УДК 615.478

Е.В. Жогло, А.А. Аристов, А.С. Рафальский

Разработка метода и устройства для оценки гематологических и иммунных показателей организма

Рассмотрено применение метода оценки гематологических и иммунных показателей организма на основе реакции гемагглютинации путем фотометрирования пробы биологической жидкости, имеющей форму лежащей капли. Приведено краткое описание устройства, реализующего данный метод. Представлено теоретическое обоснование и приведены результаты экспериментальных исследований использования предлагаемого подхода.

Ключевые слова: гемагглютинация, антитело, капельный образец, кровь.

Для лабораторной диагностики многих серьезных заболеваний, таких как сифилис, вирусный гепатит В, клещевой энцефалит и др., применяется реакция гемагглютинации, которая представляет собой специфическое склеивание эритроцитов с адсорбированными на них антигенами либо антителами и выпадение их в осадок. Однако реакцию гемагглютинации все чаще заменяют другими иммунологическими методами диагностики, что связано, прежде всего, с несовершенством методики оценки результатов реакции. Постановка диагноза с помощью реакции гемагглютинации осуществляется на основе визуального контроля, а следовательно, на качество анализа значительное влияние оказывает субъективный фактор, что и повышает вероятность ошибки.

В связи с этим на кафедре ПМЭ ТПУ для оценки и учета результатов реакции гемагглютинации был предложен и апробирован метод фотометрирования капельных образцов биожидкостей (рис. 1, *а*) [1], а также сконструировано техническое устройство, реализующее его. В мировой практике известны приборы, предназначенные для фотометрического исследования капельных образцов [2, 3], однако все подобные устройства работают с прозрачными жидкостями, в отличие от предлагаемой установки, которая обеспечивает возможность исследования мутных сред, что, безусловно, является серьезным преимуществом. Для реализации данного метода используется система, состоящая из источника излучения расположенного под каплей, и приёмника излучения, который располагается над каплей соосно источнику. Установка, сконструирована таким образом, чтобы обеспечить необходимый температурный режим для оптимальных условий протекания исследуемых процессов и высокий уровень влажности. Полное описание экспериментальной установки содержится в патенте РФ на ПМ [4].

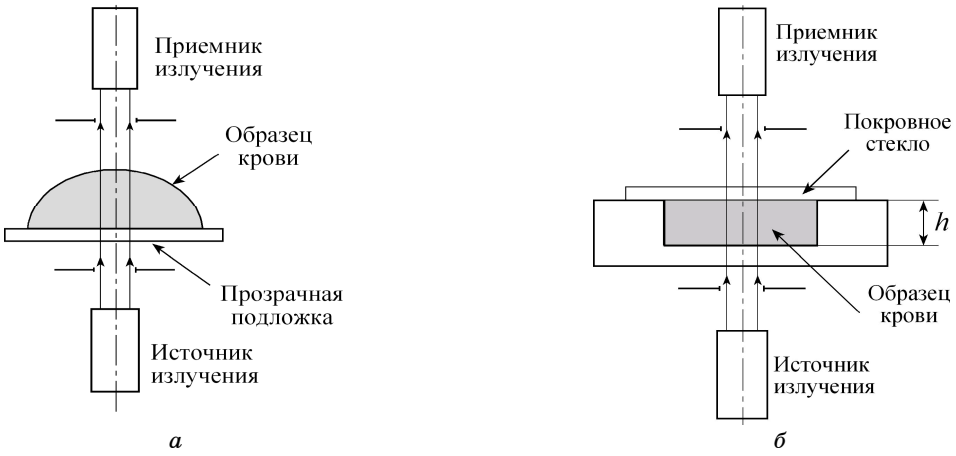

Рис. 1. Схема реализации метода фотометрирования капельной пробы (*а*), и проведения эксперимента в плоской кювете (*б*)

Исходя из предложенной схемы исследования, можно предположить наличие зависимости величины тока фотометрического канала от оптических свойств просвечиваемой среды и геометрии капельного образца, а они, в свою очередь, определяются физико-хими-ческими процессами, протекающими в пробе. К упомянутым процессам можно

отнести и специфическое взаимодействие антигенов и антител при протекании реакции гемагглютинации.

При проведении экспериментальных исследований ставилась реакция гемагглютинации для определения группы крови по системе АВ0. При этом использовалась кровь III группы, в которую добавляли стандартную тестовую сыворотку (II группы) содержащую антитела, вызывающие агглютинацию эритроцитов исследуемой крови.

Нами были проведены исследования возможности использования в качестве диагностического критерия динамики изменения оптических свойств капельных образцов в процессе образования агглютинирующих комплексов. Для этого фотометрирование капельных образцов проводилось в течение 15 мин сразу после добавления к крови тестовой сыворотки. Полученные зависимости для образцов с Ht 20 и 30 представлены на рис. 2.

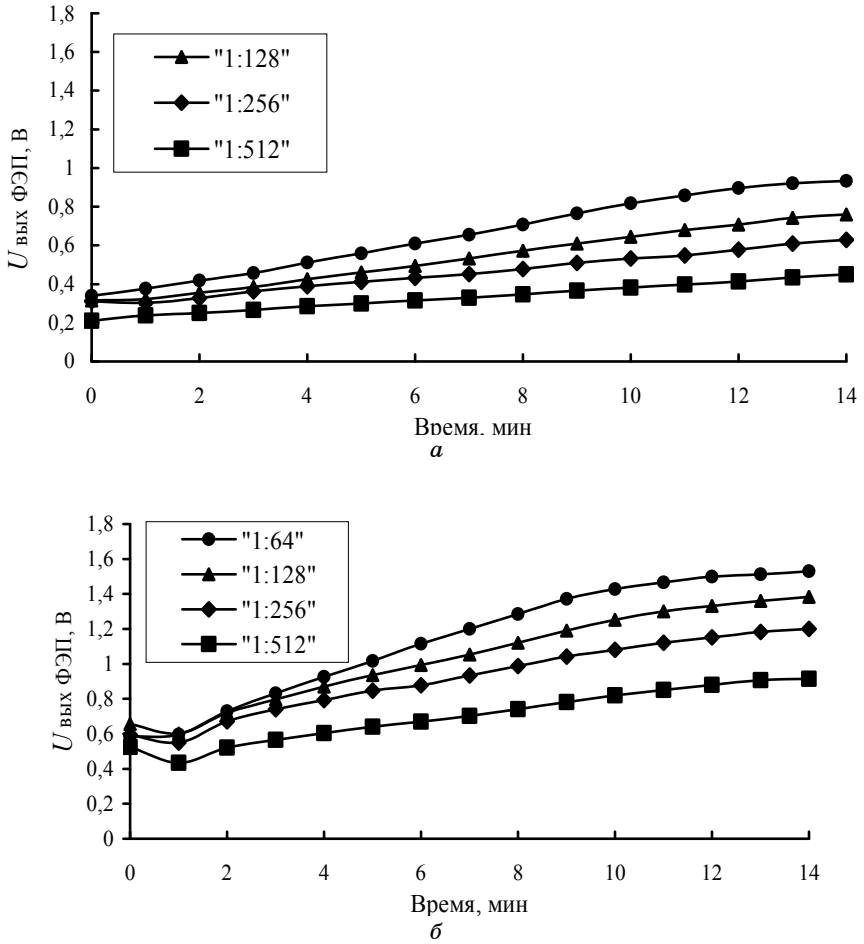

Рис. 2. Динамика изменения выходного напряжения фотоэлектронного преобразователя в зависимости от титра антител в сыворотке для капельных образцов с Ht 30 – (*а*) и Ht 20 – (*б*)

На графиках по оси ординат отложена величина выходного напряжения фотоэлектронного преобразователя (ФЭП), которое линейно связано с интенсивностью падающего на фотоприемник излучения. Из представленных зависимостей видно, что чем больше концентрация антител в добавляемой сыворотке, тем сильнее изменяются оптические свойства пробы. Эта закономерность сохраняется для образцов с любым гематокритом. Однако характер изменения оптических свойств зависит от гематокрита: чем ниже гематокрит, тем выше скорость нарастания кривых.

В целях подтверждения целесообразности использования для исследования реакции гемагглютинации проб, сформированных в виде капель, были проведены сравнительные исследования изменения их оптических свойств и свойств тех же проб, расположенных в плоской кювете. Результаты исследований представлены на рис. 3.

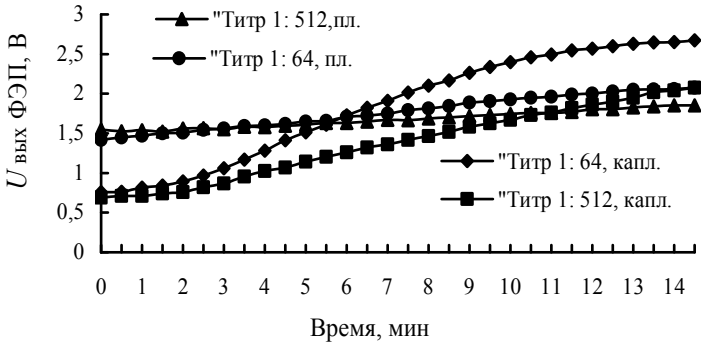

Рис. 3. Экспериментальные кривые, отражающие динамику изменения светопропускания в процессе протекания реакции гемагглютинации в капельной пробе (капл.) и плоской кювете (пл.)

Полученные результаты показывают более высокую чувствительность метода фотометрирования капельных проб к процессам, протекающим в исследуемых образцах, по сравнению с классической фотометрической регистрацией в плоской кювете.

Таким образом, представленные результаты исследований подтверждают возможность оценки иммунологических реакций, основанных на феномене агглютинации, в капельных образцах крови путем их фотометрирования. Необходимо отметить, что описанный метод требует дальнейших исследований и накопления достаточно большого и более полного клинического материала и для возможности его практического применения.

Работа выполнена при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.

Литература

1. Применение метода фотометрирования капельной пробы крови для оценки процесса оседания эритроцитов / А.А. Аристов, Г.С. Евтушенко, Я.С. Пеккер // Известия ТПУ (Томск). – 2006. – № 3. – С.144–150.

2. Pat. 4910402 US. B01L3/02; G01N11/00. Apparatus and method for measuring a property of a liquid/ N. McMillan; 20.03.90. – 4 p.

3. Pat. WO2007131945 IE. G01N13/00; G01N15/14. Microvolume analysis system/ N. McMillan; 22.11.07. – 3 p.

4. Пат. 2379687 РФ, МПК G01N33/49. Способ определения динамики оседания клеток крови/ А.А. Аристов (РФ); заявл.03.03.08; опубл.20.01.10. Бюл. – № 32. – 4 с.

Жогло Екатерина Владимировна
Магистрант каф. промышленной и медицинской электроники
Национального исследовательского Томского политехнического университета (НИТПУ)
Тел.: (382-2) 41-96-05
Эл. почта: zhoglo@sibmail.com

Аристов Александр Александрович
Канд. техн. наук, доцент каф. промышленной и медицинской электроники НИТПУ
Тел.: (382-2) 41-96-05
Эл. почта: aristov@tpu.ru

Рафальский Андрей Сергеевич
Магистрант каф. промышленной и медицинской электроники НИТПУ
Тел.: (382-2) 41-96-05
Эл. почта: rafalskiy_andrey@sibmail.com

Zhoglo E.V., Aristov A.A., Rafalsky A.S.

Development of the method and device for evaluation of hematological and immune parameters of human organism

The application of the evaluation method of hematological and immune parameters of human organism, which is based on the hemagglutination reaction by the use of photometric analysis of a biological liquid sample as a droplet, is considered. The brief description of the device implementing the method above is given. The theoretical justification and experimental results of the suggested approach usage are presented.

Keywords: hemagglutination, antibody, droplet sample, blood.