

Лекция 10

Биохимия почек и мочи

Общая характеристика почек

Масса обеих почек у взрослого человека около 300 г, что составляет менее 0,5 % от массы тела;

В состоянии покоя почки потребляют 25 % всей крови (через почки за одну минуту проходит более 1 л крови) и 10 % всего поступающего в организм кислорода.

Основной функцией почек является образование мочи.

Благодаря образованию и выделению мочи почки обеспечивают:

- **выделение конечных продуктов азотистого обмена;**
- **поддержание кислотно-основного баланса**
- **регуляцию водно-солевого обмена;**
- **поддержание необходимого осмотического давления жидкостей организма;**
- **регуляцию кровяного давления**

Таким образом, почки, подобно крови, участвуют в поддержании постоянства внутренней среды организма, т.е. гомеостаза.

- Структурно-функциональной единицей почек, ответственной за образование мочи, является нефрон;
- Каждая почка содержит примерно 1 млн. нефронов;
- В нефроне выделяют следующие отделы: почечное тельце (*мальпигиево тельце, почечный клубочек*), проксимальный извитой каналец, петлю Генле и дистальный извитой каналец.

- Мальпигиево тельце представляет собою сосудистый клубочек, окруженный капсулой Шумлянско-Боумена;
- К каждому мальпигиеву тельцу подходит кровеносный сосуд (*артериола*). Этот сосуд разделяется на капилляры, петли которых образуют сосудистый клубочек;
- Далее капилляры соединяясь, формируют выносящий кровеносный сосуд (*тоже артериола*), по которому кровь отводится от почечного клубочка.



- **Капсула Шумлянско-Боумена состоит из внутреннего и внешнего листков;**
- **Внутренний листок плотно прилегает к петлям капилляров, а внешний листок капсулы окружает весь сосудистый клубочек в целом;**
- **Между внутренним и внешним листками почечной капсулы имеется полость, которая затем преобразуется в просвет почечных канальцев.**

- **Непосредственно от почечного тельца отходит проксимальный извитой каналец, который далее переходит в петлю Генле и дистальный извитой каналец;**
- **Извитые канальцы и петля Генле густо оплетены капиллярной сетью, на которую распадается выходящая из сосудистого клубочка артериола;**

- **Из капилляров, окружающих почечные канальцы, образуются венулы, впадающие в почечную вену;**
- **Дистальные извитые канальцы соединены с собирательными трубочками, которые, сливаясь вместе, образуют почечные протоки, открывающиеся в почечную лоханку.**

**Образование мочи в нефронах
протекает в три этапа**

Первый этап образования мочи - *ультрафильтрация*

- В процессе ультрафильтрации из кровеносных капилляров, образующих сосудистый клубочек, в полость капсулы почечного тельца переходит часть плазмы крови;
- Причиной ультрафильтрации является наличие в капиллярах сосудистого клубочка повышенного кровяного давления, возникающего вследствие того, что диаметр выносящей артериолы примерно на 30 % меньше, чем у приносящей.

- **В состоянии покоя через обе почки за минуту проходит около 1200-1300 мл крови;**
- **Ультрафилтрации подвергается примерно 10% протекающей через почки крови;**
- **Следовательно, в каждую минуту в почках образуется около 125 мл ультрафилтратата или первичной мочи, а в течение суток 180 л;**
- **Поскольку в стенке капилляров и во внутреннем листке капсулы имеются поры с диаметром не более 4 нм, фильтруются все компоненты плазмы кроме белков;**
- **По химическому составу первичная моча представляет собою безбелковую плазму крови.**

Второй этап образования мочи – реабсорбция (*обратное всасывание*)

- **Первичная моча, двигаясь по почечным канальцам (*их общая длина приблизительно 120 км!*), отдает бóльшую часть своих составных частей обратно в кровь, протекающую по капиллярной сети, окружающей почечные канальцы;**
- **Реабсорбция, преимущественно, происходит в проксимальных канальцах;**
- **В ходе реабсорбции обратно в кровь поступает почти вся глюкоза, 99 % воды, натрия, хлора, бикарбонатов, аминокислот, 93 % калия, 45% мочевины и т.д.**

- Реабсорбция требует больших затрат энергии, источником которой является АТФ;
- Высокие энерготраты обусловлены необходимостью переноса молекул и ионов через мембраны клеток, образующих стенку почечных канальцев;
- Особенно много энергии расходуется на всасывание ионов натрия, на так называемый «натриевый насос»;
- Главным источником АТФ в почках является тканевое дыхание, на что указывает очень высокое потребление кислорода почками.

Третий этап образования мочи - секреция

- При секреции некоторые вещества крови, в частности, ионы калия, аммония, водорода, а также чужеродные вещества (*например, лекарства, токсины*) поступают из капиллярной сети нефрона в просвет почечных канальцев;
- В основном, секреция происходит в дистальных канальцах.
- Почечная секреция, как и реабсорбция, является активным процессом, потребляющим энергию АТФ, что обусловлено транспортом секретируемых молекул и ионов через мембраны эпителия канальцев.

Реабсорбция и секреция ведут к превращению *первичной мочи* во *вторичную* или *окончательную*, которая выводится из организма.

Регуляция образования мочи

- **Альдостерон повышает скорость обратного всасывания в почечных канальцах ионов натрия;**
- **Одновременно вместе с ионами натрия ускоряется реабсорбция ионов хлора и воды;**
- **В результате такого влияния уменьшается объем мочи;**
- **Вазопрессин (антидиуретический гормон) повышает проницаемость стенки почечных канальцев по отношению к воде, что способствует лучшему её обратному всасыванию.**

Регуляция мочеобразования также осуществляется путем синтеза непосредственно в почках двух гормоноподобных белков - ренина и эритропоэтина

- **Ренин вырабатывается в почках при снижении кровяного давления;**
- **Выделение ренина в конечном итоге приводит к стимулированию продукции корой надпочечников гормона альдостерона**

- **Эритропоэтин** синтезируется в почках, в первую очередь, при нарушении их снабжения кислородом *(при анемии, кровопотере, шоке)*;
- С током крови образовавшийся **эритропоэтин** поступает в красный кровяной мозг и стимулирует там процесс кроветворения (**эритропоэз**), что приводит к повышению кислородной емкости крови и улучшению снабжения почек кислородом.

Физико-химические свойства мочи

Объем мочи

- Объем мочи (**диурез**) зависит от количества потребляемой жидкости и составляет в среднем 50-80 % от её объема;
- Суточное количество мочи у здорового взрослого обычно колеблется от 1000 до 2000 мл.

Плотность мочи

Плотность мочи (*удельный вес*) может колебаться в широких пределах от 1,002 до 1,040 г/мл.

Кислотность мочи

- При смешанном питании моча обычно имеет слабокислую реакцию, рН её составляет 5,5-6,5;
- Употребление преимущественно мясной пищи приводит к подкислению мочи и рН становится меньше 5; при растительной диете моча подщелачивается и рН может быть более 7;
- Выделение мочи с повышенной кислотностью (*рН равняется 4-5*) наблюдается после выполнения интенсивных физических нагрузок;
- Причиной повышения кислотности является выделение с мочой больших количеств молочной кислоты.

Цвет мочи

- В норме моча имеет **соломенно-желтую (слабо желтую)** окраску, которую ей придают, главным образом, пигменты, образующиеся при распаде гемоглобина.
- Интенсивность окраски в значительной мере зависит от плотности мочи;
- Чем выше плотность мочи, тем более насыщенная у нее окраска.

Прозрачность мочи.

Свежевыделенная моча у здоровых людей, как правило, прозрачна;

Однако при стоянии возможно помутнение мочи. Поэтому оценку прозрачности следует проводить сразу же после выделения мочи.

Химический состав мочи

- В сутки с мочой из организма выделяется 50-75 г растворенных в ней веществ;
- Химический состав мочи очень разнообразен, в ней обнаружено около 150 разновидностей органических и неорганических соединений.

| Компонент | Содержание в суточном объеме мочи, (г/сутки) |
|---|--|
| Органические соединения | |
| Мочевина | 20-35 |
| Мочевая кислота | 0,5 – 1 |
| Креатинин | 1-2 |
| Аминокислоты | <1 |
| Неорганические соединения | |
| Натрий (Na ⁺) | 3-6 |
| Калий (K ⁺) | 1,5-3 |
| Кальций (Ca ²⁺) | 0,1-0,25 |
| Магний (Mg ²⁺) | 0,1-0,2 |
| Аммоний (NH ₄ ⁺) | 0,5-0,9 |
| Хлор (Cl ⁻) | 5-9 |

Патологические компоненты мочи

- **К патологическим компонентам мочи относятся вещества, которые в норме отсутствуют или содержатся в очень малых количествах и обычными лабораторными методами не обнаруживаются;**
- **Появляются патологические компоненты в моче при ряде заболеваний, а также при выполнении физической работы большого объема.**

Белок

- **Появление белка в моче в большом количестве носит название протеинурия;**
- **Основной причиной протеинурии является увеличение проницаемости «почечного фильтра», т.е. стенки капилляров сосудистого клубочка и капсулы Шумлянско-Боумена;**
- **Наблюдается протеинурия часто при болезнях почек и сердечной недостаточности;**
- **Физические нагрузки, свойственные современному спорту, также вызывают выраженную протеинурию.**

Глюкоза

- В нормальной моче глюкоза практически отсутствует;
- Однако при некоторых заболеваниях, а также после выполнения тренировочных и соревновательных нагрузок с мочой выделяется повышенное количество глюкозы, даже до нескольких десятков граммов в сутки;
- Это явление называется **глюкозурия**.

Кетоновые тела

- **В моче здорового человека содержание кетоновых тел очень мало;**
- **Выделение с мочой больших количеств кетоновых тел обычно наблюдается тогда, когда в организме для получения энергии вместо углеводов усиленно используются запасы жира.**

Кровь

- При воспалительных процессах в мочевыделительной системе или при её травматических повреждениях в моче обнаруживаются красные клетки крови – эритроциты;
- Это явление называется гематурия.

Тест 1

Структурно-функциональной единицей почек является:

- а) ацинус**
- б) нейрон**
- в) нефрон**
- г) саркомер**

Тест 2

**В обычных условиях за одну минуту
через почки проходит крови:**

- а) 100-200 мл**
- б) 400-500 мл**
- в) 1000-1200 мл**
- г) 2-3 л**

Тест 3

Первичная моча образуется на этапе:

- а) реабсорбции**
- б) секреции**
- в) ультрафильтрации**

Тест 4

Реабсорбцию воды ускоряет гормон:

- а) адреналин**
- б) вазопрессин**
- в) инсулин**
- г) тироксин**

Тест 5

Плотность мочи обычно колеблется в диапазоне:

- а) 0,3-0,5 г/мл**
- б) 0,6-0,8 г/мл**
- в) 1,01-1,04 г/мл**
- г) 1,1-1,2 г/мл**

Тест 6

**При обычном питании с мочой
за сутки выделяется мочевины:**

- а) 5-10 г**
- б) 25-35 г**
- в) 80-90 г**
- г) 110-130 г**

Тест 7

К патологическим компонентам мочи относится:

- а) глюкоза**
- б) креатинин**
- в) мочевая кислота**
- г) мочеви́на**

Тест 8

Протеинурия – это появление в моче:

- а) ацетона**
- б) белка**
- в) глюкозы**
- г) крови**

Удачи

на экзамене !