

Лабораторные и инструментальные методы исследования мочевыделительной системы

Доцент к.м.н. Бут-Гусаим В.И.

Исследование мочи

Исследование мочи позволяет установить:

заболевания почек и нарушения их функций,

а также некоторые изменения обмена веществ, не связанные с поражением других органов.

Исследование мочи

Различают общеклинический анализ и ряд специальных анализов мочи, необходимых для углубленного обследования больного.

Исследования мочи

При клиническом анализе мочи изучают:

- физические свойства,
- химический состав,
- производят микроскопические исследования осадка
- бактериологический посев.

Физические свойства:

- прозрачность. (В норме моча прозрачная).

Помутнение мочи может быть вызвано:

- солями,
- клеточными элементами,
- слизью,
- бактериями.

Цвет нормальной мочи зависит от ее концентрации и колеблется от соломенно-желтого до янтарно-желтого. Нормальная окраска мочи зависит от присутствия в ней пигментов (урохрома и других веществ).

Бледный, почти бесцветный вид моча приобретает при:

- сильном разведении
- низкой относительной плотности,
- при хронической почечной недостаточности,
- после инфузионной терапии
- приеме диуретиков.

Наиболее яркие изменения окраски мочи связаны с появлением в ней:

- билирубина (от зеленоватого до зеленовато-бурого цвета),
- эритроцитов в большом количестве (от цвета мясных помоев до красного).

Некоторые лекарства и пищевые продукты могут менять окраску мочи:

- она становится красной после приема амидопирина и красной свеклы;
- ярко-желтой - после приема акрихина, аскорбиновой кислоты, рибофлавина;
- сине-зеленый - при приеме метиленового синего;
- зеленовато-желтой - при приеме ревеня;
- темно-коричневой - при приеме трихопола.

Запах мочи обычно нерезкий, специфический.

При:

- разложении мочи бактериями (обычно внутри мочевого пузыря) появляется аммиачный запах.
- наличии кетоновых тел (ацетонемический криз, сахарный диабет) моча приобретает запах ацетона.
- врожденных нарушениях метаболизма запах мочи может быть очень специфическим (мышинным, кленового сиропа, хмеля, кошачьей мочи, гниющей рыбы).

Реакция мочи в норме кислая или слабокислая.

Она может быть щелочной из-за:

- преобладания в рационе овощной диеты,
- приема щелочных минеральных вод,
- после обильной рвоты,
- воспаления почек,
- при заболеваниях мочевыводящих путей,
- гипокалиемии.
- Постоянно щелочная реакция бывает при наличии фосфатных камней.

Относительная плотность (удельный вес) мочи колеблется в широких пределах - от 1,001 до 1,040, что зависит от :

- особенностей обмена веществ,
- наличия в пище белка и солей,
- количества выпитой жидкости,
- характера потоотделения.

Плотность мочи определяют с помощью урометра. Повышают относительную плотность мочи:

- ❖ сахара (глюкозурия),
- ❖ белки (протеинурия),
- ❖ внутривенное введение рентгеноконтрастных веществ
- ❖ некоторые лекарственные препараты.

Повышение температуры воздуха на каждые 3°C и выше 16°C снижает относительную плотность мочи на $0,001$. Заболевания почек, при которых нарушается их способность к концентрации мочи, приводят к уменьшению ее плотности, а внепочечная потеря жидкости - к ее увеличению.

Удельный вес мочи.



ниже 1,008 - гипостенурия;

1,008-010 - изостенурия;

1,010-1,030 - гиперстенурия.

Химический состав мочи

В моче может находиться более 150 компонентов. Количественное определение нормальных составных частей мочи - мочевины, мочевой и щавелевой кислот, натрия, калия, хлора, магния, фосфора и т. д. - важно для изучения функций почек или выявления нарушений обмена веществ.

При исследовании клинического анализа мочи определяют, не содержатся ли в ней патологические составные части:

- белок,
- глюкоза,
- билирубин,
- уробилин,
- ацетон,
- гемоглобин,
- индикан.

Белок

Нахождение белка в моче - важный диагностический признак заболеваний почек и мочевыводящих путей. Физиологическая протеинурия (до 0,033 г/л белка в разовых порциях мочи или 30-50 мг/сут в суточной) может быть при:

- лихорадящих состояниях,
- стрессе,
- физической нагрузке,
- введении норадреналина.

Белок

- Патологическая протеинурия может колебаться от слабо выраженной (150-500 мг/сут) до выраженной (более 2000 мг/сут) и зависит от формы заболевания и его тяжести. Большое диагностическое значение имеет и определение качественного состава белка в моче при протеинурии. Чаще всего это белки плазмы крови, которые прошли через поврежденный клубочковый фильтр.

Если это повреждение носит ограниченный характер, то в моче обнаруживаются белки с молекулярной массой 67000 (альбуминурия). При тяжелых нефропатиях почечный фильтр повреждается сильнее, поэтому состав белков мочи примерно соответствует составу белков плазмы. **По времени появления различают:**

- постоянную протеинурию (при заболеваниях почек)
- преходящую (при лихорадке и ортостатических нагрузках). По локализации процесса протеинурия может быть преренальной (усиленный распад белков в тканях и гемолиз), ренальной - клубочковой и канальцевой, более или менее выраженной, и постренальной, связанной с патологией мочевыводящих путей (мочеточника, мочевого пузыря, уретры, половых органов).

По локализации процесса протеинурия может быть:

- преренальной (усиленный распад белков в тканях и гемолиз)
- ренальной - клубочковой и канальцевой, более или менее выраженной,
- постренальной, связанной с патологией мочевыводящих путей (мочеточника, мочевого пузыря, уретры, половых органов).

Сахар

- Наличие сахара в моче при отсутствии избыточного употребления сахара и богатых им продуктов, инфузионной терапии растворами глюкозы указывает на нарушения его реабсорбции в проксимальном отделе нефрона (тубулопатии, интерстициальном нефрите и др.). При определении сахара в моче (глюкозурии) качественными пробами при необходимости также подсчитывают его количество.

- Специальными пробами в моче определяют наличие билирубина, уротропина, ацетоновых тел, гемоглобина, индикана, наличие которых при ряде заболеваний имеет диагностическое значение.
- Микроскопическое исследование осадка мочи производится путем центрифугирования для получения осадка и изучения его под микроскопом.

Клеточные элементы в моче

Из клеточных элементов осадка в моче в норме находят лейкоциты - до 1-3 в поле зрения. Они обнаруживаются в моче в виде небольших зернистых клеток округлой формы и представлены в основном нейтрофилами. Увеличение числа лейкоцитов в моче (свыше 20) называется лейкоцитурией и свидетельствует о воспалении в мочевыделительной системе (пиелонефрите, цистите, уретрите).

Эритроциты

- Эритроциты встречаются в моче в виде неизмененных (свежих) и выщелоченных. В норме в разовой порции мочи в поле зрения встречается от 1 до 3 эритроцитов. Разграничение их на неизмененные ("свежие") и выщелоченные принципиального значения не имеет, так как морфология эритроцитов зависит от осмолярности мочи.

Эритроциты

- Появление эритроцитов в моче выше нормы называется эритроцитурией. Проникновение эритроцитов в мочу может происходить из почек либо из мочевыводящих путей. Степень эритроцитурии (гематурии) может быть:
- слабо выраженной (микрогематурия) - до 200 в поле зрения
- выраженной (макрогематурия) - более 200 в поле зрения; последняя определяется даже при макроскопическом исследовании мочи.

Гематурия

- С практической точки зрения важно различать гематурию:
- гломерулярного
- негломерулярного происхождения, то есть гематурию из мочевыводящих путей, связанную с травматическим воздействием на стенку камней, при туберкулезном процессе и распаде злокачественной опухоли.

Гематурия

- Признаком негломерулярной гематурии является ее интермиттирующий характер (большие колебания ее интенсивности).

Виды гематурии

- Дифференцировать эти виды гематурии можно в пробе 3 сосудов. Больной при опорожнении мочевого пузыря выделяет мочу последовательно в 3 сосуда.
- При кровотечении из мочеиспускательного канала гематурия бывает наибольшей в 1-й порции,
- при кровотечении из мочевого пузыря - в последней порции,
- при других источниках кровотечения эритроциты распределяются равномерно во всех 3-х порциях.

Цилиндры

- Цилиндры - белковые или клеточные образования канальцевого происхождения (слепки), имеющие цилиндрическую форму и различную величину.

Различают цилиндры:

- гиалиновые,
- зернистые,
- восковидные,
- эпителиальные,
- эритроцитарные,
- лейкоцитарные
- образования цилиндрической формы, состоящие из аморфных солей.

Присутствие цилиндров в моче отмечается при поражениях почек:

- гиалиновые цилиндры обнаруживаются при нефротическом синдроме,
- зернистые - при тяжелых дегенеративных поражениях канальцев,
- эритроцитарные - при гематурии почечного генеза.

В норме гиалиновые цилиндры могут появиться при физической нагрузке, лихорадке, ортостатической протеинурии.

Соли в моче

Неорганизованные осадки мочи состоят из солей, выпавших в осадок в виде кристаллов и аморфной массы. Они выпадают в осадок при большой концентрации в зависимости от реакции мочи. В кислой моче встречаются:

- кристаллы мочевой кислоты,
- щавелевокислой извести - оксалатурия.

Это происходит при мочекаменной болезни.

Соли

Ураты (мочекислые соли) встречаются:

- **в норме** - при лихорадке, физической нагрузке, больших потерях воды,
- **при патологии** - при лейкозе и нефролитиазе. Единичные кристаллы фосфорнокислого кальция и гиппуровой кислоты также встречаются при мочекаменной болезни.

В щелочной моче в осадок выпадают:

- трипельфосфаты,
- аморфные фосфаты,
- мочекислый аммоний (фосфатурия) - как правило, это составные части мочевых камней при нефролитиазе.

Смешанным осадком кислой и щелочной мочи является щавелевокислый кальций (оксалат кальция); выделяется он при подагре, мочекислом диатезе, интерстициальном нефрите.

Соли

Смешанным осадком кислой и щелочной мочи является щавелевокислый кальций (оксалат кальция); выделяется он при:

- подагре,
- мочекишлом диатезе,
- интерстициальном нефрите



В моче могут выявляться клетки плоского эпителия (полигональные) и почечного эпителия (круглые), не всегда отличимые по своим морфологическим признакам. В осадке мочи могут обнаруживаться и типичные эпителиальные клетки, свойственные опухолям мочевых путей.

Слизь

- В норме слизь в моче не встречается. Она обнаруживается при воспалительных заболеваниях мочевыводящих путей и дисметаболических нарушениях.

Бактериологическое и бактериоскопическое исследования мочи проводится при необходимости выяснения инфекционной природы патологии мочевыводящих путей.

Бактерии

Наличие бактерий в свежесобранной моче (бактериурия) наблюдается при воспалительных заболеваниях мочевыводящих путей и оценивается по количеству (мало, умеренно, много) и типу флоры (кокки, палочки). При необходимости производят бактериоскопическое исследование мочи на микобактерии туберкулеза. Посев мочи дает возможность выявить вид возбудителя и его чувствительность к антибактериальным препаратам.

Количественные методы исследования мочи

Для количественного определения форменных элементов мочи существуют следующие пробы:

проба Аддиса-Каковского: мочу собирают за 10 ч, оценивают экскрецию за сутки. Соотношение лейкоцитов, эритроцитов, цилиндров - до 2 млн, 1 млн и 5 тыс. соответственно;

Количественные методы исследования мочи

- проба Амбурже: мочу собирают в течение 3 ч, оценивают экскрецию за 1 мин. Соотношение лейкоцитов, эритроцитов, цилиндров - до 2000, 1000 и 20 соответственно;

проба Нечипоренко: используют порцию утренней свежесвыпущенной мочи, полученной из средней струи; оценивают экскрецию в 1 мл. Соотношение лейкоцитов и эритроцитов - до 2000 и 1000 соответственно.



Количественные методы
используются при
отсутствии
патологической
лейкоцитурии и
эритроцитурии.

Функциональное исследование почек.

- Определение функционального состояния почек - важнейший этап обследования больного. Основным функциональным тестом является определение концентрационной функции почек. Чаще всего для этих целей применяется **проба Зимницкого**. Помимо колебаний относительной плотности мочи в пробе Зимницкого определяют соотношение дневного и ночного диуреза.

Проба Зимницкого

- Проба Зимницкого включает в себя сбор 8 трехчасовых порций мочи в течение суток при произвольном мочеиспускании и водном режиме, не более 1500 мл за сутки. Оценка пробы Зимницкого проводится по соотношению дневного и ночного диуреза. К дневному диурезу относят порции, полученные с 9.00 до 21.00 ч, к ночному - с 21.00 до 9.00 ч.

Проба Зимницкого

- В норме дневной диурез значительно превышает ночной и составляет $2/3$ - $3/4$ от общего количества суточной мочи. Увеличение ночных порций мочи (тенденция к никтурии) характерно для заболеваний почек. Преобладание ночных порций над дневными (никтурия) свидетельствует о хронической почечной недостаточности.

Определение относительной плотности мочи в каждой из 8 порций позволяет установить концентрационную способность почек. Если в пробе Зимницкого максимальное значение относительной плотности мочи составляет 1,012 и менее или имеется ограничение колебаний относительной плотности в пределах 1,008-1,010, то это свидетельствует о выраженном нарушении концентрационной функции почек или изостенурии (потере почками способности выделять мочу иной осмолярности, кроме как равной осмолярности безбелкового фильтрата плазмы).

Проба Зимницкого

Такое снижение концентрационной функции почек обычно соответствует необратимому их сморщиванию, для которого всегда считалось характерным постепенное выделение:

- водянистой,
- бесцветной (бледной),
- лишенной запаха мочи.

Концентрационную функцию почек исследуют также с помощью пробы Фольгарда на разведение и концентрацию, но она имеет много противопоказаний и редко используется в последние годы.

Более тонкие методы оценки функционального состояния почек основаны на использовании принципа клиренса.

Проба Реберга

Клиренс (очищение) - условное понятие, характеризующееся скоростью очищения крови. Он определяется объемом плазмы, который целиком очищается почками от того или иного вещества за 1 мин, и рассчитывается по формуле:

$$СК = U \times V / P_x,$$

где СК - клиренс;

U и P_x - концентрации тест-вещества (x - вещество соответственно в моче и плазме);

V - величина минутного диуреза.

Проба Реберга

Определение клиренса в современной нефрологии является ведущим методом для получения количественной характеристики деятельности почек - величины клубочковой фильтрации. Для этих целей в клинической практике используют различные вещества (инулин и др.), но наибольшее распространение имеет метод определения эндогенного креатинина (проба Реберга), который не требует дополнительного введения в организм вещества- маркера.

Проба Реберга.

- Определение клубочковой фильтрации имеет не только диагностическое, но и прогностическое значение при его динамическом использовании.

О функциональном состоянии почек можно также судить:

- по определению почечного плазмотока,
- исследованию функции проксимальных и дистальных канальцев,
- проведению функциональных нагрузочных проб.

Выявить и определить степень почечной недостаточности можно изучая концентрацию в крови:

- мочевины,
- индикана,
- остаточного азота,
- креатинина,
- калия,
- натрия,
- магния
- фосфатов.

КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЕ

- Для диагностики заболеваний почек и мочевыводящей системы проводится исследование кислотно-основного состояния, к поддержанию стабильности которого почки имеют прямое отношение (определение рН мочи, титруемой кислотности мочи, экскреции бикарбонатов, аммиака). Так определение в биохимическом анализе крови липопротеинов свидетельствует о наличии **нефротического** синдрома, а гиперлипидемия - о холестеринемии.

Гипер-С12-глобулинемия, как и увеличение СОЭ, говорят о наличии воспалительного процесса в почках, а иммунологические показатели крови могут указывать на определенную болезнь почек (например обнаружение высокого титра антинуклеарного фактора и волчаночных клеток часто встречается при волчаночном нефрите, маркеры вируса гепатита В - при поражении почек в связи с вирусным гепатитом и т. д.).

Электролитный состав крови

Электролитный состав крови (**гиперфосфатемия** в сочетании с **гипокальциемией**) обнаруживается в начальной стадии хронической почечной недостаточности; **гиперкалиемия** - важнейший показатель выраженной почечной недостаточности, нередко на этот показатель выраженной почечной недостаточности ориентируются при решении вопроса о проведении гемодиализа.

Специальные методы исследования почек

К методам, позволяющим оценить анатомо-морфологическое и функциональное состояние почек (размер, форму чашечно-лоханочной системы, наличие кист, опухолей, сосудистую архитектуру, тонкую микроскопическую структуру и другие показатели), относятся:

- рентгенологическое,
- ультразвуковое,
- радиоизотопное,
- эндоскопическое исследования
- пункционная биопсия.

Рентгенологические методы исследования

- При рентгеноскопии почки не видны. Обзорный снимок (рентгенограмма) позволяет выявить размеры почек, их контуры, а также тени конкрементов. Лучше всего различимы камни, состоящие из кальциевых солей (оксалаты и фосфаты). При подозрении на опухоль рентгеновские снимки делают только после наложения больному пневморетроперитонеума - введения кислорода в ретроперитональное пространство и околопочечную область.

Внутривенная (экскреторная) урография

В последние годы для исследования проводится внутривенная (экскреторная) урография с применением контрастных веществ (уротраста, верографина). Метод экскреторной урографии позволяет оценить:

- анатомо-функциональные особенности почек и мочевых путей,
- оценить уродинамику,
- проконтролировать динамику патологического процесса.

Цистоуретрография

Для исследования нижних отделов мочевыделительной системы обращаются к микционной цистоуретрографии, которая позволяет оценить:

- положение,
- форму,
- размер мочевого пузыря,
- его контуры,
- определить опухоль,
- инородное тело,
- камни,
- дивертикулы,
- уретроцеле,
- пузырно-мочеточниковый рефлюкс.

Ретроградная пиелография и почечная ангиография

- Для оценки чашечно-лоханочной системы и почечного кровотока используют методы **ретроградной пиелографии и почечной ангиографии**. Почечная ангиография позволяет выявить добавочные сосуды почек, их локализацию и распределение почечной паренхимы, зону кровоснабжения отдельных сосудов, кисту почки, диспластические изменения, сморщенность почки.

Радиоизотопная ренография

Метод радиоизотопной ренографии основан на свойстве канальцев эпителия почек избирательно извлекать йод-131- гиппурат из кровотока с последующим выведением его мочой. Накопление и выведение гиппурата регистрируются с помощью сцинтилляционных датчиков, устанавливаемых над областью почек, и представляются (суммируются) в виде 2-х кривых - ренограммы правой и левой почек. Важным преимуществом этого метода является отдельное исследование функций правой и левой почки, сравнение кривых и характеристика их симметричности.

Радиоизотопная ренография

- Радиоизотопная ренографии позволяет провести скрининговые изучения для определения отсутствия или наличия патологических изменений в почках и мочевыводящих путях, динамически следить за патологическим процессом, что дает возможность оценить функциональную зависимость различных участков паренхимы почек.

Сцинтиграфия

Статическая сцинтиграфия почек (сканирование) позволяет выявить образования в паренхиме (кисты, опухоли) и деструктивные поражения, очаговые и диффузные.

Радиоизотопная реноангиография

Для оценки объема артериального и венозного сосудистого русла почек и скорости почечного кровотока служит радиоизотопная реноангиография.

К инструментальным методам исследования относится термография (тепловидение), которая позволяет в ряде случаев судить об активном воспалительном процессе или злокачественном новообразовании.

Термография (тепловидение)

К инструментальным методам исследования относится термография (тепловидение), которая позволяет в ряде случаев судить об активном воспалительном процессе или злокачественном новообразовании.

Ультразвуковая диагностика

Ультразвуковая диагностика позволяет также судить о размере, положении, форме, структуре и функциональном состоянии почек, исключить наличие камней, кист, опухолей, полостных отеков, оценить почечный кровоток. Противопоказаний к УЗИ-исследованию почек нет.

Пункционная чрескожная биопсия почек проводится для уточнения морфологического диагноза гломерулонефрита, амилоидоза, опухоли, для оценки возможности применения патогенетической терапии, течения и прогноза болезни.

Биопсия

Пункционная чрескожная биопсия почек проводится для уточнения морфологического диагноза:

- гломерулонефрита,
- амилоидоза,
- опухоли,
- для оценки возможности применения патогенетической терапии,
- течения и прогноза болезни.



Для выявления возбудителя при пиелонефрите из биопсийного материала делают посевы и определяют чувствительность возбудителя.

Цистоскопия

Для исследования мочевого пузыря прибегают к эндоскопическому исследованию - цистоскопии. Этот метод позволяет оценить состояние слизистой оболочки мочевого пузыря и наличие образований внутри мочевого пузыря (уретроцеле, конкрементов, инородных тел, опухоли, дивертикула и наличие крови, гноя, кристаллов), определить проходимость уретры, тонус устьев и произвести оценку их функций (сокращение, характер и силу выбрасывания струи мочи).

Специальные урологические исследования

К специальным урологическим исследованиям относятся исследование уродинамики верхних и нижних мочевых путей с оценкой цистограммы.

Общий анализ мочи

| Показатель | Нормальные значения |
|--|--|
| Относительная плотность в утренней порции | 1020-1026 г/л |
| Максимальная осмотическая концентрация | 910 мосм/л |
| Цвет | Соломенно-желтый |
| Прозрачность | Полная |
| Реакция | Нейтральная или слабокислая* |
| Белок | Отсутствует**, следы (25-70 мг/сут) |
| Глюкоза | Отсутствует***, следы (не более 0,02%) |
| Ацетон | Отсутствует |
| Кетоновые тела | Отсутствуют |
| Уробилиновые тела | Отсутствуют |
| Билирубин | Отсутствует |
| Аммиак | 36-78 мкмоль/сут |
| Осадок мочи | |
| Эпителиальные клетки | 0-3 в поле зрения |
| Лейкоциты | 0-2 в поле зрения |
| Эритроциты | Единичные в препарате |
| Цилиндры | Отсутствуют |
| Слизь | Отсутствует |
| Неорганический осадок при кислой реакции | Мочевая кислота, ураты, оксалаты |
| Неорганический осадок при щелочной реакции | Аморфные фосфаты, мочекислый аммоний, трипельфосфаты |

в нормальных условиях щелочная реакция появляется при овощной диете, щелочном питье, на высоте пищеварения;