



ОСНАЩЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Современное оборудование и расходные материалы для клинических лабораторных исследований мочи

В.А. Крюкова

*ведущий эксперт отдела преаналитики
и клинической биохимии ООО “ОМБ”*

Моча является вторым по значимости биоматериалом для клинических лабораторных исследований после венозной крови. В лабораторной практике выполняют клинические биохимические, иммунохимические, цитологические, бактериологические, молекулярно-биологические и др. исследования мочи.

В настоящее время клинический анализ мочи, включающий в себя физико-химические, биохимические тесты и микроскопическое исследование осадка, осуществляют на специализированном оборудовании.

Основные виды оборудования для анализа мочи

Для исследования мочи применяются следующие виды лабораторного оборудования:

- ~ приборы для полуколичественного анализа на основе методов сухой химии и иммунохимии разной производительности и степени автоматизации (Urinalysis Analyzers)*;
- ~ автоматические приборы для проточного анализа содержащихся в моче клеток, кристаллов, бактерий и других частиц мочи (Urine Analyzers или Urine Microscopy Analyzer)*;
- ~ комплексные автоматические системы (КАС), сочетающие в себе несколько анализаторов первого и второго типа (Urine Station или Urine System)*.

Современные разработки для исследования мочи методом сухой химии

Основой проведения современного комплексного анализа мочи методом сухой химии является отражательная фотометрия – измерение величины оптического сигнала, излучаемого хромогенным агентом реакционной зоны во время освещения ее падающим светом (рис. 1а). Сигнал возникает в результате химических реакций реагентов тестовой зоны, которые начинаются после внесения биоматериала. Измерение проводится через определенное время после начала реакции (30–120 с).

* В скобках приведены распространенные английские названия типа оборудования.

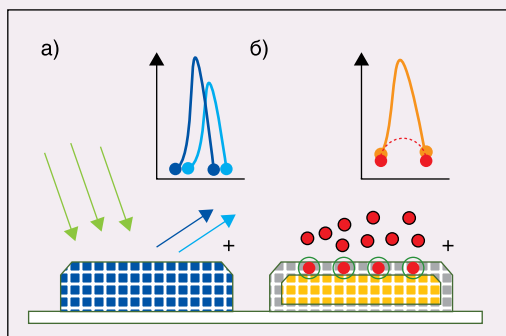


Рис. 1. Схема детекции сигнала по принципу отражательной фотометрии

Современные системы отражательной фотометрии являются двухлучевыми (одновременное измерение на двух длинах волн), что увеличивает их чувствительность. Создание системы изолированных измерительных детекторов для каждой из тестовых зон позволяет увеличить чувствительность анализатора. Детекторы расположены под определенным углом к тест-полоске, что позволяет зарегистрировать максимальный сигнал отраженного от тестовой зоны света.

Следует отметить, что конструкция прибора и его система детекции разрабатываются под тип тест-полосок конкретного производителя (последовательность расположения и геометрия тестовых зон, размер промежутков, используемые химические реакции и пигменты). В соответствии с этим подбираются светофильтры и угол наклона детекторов, соотношение скорости реакции и скорости измерения, параметры усиления сигнала, геометрия измерительной ячейки, число и расположение светочувствительных матриц.

В современных тест-полосках в некоторых тестовых зонах, кроме основного реакционного слоя, имеются дополнительные слои. Внешний дополнительный слой может выполнять защитную функцию, т. к. связывает вещества, отрицательно влияющие на результат. Например, разработан специальный слой, который предотвращает возможность получения ложноотрицательных результатов при диагностике гематурии и глюкозурии, обусловленных высокой концентрацией аскорбиновой кислоты в исследуемом образце мочи. Специальные реагенты внешнего дополнительного слоя (рис. 1б) в тестовых зонах “глюкоза” и “кровь” связывают избыток аскорбиновой кислоты до попадания ее в реакционную зону. Дополнительные слои под основным реакционным слоем тестовой зоны могут содержать компоненты, стабилизирующие или останавливающие основные реакции.

Приборы для полуколичественного анализа мочи на основе методов сухой химии и иммунохимии (Urinalysis Analyzers)

В настоящее время такие приборы, имеющие разную производительность и уровень автоматизации, предлагаются многими фирмами; технические характеристики приборов и качество получаемых результатов анализа могут существенно отличаться. Важными свойствами современных анализаторов мочи являются уровень организации рефрактометрической детекции, возможность прямого соединения с персональным компьютером и совместимость с лабораторными информационными системами. В настоящее время предлагаются три основных варианта приборов для химического анализа мочи, которые имеют разную производительность.

Полуавтоматические анализаторы мочи малой производительности (50–150 тестов в час) – просты в эксплуатации. Оператор опускает тест-полоску в пробу пациента, затем устанавливает ее в каретку анализатора и запускает начало измерения

стартовой кнопкой. Далее каретка автоматически перемещается в измерительную камеру (рис. 2а), где проводится последовательное считывание результата измерения по каждой тестовой зоне полоски.

В анализаторах этого типа достоверность результатов зависит от многих причин: соблюдения правил хранения тест-полосок, условий выполнения теста, времени инкубации, удаления излишков жидкости с полоски, правильности расположения полоски в держателе каретки анализатора и др.

В настоящее время ведутся интенсивные разработки более компактных полуавтоматических приборов для анализа мочи (вес 180–500 г). Актуальность этого направления обусловлена в первую очередь нестабильностью мочи при хранении и транспортировке. Данное оборудование предназначено для внелабораторного обследования пациента (приборы для анализа по месту лечения) и лабораторий первичного звена. Приборы могут работать на автономном электропитании, оснащены внутренней памятью достаточно большого объема, сенсорным дисплеем, встроенным принтером и системами соединения с персональным компьютером. Такие анализаторы можно также использовать для индивидуального мониторинга с проведением анализа мочи на дому у пациента.

Полуавтоматические анализаторы мочи средней производительности (300–600 тестов в час) – являются стационарным оборудованием и предназначены для небольших клинических лабораторий. В отличие от анализаторов первой группы эти приборы производят одновременное считывание результатов во всех тестовых зонах по принципу одна зона – один измерительный канал. Оператор опускает тест-полоску в пробу пациента, затем помещает ее на устройство автоматической подачи тест-полосок в измерительную камеру (рис. 2б). Запуск начала измерения производится автоматически. Как и у анализаторов первого типа, результаты зависят от правильности выполнения пользователем преаналитических операций. Приборы могут иметь дополнительные измерительные блоки для полуколичественных иммунохимических тестов.

Автоматические анализаторы мочи (до 240 тестов в час) – предназначены для крупных КДЛ. В них реализована полная автоматизация всего цикла анализа, что

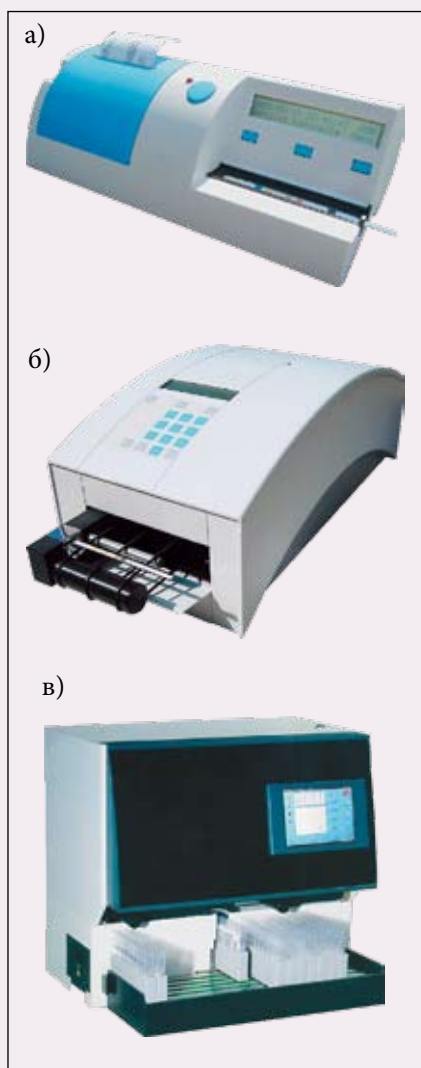


Рис. 2. Приборы для полуколичественного анализа мочи

значительно улучшает качество получаемых результатов, т. к. при этом обеспечены оптимальные стандартизованные условия для проведения теста (нанесение образца на тест-полоску, время и условия инкубации, положение тест-полоски в измерительной ячейке).

Пробы мочи в пробирках размещаются в специальные штативы (рис. 2в). Современные системы могут работать с открытыми пробирками разного типа с объемом проб от 2 до 10 мл. В некоторых анализаторах такого типа уже возможно использование вакуумных пробирок для взятия мочи (рекомендуется использовать вакуумные пробирки без консервантов, т. к. последние могут влиять на качество результатов исследования отдельных анализов). На тест-полоску, автоматически попадающую в камеру, наносится биопроба; затем тест-полоска подается в многоканальный измерительный блок. В автоматические приборы для химического анализа мочи также могут быть встроены дополнительные аналитические блоки для определения цвета, мутности, удельного веса, осмолярности. Эти тесты проводятся при помощи других методов измерения.

Автоматические системы проточного анализа мочи (Urine Analysers)

Автоматические системы проточного анализа клеточных элементов и компонентов осадка мочи были созданы по принципу проточной флуорометрии. На этой технологии также основана работа высокопроизводительных гематологических анализаторов нового поколения. Использование данных систем для анализа мочи было предложено несколько лет назад после разработки соответствующего программного обеспечения. Автоматические системы проточного анализа разработаны для замены традиционной микроскопии осадка мочи. Проточные анализаторы позволяют провести количественную оценку содержания лейкоцитов, эритроцитов и эпителиальных клеток в моче, а также оценить присутствие патологических объектов, отражающих процессы инфекционного и неинфекционного генеза (цилиндры, бактерии, грибки, комплексы раковых клеток и т. д.). Производительность этих анализаторов составляет до 100 проб/ч.

Результат выдается в количественном виде и в виде изображений всех обнаруженных патологических объектов (кристаллы, цилиндры, клетки) на экране дисплея для последующей оценки специалистом. Патологические образцы автоматически отбираются для дополнительного исследования. Анализаторы оснащены специальным программным обеспечением и персональным компьютером. Для преаналитического этапа этого исследования рекомендуется использовать вакуумные системы с комплексным стабилизатором типа “Стабилур” с целью предотвращения контаминации и разрушения клеточных элементов в образцах мочи при транспортировке и хранении.

Комплексные автоматические системы анализа мочи (Urine Station)

В последние годы предложен новый тип оборудования для анализа мочи, в котором прибор для полуколичественного анализа на основе методов сухой химии и иммунохимии и проточная автоматическая система для анализа клеточных элементов и компонентов осадка мочи соединены в единый комплекс. Этот комплекс имеет внутреннюю систему транспортировки пробирок и единую информационную систему.

Вакуумные системы в организации преаналитического этапа исследования мочи

Основная сложность в проведении лабораторно-диагностических исследований мочи связана с изменением ее физико-химических свойств при хранении и транспортировке. При внедрении более эффективных автоматизированных методов анализа мочи значение преаналитического этапа возрастает, т. к. увеличивается время доставки проб в централизованную лабораторию. Необходимыми условиями получения высококачественных результатов при исследовании мочи являются правильная организация преаналитического этапа и оснащение лаборатории необходимыми расходными материалами.

Оптимальным вариантом организации преаналитического этапа современного полуколичественного анализа мочи на основе методов сухой химии и иммунохимии является использование вакуумной системы для взятия мочи, аналогичной вакуумной системе для взятия венозной крови. Для проведения всего комплекса исследований достаточно 10 мл пробы. При этом существенно снижается действие таких отрицательных факторов, как контаминация биологическими агентами и контакт с атмосферным воздухом. Система также дает возможность разделения первичной пробы мочи из контейнера в несколько пробирок для выполнения тех видов диагностического исследования мочи, для которых требуются разные преаналитические условия и стабилизаторы (химического, биохимического, бактериологического, цитологического исследований, ПЦР-диагностики).

Вакуумная система для анализа мочи (рис. 3а) состоит из держателя-адаптера с встроенной внутренней иглой и пробоотборником, комплекта стерильных вакуумных пробирок разного объема с круглым и коническим дном (без добавок или со специальными консервантами и стабилизаторами). При помощи данной системы пробы мочи могут быть отобраны закрытым способом практически из любого типа контейнеров (рис. 3б) (стандартных 100 мл, для суточной мочи, мешков-мочесборников для детей и взрослых) в необходимое число пробирок для разных исследований. При этом положение пробирки



Рис. 3. Современные расходные материалы для преаналитического этапа исследования мочи

может быть любым, что делает всю процедуру аликвотирования максимально простой и удобной. Она может быть проведена пациентом в домашних условиях после простого предварительного инструктажа. Транспортировка проб в лабораторию в герметично закрытых пробирках значительно удобнее, срок сохранности проб больше, легче организовать охлаждение проб и их защиту от света. Для дополнительного удобства и безопасности работы предложены специальные контейнеры для взятия мочи со встроенным в крышку крестовидным эластичным мембранным клапаном (рис. 3в), который позволяет отбирать пробу в вакуумные пробирки без вскрытия контейнера в лаборатории.

Клеточные элементы в моче очень нестабильны и легко разрушаются. Поэтому для **проточного анализа и для цитологических исследований мочи** рекомендуется использовать специальную вакуумную пробирку с комплексным стабилизатором типа “Стабилур”. Вакуумная пробирка с коническим дном специально используется для выделения осадка методом центрифугирования.

Для проведения **бактериологического анализа** рекомендуется использовать специальный комплект из стерильного контейнера со встроенным держателем вакуумной системы (рис. 3г) и двух стерильных вакуумных пробирок с консервирующей средой (рис. 3а). Для блокирования роста сапрофитной флоры в вакуумные пробирки добавлены специальные консерванты (борная кислота, смесь борной кислоты с формиатом или боратом натрия).

В отделениях реанимации взятие пробы мочи из мочесборников или катетеров возможно при помощи держателей, аналогичных тем, которые используются для взятия венозной крови, и совместимых с различными разъемами магистралей (рис. 3д).

Таким образом, КДЛ любого уровня и объема проводимых исследований имеют возможность выбора оборудования и расходных материалов для получения качественных результатов анализа мочи.