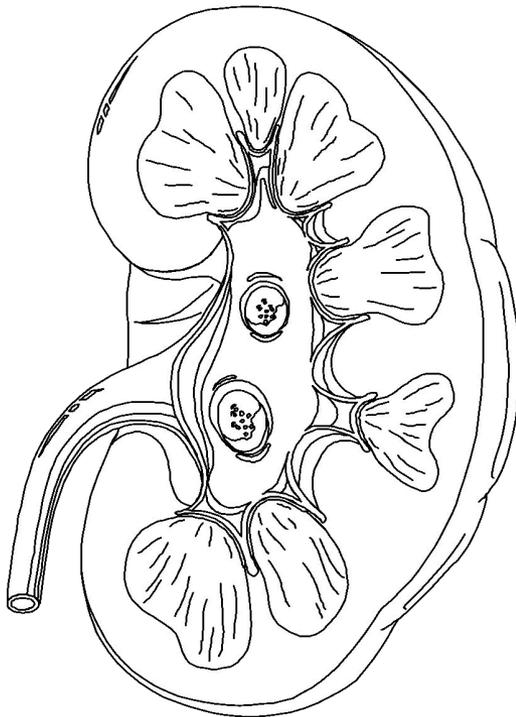
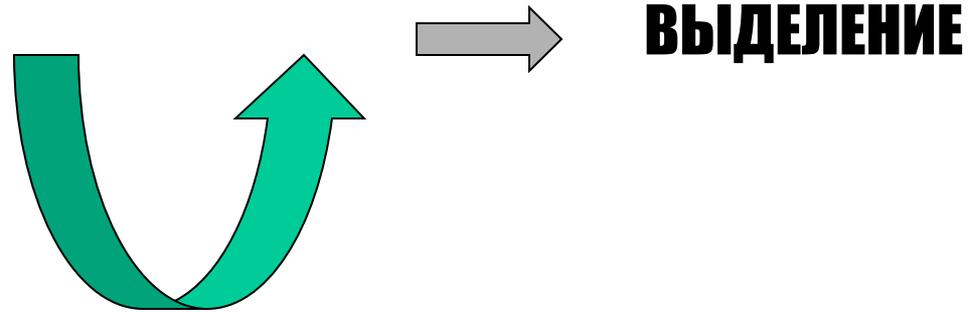


КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ДГМУ



- **ТЕМА ЛЕКЦИИ:**
- **ФИЗИОЛОГИЯ
ВЫДЕЛЕНИЯ.**
- **ФИЗИОЛОГИЯ ПОЧЕК
И ВОДНО-СОЛЕВОГО
ОБМЕНА**

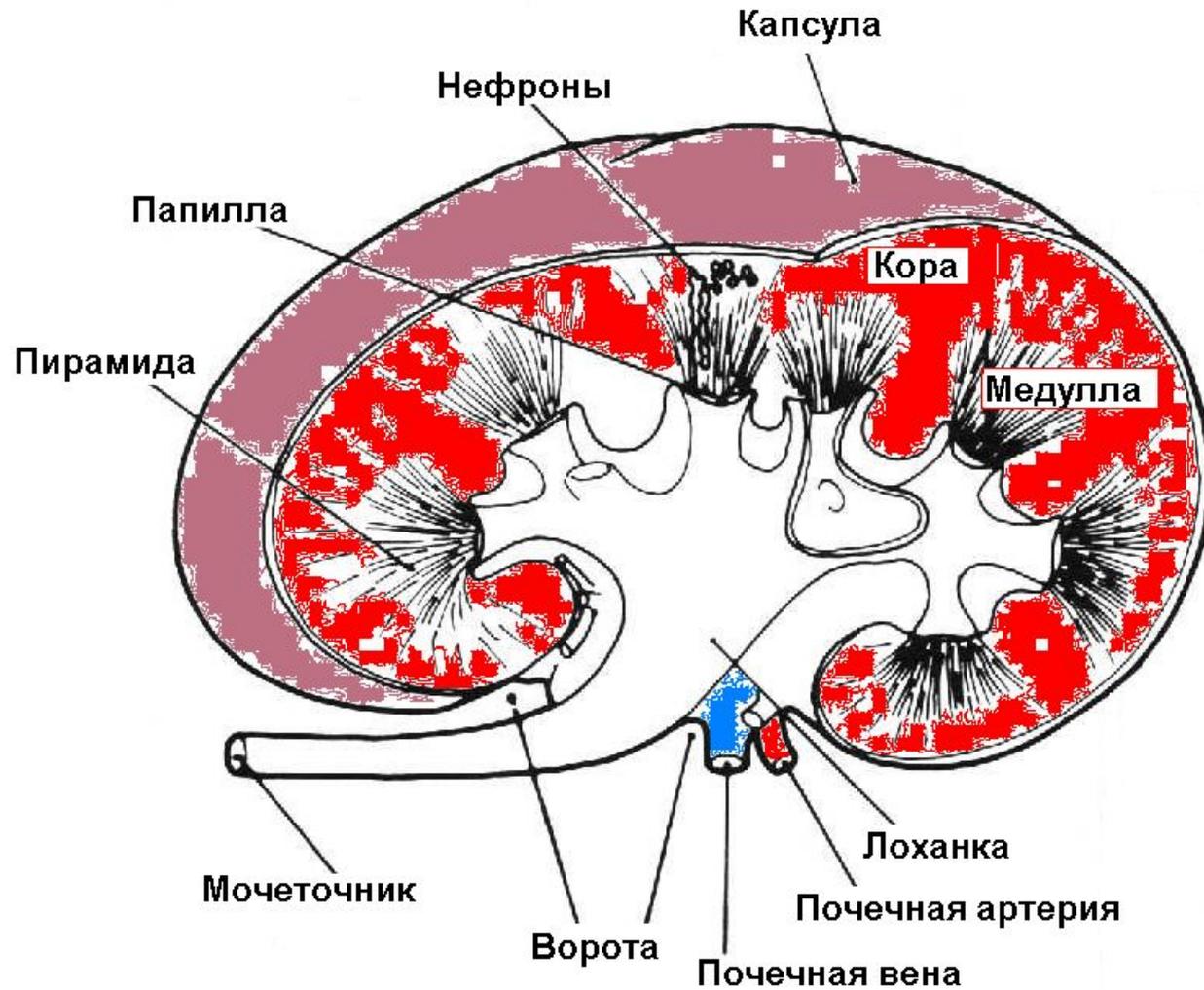
ОСНОВНЫЕ ОБЪЕМЫ ЖИДКОСТЕЙ ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ



СИСТЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ

- **ПОЧКИ - ОСНОВНОЙ ОРГАН ВЫДЕЛЕНИЯ** - 1500 - 2000 мл воды, 90% мочевины, электролиты, продукты метаболизма, лекарственные препараты и др.
- **Внепочечные пути выделения:**
- **КОЖА** - 300-1000 мл пота; 1/3 экскретируемой воды,
до 10 % мочевины
- **ЛЕГКИЕ** - 400-1000 мл воды
- **КИШЕЧНИК** - до 100 мл воды

СТРОЕНИЕ ПОЧКИ



ФУНКЦИИ ПОЧЕК

- ЭКСКРЕТОРНАЯ (ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ)
 - ГОМЕОСТАТИЧЕСКАЯ
 - ЗАЩИТНАЯ
 - ЭНДОКРИННАЯ
 - МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ

Строение нефрона

- **Нефрон** – структурно-функциональная единица почки. В каждой почке около 1 млн. нефронов.
- Нефрон состоит из: а) **почечного тельца** (это клубочек капилляров, находящийся внутри двустенной капсулы) б) **проксимального извитого канальца** в) **петли нефрона** г) **дистального извитого канальца**, впадающего в собирательную трубку.

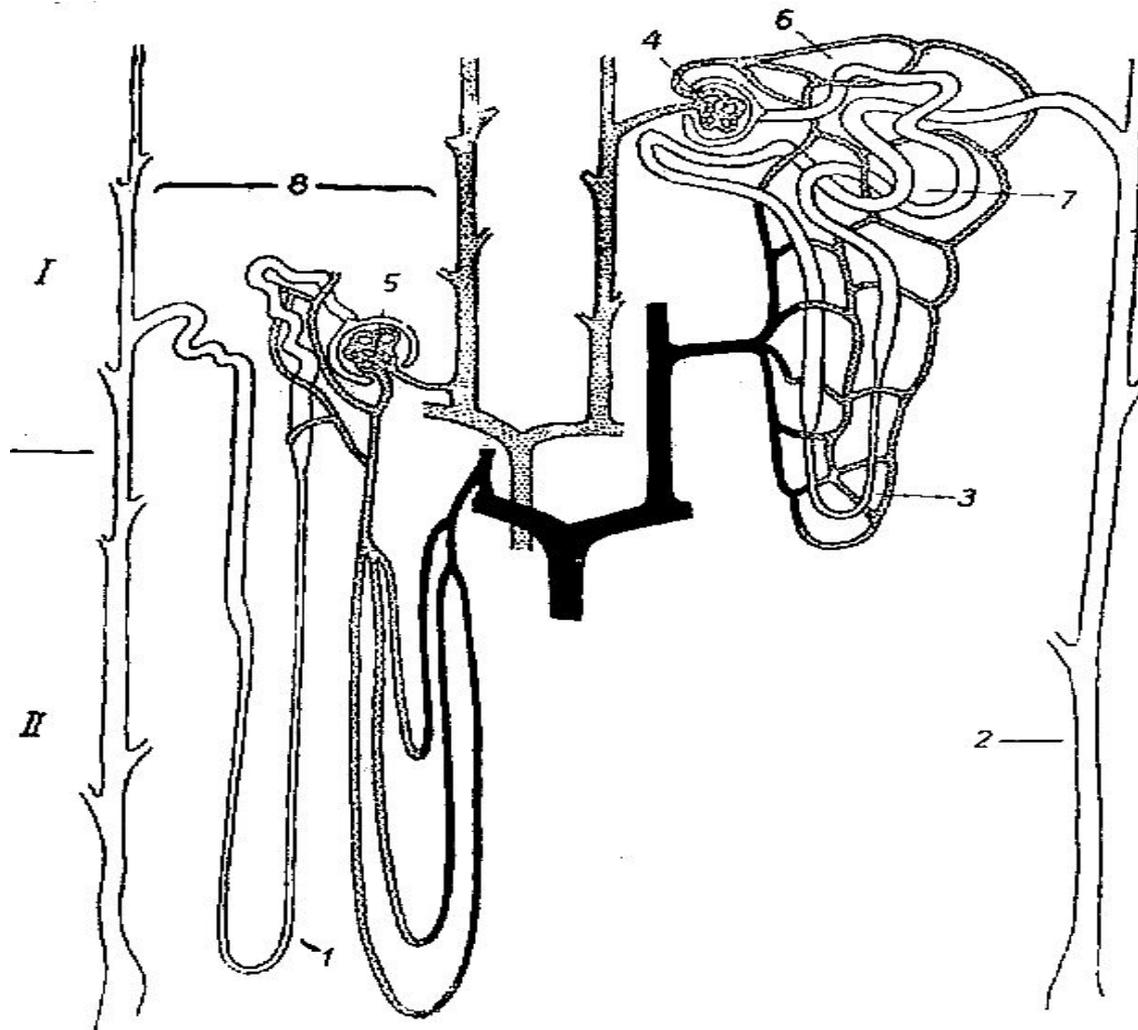
ТИПЫ НЕФРОНОВ

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

Корковый (4) и юкстамедуллярный(5) нефроны

**Корковое
вещество**

**Мозговое
вещество**



ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ

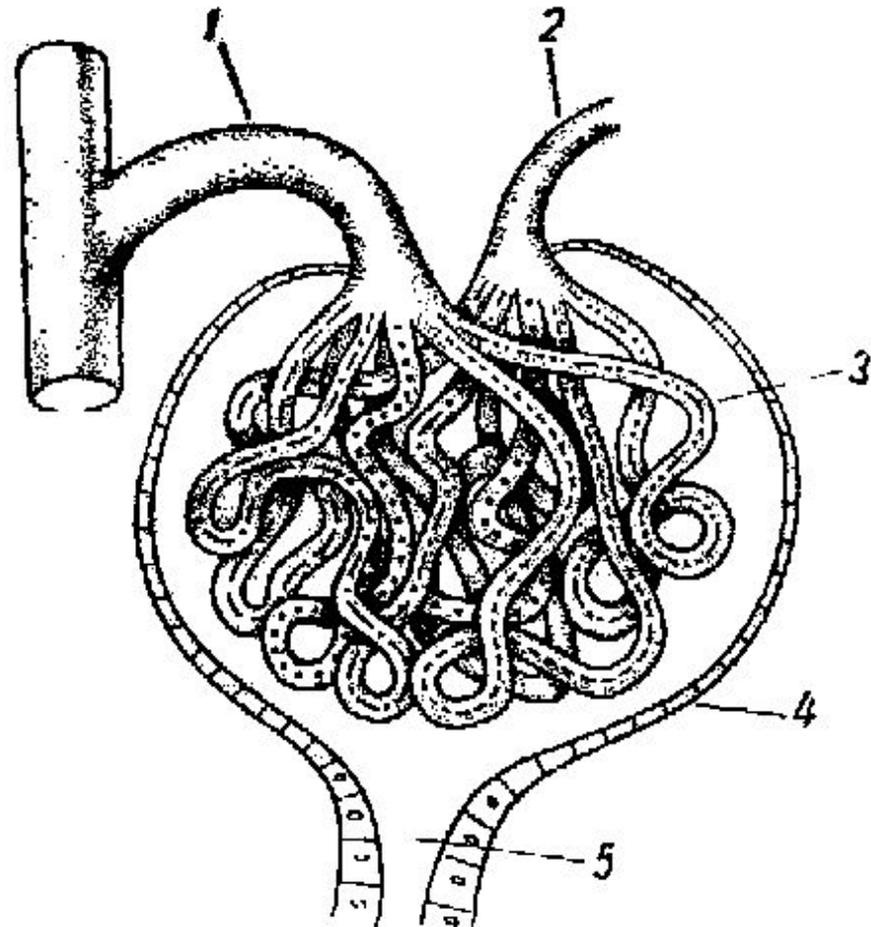
- **ВЫСОКИЙ ОБЪЕМНЫЙ КРОВОТОК - 1/4 МОК - 1800 л/сут**
- **ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ В КАПИЛЛЯРАХ КЛУБОЧКА - 47 мм рт.ст.**
- **ДВОЙНАЯ (ЧУДЕСНАЯ) СЕТЬ КАПИЛЛЯРОВ**
- **РАЗЛИЧИЯ КАПИЛЛЯРНЫХ СОСУДОВ У КОРКОВЫХ И ЮКСТАМЕДУЛЛЯРНЫХ КЛУБОЧКОВ (ПРЯМЫЕ ДЛИННЫЕ ПЕТЛИ)**
- **НАЛИЧИЕ МЕХАНИЗМОВ САМОРЕГУЛЯЦИИ КОРКОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ**

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ МОЧЕОБРАЗОВАНИЯ

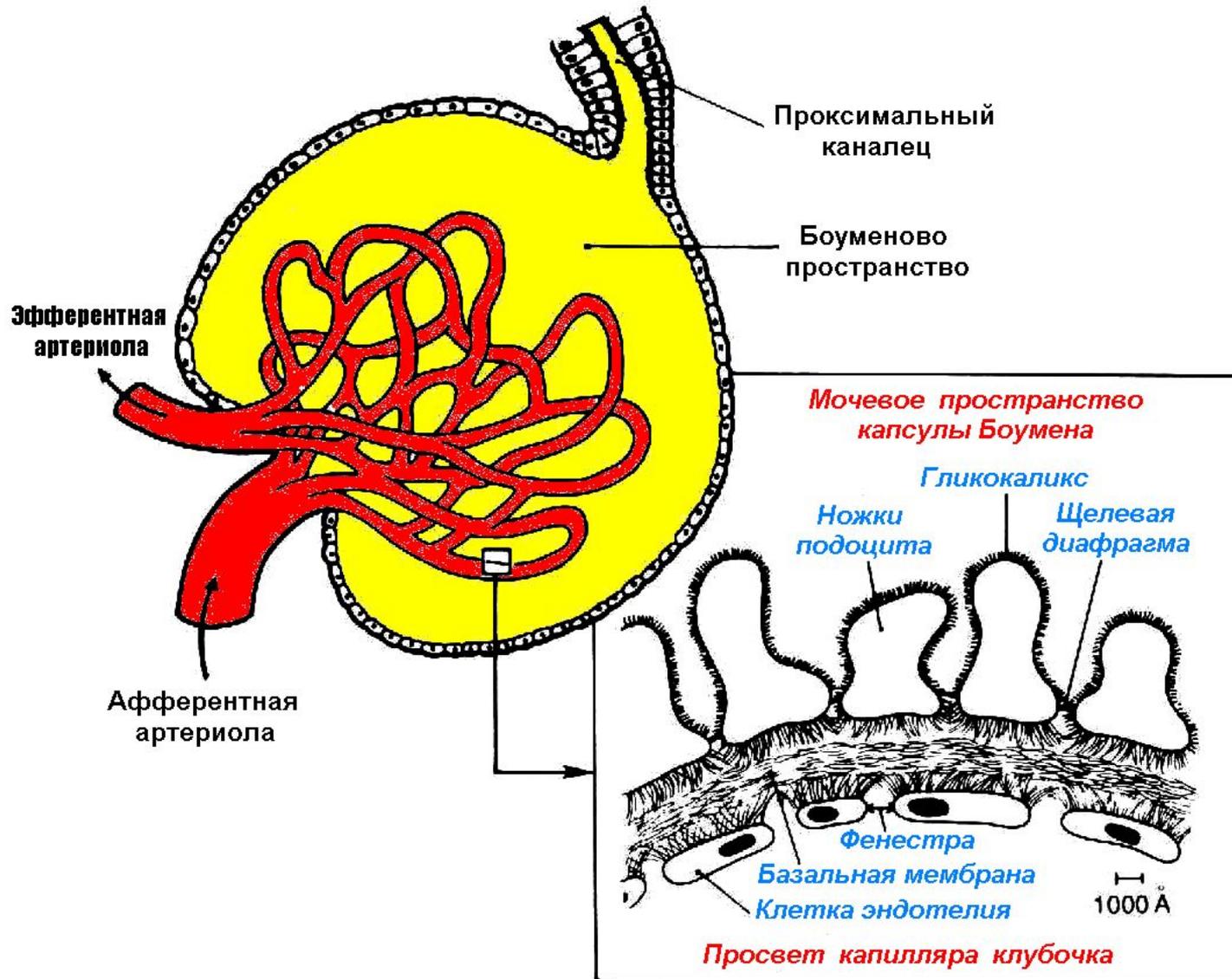
- КЛУБОЧКОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ
- КАНАЛЬЦЕВАЯ РЕАБСОРБЦИЯ
- КАНАЛЬЦЕВАЯ СЕКРЕЦИЯ

Почечное тельце (**КЛУБОЧЕК**)

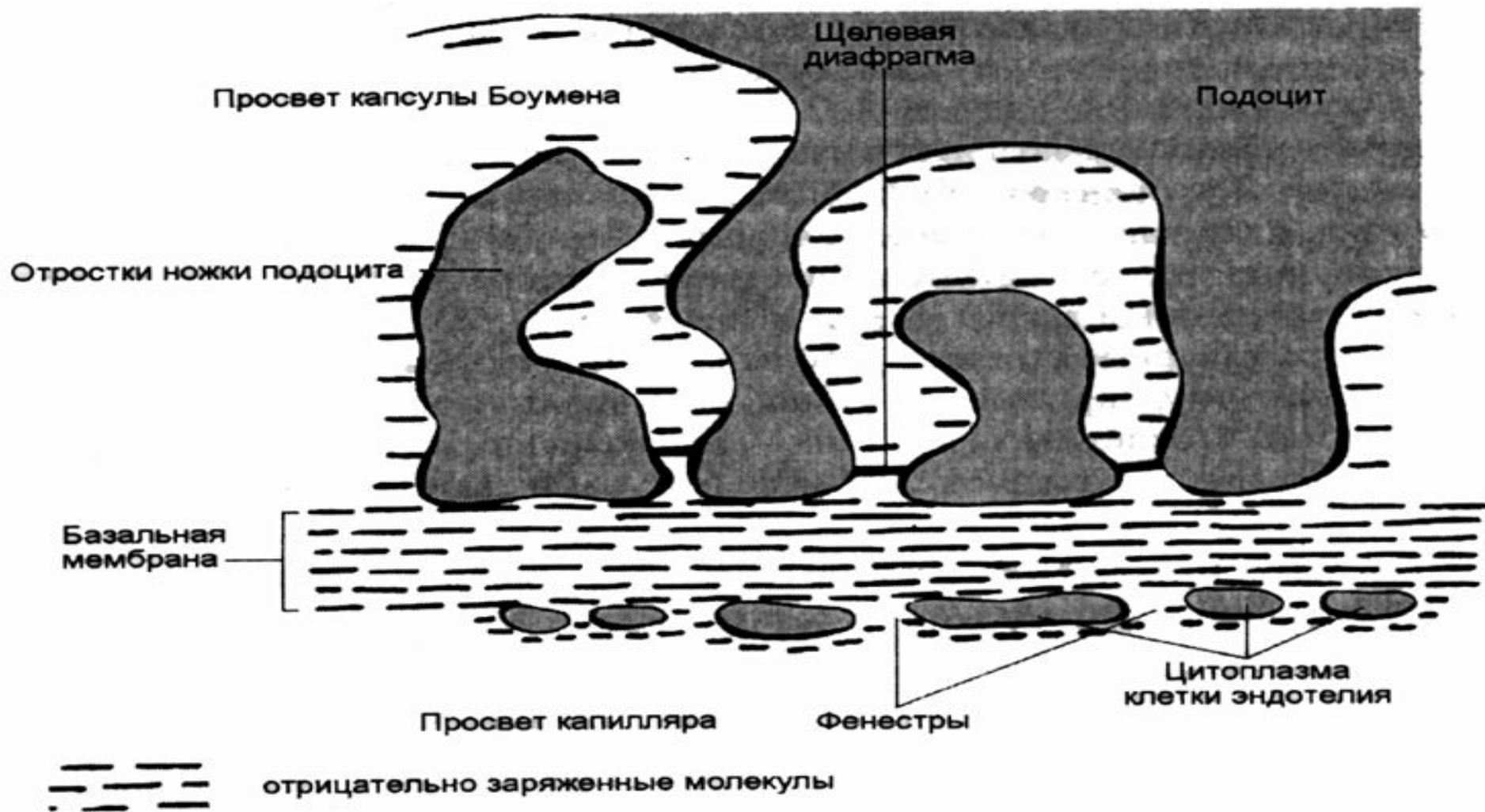
1. Приносящая артериола
2. Выносящая артериола
3. Капиллярные петли
4. Капсула Боумена-Шумлянского
5. Начало проксимального отдела канальца



СТРОЕНИЕ КЛУБОЧКА



ПОЧЕЧНЫЙ ФИЛЬТР



Почечный фильтр состоит из 3 слоев:

- ФЕНЕСТРИРОВАННЫЙ ЭНДОТЕЛИЙ КАПИЛЛЯРА: Поры: 5-7 мкм
- БАЗАЛЬНАЯ МЕМБРАНА - Поры: 2,9 мкм
- ЭПИТЕЛИЙ ВНУТРЕННЕГО ЛИСТКА КАПСУЛЫ - 30 мкм

КЛУБОЧКОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ

- Это переход веществ из крови капилляров клубочков в капсулу Шумлянского-Боумена под действием *фильтрационного давления*. В результате образуется **первичная моча**. В сутки образуется 150-180 л первичной мочи. Первичная моча – это плазма крови, практически лишенная белков.
- **Факторы, определяющие объем фильтрации:**
 - 1) проницаемость фильтрующей мембраны;
 - 2) площадь фильтрующей мембраны (1,5 – 2 кв. м);
 - 3) фильтрационное давление (ФД):
$$\text{ФД} = \text{ГДК} - \text{ОДК} - \text{ГДП}$$
(ГДК – гидростатическое давление крови в капиллярах клубочков – 55 мм рт. ст. ОДК – онкотическое давление крови – 30 мм рт. ст. ГДП – гидростатическое давление первичной мочи в капсуле – 15 мм рт. ст.

РЕГУЛЯЦИЯ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

- **АУТОРЕГУЛЯЦИЯ**

- 1) Миогенная (феномен Бейлиса-Остроумова)
- 2) Перераспределение тонуса артериол клубочка
- 3) Внутрпочечные гуморальные факторы - ангиотензин, аденозин, кинины, простагландины, NO, и др.
- 4) Изменение массы действующих нефронов

- **НЕРВНАЯ (СИМПАТИЧЕСКАЯ) РЕГУЛЯЦИЯ**

- 1) Изменение и перераспределение тонуса артериол
- 3) Изменение активности подоцитов
- 4) Стимуляция секреции ренина и синтез ангиотензина-II

КАНАЛЬЦЕВАЯ РЕАБСОРБЦИЯ

- В проксимальном извитом канальце реабсорбируется $2/3$ объема первичной мочи. Здесь полностью реабсорбируются - белок, глюкоза, аминокислоты и витамины; большое количество воды, натрия, хлора, фосфата; 80% бикарбоната.
- **Порог выведения** – эта та концентрация вещества в крови, при достижении которой вещество не может полностью реабсорбироваться.
- **Беспороговые вещества:** не реабсорбируются, выводятся при любой концентрации в крови (креатинин, инулин, сульфаты)
- **Низкопороговые вещества:** мало реабсорбируются (мочевина, мочевая кислота)
- **Высокопороговые вещества:** реабсорбируются полностью до достижения пороговой концентрации, то есть имеют порог выведения. К примеру, для глюкозы порог выведения составляет - 10 ммоль/л.

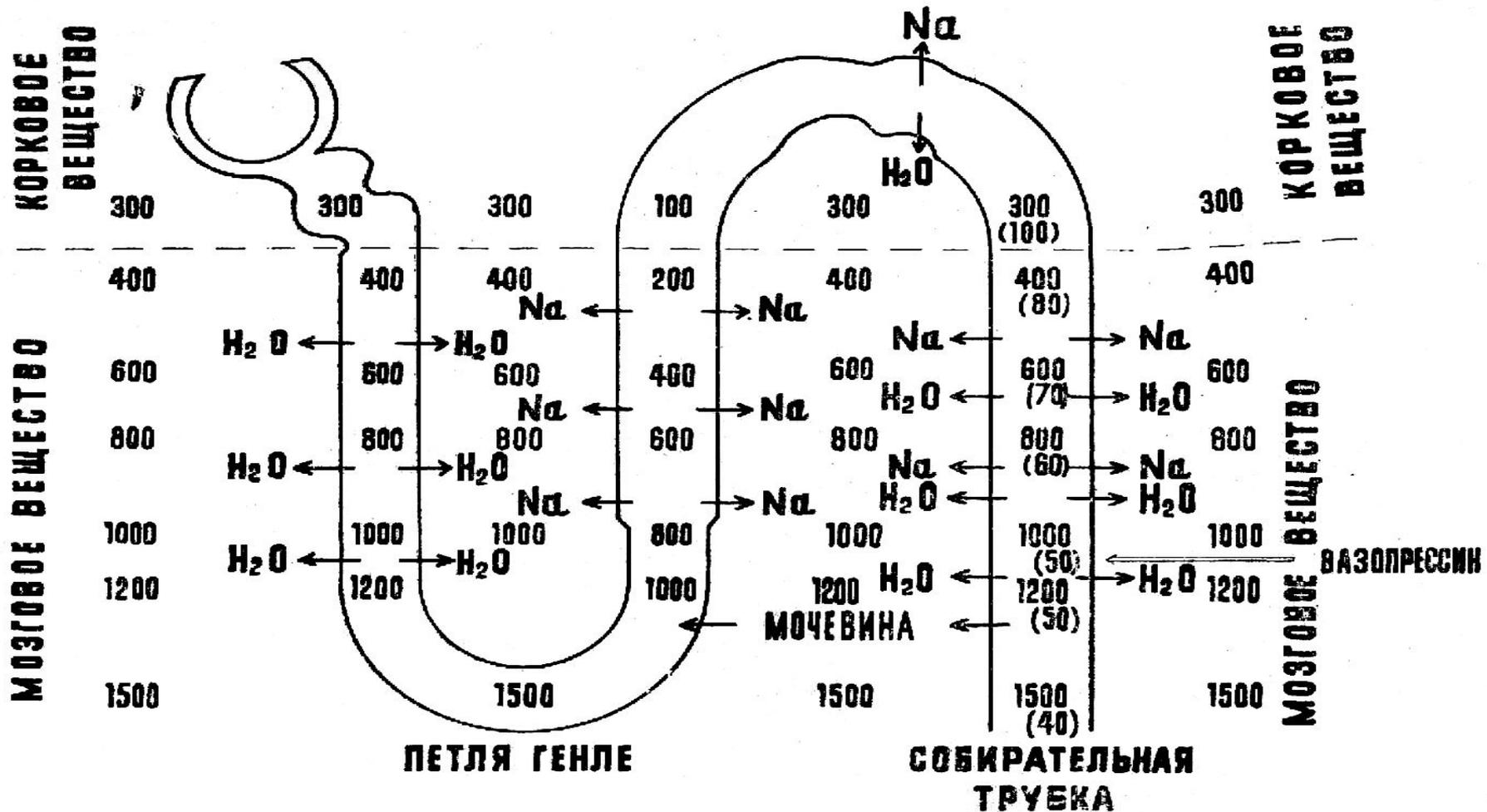
Функции петли и дистального извитого канальца

- **Главная функция петли нефрона** - создание высокого осмотического давления в мозговом веществе почки. Это осуществляется благодаря **поворотной-противоточной системе**, элементом которой является также собирательная трубка.
- **Нисходящее колено** петли нефрона проницаемо для **воды**, а **восходящее колено** – для **Na⁺** и **Cl⁻**. Это создает высокую осмоляльность в мозговом слое почек и способствует концентрированию вторичной мочи.
- К вершине петли Генле моча становится **гиперосмотической**, но потом по мере ее движения по восходящему колону, эпителий которого непроницаем для воды, осмотическое давление мочи постепенно понижается (за счет реабсорбции **Na⁺** и **Cl⁻**) и к дистальному извитому канальцу она вновь становится **изотоничной**. Второй этап концентрирования мочи происходит в собирательных трубках.

Функции петли и дистального извитого канальца

- **В дистальном извитом канальце** происходят два процесса:
 - 1. Практически заканчивается реабсорбция электролитов;
 - 2. Происходит факультативная (регулируемая АДГ) реабсорбция воды. Антидиуретический гормон повышает проницаемость эпителия канальца для воды в соответствии с потребностями в ней организма.

Противоточно-множительная система мозгового вещества почки



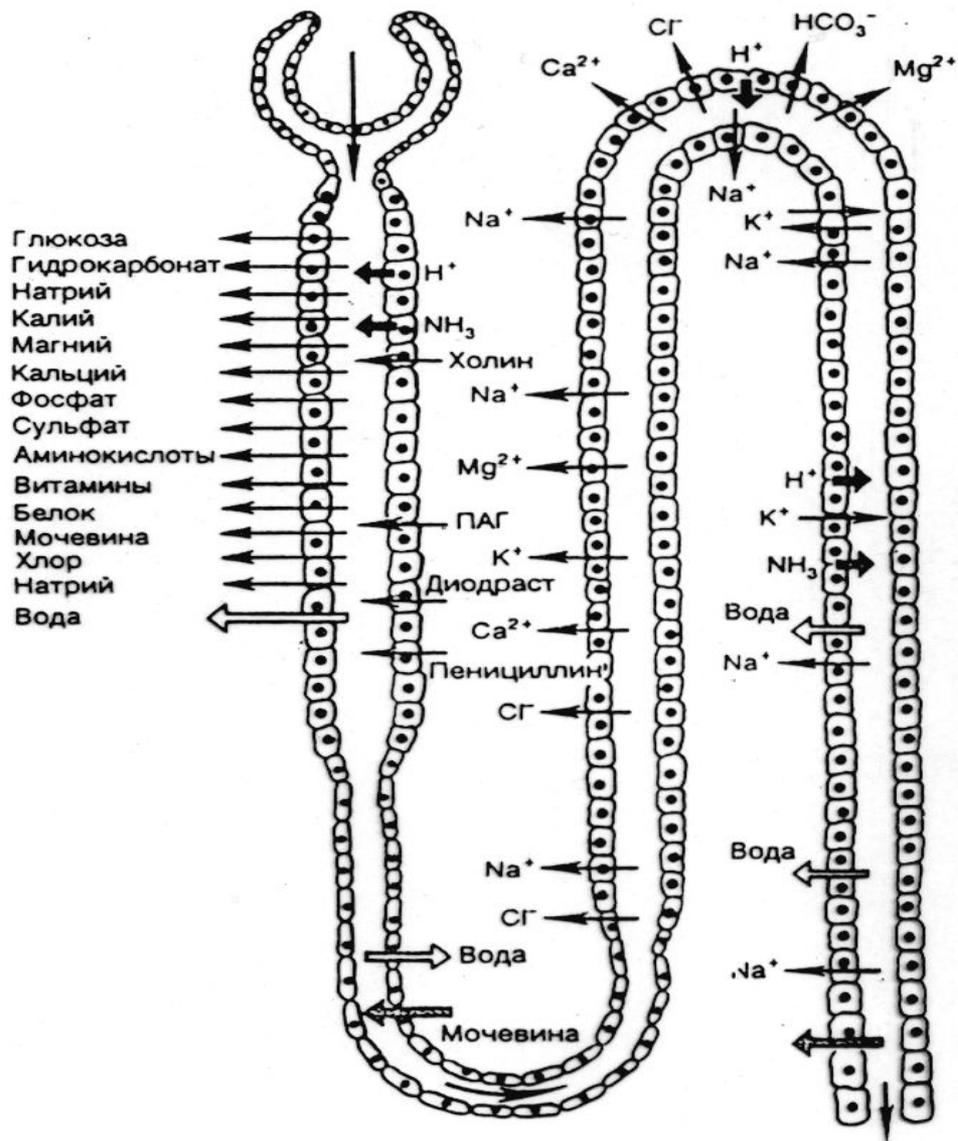
Функции собирательной трубки

- **В собирательных трубках** – формируется небольшое количество (около 1,5 л) концентрированной конечной мочи. Это происходит за счет трех процессов:
- **1. Реабсорбция воды** по осмотическому градиенту. Количество реабсорбируемой воды определяется антидиуретическим гормоном (АДГ) – это **факультативная реабсорбция**.
- **2. Реабсорбция электролитов** в собирательных трубках играет незначительную роль.
- **3. Реабсорбция мочевины** играет важную роль в сохранении высокого осмотического давления в мозговом слое почки. Мочевина циркулирует между собирательной трубкой и восходящим коленом петли нефрона.
- **Образовавшаяся конечная моча** из собирательных трубок попадает в **почечные лоханки**, а из них **по мочеточникам** – в **мочевой пузырь**.

Эффекторы АДГ

- **Аквапорины – класс белковых молекул, встраивающихся в мембрану клетки и образующих водные каналы.**
- **У млекопитающих описано 8 типов аквапоринов**
- **Основные эффекторы антидиуретического гормона (АДГ) – аквапорины – 2 типа**

Канальцевая реабсорбция веществ



КАНАЛЬЦЕВАЯ СЕКРЕЦИЯ

- Это транспорт веществ из крови в просвет канальцев (в мочу). Осуществляется **первично активно** с затратой энергии АТФ и с помощью специальных переносчиков.
- **СЕКРЕЦИЯ ИОНОВ:** КАЛИЯ - В ДИСТАЛЬНЫХ ОТДЕЛАХ, Н-ИОНОВ - БОЛЬШЕ В ПРОКСИМАЛЬНЫХ, ЧЕМ В ДИСТАЛЬНЫХ ОТДЕЛАХ НЕФРОНА, NH_3 - И В ПРОКСИМАЛЬНЫХ, И В ДИСТАЛЬНЫХ ОТДЕЛАХ.
- **СЕКРЕЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ:** ДИОДРАСТА, ФЕНОЛРОТА, ПЕНИЦИЛЛИНА, ПАРААМИНОГИППУРОВОЙ КИСЛОТЫ (ПАГ).
- **СЕКРЕЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ:** ГУАНИДИНА, ТИАМИНА, ХОЛИНА.

Состав и свойства мочи

- За сутки из организма человека выделяется в среднем 1,5 л мочи.
- Реакция мочи слабокислая (рН – от 5,0 до 7,0); плотность 1005-1025.
- В моче содержатся: **мочевина, мочева́я кислота, аммиак, пуриновые основания, креатинин**. В небольшом количестве – производные продуктов гниения белков (индол, фенол, скатол). Среди органических веществ небелкового происхождения – соли щавелевой кислоты, молочной кислоты, кетоновые тела.
- В моче содержатся **пигменты** (уробилин, урохром), **электролиты** (натрий, калий, хлор и др.).

Гомеостатическая функция

- Почки регулируют **постоянство внутренней среды организма**: объем внутрисосудистой и внутриклеточной жидкости; осмотическое давление и ионный состав крови; кислотно-основное равновесие; артериальное давление.

Инкреторная функция

- Заключается в выработке **физиологически активных веществ** (ренин – клетками ЮГА, эритропоэтины, урокиназа, простагландины, брадикинин и др.).