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

Выходящая артериола
Входящая артериола
Капиллярная сеть
Сосудистый клубочек
Проксимальный каналец
Венула
Собирательная трубочка
Дистальный каналец
Петля Генле
Почечная лоханка

- **Капсула Шумлянского-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 ультрафильрации 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;
- Ультрафильтрации подвергается примерно 10% протекающей через почки крови;
- Следовательно, в каждую минуту в почках образуется около 125 мл ультрафильтрата 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 – реабсорция *(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, pH её составляет 5,5-6,5;
- Употребление преимущественно мясной пищи приводит к подкислению мочи и pH становиться меньше 5; при растительной диете моча подщелачивается и pH может быть более 7;
- Выделение мочи с повышенной кислотностью *(pH 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 Шумлянского-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) мочевина

Тест 8

Протеинурия – это появление в моче:

а) ацетона

б) белка

в) глюкозы

г) крови

Удачи

на экзамене !