

# Тема

## Физиология выделения

### План:

1. **Функции почек.**
2. **Мочеобразование.**
3. **Регуляция мочеобразования.**
4. **Мочеотделение и мочевыведение.**
5. **Выделительные функции потовых желез.**
6. **Влияние мышечной работы на функцию выделения.**

**Выделение** – это процесс освобождения организма от продуктов обмена, которые не могут использоваться организмом, чужеродных и токсических веществ, избытка воды, солей, органических соединений.

К органам выделения относят: почки, лёгкие, сальные железы, потовые железы, ЖКТ, слизистые оболочки, слюнные железы.

Лёгкие выделяют углекислый газ, пары воды, летучие вещества: пары эфира, алкоголя, газы автотранспорта и промышленных предприятий.

Слюнные железы, железы желудка и кишечника выделяют соли тяжёлых металлов, лекарственные вещества, небольшое количество мочевины и мочевой кислоты.

Нижняя полая вена, ведущая к сердцу

Аорта

Почечная лоханка – полость для скопления мочи

Правая почка

Левая почка

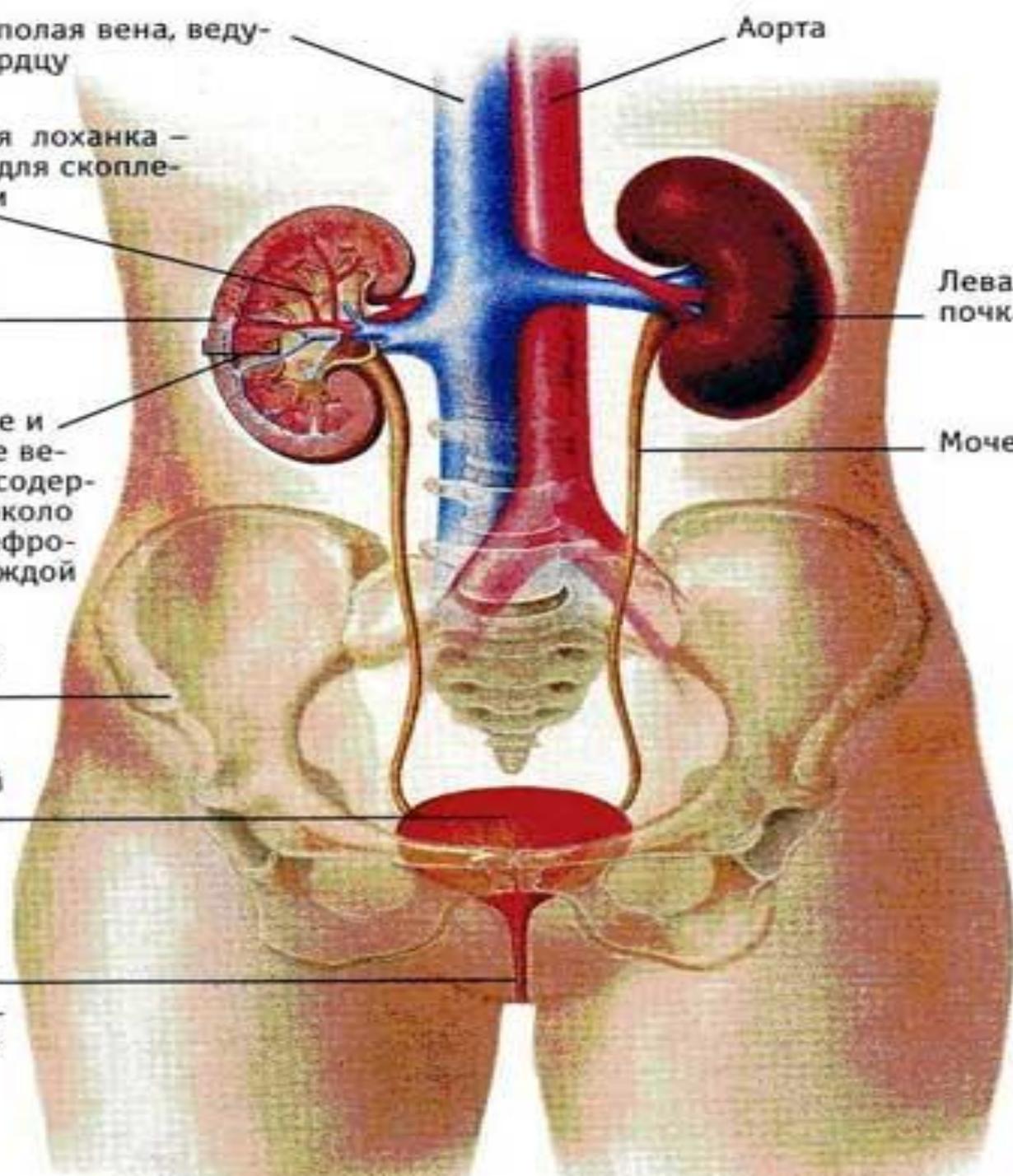
Корковое и мозговое вещества, содержащие около 1 млн нефронов в каждой почке

Мочеточник

Тазовый пояс

Мочевой пузырь

Мочеиспускательный канал



# Функции почек

- 1. Выводит из организма конечные продукты азотистого обмена и чужеродные вещества: мочевину, мочевую кислоту, креатинин, аммиак.
- 2. Осуществляет экскрецию (выделение) лекарственных и избытка органических веществ.
- 3. **Регулирует объемы циркулирующей крови,** внутри- и внеклеточной воды, постоянство осмотического давления, ионный состав плазмы, регулирует кислотно-щелочное равновесие.
- 4. В **эпителии проксимальных канальцев из профильтрованных белков** происходит их гидролиз и образование аминокислот.
- 5. При голодании в почках за **счет глюконеогенеза образуется до 50%** глюкозы. Печень участвует также в обмене липидов.

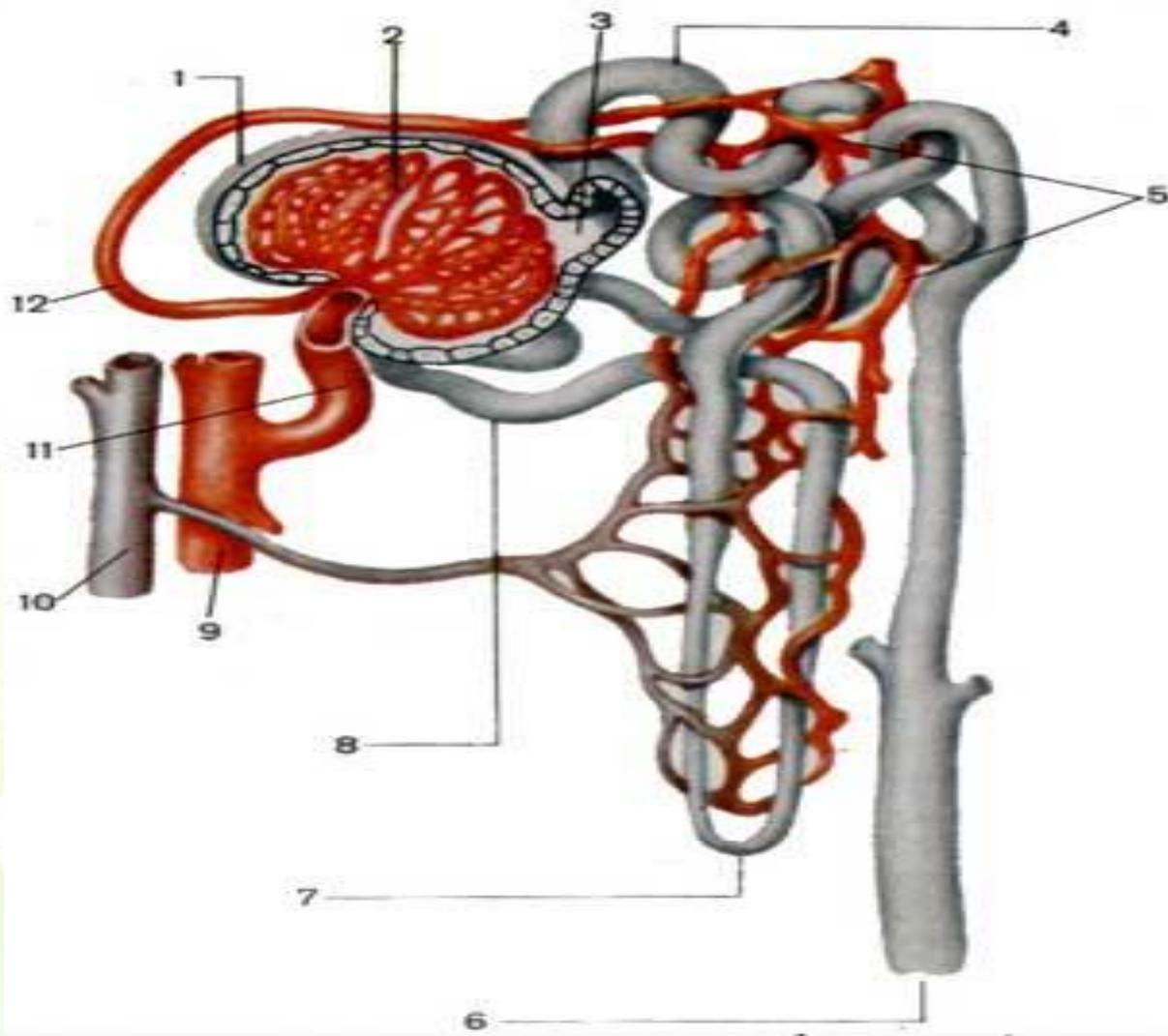
- 6. Выработка биологически активных веществ: **ренин, тромбопластин, серотонина, ряда веществ, обладающих свойствами гормонов.**
- 7. Продуцируются **простогландины, брадикинин** - участвуют в регуляции мозгового кровотока почки.
- 8. В почках образуется **эритропоэтин**, который стимулирует продукцию эритроцитов костным мозгом.
- 9. Завершается процесс **конверсии витамина  $D_3$** , регулирует процесс реабсорбции  $Ca^{2+}$  в кишечнике и в почках.

# Процесс мочеобразования: фильтрация, реабсорбция, секреция.

- **Нефрон** начинается с почечного тельца (**мальпигиево тельце**), которое содержит клубочек кровеносных капилляров, окруженный двустенной капсулой **Шумлянско-Боумена**.
- Затем идет **проксимальный извитой каналец, петля Генле и дистальный извитой каналец, впадающий в собирательную трубку**.
- **Почечный клубочек** представляет собой скопление капилляров, в которое кровь поступает по **приносящей артериоле** и оттекает по **выносящей**.

*Схема строения и кровоснабжения нефрона:*

*1 - капсула клубочка (Шумлянскогo — Боумена), 2 - клубочек почечного тельца, 3 - просвет капсулы клубочка, 4 - проксимальная часть канальца нефрона, 5 - кровеносные капилляры, 6 - собирательная трубочка, 7 - петля нефрона, 8 - дистальная часть канальца нефрона. 9 - артерия. 10 - вена, 11 - приносящая клубочковая артериола. 12 - выносящая клубочковая артериола.*



- В стенке приносящей артериолы располагаются особые гладкомышечные клетки – **юктагломерулярные**. Они продуцируют **ренин**.
- Эти клетки реагируют на изменение кровяного давления в приносящей артериоле.
- Если давление в **приносящей артериоле** возрастает, то продукция **ренина** **снижается**, а при уменьшении давления – наоборот, продукция **ренина** **увеличивается**.
- **Ренин** вызывает образование **ангиотензина II**, который повышает системное кровяное давление, и тем самым увеличивает кровоток через почечные клубочки.

- **Образование конечной мочи является результатом 3 процессов: филтраци, реабсорбции и секреции.**
- Филтрация воды и низкомолекулярных компонентов плазмы через клубочковый фильтр обусловлена разностью между гидростатическим давлением крови в капиллярах клубочка (70 мм рт ст), онкотическим давлением белков плазмы крови (около 30 мм рт ст) и гидростатическим давлением ультрафилтраты плазмы крови в капсуле клубочка. (около 20 мм рт ст).
- Этот филтрат, называемый **первичной мочой**, стекает в полость Боуменовской капсулы

- **Первичная моча** – это плазма крови, лишенная белка: содержит: глюкозу, мочевины, мочевую кислоту, креатинин, соли, ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}$ , бикарбонаты, фосфаты, аминокислоты.
- В почках человека за сутки образуется до **180 л первичной мочи**, а выделяется 1 – 1,5 л мочи. Остальная жидкость **реабсорбируется** в канальцах– это возврат веществ из канальцев в интерстаций и в кровь.
- В **проксимальном канальце** полностью реабсорбируются АК, глюкоза, витамины, белки, микроэлементы, значительные количества  $\text{Na}$ , бикарбоната, хлора и других веществ.

- **Вещества**, которые не подвергаются обратному всасыванию и полностью выводятся в окончательной моче, получили название **непороговых веществ** (мочевина, **креатинин**, **сульфаты и другие**).
- **Вещества**, которые при недостатке их в крови всасываются в канальцах обратно и начинают выделяться из организма только при достижении концентрации их в крови известного порога, названы **пороговыми веществами** (сахар, **NaCl**, **бикарбонаты и др**).

# 3. Регуляция мочеобразования.

- Нервная регуляция деятельности почек осуществляется ВНС. Активация симпатической нервной системы (СНС) вызывает сужение сосудов почки, уменьшение фильтрации и снижение диуреза.
- Увеличивается **канальцевая реабсорбция** натрия и воды. В отдельных случаях активация СНС может **вызвать временное прекращение диуреза**, например, на фоне психоэмоционального стресса.
- Раздражение волокон **блуждающих нервов** вызывает усиление реабсорбции глюкозы и секреции органических кислот

# гуморальная регуляция

- **АДГ** уменьшает диурез, сберегает воду в организме и повышает **концентрацию мочи**.
- Повышает также **реабсорбцию мочи** в дистальных отделах нефронов и собирательных трубочек. В **отсутствии АДГ** образуется большое количество **гипотонической мочи**. Максимальный диурез в этом случае может достичь **25 л/сут**.
- Это наблюдается у больных несахарным мочеизнурением, характеризующимся недостаточностью АДГ.
- Деятельность почки находится под контролем **минералокортикоидов и глюкокортикоидов коры надпочечников**.
- Одним из наиболее эффективных минералокортикоидов является **альдостерон**.

- **Альдостерон** регулирует реабсорбцию **натрия**, секрецию **калия** и ионов **водорода** в канальцах почек.
- Под его влиянием происходит задержка **натрия и воды** в организме.
- **Альдостерон** также уменьшает реабсорбцию **кальция и магния** в проксимальных канальцах. Гормоны коры надпочечников влияют на выделение продуктов белкового обмена.
- **Паратгормон** увеличивает реабсорбцию **кальция** и тормозит реабсорбцию **фосфатов**.

- **Паратгормон** угнетает реабсорбцию ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{HCO}_3^-$  в проксимальных канальцах и активирует реабсорбцию магния в восходящем колоне петли Генле.
- **Тиреокальцитонин** способствует экскреции кальция и фосфата почками.
- **Натрийретический гормон** усиливает выделение ионов натрия и воды с мочой.
- **Адреналин** оказывает двойное влияние на объем фильтрации. **Высокие его концентрации** уменьшают фильтрацию и снижают мочеобразование вплоть до анурии.
- **Низкие концентрации адреналина** увеличивают фильтрацию и диурез.
- **Адренокортикотропный гормон передней** доли гипофиза усиливает отделение мочи.
- **Тироксин угнетает** реабсорбцию и усиливает выведение воды из организма.

## 4. Мочеотделение и мочевыведение

- **Мочевой пузырь** имеет сильно развитые мышечные стенки, которые при сокращении выжимают мочу из пузыря через мочеиспускательный канал наружу. Вся массу мышечных волокон стенок мочевого пузыря называют **детрузор**.
- В **мочеиспускательном канале** в месте его выхода из пузыря имеется внутренний непроизвольный сфинктер. Он закрывает выход из пузыря

- Тонус мускулатуры мочевого пузыря регулируется **симпатической и парасимпатической** нервными системами.
- **Парасимпатическая нервная система** вызывает сокращение **детрузора** и **расслабление сфинктера** и тем самым обуславливает выход мочи из пузыря.
- **Симпатическая нервная система** действует наоборот: расслабляет детрузор и сокращает сфинктер, то есть, способствует накоплению мочи в пузыре

- При достижении нормальной емкости пузыря – 150 – 250 мл, усиливается поток импульсов от **баро- и механорецепторов** расположенных в стенке пузыря в спинальные центры мочеиспускания, а также к центру мочеиспускания в гипоталамусе и коре больших полушарий.
- 
- Возникает **позыв к мочеиспусканию и мочеиспускательный рефлекс**. В физиологических условиях рефлекс может быть произвольно вызван или подавлен. Акт мочеиспускания идет благодаря сокращению детрузора.

## 5. Выделительные функции потовых желез.

- По характеру секреции потовые железы делятся на **экриновые и апокриновые**.
- **Апокриновые железы** локализуются главным образом в подмышечной впадине, в лобковой области, в области половых губ, промежности. Они секретируют **жирное вещество, богатое органическими соединениями**. Видоизмененными апокриновыми железами являются **ресничные железы, железы, продуцирующие ушную серу в наружном слуховом проходе и железы носа**. В испарении они не участвуют.

- **Эккриновые потовые железы**  
расположены в коже почти всех областей тела. Всего их более 2 млн. (хотя есть люди, у которых они полностью отсутствуют). Больше всего их на ладонях и подошвах.
- 
- **Пот** содержит **98-99% воды**, минеральные соли (хлористый натрий, хлористый калий, сульфаты, фосфаты) и органические вещества (мочевину, мочевую кислоту, креатинин, гиппуровую кислоту).
- pH пота от 4,2 до 7.

- Различают **термическое** и **эмоциональное потоотделение**.  
**Термическое** происходит на всей поверхности тела.
- **Эмоциональное** – на ладонях, подошвенной стороне стоп, в подмышечных впадинах, на лице и реже на других участках тела.
- Интенсивность и скорость термического потоотделения находится в прямой зависимости от повышения температуры окружающей среды.

- **При температуре воздуха  $60^{\circ}\text{C}$**  у человека в течение часа образуется 2,5 л пота.
- В горячих цехах за рабочую смену выделение пота может составлять 10-12 л. Испарение пота в таких условиях имеет исключительное значение для поддержания температурного гомеостаза, так как на испарение **1 г воды с поверхности тела человека расходуется 0,58 ккал.**
- **Эмоциональное потоотделение** возникает при различных психических реакциях (страх, гнев, радость), умственном напряжении.

## 6. Влияние мышечной работы на функцию выделения

- В кровь поступает ряд продуктов обмена: **молочная кислота, углекислый газ, фосфорная кислота, креатинин и другие, которые выделяются почками и потовыми железами.**
- При мышечной работе повышается **системное артериальное давление,** кровоснабжение почек при этом может снизиться за счет **перераспределения крови и резкого сужения почечных артерий**

- Если в мальпигиевых клубочках давление падает **до 30 –35 мм рт.ст. и меньше**, **образование мочи прекращается**. В связи с этим, у спортсменов при выполнении физических упражнений наблюдается снижение, а иногда и полное прекращение мочеобразования.
- **Уменьшение диуреза** сопровождается повышением в моче содержания различных веществ: молочной кислоты, конечных продуктов белкового обмена

- Если в мальпигиевых клубочках давление падает **до 30 –35 мм рт.ст. и меньше**, **образование мочи прекращается**. В связи с этим, у спортсменов при выполнении физических упражнений наблюдается снижение, а иногда и полное прекращение мочеобразования.
- **Уменьшение диуреза** сопровождается повышением в моче содержания различных веществ: молочной кислоты, конечных продуктов белкового обмена.
- После напряженной работы и при недостаточном снабжении тканей  $O_2$  иногда в моче появляются продукты неполного **расщепления жирных кислот**

- После **мышечных напряжений** и **эмоциональных переживаний** в некоторых случаях у **спортсменов в моче появляется белок**. Появлению в моче белка способствует повышение в крови концентрации молочной кислоты и недостаточное снабжение почек кислородом.
- **Белок в моче** после мышечной нагрузки у нетренированных лиц встречается **чаще и в большем количестве**, чем у тренированных.

