

## Почки – роль в организме

**Почка** — парный бобовидный орган, выполняющий посредством функции мочеобразования регуляцию химического гомеостаза организма. Входит в систему органов мочевыделения у позвоночных животных, в том числе человека.

### Функции почек:

1. Мочеобразовательная функция - выведение воды и конечных продуктов обмена веществ из организма. Почки человека выделяют около 1-1,5 л мочи в сутки, поддерживая нормальное содержание воды в организме.
2. Эндокринная функция – заключается в синтезе ренина (гормон, который помогает организму сохранять воду и регулировать объем циркулирующей крови), эритропоэтина – специфического гормона стимулирующего образование эритроцитов в костном мозге и простагландинов – биологически активных веществ регулирующих артериальное давление.
3. Метаболическая функция. В почках происходит превращение и синтез многих веществ необходимых для нормального функционирования организма (например превращение витамина D в его наиболее активную форму - витамин D3).
4. Ионорегулирующая функция. Регуляция кислотно-щелочного баланса.
5. Участие в кроветворении — почка относится к органам, которые принимают активное участие в кроветворении.
6. Поддерживает постоянное и строго определенное содержания различных белков в крови - так называемого онкотического давления крови.

### Особенности метаболизма почек

1. Большие затраты АТФ. Основной расход АТФ связан с процессами активного транспорта при реабсорбции, секреции, а также с биосинтезом белков.

Основной путь получения АТФ - это окислительное фосфорилирование. Поэтому ткань почки нуждается в значительных количествах кислорода. Субстратами для реакций биоокисления в почечных клетках являются:

- жирные кислоты;
- кетоновые тела;
- глюкоза и др.

2. Высокая скорость биосинтеза белков.

3. Высокая активность протеолитических ферментов.

4. Способность к аммионогенезу и глюконеогенезу.

### Роль почек в выведении токсических продуктов из организма

Выведение токсических веществ через почки – составляет важный путь детоксикации организма. Оно выполняется пассивной фильтрацией через почечные клубочки и активным транспортом через почечные канальцы.

Скорость и характер превращения лекарственных веществ в организме обусловлены их химическим строением. Как правило, в результате биотрансформации липодорастворимые соединения превращаются в водорастворимые, что улучшает их выведение почками, желчью, потом. Биотрансформация лекарств происходит в основном в печени при участии микросомальных ферментов. Превращение лекарств может идти либо по пути деградации молекул (окисление, восстановление, гидролиз), либо через усложнение структуры соединения, связывание метаболитами организма (конъюгация).

Почки работают как мощный ультрафильтр, задерживающий высокомолекулярные вещества и пропускающий молекулы с малой и средней массой. Через почки выделяются вещества, не связанные с белками.

В результате пассивной фильтрации в почечных клубочках образуется фильтрат, который содержит токсические вещества в той же концентрации, что и плазма крови. Соединения с высокой молекулярной массой не подвергаются клубочковой фильтрации.

Выделение через почки слабых кислот и оснований зависит от pH мочи. При подкислении мочи (путем введения хлористого аммония) слабые основания (алкалоиды) переходят в ионизированную форму, хуже реабсорбируются и лучше выводятся из организма. При подщелачивании мочи (введение соды) по той же причине из организма лучше будут выводиться слабые кислоты (барбитураты).

### **Синтетическая функция почек**

1) Образование активной формы витамина D<sub>3</sub>. В почках происходит заключительный этап созревания активной формы витамина D<sub>3</sub>. Предшественник этого витамина, синтезируется в коже, под действием ультрафиолетовых лучей из холестерина, и затем гидроксилируется: сначала в печени, а затем в почках. Таким образом, участвуя в образовании активной формы витамина D<sub>3</sub>, почки оказывают влияние на фосфорно-кальциевый обмен в организме. (Остеодистрофия)

2) Регуляция эритропоэза. В почках вырабатывается гликопротеин ЭРИТРОПОЭТИН. Он является гормоном, который способен оказывать воздействие на стволовые клетки красного костного мозга, стимулируя образование эритроцитов. Скорость выделения эритропоэтина зависит от обеспечения почек кислородом. Если количество поступающего кислорода снижается, то увеличивается выработка - это ведет к увеличению количества эритроцитов в крови и улучшению снабжения кислородом. (Анемия)

3) Биосинтез белков. В почках активно идут процессы биосинтеза белков, которые необходимы другим тканям. Здесь синтезируются некоторые компоненты:

- системы свертывания крови;
- системы комплемента;
- системы фибринолиза.

- в почках в клетках ЮГА синтезируется РЕНИН - протеолитический фермент, который участвует в регуляции сосудистого тонуса. Он обладает сосудосуживающим эффектом, а также стимулирует выработку гормона коры надпочечников - альдостерона. Альдостерон усиливает реабсорбцию натрия и воды в почечных канальцах - это приводит к увеличению объема крови, циркулирующей в сосудах. В результате повышается артериальное давление. Так работает РЕНИН-АНГИОТЕНЗИН-АЛЬДОСТЕРОНОВАЯ СИСТЕМА.

В противодействие существует КАЛЛИКРЕИН-КИНИНОВАЯ СИСТЕМА, снижающая АД. В почках синтезируется белок кининоген. Попадая в кровь, кининоген превращается в вазоактивные пептиды - кинины: брадикинин и каллидин, они обладают сосудорасширяющим эффектом - понижают АД.

Участие почек в регуляции артериального давления связано также с выработкой простагландинов, которые обладают гипотензивным эффектом.

4) Катаболизм белков. Почки участвуют в катаболизме некоторых белков, имеющих низкую молекулярную массу (5-6 кДа) и пептидов, которые фильтруются в первичную мочу. Среди них гормоны и некоторые другие БАВ, эти белки и пептиды гидролизуются до аминокислот, которые поступают в кровь или идут на глюконеогенез.

## Механизмы мочеобразования

Моча образуется из плазмы крови, протекающей через почки, и является сложным продуктом деятельности нефронов. 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.

## Биохимия мочи

Исследование мочи дает информацию об общем состоянии организма, работе его отдельных систем и органов.

**Физико-химические свойства мочи.** За сутки у лошади в среднем выделяется 3-6 л мочи, у крупного рогатого скота - 6-12, у свиньи - 2-4, у верблюда - 8-15, у овцы и козы - 0,5-2, у кролика - 0,04-0,1 л.

У большинства видов животных моча прозрачная. У лошади, мула и осла первые порции мочи мутные из-за присутствия муцина и высокого содержания солей - уратов, фосфатов, карбонатов.

Моча многих видов животных - водянистая жидкость, у лошадей, мулов и ослов несколько тягучая из-за муцина.

Цвет мочи у лошади и крупного рогатого скота от светло-желтого до темно-коричневого, у свиньи, козы и собаки - от светло-желтого до насыщенного желтого.

Изменение окраски возникает при наличии в моче крови и гемоглобина (красная), желчных пигментов, что бывает при гепатитах и фасциолезе (желтая и зелено-желтая). Меняется она и на воздухе.

Свежая моча специфического запаха: у лошади - аммиака, у собак - чеснока.

Плотность мочи от 1,015 до 1,070.

Моча травоядных животных щелочной реакции, всеядных - близка к нейтральной, плотоядных - кислой.

**Химический состав мочи.** Моча содержит свыше 200 веществ.

Неорганические составные части мочи. В моче содержатся соли натрия, калия, кальция, магния, аммония и других катионов с соляной, фосфорной, серной и другими минеральными кислотами. Количество солей подвержено суточным колебаниям. Часть катионов находится в составе органических соединений.

Органические составные части мочи. Они представлены азотсодержащими и безазотистыми соединениями. **Азотсодержащие вещества мочи** - продукты конечного обмена белков. Основой их у многих животных служит мочевины или мочевая кислота. Содержание ее возрастает при интенсивной работе, болезнях, сопровождаемых лихорадкой, уменьшается - при гепатитах.

Аммиак мочи представлен неорганическими и органическими солями:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $(\text{COO})_2(\text{NH}_4)_2$  и др.

Мочевая кислота - обязательный продукт азотистого обмена (у рептилий и птиц - основной). Она бывает в свободной и связанной формах. Содержание ее и уратов возрастает в моче при подагре, нефритах.

Аллантоин - продукт азотистого обмена млекопитающих (кроме человека и антропоидных обезьян). Образуется в печени из мочевой кислоты.

Креатин и креатинин - основные части мочи. Креатина в моче мало, иногда лишь следы. Для характеристики мышечной деятельности введен *креатининовый коэффициент* - количество креатина и креатинина в суточной моче животного. Увеличение содержания креатина в моче приводит к *креатинурии*. Она возникает при диабете, миозитах и т. д.

Гиппуровая кислота - продукт нейтрализации бензойной кислоты глицином. Синтезируется в печени, частично - в почках при участии КоА. Содержание этой кислоты возрастает при гепатитах и многих отравлениях.

Фенацетуровая кислота - продукт нейтрализации фенилуксусной кислоты глицином.

Содержание аминокислот в моче невелико - до 1 г за сутки. Количество их возрастает при гепатитах и нефритах.

Концентрация индоксилсерной и скатоксилсерной кислот в моче невелика. Она возрастает при запорах, атониях преджелудков, гнилостных процессах в пищевом канале. В состав мочи входит индикан. А также: витаминов, гормонов, ферментов, пигментов (урохром, урохромоген, уроэритрин, уробилиноген) и др.

*Безазотистые вещества мочи* - щавелевая, глюкуроновая, янтарная кислоты и их производные, фенолы и их эфиры, ароматические оксикислоты, нейтральная сера, безазотистые витамины и др. Их содержание не превышает десятых долей процента.

В моче содержатся безазотистые витамины (особенно С), гормоны (эстрадиол, эстриол, андростерон и др.).

**Осадок мочи.** В осадке кислой мочи есть гидроураты натрия и калия, оксалат кальция, щелочной - ортофосфаты кальция, магния и аммония, урат аммония, карбонат кальция, оксалат кальция и др. В осадок могут попадать клетки эпителия, мочевыводящих путей, форменные элементы крови, микробы и др. Состав осадков изменяется при патологических состояниях.

**Патологические составные части мочи.** Интерес для диагностики представляет выявление в моче белков, углеводов, ацетоновых тел, желчных и кровяных пигментов и др.

Появление в моче белка называется *протеинурией* или *альбуминурией*. Различают почечную и внепочечную протеинурию. Нарушение фильтрационных свойств мальпигиевых клубочков приводит к почечной протеинурии. Она может быть физиологической (при переохлаждении, повышенной физической нагрузке, кормлении богатыми белками кормами) и патологической (при нефритах, отравлении плесневелыми кормами, ядами, при многих болезнях). При почечной протеинурии содержание белка в моче не превышает 1%. Внепочечная протеинурия возникает при заболеваниях почечных лоханок, мочеточников, мочевого пузыря, мочеиспускательного канала.

Появление в моче крови или гемоглобина приводит к явлениям *гематурии* и *гемоглобинурии*. Кровь в моче может появиться при мочекаменной болезни, чуме, кровопятым тифе, сибирской язве и др. Причиной гемоглобинурии могут быть различные отравления.

Появление в моче глюкозы называется *глюкозурией*. Различают физиологическую и патологическую глюкозурию. Физиологическая наблюдается у животных при обильном кормлении кормами, богатыми углеводами, перевозбуждении, во время беременности, патологическая - при сахарном диабете (содержание сахара в моче доходит до 5-8%), нервной форме чумы, бешенстве, токсикозах и др.

*Кетонурия (ацетонурия)* возникает при повышенном содержании в моче кетоновых тел (ацетона, ацетоуксусной и  $\beta$ -оксимасляной кислот). В моче коровы обычно

содержится 0,001-0,018% кетоновых тел, при кетозах количество их повышается. Кетонурия возникает при нарушениях липидного и белкового обменов, кетозах различного происхождения, родильном парезе, болезнях печени, у жвачных - при болезнях преджелудков, сахарном диабете, голодании и др.

*Билирубинурия* - повышенное выделение билирубина с мочой. В моче клинически здоровых животных содержатся следы желчных пигментов. При закупорке желчных протоков (при желчнокаменной болезни, фасциолезе) возникает механическая желтуха. При этом желчные пигменты и желчные кислоты попадают в кровь и мочу. Билирубин появляется в моче при паренхиматозных желтухах.

К патологическим составным частям мочи относятся мочевые камни и песок. У клинически здоровых животных соли обычно находятся в растворенном состоянии. По химической природе они делятся на ураты, оксалаты, фосфаты. Встречаются камни смешанного состава. Иногда бывают цистиновые камни и сrostки, образованные карбонатом кальция.