**Исследование динамики свертывания крови**

Агафонов Иван Николаевич, Жданов Александр Григорьевич

Вечерняя Астрономическая Школа при Государственном астрономическом институте им. Штернберга

Москва

**Введение**

Изучение процесса свертывания крови имеет важное научное и практическое значение [1-5]. Свертывание крови является защитной реакцией организма, предохраняющей его от кровопотери. В настоящее время установлено, что процесс свертывания сложен и находится под регулирующим влиянием нервной и эндокринной систем организма [1,5].

Большинство существующих методов исследования свертывания крови, основаны на установлении интервала между взятием крови и появлением в ней сгустка фибрина (унифицированный метод, метод Ли-Уайта, метод Е. Ковальски, метод Архипова и Еремина и др.) [1,2,4]. В данной работе предлагается способ исследования динамики свертывания крови, позволяющий получать временную зависимость вязкости крови на протяжении всего процесса свертывания.

Для проведения подобных измерений необходима методика, позволяющая работать с временным разрешением порядка нескольких секунд. В данной работе используется метод определения вязкости по затуханию колебаний высокодобротного камертона, на поверхность которого помещены капли исследуемой жидкости (был представлен на конференции «Старт в науку» 2002 в работе: А. Жданов «Измерение динамической вязкости по затуханию колебаний высокодобротного камертона» [6]). Этот метод полностью удовлетворяет указанному требованию, кроме того, отличительной особенностью его является малый объем пробы, необходимой для проведения измерений, (~0.1мл), что делает его особенно перспективным для такого рода исследований.

**Цели данного исследования:**

- усовершенствовать уже имевшуюся методику измерений и адаптировать её под данную задачу (следует заметить, что данная методика уже прошла апробацию на жидкостях известной вязкости. Измерения дали совпадение результатов с табличными значениями в пределах погрешностей [6]);

- провести ряд измерений динамики свёртывания крови, взятой у различных людей, на различных камертонах;

- определить основные этапы свёртывания крови;

- разработать теоретическую модель поведения капли крови на поверхности камертона с учётом высыхания и свёртывания.

**Актуальность задачи**

Анализ крови играет важную роль в медицинских исследованиях, а также при лечении и выявлении различных заболеваний [1-5] Поскольку данная методика позволяет наблюдать динамику свёртывания крови, с её помощью можно более детально наблюдать и исследовать реологические свойства крови [3,5], что планируется произвести в дальнейшем: работа будет продолжена на Физическом отделении Летней Экологической Школы – ЛЭШ 2003.

**Методика измерений**

Основную часть установки представляет высокодобротный лабораторный камертон. На его отполированную поверхность помещается по капле исследуемой жидкости. Затем возбуждаются колебания камертона, затухание которых регистрируется с помощью микрофона и компьютера. Вязкость исследуемой жидкости определяется по затуханию колебаний камертона. При проведении измерений в режиме реального времени колебания камертона возбуждаются с периодичностью 30 секунд, что позволяет проводить измерения с временным измерением порядка 5с.

**Результаты**

В ходе данной работы было проведено более 20 серий измерений вязкости крови (на камертонах различного размера). Основные выводы из теоретического анализа полученных экспериментальных зависимостей можно сформулировать следующим образом:

- Этап возрастания измеряемой вязкости происходит при одновременном действии двух факторов: процесса свертывания крови и процесса испарения капли. Первый процесс сопровождается ростом числа связанных эритроцитов, а второй процесс – изменением их концентрации

- Показано, что наибольший интерес с точки зрения исследования динамики свертывания крови представляют начальные этапы (приблизительно первые 300с), на которых динамика свертывания может быть наблюдаема непосредственно как переход от начального уровня измеряемого значения вязкости в 4-5 мПа\*с (не свернувшаяся кровь) к уровню 8-9 мПа\*с (свернувшаяся кровь).

Погрешности измерений вязкости крови составили порядка 10% и могут быть в дальнейшем уменьшены, за счёт исключения процесса испарения капли, что планируется сделать в будущем. Полученные значения вязкости крови хорошо согласуются со значениями, даваемыми другими методами измерений [1-4]. Кроме того, предложенный метод является простым и оперативным.

**Список литературы**

1. Ю.М. Неменова, Методы клинических лабораторных исследований, Москва, «Медицина», 1967

2. Что необходимо для исследования свёртывания крови, http://www.med.ru/MEDCENT/Thrombosis/Hrh/needs.htm

3. Агрегационная способность тромбоцитов и реологические свойства крови у здоровых людей молодого и среднего возраста, http://www.hemostas.ru/contest/work35.htm

4. Исследование фибринолитической системы, http://www.med.ru/MEDCENT/Thrombosis/Hrh/fls\_assays.htm

5. Д. М. Зубаиров, Почему свёртывается кровь, Соросовский образовательный журнал, №3, 1997

6. Н. Н. Фирсов, Т. В. Коротаева, М. А. Вышлова, Классификация тяжести гемореологических расстройств, Российский Государственный Медицинский Университет, Институт Ревматологии РАМН, http://www.hemostas.ru/publications/firsov\_01.htm

7. А. Г. Жданов, А.П. Пятаков, Измерение динамической вязкости по затуханию колебаний высокодобротного камертона, Физическое образование в ВУЗах, № 4, 2002 (в печати) (электронная версия: http://www.perevodi.ru/Junior/Additional\_Article.doc)