

УДК 577:616:001

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В КЛИНИКО-БИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Магомедов Д.М., Кан А.Е., Павлов В.М., Ососков В.С.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации, Волгоград, e-mail: dzabrailmagomedov354@gmail.com*

В настоящее время в клинической лабораторной диагностике широко используются современные биохимические и иммунохимические методы. С целью совершенствования и ускорения проведения исследований применяются полуавто- и автоанализаторы, а так же большое количество лабораторно-диагностических наборов и тест-систем. Биохимический анализатор – это прибор для биохимических исследований различных веществ: электролитов, ферментов, гормонов и прочее. Он способен определить концентрацию и наличие этих веществ практически в любых видах биологического материала. Биохимический анализатор обеспечивает выполнение различных тестов и анализов: от срочных до традиционных клинико-биохимических. Данные аппараты делят на автоматические и полуавтоматические. Автоматические выполняют большой спектр операций: отбор материалов и реагентов, их смешивание и нагрев, анализ, обработка и печать полученной информации, автоматическое промывание прибора. Исследования с использованием биохимических анализаторов являются более быстрыми и точными по сравнению с ручными методами. К ценным достоинствам современных анализаторов относится высокий уровень стандартизации процесса, постоянство количества и химического состава расходных материалов. Применение идентичных реагентов и реактивов способствует сопоставимости результатов, полученных в разное время в разных лабораториях. В данной статье раскрывается актуальность использования современных биохимических анализаторов и основные принципы их работы.

Ключевые слова: биохимические анализаторы, клиническая диагностика, автоматический биохимический анализатор, спектрофотометры

MODERN APPROACHES IN CLINICAL AND BIOCHEMICAL RESEARCH

Magamedov D.M., Kan A.E., Pavlov V.M., Ososkov V.S.

*Volgograd State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Volgograd,
e-mail: post@volgmed.ru*

At present, modern biochemical and immunochemical methods are widely used in clinical laboratory diagnostics. In order to improve and accelerate research, semi-auto and auto-analyzers are used, as well as a large number of laboratory diagnostic kits and test systems. A biochemical analyzer is a device for biochemical studies of various substances: electrolytes, enzymes, hormones, and so on. He is able to determine the concentration and presence of these substances in virtually any kind of biological material. The biochemical analyzer provides performance of various tests and analyzes: from urgent to traditional clinical and biochemical. These devices are divided into automatic and semi-automatic. Automatic perform a wide range of operations: the selection of materials and reagents, their mixing and heating, analysis, processing and printing of the received information, automatic washing of the device. Studies using biochemical analyzers are faster and more accurate than manual methods. The valuable advantages of modern analyzers include a high level of process standardization, consistency in the quantity and chemical composition of consumables. The use of identical reagents and reagents contributes to the comparability of the results obtained at different times in different laboratories. This article reveals the relevance of the use of modern biochemical analyzers and the basic principles of their work.

Keywords: biochemical analyzers, clinical diagnostics, automatic biochemical analyzer, spectrophotometers

Биохимические анализаторы являются важным и необходимым шагом в развитии современных клинико-биохимических исследований. Диагностические исследования, проводимые с непосредственным участием лаборанта, могут значительно отклоняться от действительности из-за неизбежных ошибок при работе с большим числом образцов. Исследования с использованием анализаторов отличаются от стандартных ручных методов высокой надёжностью, большей точностью, экономичностью и эффективностью, что обеспечивает возможность быстрой постановки правильного диагноза [1].

Первым толчком к развитию биохимических анализаторов послужило создание фо-

тометров и спектрофотометров с контролируемой температурой кюветы. Это позволило осуществить на практике принцип кинетического исследования субстратов и ферментов. В дальнейшем в устройства была заложена электронная функция автоматического перевода регистрируемых значений в показатели концентрации или активности. Исключение из процесса оператора позволило проводить исследования в режимах:

- фиксированного времени (измерение результата через определенный интервал времени после начала реакции);
- кинетики (ряд измерений с определенным интервалом времени и расчетом активности фермента по средней величине изменения абсорбции за этот интервал времени);

- дифференциальном (расчет концентрации по разности абсорбции опытного и контрольного образцов);

- бихроматическом (расчет концентрации по разности абсорбции, измеренной на двух длинах волн).

Важную роль играет качество исполнения самого анализатора, неразрывно связанное как со стоимостью прибора, так и его обслуживания. Анализаторы «закрытого» типа имеют наиболее высокую точность измерения, но только при использовании в них предписанных производителем реагентов. Анализаторы «открытой» системы предоставляют возможность использования реагентов любых производителей, но при этом, ни изготовитель анализатора, ни изготовитель реагентов не дает гарантий получения корректных результатов для каждого конкретного варианта совмещения анализатора и реагентов.

Биохимический анализатор может обеспечивать выполнение различных тестов и анализов: от срочных до традиционных клинико-биохимических. Данные аппараты делят на автоматические, полуавтоматические и спектрофотометры. Автоматические выполняют большой спектр операций: отбор материалов и реагентов, их смешивание и нагрев, анализ, обработку и печать полученной информации, автоматическое промывание прибора. На полуавтоматических анализаторах процесс подготовки анализируемых веществ оператор производит вручную, что крайне неудобно для крупных лабораторий. Для более быстрой и удобной работы системы биохимические анализаторы могут быть оснащены: автоматическими манипуляторами, центрифугами для пробирок, специальным программным обеспечением для обработки результатов пациентов.

Полуавтоматические биохимические анализаторы осуществляют автоматическую калибровку, выдают запрос о необходимости добавления последующей пробы. Вычисление результатов исследования происходит по выбранному оператором алгоритму и отображается на дисплее прибора. В некоторых модификациях приборов предусмотрены дополнительные опции, позволяющие производить сравнения результатов и определить их соответствие по бланку, изменению оптической плотности или значению. Возможно несколько вариантов предоставления информации: в электронном виде (вывод результатов на экране монитора либо сохранение на записывающем устройстве), печать на бумаге. При использовании полуавтоматического анализатора лаборанту необходимо самостоятельно приготовить пробу и подготовить реагент. Полуавтомати-

ческий биохимический анализатор используется в «малых» лабораториях с производительностью до 200 тестов/час.

Автоматические биохимические анализаторы требуют крайне малого участия оператора. Оператор подбирает профиль работы прибора по аналогии с порядком установления параметров и количеством анализируемых проб. Контроль оператора нужен только на фазе программирования тестов и при определении «профиля» (регламента последовательности определения тех или иных параметров) и числа анализируемых проб. Все остальные действия по подготовке пробы осуществляются в автоматическом режиме. Основными качествами всех автоматических биохимических анализаторов являются: большая пропускная способность, малый (в сравнении с мануальными методиками и определением на полуавтоматических анализаторах) расход реагента, автоматическая подача и смешивание реагентов (в наиболее современных системах блок для хранения реагентов охлаждается). Большое количество автоматических систем оборудованы программным обеспечением, позволяющим оценивать точность результатов, кроме того, при получении неточного результата они позволяют повторить анализ с другим разведением пробы. Практически во всех приборах этого класса управление осуществляется при помощи внешнего компьютера или аналогичного современному компьютерным системам встроенного процессора [1, 2].

По работе с реагентами полностью автоматизированные анализаторы принято делить на так называемые «открытые» и «закрытые» системы.

Закрытый тип анализаторов предполагает применение ограниченного числа реагентов, предусмотренных разработчиком. В систему изначально добавлены контрольные и калибровочные данные, а информация о применяемых реагентах в данном конкретном исследовании заносится в прибор посредством считывания штрих-кода с их упаковки. Ограниченность выбора реагентов является минусом данного анализатора. Как правило, заявленные производителем реагенты достаточно дорогостоящие, заменить их более дешевыми аналогами нельзя, так как это может привести к некорректной работе самого анализатора. К плюсам анализатора данного типа можно отнести стабильность результатов калибрования.

Открытый тип анализаторов предполагает возможность применения реагентов практически любого производителя благодаря встроенному набору светофильтров для выполнения наиболее распространен-

ных методик анализа. В целом работа систем открытого и закрытого типа одинакова. Стоит отметить, что не все системы открытого типа полностью похожи. Каждый производитель разрабатывает свои уникальные механизмы – блоки реагентов, блоки анализируемых образцов и т. д.

В основу работы лабораторного анализатора положен спектрофотометрический метод – изучение биологических жидкостей с помощью химических реакций и спектральных измерений. Точность, объективность анализов в сочетании с высокой производительностью – основные достоинства этого метода.

Автоматические биохимические анализаторы проводят весь процесс работы без вмешательства лаборанта: дозировку проб и реагентов; фотометрию, выведение данных на монитор компьютера и их перенесение на бумагу; промыв системы тоже происходит автоматически [2].

Из этого следует, что автоматические биохимические анализаторы выгодно отличаются от остальных типов: своей производительностью до 800 тестов/час; скоростью замера и обработки результатов: время одного замера составляет от 3 до 30 сек; минимальным расходом реагентов; точностью результатов.

Плюсы использования автоматического биохимического анализатора:

1. Требуют минимального участия оператора. Оператор выбирает профиль работы прибора в соответствии с порядком определения параметров и количеством анализируемых проб. Все остальные действия по подготовке пробы осуществляются в автоматическом режиме.

2. Высокая производительность, быстрота в обработке проб и результатов анализов.

3. Экономическая выгодность и быстрая окупаемость за счет минимального потребления реагентов, исследуемых материалов, электроэнергии за счёт автоматического смешивания, подачи реагентов и промывки системы.

4. Управление автоматическим биохимическим анализатором осуществляется посредством самого современного компьютерного оборудования, которое в зависимости от модели может являться неотъемлемой частью прибора, либо анализатор имеет возможность подключения к внешнему мощному компьютеру. Программное обеспечение адаптировано под работу с операционными системами Windows и DOS [3].

Методы спектрофотометрии основаны на том, что своими, характерными только для него, спектральными свойствами, об-

ладает каждое вещество. Спектрофотометр-прибор, предназначенный для измерения отношений двух потоков оптического излучения, один из которых – поток, падающий на исследуемый образец, другой – поток, испытавший то или иное взаимодействие с образцом. Позволяет производить измерения для различных длин волн оптического излучения, соответственно в результате измерений получается спектр отношений потоков. Обычно используется для измерения спектров пропускания или спектров отражения излучения. Спектрофотометры, предусмотрены на регистрацию величины оптической плотности и производящие элементарные математические операции с полученными величинами, которые, в свою очередь, подразделяются на одно- и многоканальные системы. Между собой они отличаются по наличию (или отсутствию) ряда вспомогательных возможностей, таких как термостатирование пробы, автоматический вычет бланка, вывод результатов на дисплей или на печатную ленту и так далее. Приготовление реагентов, смешивание и внесение образцов, порядок очередности тестов для всех этих анализаторов проводится врачом-лаборантом вручную, поэтому используемые в этом случае методики называют «ручными» или «мануальными». С помощью спектрофотометра определяют состав и наличие примесей в различных жидкостях, таких как медицинские растворы, вода, продукты нефтяной и химической промышленности, продукция лакокрасочного производства [1, 4].

Все методы биохимического анализа имеют чёткие правила, выполнение которых позволяет определить правильный диагноз и увеличить производительность, что немаловажно. К ним относится правило минимального объема проб, которое позволяет повысить экономичность биохимического анализатора в целом. Кроме того, существует такой нюанс работы рассматриваемых приборов, как минимальный шаг дозирования, который также способен оказывать серьезное влияние на расход реагентов, а значит и экономическую эффективность анализатора. Более точная (с меньшим шагом) дозировка реагентов и образцов позволяет выдержать заданный регламент анализа, используя меньшее количество препаратов. В автоматизированных анализаторах присутствует проточная кювета, исключившая ошибки, связанные с постановкой кюветы в измерительный модуль и ее термостатированием, и позволяющей экономнее расходовать реактивы, поскольку при толщине поглощающего слоя 1 см объем кюветы составляет не более 100 мкл.

С учетом объемов подводящих трубок и необходимости несколько раз менять реакционную смесь в кювете до начала измерения объем раствора, требуемый для проведения измерений, составляет 0,5–1,0 мл [4].

Принцип действия биохимического анализатора – с двух сторон отверстия находятся два независимых друг от друга электрода, когда клетка проходит через апертуру, появляется электрический импульс, регистрируемый специальным датчиком. Для установления степени концентрации тестируемых клеток через апертуру прогоняют через канал нужный объем пробы и производят подсчет образованных при этом импульсов. В некоторых случаях при подсчете импульсов осуществляется сбой и устройство выдает ошибочный результат. Это происходит, например, когда в одно и то же время в апертуре находится сразу две клетки. В этом случае анализатор фиксирует их как один электрический импульс. Чтобы не совершить подобной ошибки, делают разведение тестируемой пробы при помощи изотонического раствора определенной концентрации. Это позволяет достигнуть присутствия в канале устройства в нужный момент только одной клетки. Тем не менее, при недостаточном перемешивании дозы крови перед тестированием ошибка не исключается даже при верном разведении пробы. Данные анализа, выдаются в виде цифровых значений и дополнительного графического изображения.

Практически все современные анализаторы могут проводить исследования по конечной точке, а также регистрировать динамику фермент-субстратного взаимодействия, точно определять другие параметры, используя изначально заложенные или составленные в ходе исследования калибровочные кривые [5].

Помимо этого, некоторые модели анализирующих устройств открытого типа также оборудованы сканером штрих-кода, что позволяет таким же образом считывать информацию об используемых реагентах.

Таким образом, биохимический анализатор остается наиболее востребованной и неотъемлемой частью не только современной клиники, но экспериментальной биологической лаборатории.

Вывод: биохимические анализаторы абсолютно необходимы при проведении клинической диагностики, поскольку эффективность их работы в разы превышает эффективность диагностики, проводимой вручную. Стоит отметить такие моменты, как качество самих анализаторов, которое может значительно варьировать, связанную с качеством оборудования стоимость и необходимость правильного обслуживания аппаратуры. Эти критерии выступают как ограничители, препятствующие распространению как высококачественных анализаторов, так и аппаратуры такого рода в принципе. Опыт применения типовых анализаторов для лабораторий показал, что их введение имеет положительное значение, но зачастую эффективность оказывается ниже необходимого. Следовательно, выбор анализатора должен производиться с учётом специфики самого медицинского или исследовательского учреждения, а также условий, влияющих на его работу.

Список литературы

1. Скворцова Р.Г. Современные подходы к организации клинико-диагностической лаборатории // Сибирский медицинский журнал. – 2013. – № 6. – С. 170–174.
2. Судаков И.А., Сахабиева Э.В. Биохимический анализатор как инструмент современной медицинской диагностики // Аллея науки. – 2018. – № 6(22). – С. 396–399.
3. Майорова К.В., Газизов Р.А. Принцип выбора биохимического анализатора для клинической лаборатории // Динамика взаимоотношений различных областей науки в современных условиях. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2017. – С. 44–47.
4. Sadiqov R.V. The value of immunological and biochemical analyses in carrying out medical and biology researches // Anzabjandan Medical Journal. – 2012. – № 2. – С. 155–158.
5. Spasov A.A., Bugaeva L.I., Bukatin M.V., Kuzubova E.A., Rebrova D.N. The influence of a new antioxidative preparation on the reproductive function of male-rats // European Journal of Natural History. – 2007. – № 1. – С. 115–116.