



ОСНАЩЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Исследование мочи в современной клинико-диагностической лаборатории

А.Н. Шибанов

*член правления Ассоциации производителей средств
клинической лабораторной диагностики, генеральный директор,*

И.М. Елькина

специалист по продукции А/О Юнимед

Общий клинический анализ мочи наряду с общим клиническим анализом крови является наиболее часто выполняемым видом лабораторного исследования в ЛПУ. Широкая распространенность данного анализа обусловлена следующими основными причинами. Во-первых, возможностью получения большого объема диагностической информации, как о состоянии почек, так и многих других органов и систем. Во-вторых, простотой получения материала для исследования, так как методы забора мочи в основном неинвазивные. В-третьих, относительно низкими затратами на выполнение анализа.

Общий клинический анализ мочи включает в себя:

- ~ исследование химического состава – определение содержания в моче глюкозы, белка, нитритов, билирубина, уробилиногена, кетонов, рН, гемоглобина;
- ~ исследование осадка – эритроцитов, лейкоцитов, кристаллов, клеток эпителия и пр;
- ~ исследование физических свойств – удельного веса, цвета, мутности, суточного объема выделения мочи.

Состав и свойства мочи определяются как состоянием почек пациента, так и рядом протекающих в организме физиологических и патофизиологических процессов. Для выполнения анализов мочи в лаборатории используется ряд специальных аналитических методов с применением специализированного оборудования. С целью обеспечения высокой производительности и повышения точности анализов все шире в современных лабораториях применяются автоматизированные методы анализа мочи.

Как и любое лабораторное исследование, клинический анализ мочи состоит из трех основных этапов: преаналитического, аналитического и постаналитического.

Преаналитический этап очень важен для получения качественных результатов исследований. Он состоит из следующих элементов: направление на ана-



лиз, подготовка пациента к проведению анализа, сбор мочи, доставка пробы в лабораторию, подготовка аналитических препаратов из нативной мочи.

Направление на клинический анализ мочи выполняет лечащий врач. В зависимости от решаемой диагностической задачи заказывается либо полный комплекс исследований клинического анализа мочи, либо отдельные его виды. Здесь следует отметить, что применение современных анализаторов мочи позволяет быстро и недорого выполнить анализ состава мочи по 11–13 компонентам. Например, анализатор мочи **Uriscan Pro** позволяет за час выполнить исследование до 720 проб мочи по 13 показателям. При этом стоимость одной тест-полоски на 11 показателей составляет всего 8 руб. 30 коп.

Для проведения клинического анализа мочи специальная подготовка пациента, как правило, не требуется. Сбор мочи является очень важным элементом преаналитического этапа исследования. Контаминация пробы может существенным образом исказить результат анализа, поэтому врач должен дать пациенту четкую инструкцию по выполнению процедуры сбора мочи.

Для сбора и доставки мочи в лабораторию должны применяться специальные закрывающиеся контейнеры, а при сборе мочи на бактериурию – стерильные. Применение стеклянных банок и любой другой тары от пищевых продуктов может приводить к неконтролируемой контаминации пробы и ошибочным результатам анализа. Так, остатки детергентов (при мытье баночек в домашних условиях) могут существенно повлиять на результаты определения, как химического состава мочи, так и анализа форменных элементов мочи. Сейчас для сбора мочи рекомендуется применять одноразовые пластиковые контейнеры, изготовленные из специальных экологически безопасных материалов.

Современные методы исследования химического состава мочи и ее физических свойств выполняются с нативными образцами. Для исследования осадка мочи необходимо приготовить специальный аналитический препарат. Для этого применяется метод центрифугирования мочи с последующей диспергацией осадка в определенном количестве мочи. От качества выполнения этой процедуры существенным образом зависит точность результата анализа. Центрифугирование мочи выполняется в обычных стеклянных или пластиковых центрифужных пробирках с применением обычных центрифуг, типа ОПН-8, ЦЛМН-Р10-01 “Элекон”. Основным недостатком работы на этих центрифугах является то, что необходимо сливать надосадочную жидкость и при этом остаточный объем жидкости стандартизировать невозможно.

Относительно недавно на российском рынке появились специальные пробирки и центрифуги **CenSlide 2000** (США), которые радикально повысили качество приготовления препарата для анализа осадка мочи и благодаря этому значительно повысили точность анализа. Пробирка **CenSlide** состоит из двух частей – емкости для мочи и слайда – тонкой части пробирки, куда в ходе центрифугирования собирается осадок мочи (рис. 1).

В пробирку **CenSlide** вносится 5 мл мочи. Далее центрифуга, управляемая микропроцессором, вращает пробирки согласно запрограммированным време-

ни и скорости. В конце цикла центрифугирования мочевой осадок равномерно распределяется в зоне просмотра пробирки CenSlide и полностью готов к микроскопическому анализу.

После центрифугирования пробирка вставляется в специальный держатель пробирок CenSlide, который помещается на предметный столик микроскопа. Держатель пробирок устанавливает каждую пробирку в одну и ту же позицию на предметном столике микроскопа, поэтому дополнительной фокусировки при смене пробирок не требуется.

Новая технология приготовления препарата для анализа осадка мочи имеет следующие преимущества:

- ~ специальный режим центрифугирования с автоматическим выключением обеспечивает равномерное распределение осадка мочи в зоне просмотра пробирки;
- ~ пробирки CenSlide являются одновременно пробирками для центрифугирования и слайдами для микроскопии;
- ~ исчезает необходимость в предметных и покровных стеклах и в переносе осадка;
- ~ максимально снижается количество этапов исследования, что позволяет на 80% сократить общее время анализа;
- ~ снижается риск передачи инфекций и биологического заражения окружающей среды.



Рис. 1. Пробирка для микроскопии осадка мочи CenSlide

Аналитический этап

Сегодня в клиническо-диагностической лаборатории любой поликлиники ежедневно выполняются десятки, а в некоторых – сотни анализов мочи. Учитывая большой объем проводимых исследований мочи в поликлиниках и то, что анализ проб должен проводиться не позднее, чем через 2 ч после сбора биоматериала, работа лаборатории должна быть организована так, чтобы анализ всех проб был завершен в максимально короткое время. Для выполнения этого требования необходимо использовать высокопроизводительные методы и современное аналитическое оборудование.

Для определения химического состава мочи в современных лабораториях применяются специализированные анализаторы мочи. В подавляющей части таких приборов применяется метод “сухой химии”. В основе метода “сухой химии” для анализа мочи лежат цветные реакции, приводящие к изменению окраски тестовой зоны полоски. В зависимости от химических свойств определяемого аналита используются как обычные химические реакции, так и ферментативные (например, глюкозооксидазная реакция при определении со-



держания глюкозы в моче). Некоторые аналиты определяют по их собственной ферментативной активности (лейкоциты, гемоглобин). Изменение окраски тестовых зон определяется либо визуально – сравнивается окраска зоны с цветовой шкалой на пенале, либо с помощью специального отражательного фотометра. Последний метод оценки цветной реакции более предпочтителен, поскольку позволяет получить объективный результат анализа. Визуальная оценка реакций существенно зависит как от характера освещения в помещении, так и от особенностей цветовосприятия зрения лаборанта.

Анализаторы мочи на тест-полосках делятся на три группы.

Первая группа представляет собой специализированные отражательные фотометры с ручным помещением тест-полоски в фотометрическую зону. Это наиболее простые и дешевые приборы.

Примером прибора этого класса может служить анализатор мочи **Uriscan Optima**, Корея (рис. 2).

Отличительной особенностью этого класса приборов является то, что они работают в двух режимах: с хронометрированием реакции (отсчет времени между смачиванием тест-полоски мочой и фотометрированием) и без такового. В первом случае лаборант лишь помещает смоченную мочой тест-полоску на столик прибора и прибор автоматически отсчитывает время инкубации, по истечении которого проводит измерение. Производительность прибора в этом случае составляет 60 проб в час. Второй режим позволяет существенно увеличить производительность измерений и проводить до 600 тестов в час, но при этом хронометраж реакции – должен осуществлять лаборант. Таким образом вся ответственность за



Рис. 2. Анализатор мочи *Uriscan Optima*

точное соблюдение времени инкубации и, соответственно, точность получаемых результатов ложится на лаборанта. Надо учитывать тот факт, что для показателей, определение которых основано на измерении ферментативной активности (например, гемоглобин, лейкоциты) удлинение времени инкубации относительно номинального может приводить к завышенным результатам анализа, а поспешность лаборанта приводит к заниженным результатам (рис. 3), поскольку в отличие от исследований по конечной точке (рис. 3а), в режиме кинетики изменение цветовых характеристик тестовой зоны полоски не прекращается до полного истощения субстрата (рис. 3б).

Uriscan Optima – это оптимальный выбор для небольших лабораторий, ФАП-ов, кабинетов доврачебного приема пациентов. Хорошая производительность прибора (до 600 тестов в час), простая процедура калибровки, русифицированное меню позволяют применять этот прибор в лабораториях любого уровня.

Во второй группе анализаторов фотометрирование осуществляется автоматически в строго определенное время, что полностью гарантирует отсутствие ошибок преаналитического этапа, связанных с субъективным фактором. Для

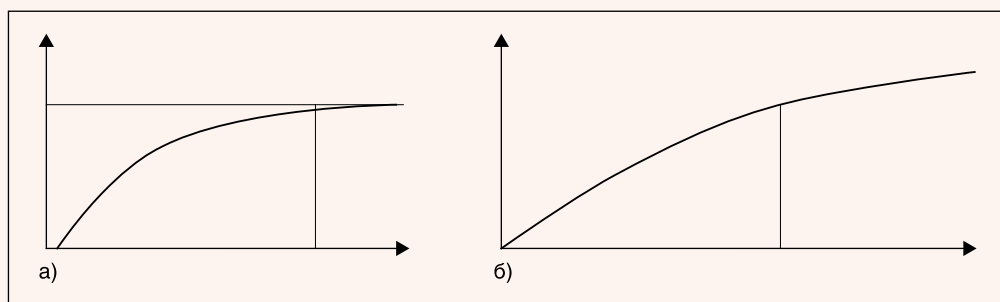


Рис. 3. Динамика изменения коэффициента отражения тестовой зоны полоски при измерении по “конечной точке” (а) и в кинетическом режиме (б)

этого в приборе имеется специальный транспортер тест-полосок. Примером такого прибора является анализатор мочи **Uriscan Pro**, Корея (рис. 4).

Uriscan Pro – это высокопроизводительный анализатор (до 720 тестов в час). Автоматический контроль времени инкубации тест-полоски с мочой исключает влияние человеческого фактора на результат исследования и повышает производительность прибора. Этот прибор можно использовать в лабораториях поликлиник с большим количеством обслуживаемого населения.



Рис. 4. Анализатор мочи *Uriscan Pro*

В приборах первой и второй групп процедура смачивания тест-полоски мочой выполняется лаборантом вручную. От того, как эта процедура будет выполнена – время нахождения тест-полоски в моче, удаление избытка мочи на тест-полоске – зависит результат анализа. Аккуратный лаборант эту процедуру выполняет легко и четко и, как следствие, получает хорошо воспроизводимые результаты.

В настоящее время для минимизации влияния человеческого фактора на результат исследования все шире стали применяться анализаторы **третьей группы**, в которых нанесение проб мочи на тестовые зоны, хронометраж реакции и фотометрирование выполняются автоматически. Примером такого анализатора является **Uriscan Super**, Корея.

Uriscan Super – это полностью автоматический анализатор мочи, предназначенный для крупных лабораторий. Все что нужно лаборанту – это разместить пробирку с пробой мочи в штатив.

Следующим шагом аналитического этапа является определение белка в моче. Этот показатель необходимо определять во всех пробах мочи. В настоящее время в некоторых лабораториях с целью экономии времени и средств анализ на белок в моче делают в два этапа. Сначала все пробы мочи анализируют качественным методом с применением сульфосалициловой кислоты или полуколичественным методом с применением тест-полосок. Затем для положительных проб



выполняется количественный анализ. **Это серьезная ошибка.** Применение тест-полосок не позволяет определить протеинурию, обусловленную глобулинами, так как реагент, который используется в тест-полосках всех производителей (бромфеноловый синий), селективно чувствителен к альбуминовым фракциям. Качественные же методы, основанные на реакции преципитации белков в кислой среде, нередко дают ложные результаты. Это связано с влиянием различных факторов на результат анализа, такими как: мутность (если моча не центрифугирована), pH мочи, рентгеноконтрастные красители с органическими йодидами, присутствие кристаллина, лекарств, в частности пенициллина, цефалоспоринов и др.

При относительно невысоких концентрациях белка в моче эти факторы и их сочетание могут приводить, как к завышенным результатам измерений, так и к заниженным. При высоких концентрациях белка в моче заниженные, а иногда и ложноотрицательные результаты получаются из-за образования крупных преципитатов белка, быстро выпадающих в осадок. При этом результат измерения будет очень сильно зависеть от того, как лаборант проведет анализ. Так, например, встряхивание пробирки значительно ускоряет образование крупных преципитатов.

В соответствии с приказом Минздрава России от 07.02.2000 № 45 “О системе мер по повышению качества клинических лабораторных исследований в учреждениях здравоохранения Российской Федерации”, погрешность измерения не должна превышать 20%. Многие исследования у нас в России и за рубежом показали, что только пирогалловый метод позволяет обеспечить такую точность.

Учитывая все вышеизложенное, специалистами нашей Компании был разработан новый анализатор белка в моче “**Микролаб 600**” (рис. 5), предназначенный для рутинных количественных анализов концентрации белка в моче с применением красителя пирогалловый красный (ПГК).

Медицинские испытания фотометра “Микролаб 600” проводились в трех ведущих медицинских учреждениях: Российском кардиологическом научно-производственном комплексе Минздрава России (РКНПК МЗ РФ), Российской медицинской академии последипломного образования (РМПО МЗ РФ), Российском научном центре хирургии РАМН (РНЦХ РАМН). В настоящее время уже несколько тысяч лабораторий на территории России стали применять для определения общего белка мочи метод ПГК.

При анализе общего белка мочи (ОБМ) на фотометре “Микролаб 600” используется новый отечественный биохимический набор реагентов для количе-

ственного определения концентрации ОБМ “ЮНИ-ТЕСТ-БМ”. Данный набор основан на использовании реакции образования комплекса красителя ПГК и молибдат натрия с молекулами белка. Молекулы красителя в свободном состоянии не поглощающие свет на длине волны 600 нм, в комплексе с белком свет поглощают. Таким образом, мы как бы метим каждую молекулу белка красителем



Рис. 5. Анализатор белка в моче “Микролаб 600”

и в результате получаем, что изменение оптической плотности реакционной смеси на длине волны 600 нм четко коррелирует с концентрацией белка в моче. Причем, поскольку сродство ПГК к разным фракциям белка практически одинаковое, метод позволяет определять общий белок мочи.

Фотометр “Микролаб 600” – это портативный биохимический фотометрический анализатор, работающий как автономно (от комплекта из 4 элементов питания типа АА), так и от электрической сети питания 220 В. Поэтому фотометр можно использовать не только для работы в лаборатории поликлиники, но и на выездках в различные учреждения или удаленные населенные пункты для проведения массовых профилактических обследований.

Микроскопия осадка мочи – следующий шаг аналитического этапа. Анализ осадка мочи в подавляющем большинстве лабораторий выполняется с помощью микроскопа. **Микроскоп МТ 4200** серии Mediji Techno (Япония) – современный бинокулярный микроскоп с высококачественной оптикой. Для удобства работы лаборанта лучше выбирать модель со светодиодным осветителем, так как светодиод имеет продолжительный срок службы. Существенно облегчает процедуру микроскопии использование системы CenSlide. Технология CenSlide позволяет посчитать количество элементов осадка мочи на всем смотровом поле, зная точный объем исследуемого материала.

Оценка физических свойств мочи, таких как запах, цвет, мутность, проводится органолептическим методом. Удельный вес мочи измеряется урометром или с помощью тест-полосок на автоматическом анализаторе мочи. Удельный вес, измеряемый диагностическими полосками, зависит от числа ионов и буферной способности раствора.

Если образец мочи содержит большое количество белка или глюкозы, то при использовании тест-полосок получают более низкие показатели удельного веса по сравнению с фактическими величинами. Поэтому определение удельного веса мочи с помощью урометра является более предпочтительным.

После того, как результаты анализа мочи получены, наступает **постаналитический этап**. От организации этого этапа во многом зависит точность постановки диагноза и подбор адекватных методов лечения. Результаты анализа фиксируются на бланке с пометкой границ норм и выделением патологических результатов.

Если лаборатория переходит с одного метода анализа на другой, в частности с метода определения белка в моче методом сульфосалициловой кислоты на ПГК, очень важно проинформировать всех лечащих врачей о существенном изменении границ норм значений!

Для получения достоверных результатов анализа мочи необходимо не только применять современное оборудование и методы исследования, но и обеспечить качественное выполнение аналитических процессов сотрудниками лаборатории. Очень важно чтобы, приступая к новым видам исследований, лаборант внимательно изучил аналитические принципы исследования и при выполнении всех аналитических процедур, четко следовал инструкциям, прилагаемым к соответствующему оборудованию и наборам реагентов.