

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УСКОРЕННОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ

А.Н. Утицких¹, О.М. Дацок¹, И.В. Возиян²

(¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники,

²Национальный технический университет сельского хозяйства, Харьков)

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность седиментации эритроцитов в наклоненных капиллярах. Проведен анализ характера оседания по полученным седиментационным кривым. Установлено, что анализ динамики СОЭ перспективен для диагностирования сенсibilизации организма к врачeбным препаратам.

ускоренная седиментация, форменные элементы крови

Актуальность темы. Исследование скорости оседания эритроцитов (СОЭ) – один из наиболее широко используемых анализов в лабораторной практике для выявления наличия инфекции, воспалительного процесса в организме [1 – 3].

Исследование динамики СОЭ (ДСОЭ), необходимое при диагностике ряда специфических заболеваний, в частности лекарственной аллергии, а также контроля за ходом лечения – чрезвычайно трудоемкий процесс, поэтому в настоящий момент времени возникает необходимость в разработке новых, ускоренных методов определения СОЭ, ДСОЭ и автоматизированной обработки полученных результатов.

Постановка задачи. В настоящее время определение СОЭ производится по методу Панченкова [4], при этом значение СОЭ в норме у мужчин составляет 1 – 10 мм/час, у женщин – 2 – 15 мм/час [2, 5, 6].

Процесс оседания зависит от концентрации эритроцитов в исследуемом образце крови, степени агрегации эритроцитов, а также от геометрической формы эритроцитарных образований, величины поверхностного заряда эритроцитов и целого ряда других параметров [7, 8].

Одним из методов ускоренного определения СОЭ является метод центрифугирования, позволивший сократить время исследования при диагностике лекарственной аллергии с 3 часов до 12 минут [10]. Достоинством метода центрифугирования является то, что он не нарушает естественный ход седиментации эритроцитов. Благодаря применению мягкого центрифугирования (300 ÷ 900 об/мин), сила, действующая на эритроциты, увеличивается в несколько раз по сравнению с силой притяжения, которая действует при измерении стандартным методом.

Оседание эритроцитов в неоднородном, вдоль направления седиментации, поле центробежных сил неустойчиво, поэтому для повышения эффективности седиментационных исследований биопроб необходимо оптимизировать параметры системы ускоренной СОЭ. **Целью данной статьи** служит теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение оседания форменных элементов крови в поле сил гравитации при размещении капилляра Панченкова, отличном от вертикального.

Анализ экспериментальных данных. При постановке эксперимента использовалась кровь из локтевой вены донора, у которого наблюдалась аллергическая реакция на лекарственный препарат, при лечении онихомикоза и микотической экземы. В кровь добавляют 3,8% раствор цитрата натрия и перемешивают с раствором, который содержит лекарственный аллерген в концентрации 500 мкг/мл (спорагал, фуцисс, циннарезин). Пробой заполняют капилляры Панченкова и проводят оценку сенсибилизации к медикаментам. Опыт сопровождают контролем, когда вместо лекарственного препарата к цитратной крови добавляют физиологический раствор в соотношении 1:1. Реакцию оценивают в динамике при вертикальном расположении капилляров с пробами, а также под углом 45° и 30°.

В ходе экспериментальных наблюдений было установлено, что в начале оседания, т.е. за время от одной до нескольких минут, нет четкой границы раздела между чистой плазмой и оседающими эритроцитами. В дальнейшем весь столбик крови в капилляре постепенно разделяется на три зоны:

- зона чистой плазмы, которая начинается от верхнего мениска жидкости и доходит внизу до раздела чистой плазмы и оседающих эритроцитов; над поверхностью раздела имеются отдельные эритроциты (или маленькие агрегаты) в весьма малой концентрации;

- зона оседающих эритроцитов, в которой при малых концентрациях существуют нисходящие и восходящие потоки эритроцитов, а при больших концентрациях образуется единая эритроцитарная сеть, при этом вытесняемая плазма пробивает в сети извилистые ходы, по которым поднимается с довольно значительной скоростью вверх, увлекая за собой небольшие агрегаты и отдельные эритроциты;

- компактная зона, расположенная в нижней части трубки, где все эритроциты касаются один другого, их концентрация максимальна и движение практически отсутствует.

По высоте зоны чистой плазмы определяется величина СОЭ [11]. Расположение восходящих потоков в вертикальном капилляре имеет случайный характер, в отличие от наклонных капилляров, где восходящие потоки вполне регулярны и ускоряют оседание. В капиллярах расположенных под углом уже в первые минуты кровь разделяется на слой плазмы и слой эритроцитов по всей длине капилляра, и оседание представляет собой сочетание дальнейшего расслоения эритроцитов и плазмы, со всплыванием чистой плазмы вверх и опусканием столба эритроцитов вниз.

В ходе эксперимента значения СОЭ регистрировались каждые пять минут, затем строился график динамики оседания. В результате анализа динамических кривых установлено, что при добавлении спорагала процесс оседания эритроцитов осуществляется в течении двадцати минут при вертикальном расположении капилляров и в течении пяти минут при наклонном расположении, что позволяет предположить наличие сенсибилизации к данному препарату. Практическое совпадение кривых ДСОЭ растворов крови содержащих фуцисс и циннарезин с физиологическим раствором означает отсутствие аллергии на эти препараты.

В вертикальном капилляре оседание частиц происходит равномерно на протяжении всех трех часов наблюдения, кроме того, процесс оседания продолжается и по истечении этого времени. При наклонном расположении капилляров характер оседания примерно одинаков и процесс практически заканчивается через 30 – 40 минут (рис. 1).

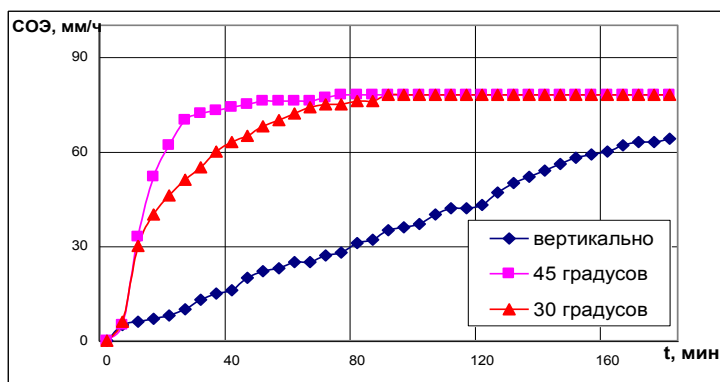


Рис. 1. Результаты эксперимента

При наклоне на угол 45° в первые двадцать минут расслоение слоя плазмы и слоя эритроцитов происходит по всей длине капилляра, поэтому из-за размытости визуальное определение границы плазма-эритроциты затруднено, однако, по истечении этого времени граница определяется значительно легче. При наклоне на угол 30° размытость границы существенно ниже, поэтому возможна регистрация ДСОЭ в поле сил гравитации без применения автоматизированного способа считывания результатов.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что проведение теста по Панченкову в наклонных капиллярах позволяет существенно снизить временные затраты, однако при отклонении капилляра на значительный угол от вертикали происходит изменение характера оседания. Оптимизация значения угла наклона возможна в результате построения математической модели седиментации форменных элементов крови. Поскольку процесс оседания в центрифуге более устойчив, то

перспективным видится модификация метода центробежной седиментации, что позволит получить четкую границу раздела сред.

Выводы. В результате проведенных исследований показано, что процесс оседания эритроцитов в наклонных капиллярах происходит быстрее, однако при отклонении на значительный угол (более 30° от вертикали) характер оседания существенно изменяется. Анализ динамики СОЭ, нагруженных аллергеном, позволяет диагностировать сенсибилизацию организма к лекарственным препаратам. Поскольку оседание эритроцитов нагруженных аллергенов носит неустойчивый характер, то для стабилизации процесса перспективным является использование поля центробежных сил. Для определения критериев оптимизации угла наклона капилляра необходимо разработать математическую модель оседания эритроцитов крови в наклонных капиллярах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Физиология человека. В 3-х томах. Т. 2. Пер. с англ. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир, 1996. – 313 с.*
2. *Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / В.В. Меньшиков, Л.Н. Делекторская и др.; Под ред. В.В. Меньшикова. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.*
3. *Клинические лабораторные исследования / А.Я. Любина, Л.П. Ильичева и др. – М.: Медицина, 1984. – 288 с.*
4. *Панченков Т.П. Определение оседания эритроцитов при помощи микрокапилляра // Врачебное дело. – 1924. – № 16-17. – С. 695-697.*
5. *Алмазов В.А. Оседание эритроцитов. Большая медицинская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1981. – Т. 17. – С. 1306-1311.*
6. *Webber D., Nunan T.O., O'Doherty M.J. The effect of varying type and volume of sedimenting agents of leukocyte harvesting and labelling in sickle cell patients // Nucl. Med. Commun. – 1994. – V. 15, N 9. – P. 735-741.*
7. *Чижевский А.Л. Биофизические механизмы реакции оседания эритроцитов. / Отв. ред. В.П. Казначеев, В.И. Куликов. – Н-ск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. – 177 с.*
8. *Голдсмит Г. Микрореология суспензий эритроцитов человека. Механика. Сб. переводов. – М., 1973.*
9. *Возиян И.В., Дацок О.М., Утицких А.Н. Оптимизация параметров седиментации эритроцитов крови // Тезисы 9-го между. молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI в.»: Сборн. материалов форума. – Х.: ХНУРЭ, 2005. – С. 239.*
10. *Возиян И.В., Дацок О.М. Анализ моделей седиментации эритроцитов // Вестник НТУ «ХПИ», 2005. – Вып. 23. – С. 162-169.*
11. *Левтов В.А. Реология крови / В.А. Левтов, С.А. Регирер, Н.Х. Шадрина. – М.: Медицина, 1982. – 270 с.*

Поступила 31.03.2006

Рецензент: кандидат технических наук, профессор А.И. Поворознюк,
Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.