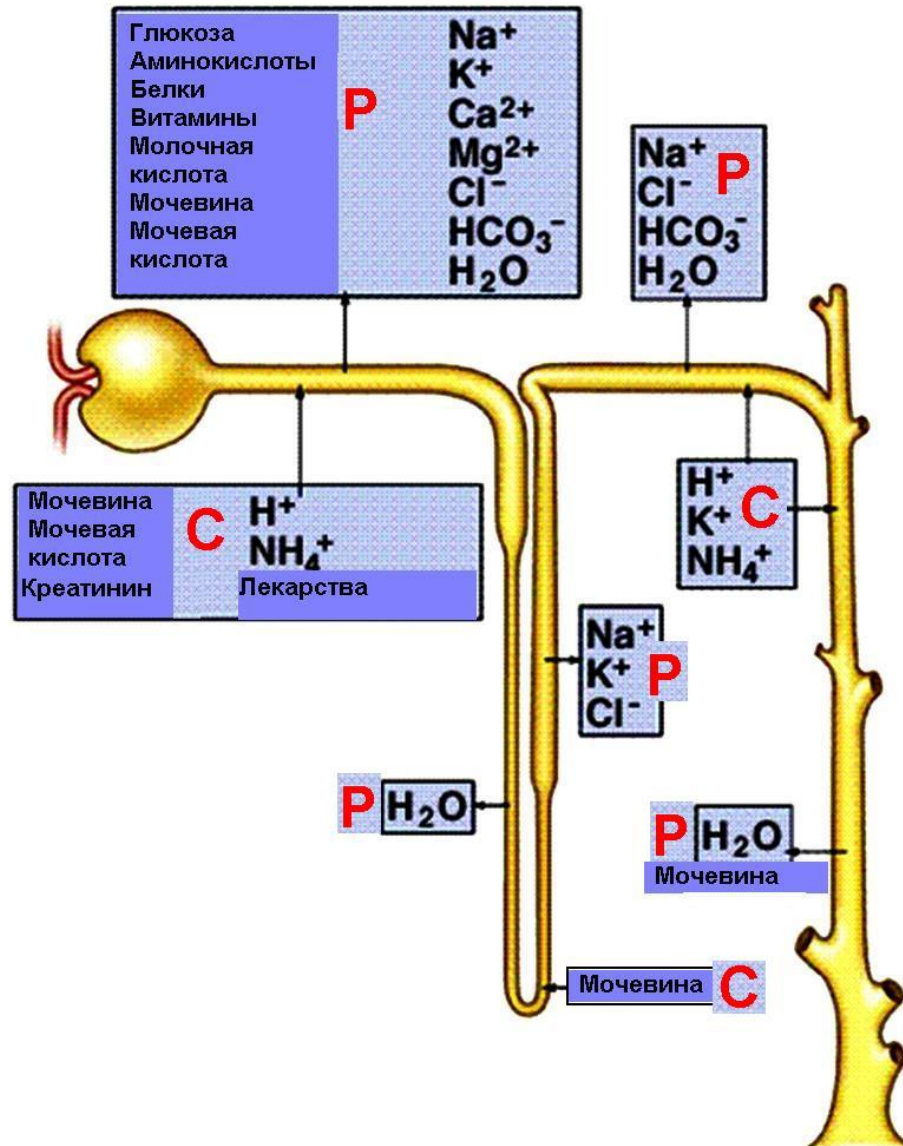
Количественной характеристикой процесса фильтрации является скорость клубочковой фильтрации (СКФ) – в норме **125 мл/мин**

У детей объем фильтрации значительно ниже

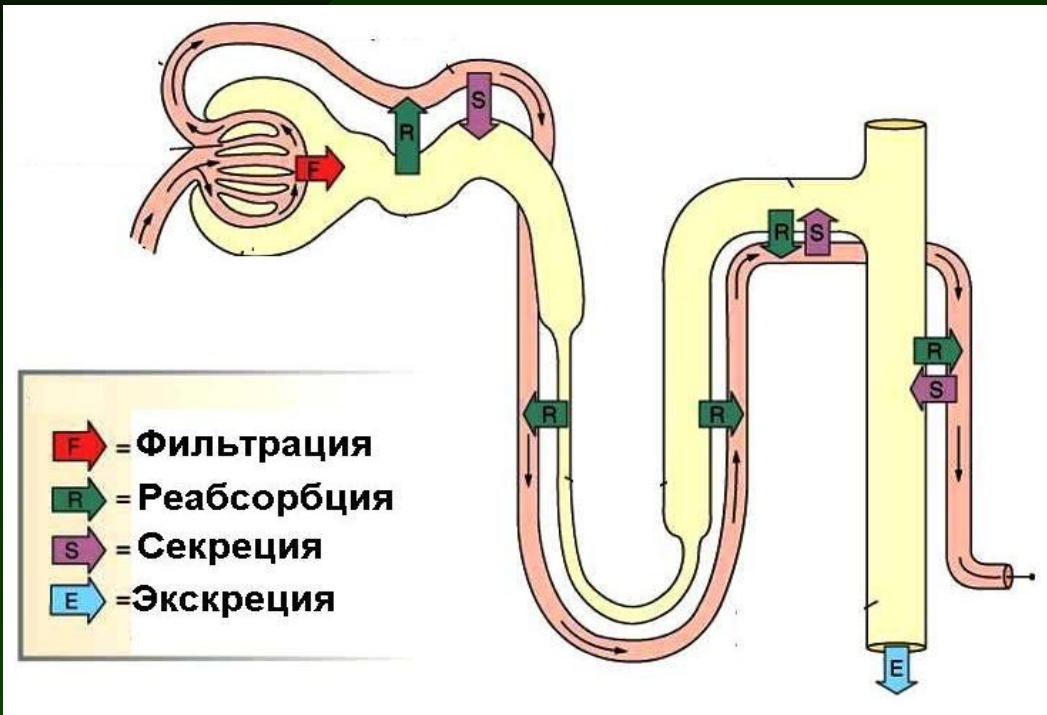
1. Площадь фильтрующей мембраны
2. Проницаемость фильтра
3. Низкое артериальное давление
4. Низкий почечный кровоток



Реабсорбция – обратное всасывание Секреция



Количество реабсорбируемой жидкости по отделам нефрона



Проксимальная
60%

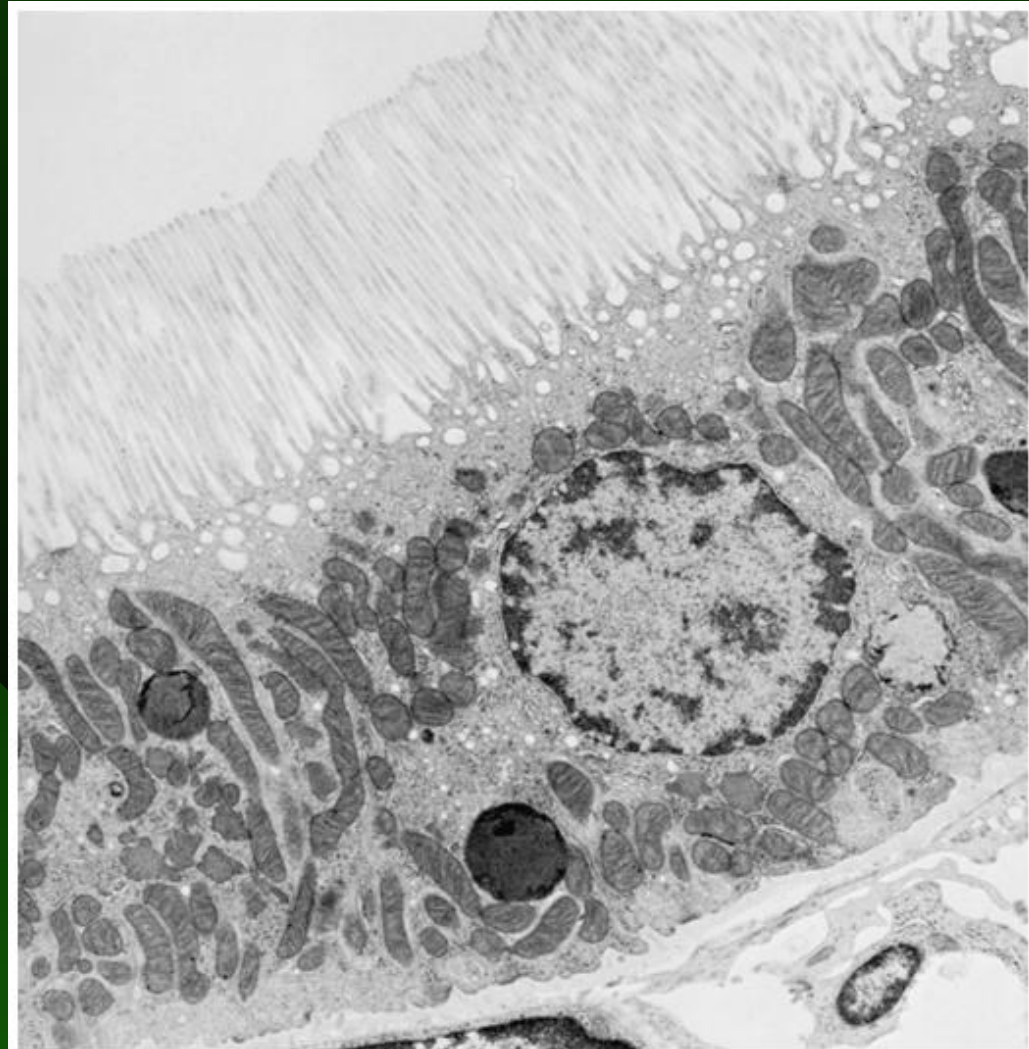
Петли Генле 40%

Дистальная 10%

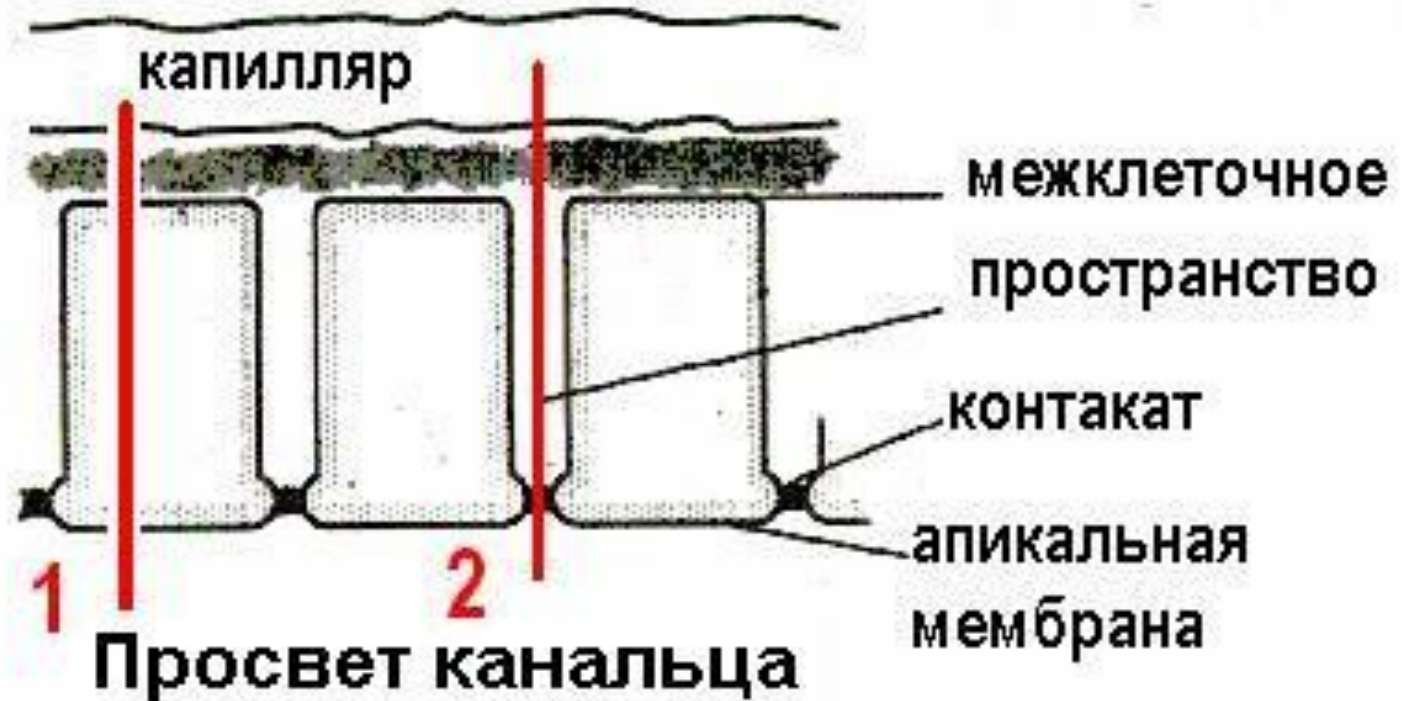
Собирательные
трубочки 10%

Проксимальная реабсорбция - облигатная

- Клетка проксимального канальца



Виды переноса

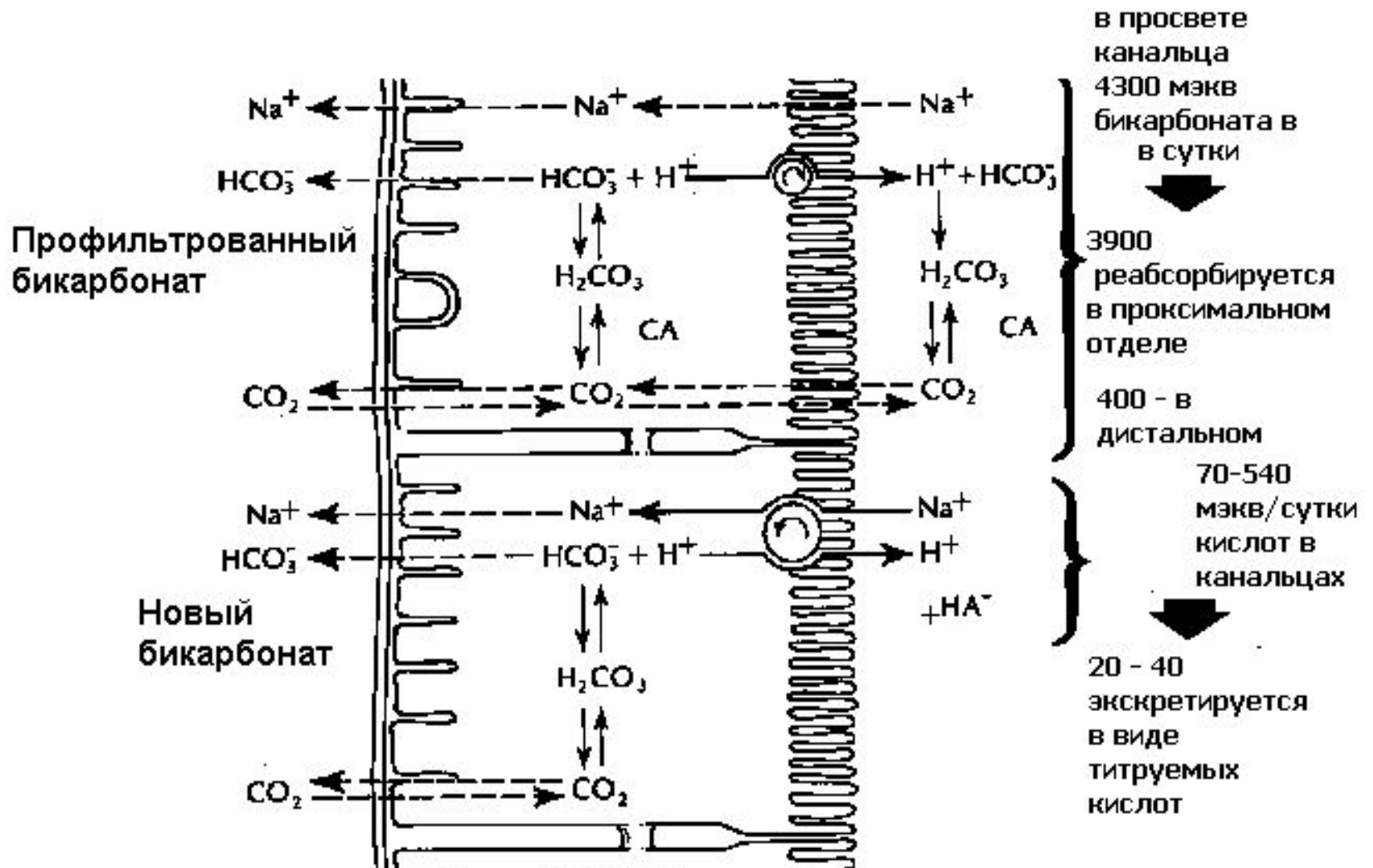


- 1 трансцеллюлярный
- 2 парацеллюлярный

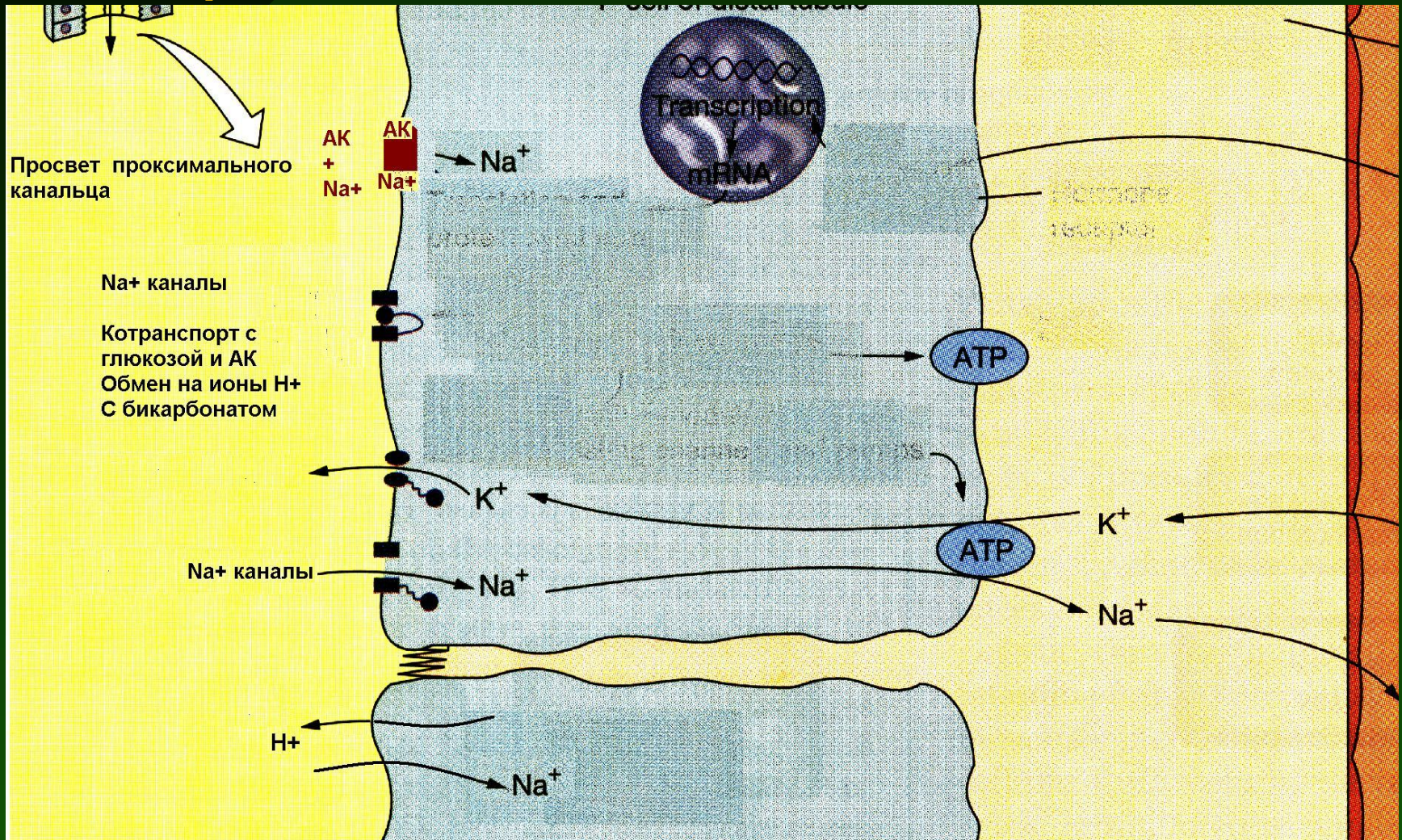
Процесс реабсорбции натрия апикальный перенос в проксимальных канальцах

- На каналы.
- С помощью котранспортеров (АК, глюкоза, калий и хлор)
- Обмен на ионы водорода
- Вместе с бикарбонатами

Перенос с бикарбонатом : профильтрованный бикарбонат, образующийся CO_2



Базолатеральный перенос Натрий/ калиевый насос



Механизмы транспорта других реабсорбируемых веществ

- Глюкоза - котранспорт , порог для глюкозы 11 – 12 ммоль/литр - диурез
- АК - котранспорт
- Белки (низкомолекулярные) экзоцитоз

! ИЗООСМОТИЧЕСКИЙ перенос ВОДЫ

Осмотическая концентрация
ультрафильтрата = 300 мосмоль

Итог проксимальной реабсорбции –

1. осталась треть профильтрованного,
2. изменился состав – нет органики, реабсорбировалось 65% натрия
3. не изменилась осмотическая концентрация

Дистальная реабсорбция

- Реабсорбция в петле Генле
- Реабсорбция в дистальном извитом канальце
- Реабсорбция в собирательных трубочках

Реабсорбция в петле Генле

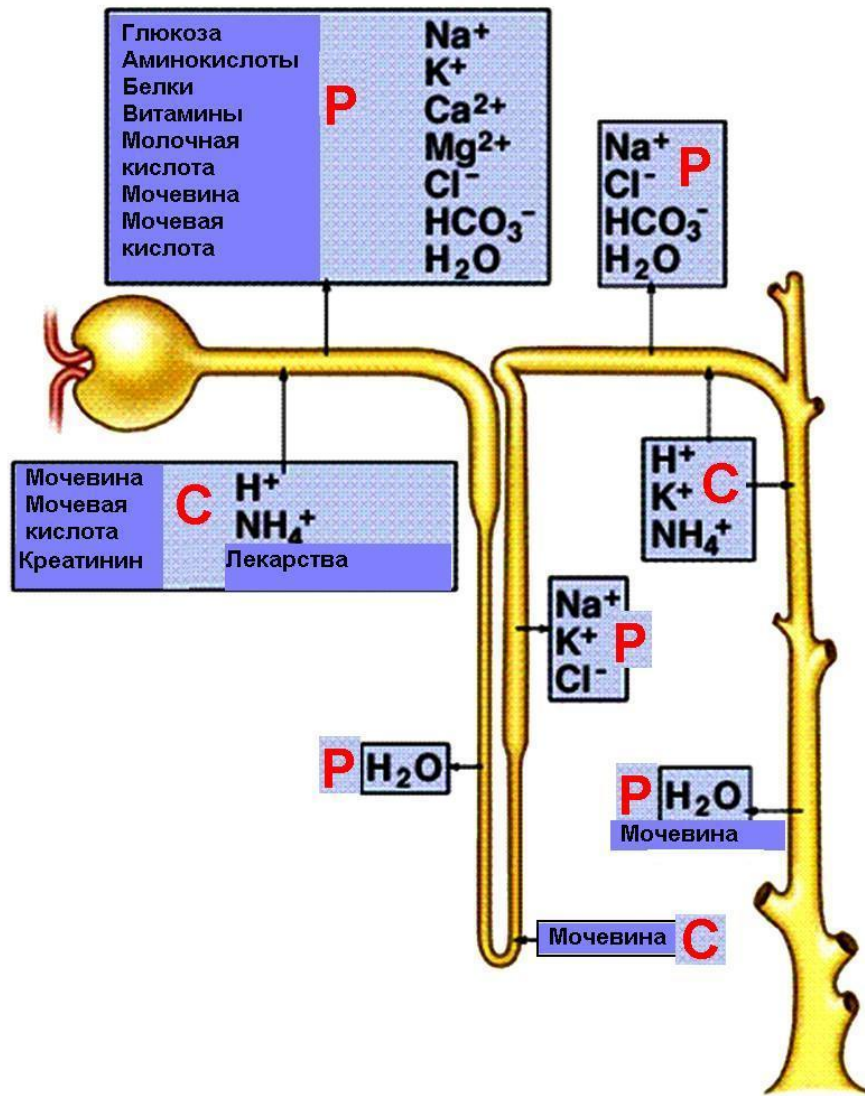
Свойства эпителия нисходящего и восходящего колена:

нисходящее – пропускает
только воду,

восходящее – активно
переносит натрий, но не
пропускает воду

Механизм реабсорбции натрия

- Апикальная мембрана - натриевые каналы, натрий/Н обмен, $\text{Na}^+\text{K}^+\text{2Cl}^-$
-
- Базальная мембрана - Na переносится активно с помощью насоса



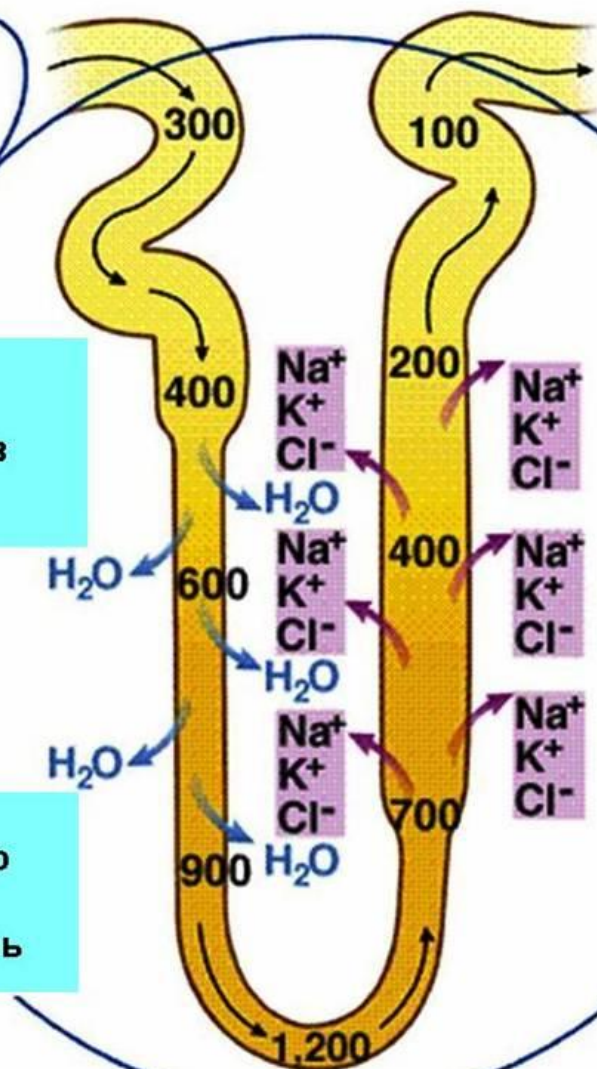
Работает противоточно-поворотнo-умножительная система

- В нисходящем колене – осмотическое концентрирование
- В восходящем – осмотическое разведение мочи

Из проксимальных канальцев поступает изоосмотичная плазма жидкость (300 мосм/л)

Высокая осмолярность внеклеточной жидкости способствует выходу воды в нисходящем отделе петель

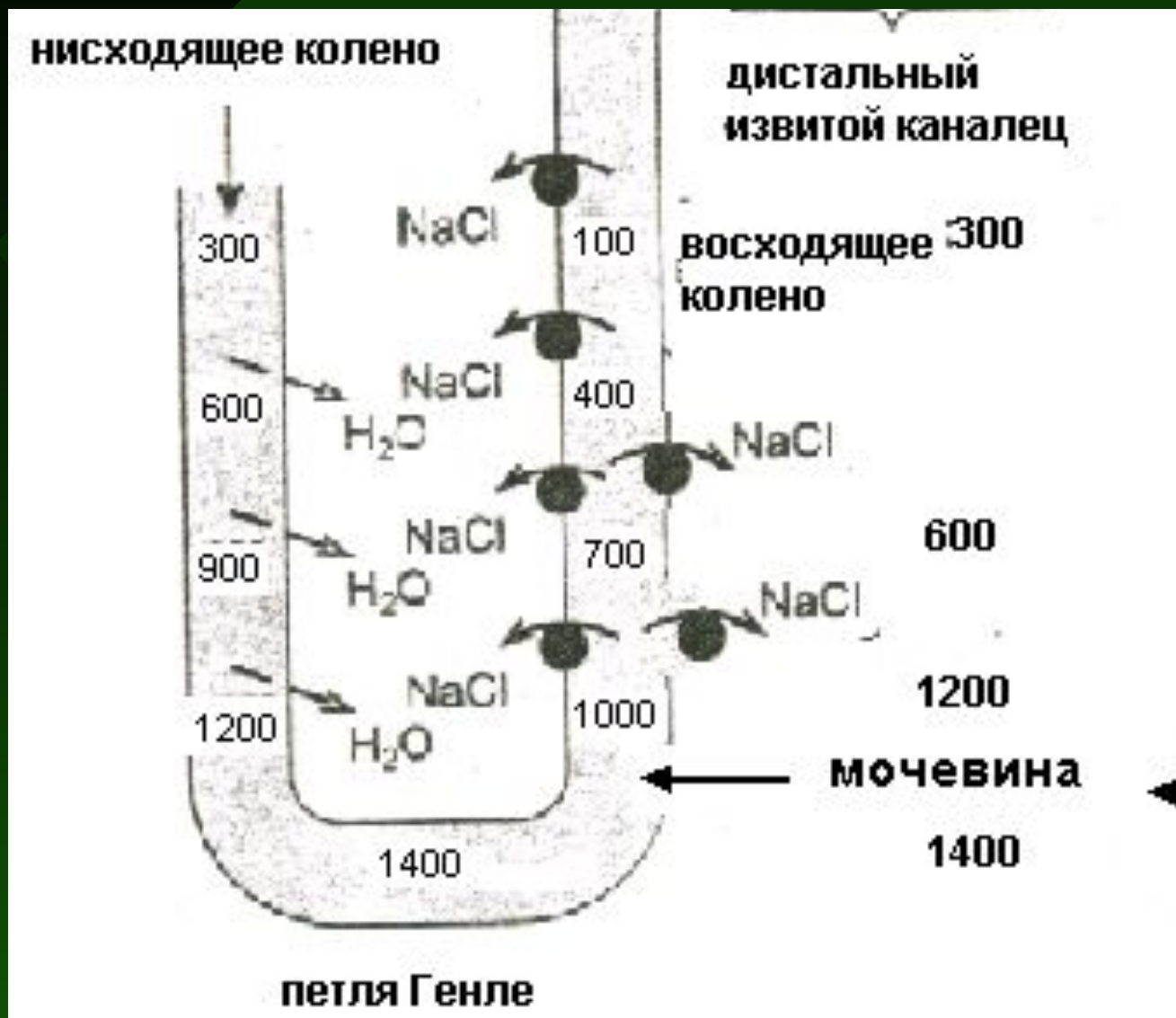
Выход воды повышает осмотическую концентрацию канальцевой жидкости в нисходящем отделе петель



Реабсорбция ионов повышает осмотическую концентрацию интерстиция мозгового вещества почек

Ионы активно реабсорбируются в восходящем отделе петель Генле

Изменение осмотической концентрации



Итог реабсорбции в петлях Генле

- осталось около 20 литров,
- белков, глюкозы, аминокислот нет,
- есть натрий, около 10%,
- есть мочевины, хлор, вода, ионы водорода,
- все, что не секретировалось .
- Осмотическая концентрация жидкости – 150 - 200 миллиосмоль/литр

Реабсорбция в дистальном извитом канальце

- Реабсорбируется около 10 литров
- 9% всего профильтровавшегося натрия

- Реабсорбция

факультативная

- Регуляция - альдостероном

Механизм реабсорбции натрия

- Апикальная мембрана - натриевые каналы и натрий/Н обмен
- Базальная мембрана - Na переносится активно с помощью насоса

Регуляция
реабсорбции
натрия
альдостероном

Юкстагломерулярный аппарат



Снижение АД

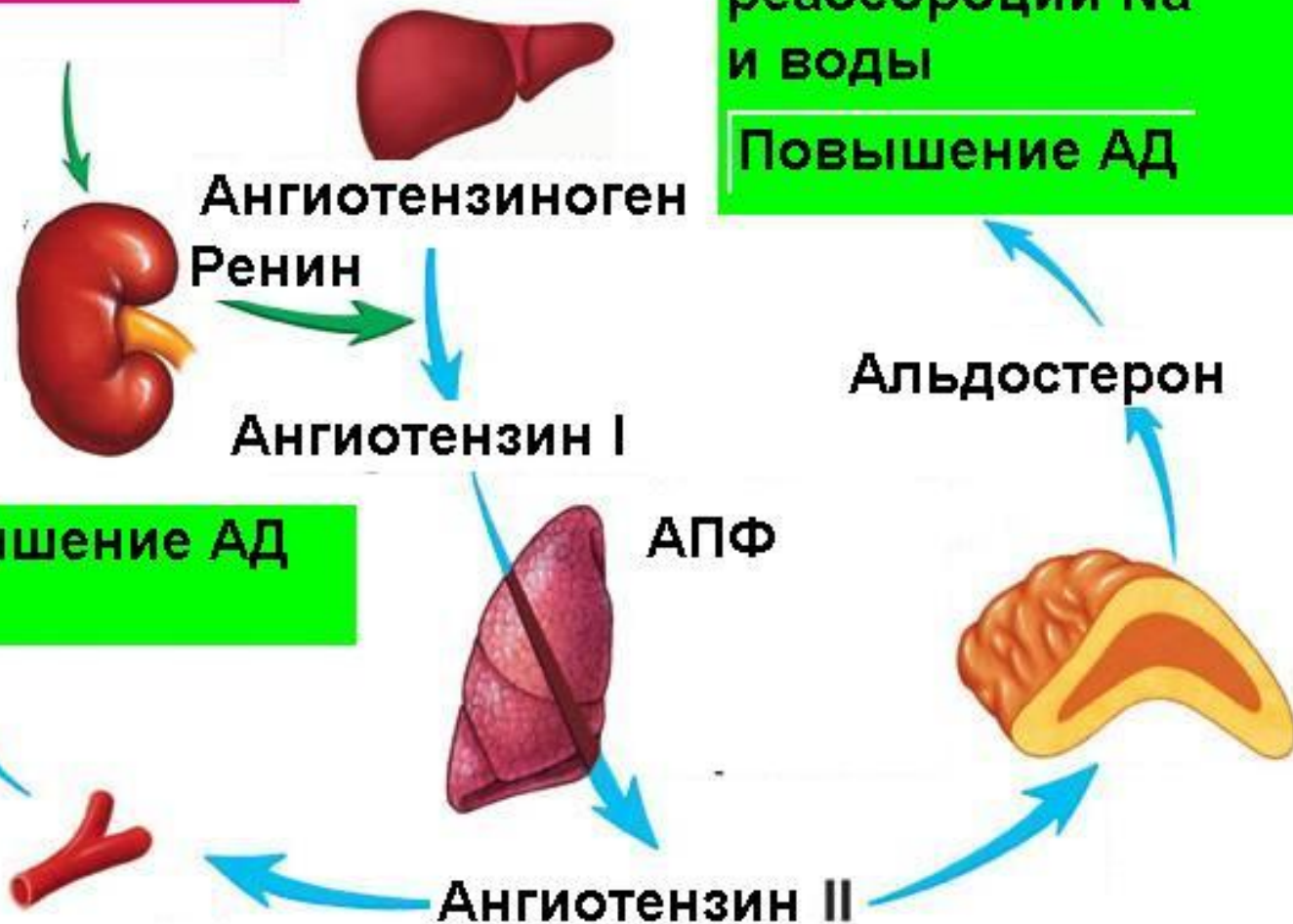
печень

**Увеличение
реабсорбции Na
и воды**

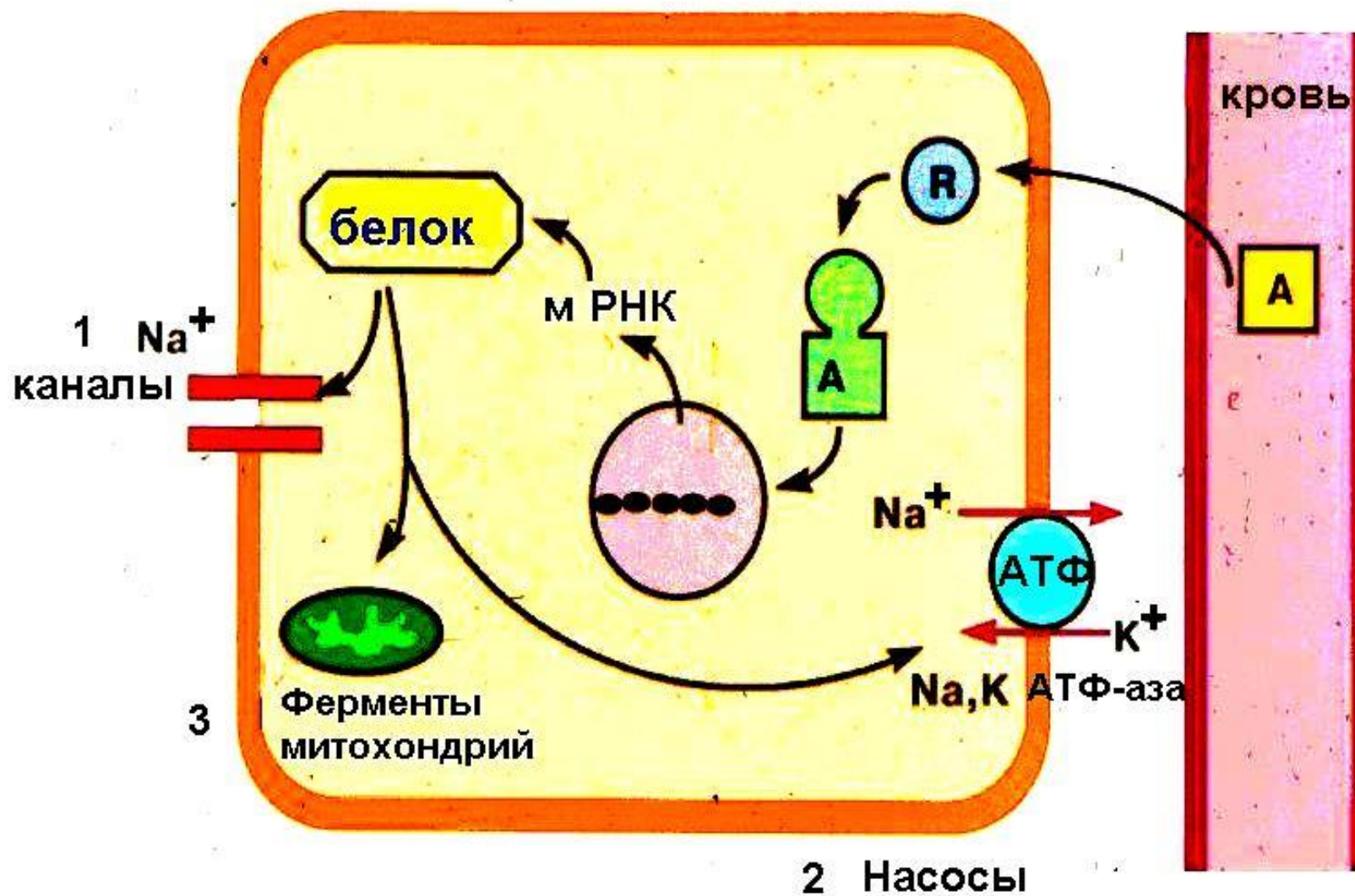
Повышение АД

Повышение АД

Вазоконстрикция



Механизм действия альдостерона



Эффекты альдостерона:

- На каналы апикальной мембраны,
- митохондрии и АТФ,
- насосы.

Т.о. под влиянием альдостерона
находятся все этапы дистального
переноса натрия.

Реабсорбция в собирательных трубочках

- Натрий – 1-4%
- Мочевина – с водой
- Проницаемость эпителия для воды регулируется АДГ

Регуляция
реабсорбции
осмотически
свободной воды
антидиуретическим
гормоном (АДГ)

Паравентрикулярное ядро

Нейросекреторные нейроны

Супраоптическое ядро

Гипоталамус

Гипоталамо-гипофизарный тракт

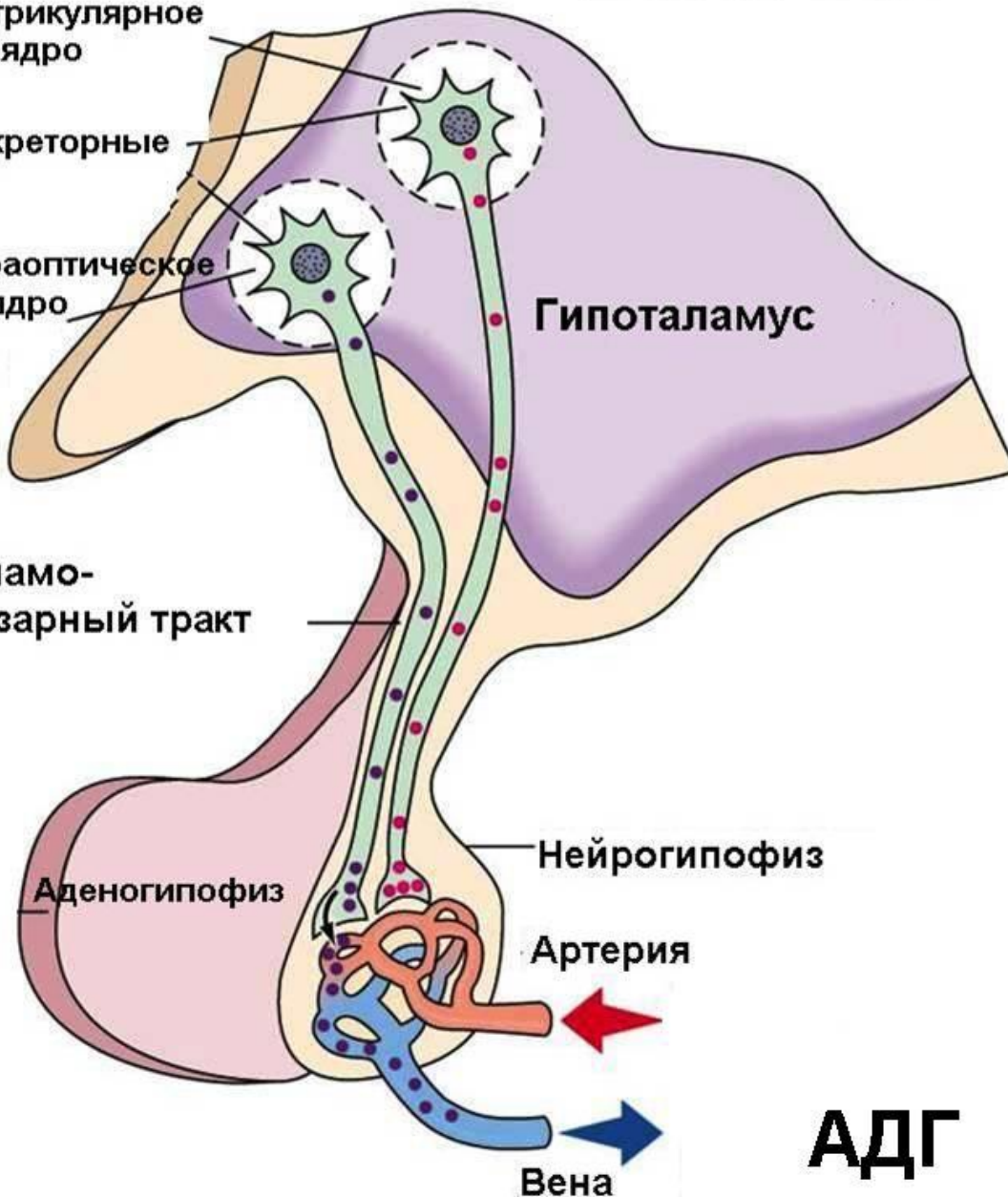
Аденогипофиз

Нейрогипофиз

Артерия

Вена

**АДГ
(Вазопрессин)**



**Осморцепторы-
повышение
осмотической
концентрации**

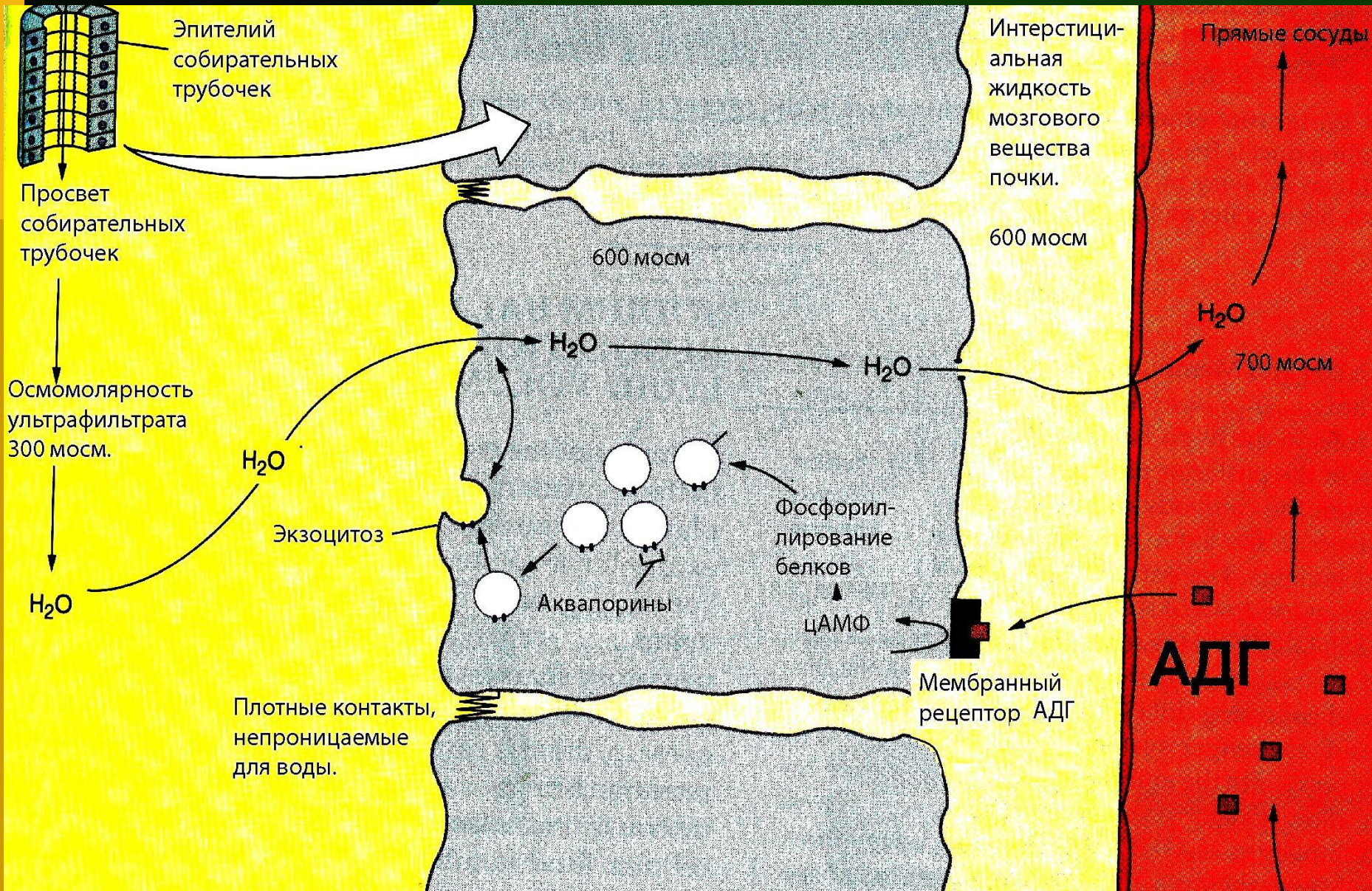
**Нейроны
гипоталамуса**



**Увеличение
реабсорбции
воды**

**Снижение осмотической
концентрации**

Механизм действия АДГ



Эффекты АДГ

- апикальный эффект : аквапорины и везикулы с водой
- базальный эффект: активация гиалуронидазы, разрыхление ГАГ – облегчение транспорта воды

- АДГ – создает возможность транспорта осмотически свободной воды
- Вода пойдет только по градиенту осмотической концентрации

Концентрирование мочи

почки человека в нормальных условиях производят гиперосмотическую по отношению к плазме крови мочу, т.е. работают в режиме концентрирования: осмолярность окончательной мочи колеблется от 600 до 900 мосм/л, т.е. в 3 раза может превышать осмолярность плазмы.

Структура

В процессе осмотического концентрирования мочи принимают участие:

1. петля Генле,
2. собирательная трубка,
3. сосуды и интерстиций мозгового вещества,

которые функционируют как единая поворотной - противоточно-множительная система.

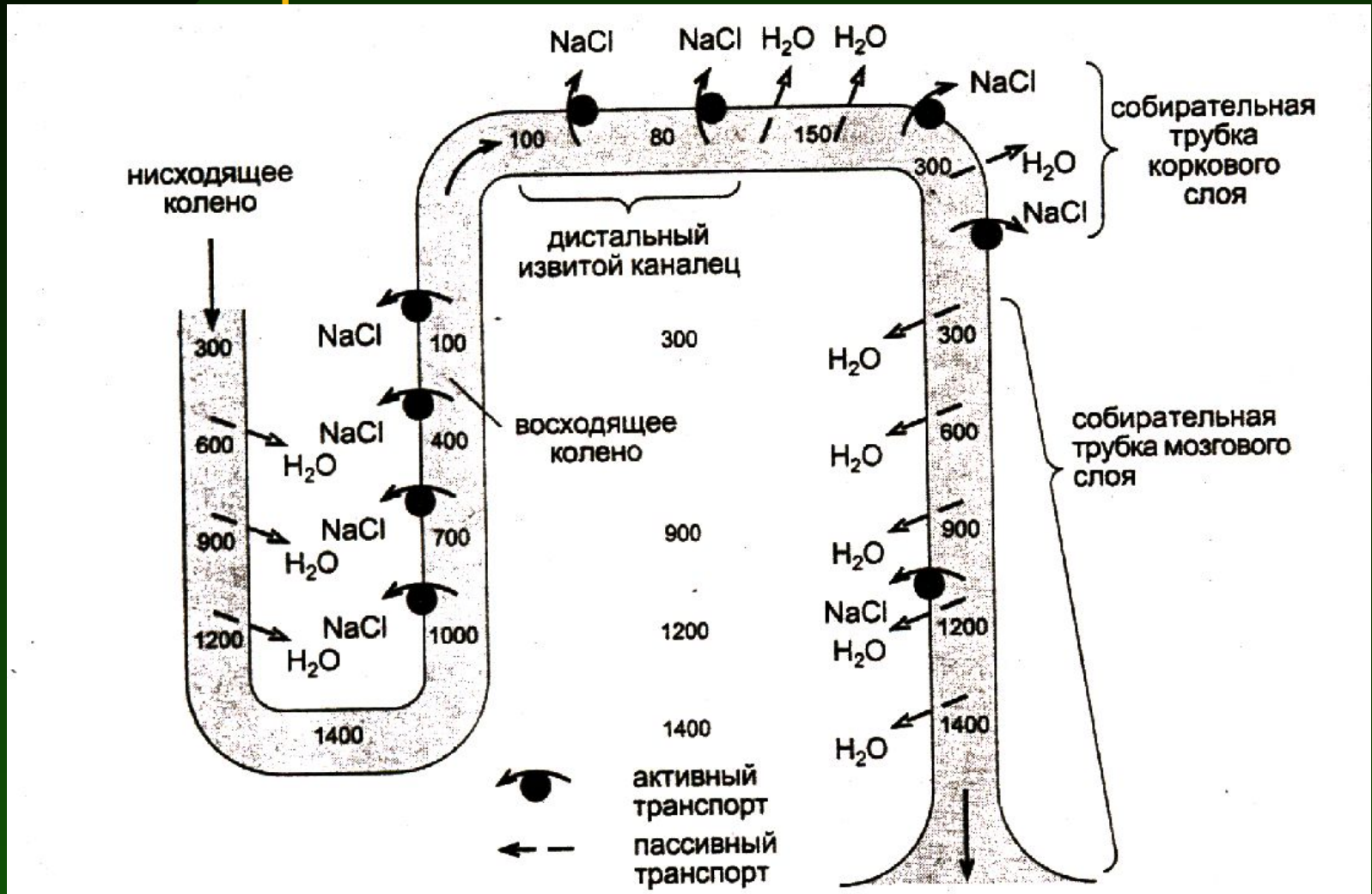
Концентрирование происходит
в собирательных трубочках

Петли Генле создают условия для
концентрирования

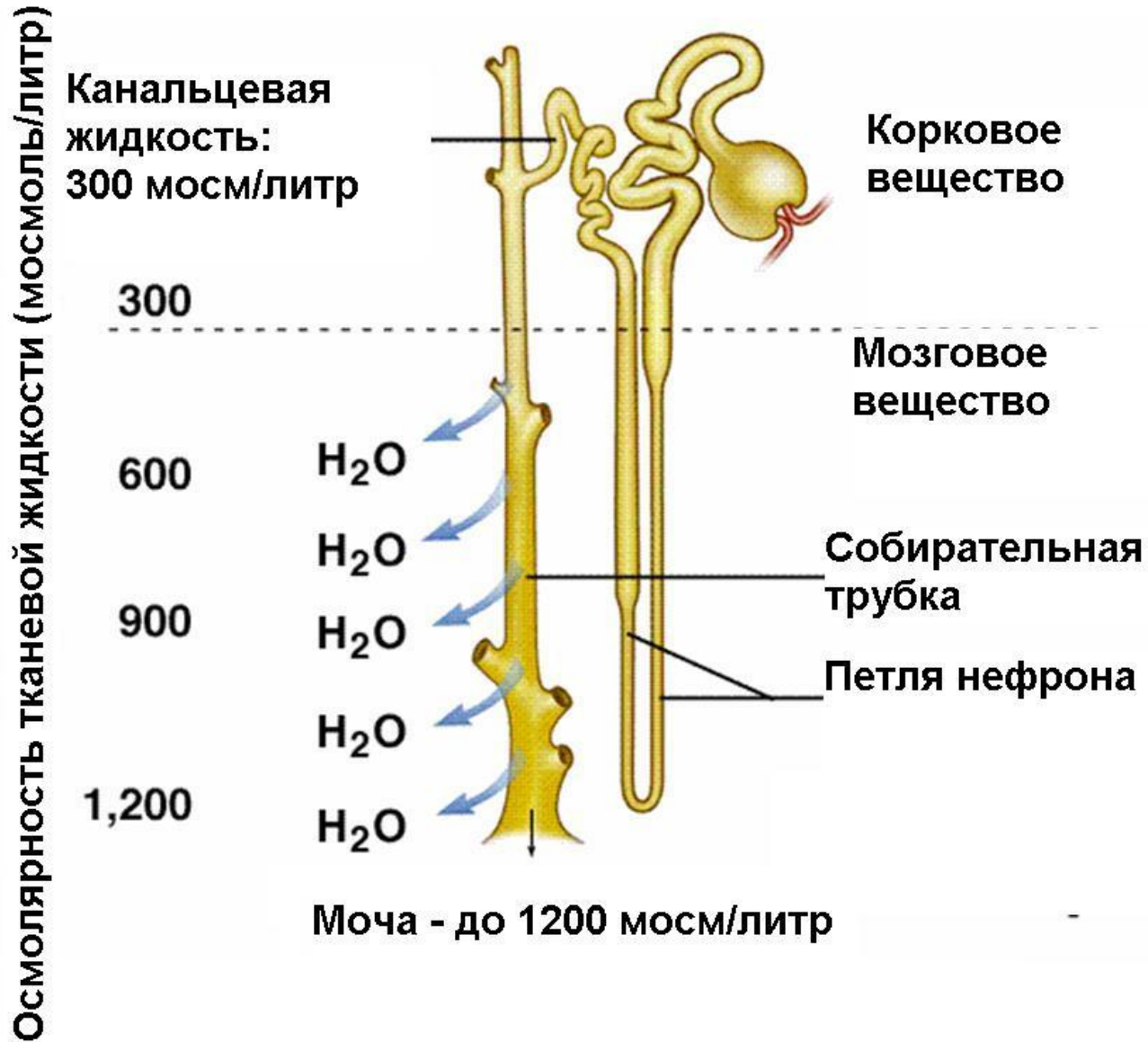
Интерстиций служит
осмотическим «магнитом» для
воды

Сосуды – сброс воды и натрия

Процессы, протекающие в канальцах



Итог – концентрирование мочи



Перенос натрия в восходящем отделе
петель Генле создает

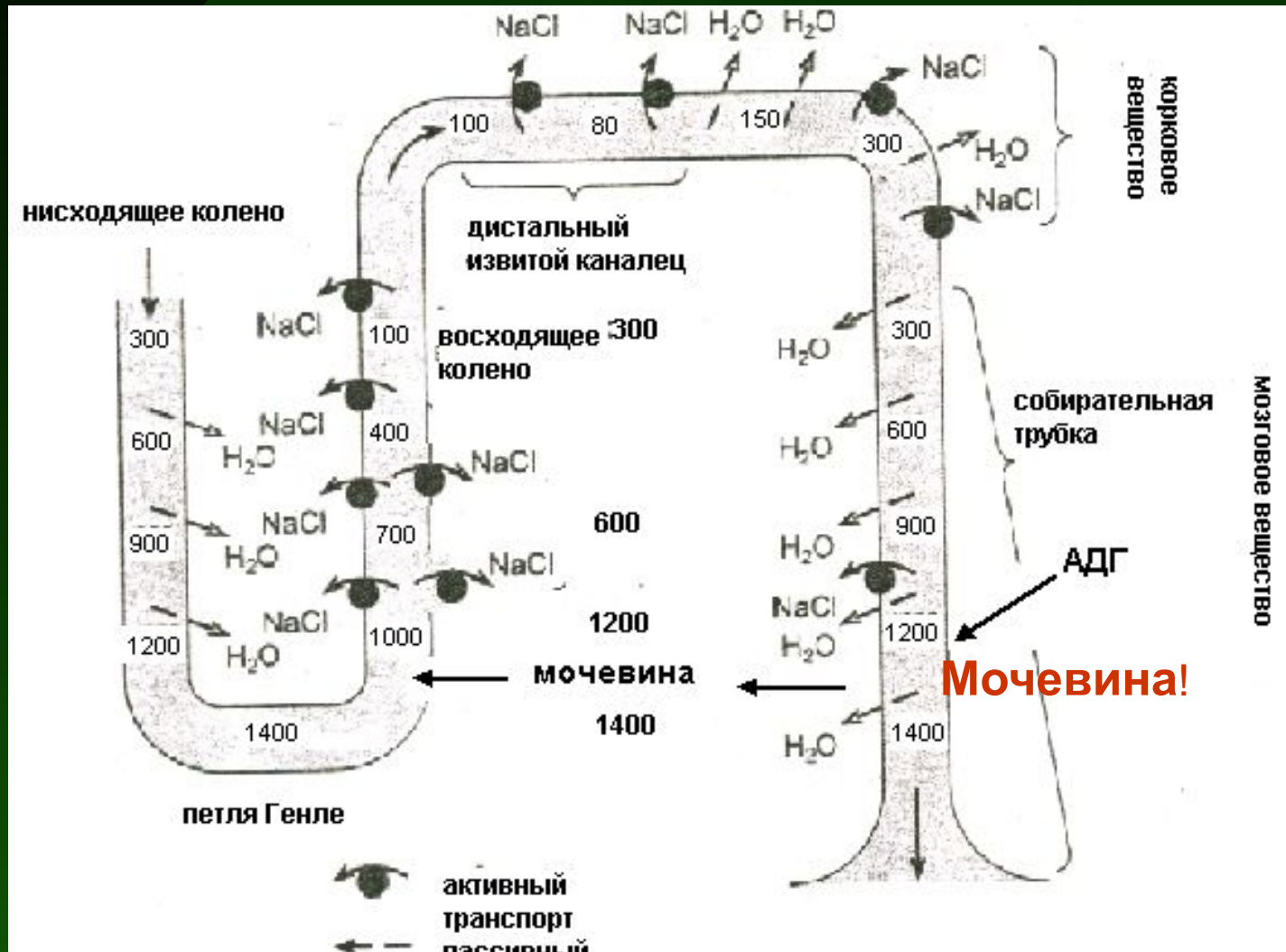
**кортико-медулярный
осмотический градиент**

- Половина осмотической концентрации мозгового вещества обусловлена мочевиной

Мочевина

- Проницаемость собирательных трубок для мочевины увеличивается в нижнем отделе.
- часть уходит с водой, часть с помощью своих переносчиков
- Мочевина увеличивает кортико-медуллярный осмотический градиент. На долю мочевины приходится около половины осмотической концентрации интерстиция (только на высоте антидиуреза, 1450мосмоль – предел концентрации жидкости в нисходящей петле)

Кругооборот мочевины



Значение реабсорбции в петле Генле

- Спасение натрия и воды
- Создание кортико-медулярного осмотического градиента
- Ловушка для мочевины

У детей объем проксимальной реабсорбции значительно ниже, а дистальной - выше

1. Нет щеточной каемки в клетках проксимального канальца
2. Короткие петли Генле
3. Высокая активность РААС

Нагрузка натрием приводит к отекам

Почки новорожденных продуцируют гипотоническую мочу.

- 1. петли Генле имеют меньшую длину**
- 2. не проникают глубоко в зону мозгового вещества.**
- 3. количество мочевины во внутреннем мозговом веществе почки в 3 раза меньше, чем у взрослых,**
- 4. почки новорожденных и грудных детей нечувствительны к действию АДГ.**

Все функции почки приближаются к уровню взрослых ко 2 году жизни, окончательное формирование заканчивается к 14-16 году жизни.