

**ВЫДЕЛЕНИЕ**

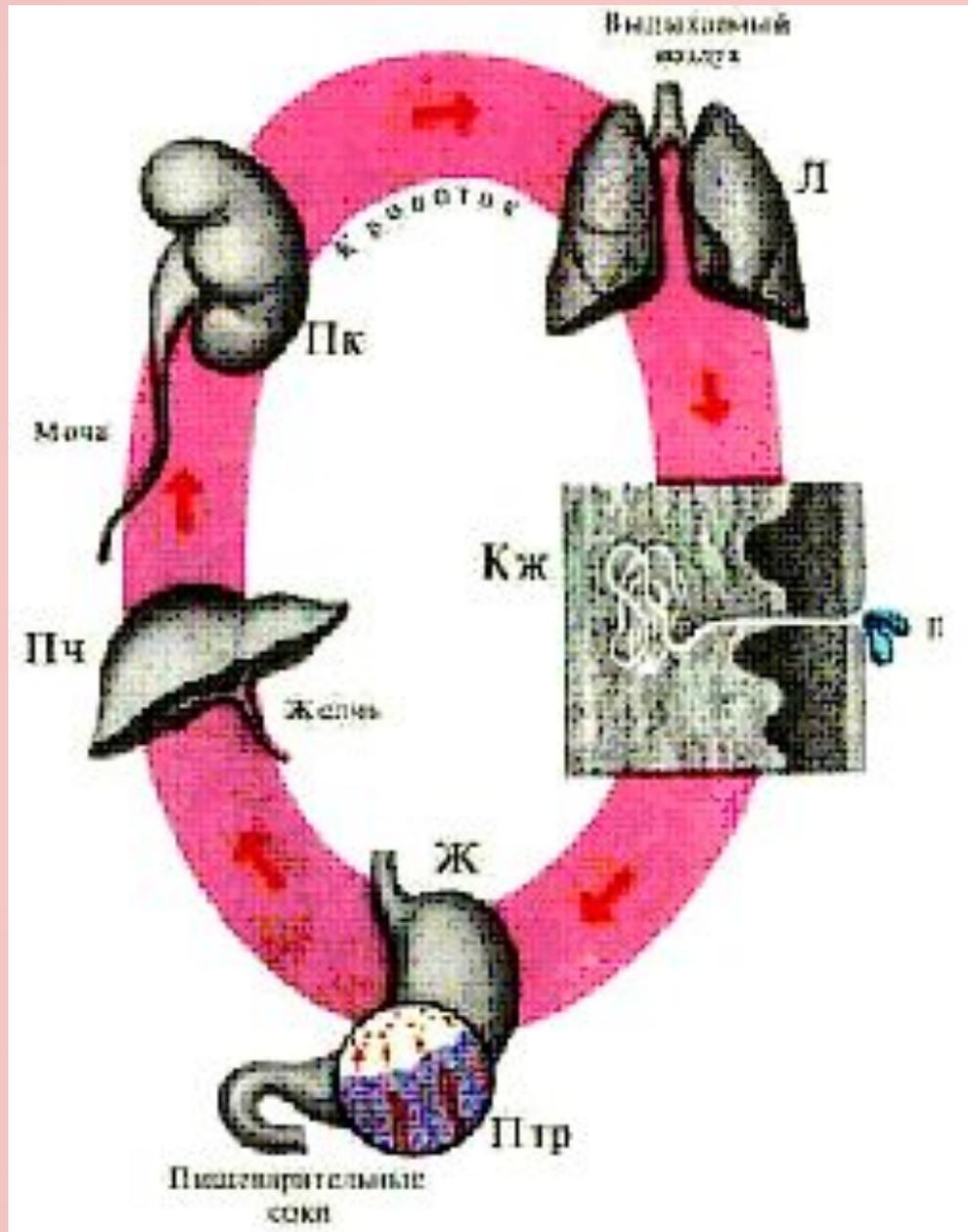
# План лекции

---

- **1. Общая характеристика выделительных процессов.**
- **2. Механизмы мочеобразования.**
- **3. Влияние мышечной работы на функции выделения.**

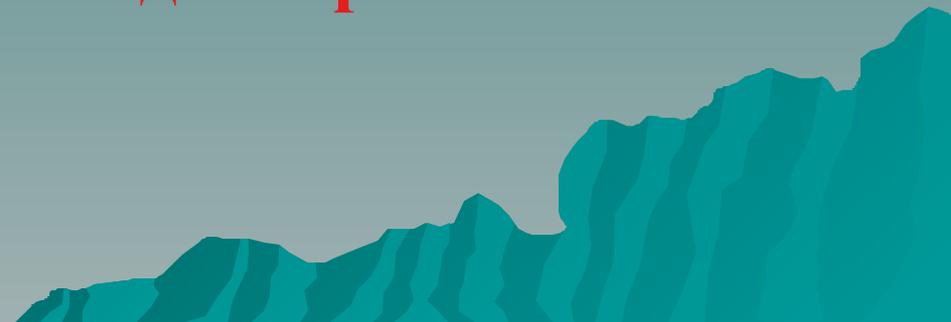
- В процессе жизнедеятельности в организме человека образуются значительные количества продуктов обмена, которые уже не используются клетками и должны быть удалены из организма.
- Кроме этого, организм должен быть освобожден от токсичных и чужеродных веществ, от избытка воды, солей, лекарственных препаратов.
- Иногда процессам выделения предшествует обезвреживание токсических веществ, например в печени. Так, такие вещества, как фенол, индол, скатол, соединяясь с глюкуроновой и серной кислотами, превращаются в менее вредные вещества.





Органы,  
принимаящие  
участие в  
процессах  
выделения

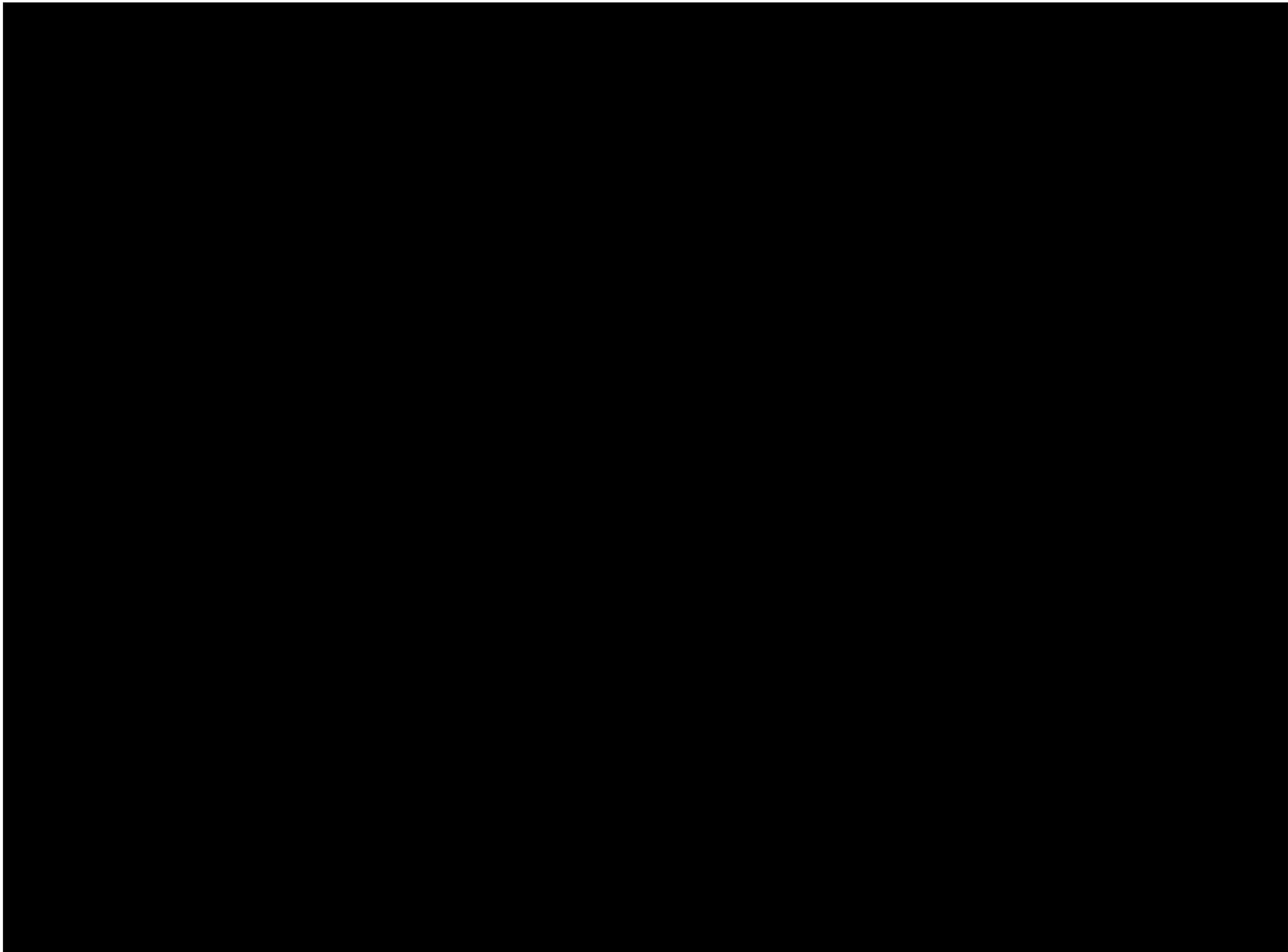
- ◆ **Легкие и верхние дыхательные пути удаляют из организма углекислый газ и воду.**
- ◆ **Кроме того, через легкие выделяется большинство ароматических веществ, как, например, пары эфира и хлороформа при наркозе, сивушные масла при алкогольном опьянении.**
- ◆ **При нарушении выделительной функции почек через слизистую оболочку верхних дыхательных путей начинает выделяться мочевины, которая разлагается, определяя соответствующий запах аммиака изо рта.**
- ◆ **Слизистая оболочка верхних дыхательных путей способна выделять йод из крови.**



- Печень и желудочно-кишечный тракт выводят с желчью из организма ряд конечных продуктов обмена гемоглобина и других порфиринов в виде желчных пигментов, конечные продукты обмена холестерина в виде желчных кислот. В составе желчи из организма экскретируются также лекарственные препараты (антибиотики), бромсульфалеин, фенолрот, маннит, инулин и др.
- Желудочно-кишечный тракт выделяет продукты распада пищевых веществ, воду, вещества, поступившие с пищеварительными соками и желчью, соли тяжелых металлов, некоторые лекарственные препараты и ядовитые вещества (морфий, хинин, салицилаты, ртуть, йод), а также красители, используемые для диагностики заболеваний желудка (метиленовый синий).

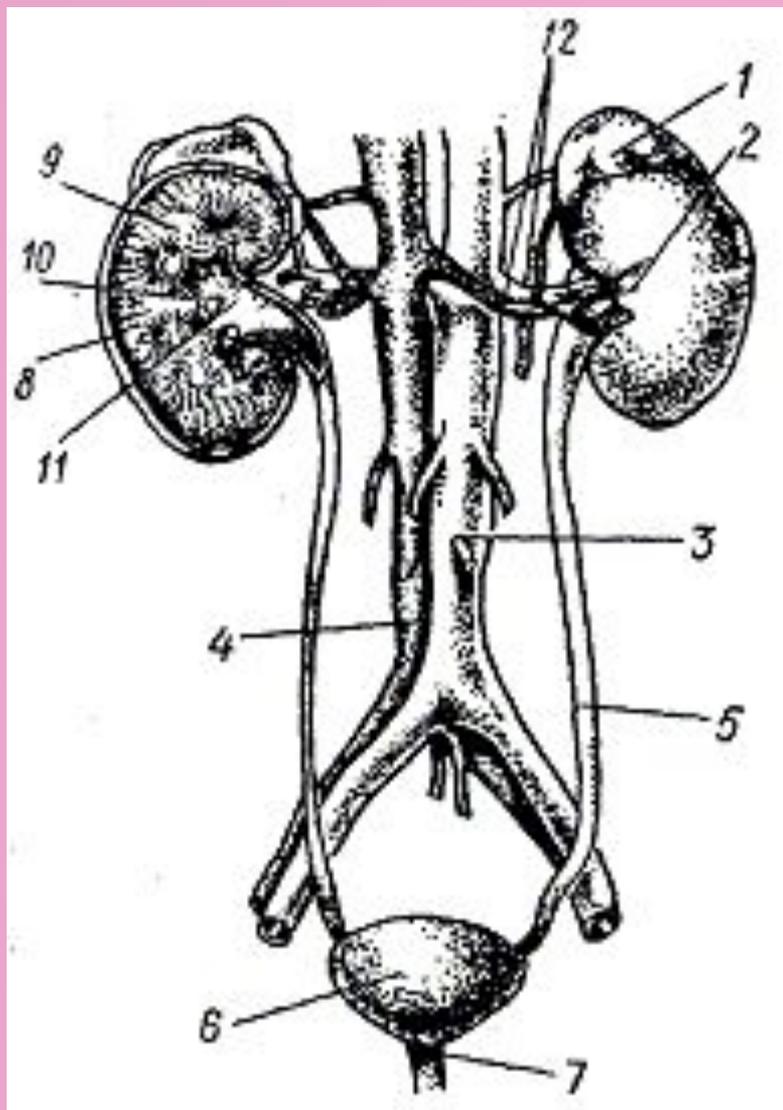
- **Кожа осуществляет выделительную функцию за счет деятельности потовых и в меньшей степени сальных желез.**
- **Потовые железы удаляют воду, мочевины, мочевую кислоту, креатинин, молочную кислоту, соли щелочных металлов, особенно натрия, органические вещества, летучие жирные кислоты, микроэлементы, пепсиноген, амилазу и щелочную фосфатазу. Роль потовых желез удалении продуктов белкового обмена возрастает при заболеваниях почек, особенно при острой почечной недостаточности.**
- **С секретом сальных желез из организма выделяются свободные жирные и неомыляемые кислоты, продукты обмена половых гормонов.**

Почки являются основным органом выделения. Они выполняют в организме много функций. Одни из них прямо или косвенно связаны с процессами выделения, другие - не имеют такой связи.





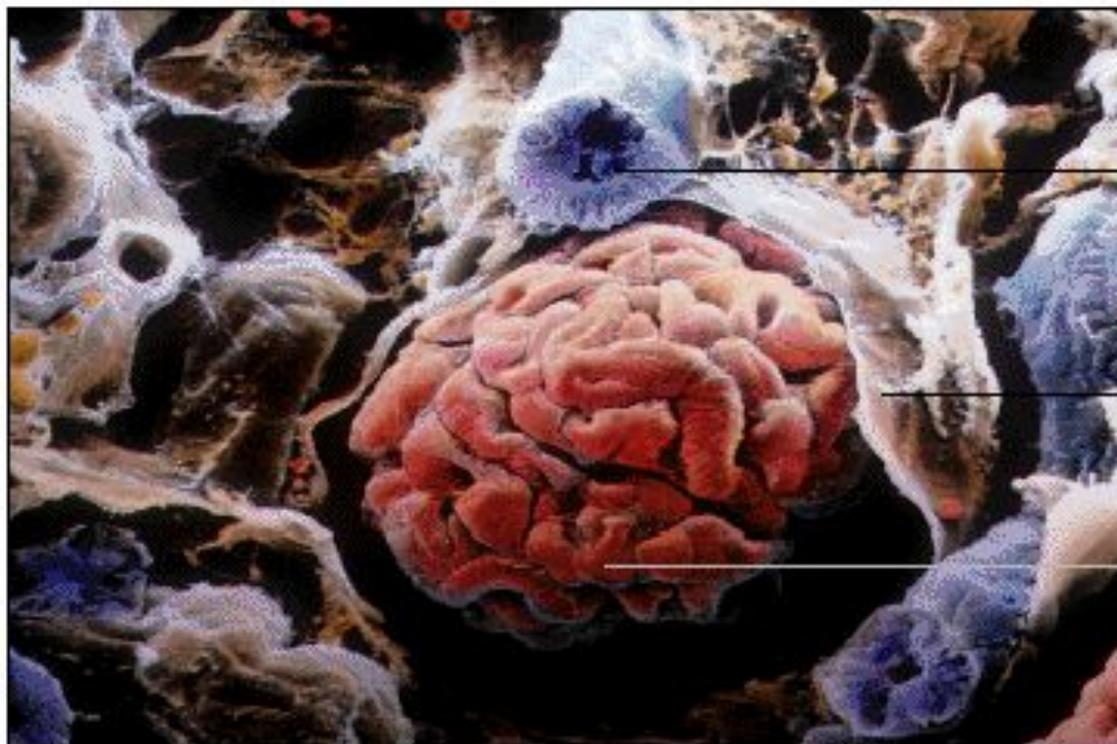




**Схема строения  
мочевыделительной системы:**  
1 - надпочечник, 2 - ворота  
почки, 3 - аорта, 4 - вена, 5 -  
мочеточник, 6 - мочевого  
пузырь, 7 -  
мочеиспускательный канал, 8  
- кора почки, 9 - мозговое  
вещество, 10 - пирамидки, 11 -  
почечная лоханка, 12 -  
почечные артерии и вены

**ПОЧКИ** содержат миллионы крошечных трубочек, называемых нефронами. В начале каждого нефрона есть чашечкообразная капсула, содержащая капилляры.

Жидкости отфильтровываются из крови внутри капиллярных узлов и собираются в капсулы, где перерабатываются в мочу.



Каналец

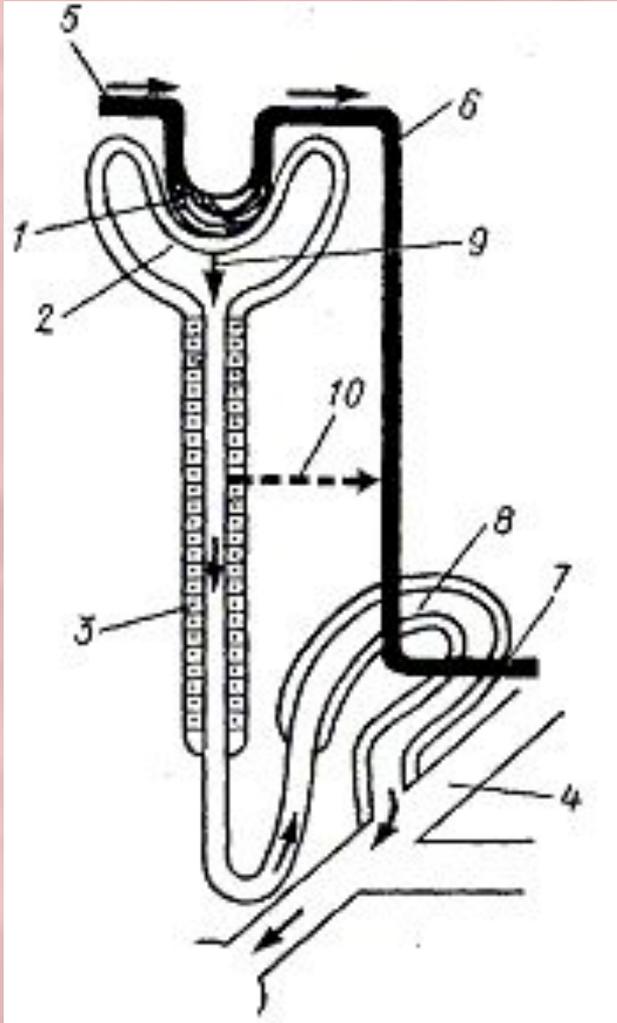
Капсула

Капиллярный узел

- **Выделительная, или экскреторная, функция.** Почки удаляет из организма избыток воды, неорганических и органических веществ, продукты азотистого обмена и чужеродные вещества: мочевину, мочевую кислоту, креатинин, аммиак, лекарственные препараты.
  - **Регуляция водного баланса и соответственно объема крови, вне- и внутриклеточной жидкости (волюморегуляция) за счет изменения объема выводимой с мочой воды.**
  - **Регуляция постоянства осмотического давления жидкостей внутренней среды путем изменения количества выводимых осмотически активных веществ: солей, мочевины, глюкозы (осморегуляция).**
  - **Регуляция ионного состава жидкостей внутренней среды и ионного баланса организма путем избирательного изменения экскреции ионов с мочой (ионная регуляция).**
  - **Регуляция кислотно-основного состояния путем экскреции водородных ионов, нелетучих кислот и оснований.**
-

- **Образование и выделение в кровоток физиологически активных веществ: ренина, эритропоэтина, активной формы витамина D, простагландинов, брадикининов, урокиназы (инкреторная функция).**
- **Регуляция уровня артериального давления путем внутренней секреции ренина, веществ депрессорного действия, экскреции натрия и воды, изменения объема циркулирующей крови.**
- **Регуляция эритропоэза путем внутренней секреции гуморального регулятора эритрона - эритропоэтина.**
- **Регуляция гемостаза путем образования гуморальных регуляторов свертывания крови и фибринолиза - урокиназы, тромбопластина, тромбоксана, а также участия в обмене физиологического антикоагулянта гепарина.**
- **Участие в обмене белков, липидов и углеводов (метаболическая функция).**
- **Защитная функция: удаление из внутренней среды организма чужеродных, часто токсических веществ.**

# Схема строения нефрона



- 1 - клубочек капилляров, 2 - капсула, 3 - эпителий извитого почечного канальца, 4 - собирательная трубочка, 5 - приносящая артериола, 6 - выносящая артериола, 7 - венула, 8 - извитой почечный канатец, 9 - фильтрация крови, 10 - реабсорбция (возвращение в кровь из первичной мочи воды, глюкозы, аминокислот)

Строение	Функции
<p><b>Кора почек - темный наружный слой, в который погружены микроскопически маленькие почечные тельца - нефроны. Нефрон представляет собой капсулу, состоящую из однослойного эпителия, и извитой почечный каналец. В капсулу погружен клубочек капилляров, образованный разветвлением почечной артерии</b></p>	<p><b>В нефроне образуется первичная моча. Почечная артерия приносит кровь, подлежащую очистке от конечных продуктов жизнедеятельности организма и избытка воды. В клубочке создается повышенное кровяное давление, благодаря чему через стенки капилляров в капсулу фильтруются вода, соли, мочевины, глюкоза, где они находятся в меньшей концентрации</b></p>

Строение	Функции
<p><i>Мозговое вещество</i> представлено многочисленными извитыми канальцами, идущими от капсул нефронов и возвращающимися в кору почек. Светлый внутренний слой состоит из собирательных трубок, образующих пирамидки, обращенные вершинами внутрь и заканчивающиеся отверстиями</p>	<p>По извитым почечным канальцам, густо оплетенным капиллярами, из капсулы проходит первичная моча. Из первичной мочи в капилляры возвращается (реабсорбируется) часть воды, глюкоза. Оставшаяся более концентрированная вторичная моча поступает в пирамидки</p>

Строение	Функции
<p><i>Почечная лоханка</i> имеет форму воронки, широкой стороной обращенной к пирамидкам, узкой - к воротам почки</p>	<p>По трубочкам пирамидок, через сосочки, вторичная моча просачивается в почечную лоханку, где собирается и проводится в мочеточник</p>
<p><i>Ворота почки</i> - вогнутая сторона почки, от которой отходит мочеточник. Здесь же в почку входит почечная артерия и отсюда же выходит почечная вена</p>	<p>По мочеточнику вторичная моча постоянно стекает в мочевой пузырь. По почечной артерии непрерывно приносится кровь, подлежащая очистке от конечных продуктов жизнедеятельности. После прохождения через сосудистую систему почки кровь из артериальной становится венозной и выносится в почечную вену</p>

Органы	Строение	Функции
Мочеточники	Парные трубки 30 - 35 см длиной состоят из гладкой мускулатуры, выстланы эпителием, снаружи покрыты соединительной тканью	Соединяют почечную лоханку с мочевым пузырем
Мочевой пузырь	Мешок, стенки которого состоят из гладкой мускулатуры, выстланной эпителием	Накапливает в течение 3-3,5 ч мочу, при сокращении стенок моча выделяется наружу
Мочеиспускательный канал	Трубка, стенки которой состоят из гладкой мускулатуры, выстланной эпителием	Выводит мочу во внешнюю среду

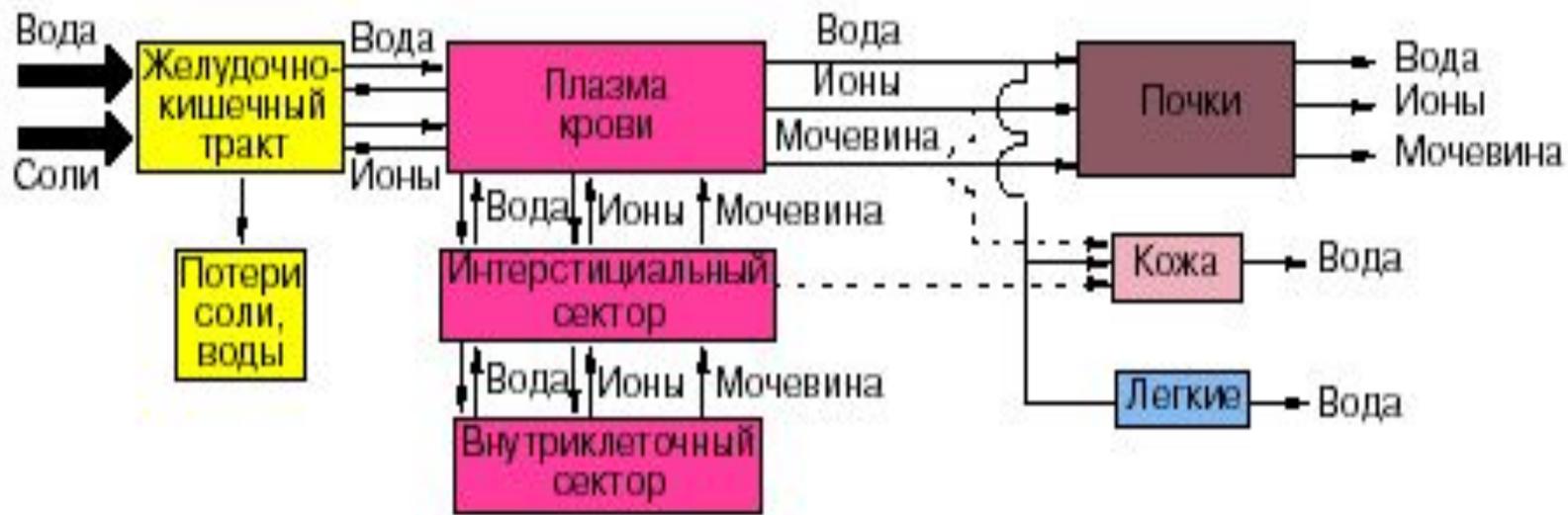


Рис. 1. Основные пути поступления, распределения и выведения воды и солей в организме млекопитающих.

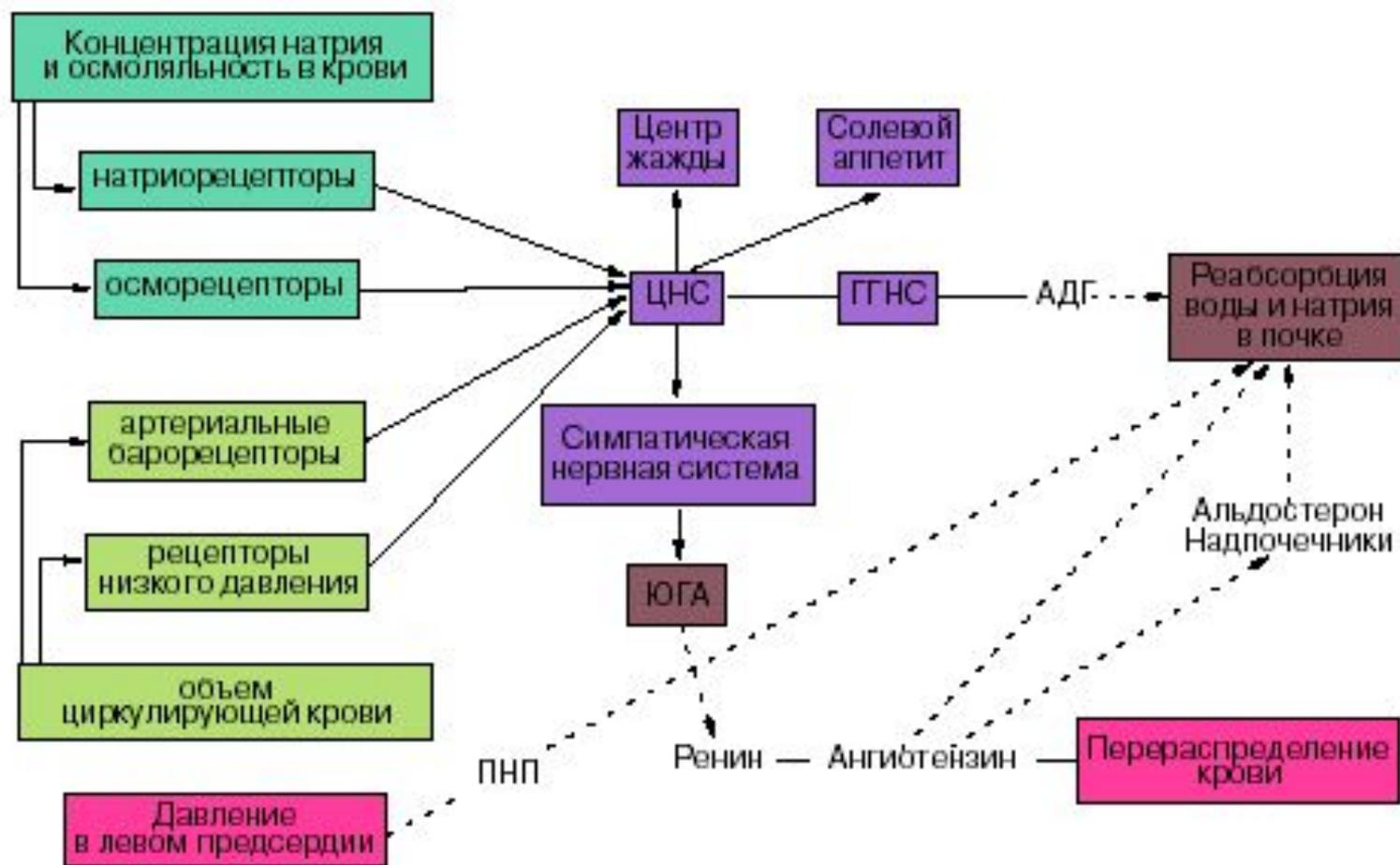


Рис. 5. Обобщающая схема регуляции экскреции воды и натрия (по Ю.В. Наточину [1]).

ЦНС – центральная нервная система; ГГНС – гипоталамо-гипофизарная нейроэндокринная система; АДГ – антидиуретический гормон; ПНП – предсердный натрийуретический пептид; ЮГА – юкстагломерулярный аппарат почки, продуцирующий ренин.

- **Отличительной особенностью кровоснабжения почек является то, что кровь используется не только для трофики органа, но и для образования мочи. Максимальная скорость кровотока приходится на корковое вещество (область, содержащую клубочки и проксимальные канальцы) и составляет 4-5 мл/мин на 1 г ткани, что является самым высоким уровнем органного кровотока.**

# Механизмы мочеобразования

- Мочеобразование осуществляется за счет трех последовательных процессов:
- 1) *клубочковой фильтрации* (ультрафильтрации) воды и низкомолекулярных компонентов из плазмы крови в капсулу почечного клубочка с образованием первичной мочи;
- 2) *канальцевой реабсорбции* - процесса обратного всасывания профильтровавшихся веществ и воды из первичной мочи в кровь;
- 3) *канальцевой секреции* - процесса переноса из крови в просвет канальцев ионов и органических веществ.

# КЛУБОЧКОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ

- Фильтрация воды и низкомолекулярных компонентов (молекулярная масса менее 3500) из плазмы крови в полость капсулы происходит через клубочковый фильтр (не проходят форменные элементы крови, белки (молекулярная масса более 80 тыс.)).
- Основным фактором, способствующим процессу фильтрации, является давление крови (гидростатическое) в капиллярах клубочков. К силам, препятствующим фильтрации, относится онкотическое давление белков плазмы крови и давление жидкости в полости капсулы клубочка, т.е. первичной мочи. Следовательно, эффективное фильтрационное давление представляет собой разность между гидростатическим давлением крови в капиллярах и суммой онкотического давления плазмы крови и внутрипочечного давления:  
 $P_{\text{фильтр.}} = P_{\text{гидр.}} - (P_{\text{онк.}} + P_{\text{мочи}})$ .  
Таким образом, фильтрационное давление составляет:  
 $70 - (30 + 20) = 20 \text{ мм рт.ст.}$

# Канальцевая реабсорбция

- Основной смысл реабсорбции состоит в том, чтобы сохранить организму все жизненно важные вещества в необходимых количествах. Обратное всасывание происходит во всех отделах нефрона.
- Основная масса молекул реабсорбируется в проксимальном отделе нефрона. Здесь практически полностью абсорбируются аминокислоты, глюкоза, витамины, белки, микроэлементы, значительное количество ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  и многие другие вещества.
- В петле Генле, дистальном отделе канальца и собирательных трубочках всасываются электролиты и вода.

- **Обратное всасывание различных веществ в канальцах может происходить пассивно и активно. Пассивный транспорт происходит без затраты энергии по электрохимическому, концентрационному или осмотическому градиентам. С помощью пассивного транспорта осуществляется реабсорбция воды, хлора, мочевины.**
- **Активным транспортом называют перенос веществ против электрохимического и концентрационного градиентов. При этом различают первично-активный и вторично-активный транспорт. Первично-активный транспорт происходит с затратой энергии клетки. Примером служит перенос ионов  $\text{Na}^+$  с помощью фермента  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  - АТФазы, использующей энергию АТФ. При вторично-активном транспорте перенос вещества осуществляется за счет энергии транспорта другого вещества. Механизмом вторично-активного транспорта реабсорбируются глюкоза и аминокислоты.**

# Канальцевая секреция

- *Канальцевая секреция* - это транспорт веществ из крови в просвет канальцев (мочу). Канальцевая секреция позволяет быстро экскретировать некоторые ионы, например калия, органические кислоты (мочевая кислота) и основания (холин, гуанидин), включая ряд чужеродных организму веществ, таких как антибиотики, красители
- Канальцевая секреция представляет собой преимущественно активный процесс, происходящий с затратами энергии для транспорта веществ против концентрационного или электрохимического градиентов.

# Количество, состав и свойства мочи

- За сутки человек выделяет в среднем около 1,5 л мочи. После обильного питья, потребления белковой пищи диурез возрастает. При потреблении небольшого количества воды, при усиленном потоотделении диурез снижается. Интенсивность мочеобразования колеблется в течение суток. Ночью мочеобразование меньше, чем днем.

	<b>Кровь, %</b>	<b>Первичная моча, %</b>	<b>Конечная моча, %</b>
<b>Вода</b>	<b>90 - 92</b>	<b>99</b>	<b>98 - 99</b>
<b>Глюкоза</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>-</b>
<b>Na+</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
<b>Cl-</b>	<b>0,37</b>	<b>0,37</b>	<b>0,7</b>
<b>K+</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,15</b>
<b>Мочевина</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>2,0</b>
<b>Мочевая кислота</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,05</b>
<b>Креатин</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,075</b>