

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 39898
ISSN 1680-1709

ББК 95.4
Ч-823

**ВЕСТНИК ЧУВАШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ И. Я. ЯКОВЛЕВА**

2011. № 2 (70). Ч. 1

Серия «Естественные и технические науки»

Учредитель

ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-36709 от 01 июля 2009 г.)

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук
(решение Президиума ВАК Минобрнауки России от 19 февраля 2010 года № 6/6).

Главный редактор Г. Н. Григорьев

Заместитель главного редактора А. А. Шуканов

Ответственный секретарь И. А. Федянина

Редакционная коллегия:

Акимов А. П., Афанасьев В. В., Балыкин М. В., Боряев Г. И., Воронов Л. Н., Газизов М. Б., Герасимова Л. И., Дмитриев А. Д., Дмитриев Д. А., Зорина З. А., Ивлев Д. Д., Илларионов И. Е., Ильин Е. А., Ильина Н. А., Коновалова И. В., Константинов В. М., Миронов Б. Г., Митрасов Ю. Н., Насакин О. Е., Попов И. И., Радаев Ю. Н., Ситдииков Ф. Г., Скворцов В. Г., Столяров А. В., Сусликов В. Л., Тимофеев И. А., Усманов С. М., Филиппов Г. М., Яковлев Е. И.

Адрес редакции: 428000, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 38

Тел.: (8352) 62-08-71

E-mail: redak_vestnik@chgpu.edu.ru

www: <http://vestnik.chgpu.edu.ru/>

© ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева», 2011

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 612.111.7:612.115

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ СВЕРТЫВАНИЯ ТРОМБА
В ПОТОКЕ ПЛАЗМЫ КРОВИ**

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF SPATIAL DYNAMICS OF THROMBUS
FORMATION IN BLOOD PLASMA FLOW**

О. Э. Авилов, С. Г. Григорьев

O. E. Avilov, S. G. Grigoryev

*ГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический
университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары*

Аннотация. Исследовано формирование фибринового сгустка в потоке плазмы крови при помощи новой экспериментальной системы. Показано, что экспериментальный метод имеет диагностическую медицинскую силу, открыты новые свойства системы плазменного свертывания крови человека.

Abstract. The thrombus formation in blood plasma flow was studied with the help of new experimental system. It was shown that the experimental method has diagnostic medical abilities. New properties of the coagulation system were discovered.

Ключевые слова: *поток, свертывание, плазма крови, приборостроение, диагностика.*

Keywords: *flow, coagulation, blood plasma, instrumentation, diagnostics.*

Актуальность исследуемой проблемы. Повреждение кровеносных сосудов приводит к контакту структур эндотелия с кровью и формированию сгустка, покрывающего место повреждения и предотвращающего потерю крови. Образование тромба является сложным пространственно-временным процессом. В последние годы актуальными стали вопросы исследования биохимических реакций, ответственных за начало образования

тромба, увеличение его размеров, физических процессов (процессов диффузии и тока крови), влияющих на динамику роста тромба, а также проблемы, связанные с диагностикой патологий системы свертывания.

В настоящее время уже существует ряд экспериментальных моделей, позволяющих регистрировать образование тромбов как *in vivo*, так и *in vitro* [1], [3], [4], [5]. Все такие системы производят регистрацию растущего тромба либо из вида сверху, либо снизу на просвет, что не позволяет корректно судить о размере (т. е. о толщине) сгустка и скорости его роста как одного из ключевых параметров.

В этой связи целью работы явилось построение экспериментальной системы и исследование пространственной динамики роста тромба в потоке плазмы крови человека.

Материал и методика исследований. Для проведения экспериментов плазма приготавливалась стандартным образом из крови, взятой на антикоагулянте (3,8 % раствор цитрата Na, pH 5,5), соотношение кровь:цитрат составляло 9:1 [7]. После предварительного отделения эритроцитов плазму центрифугировали в течение 15 минут при 1600g и 10 минут при 10000g для удаления тромбоцитов. Сразу после приготовления pH в плазме стабилизировали в условиях контакта с атмосферным воздухом на уровне 7,2–7,4 путем инкубации в течение 60 мин с молочной кислотой. Перед началом эксперимента плазма рекальцифицировалась, т. е. концентрация ионов кальция в ней доводилась до физиологических значений с помощью раствора CaCl₂, сделанного на основе буфера 20 mM HEPES, 140 mM NaCl, pH 7,4.

Для уменьшения эффекта преактивации плазмы вследствие ее контакта с искусственными поверхностями в препарат плазмы добавляли ингибитор трипсина из зерен кукурузы (СТП) в конечной концентрации 0,2 мг/мл, рекальцификация плазмы проводилась «в потоке» при помощи Т-образного смесителя из полиэтилена высокого давления (Fisher Scientific). Образование сгустка инициировалось искусственно выращенным на мягкой подложке слоем клеток – фибробластами, как предложено ранее [6]. В работе использовалась культура клеток из легких человека. Фибробласты на своей поверхности покрыты белком тканевым фактором, который при контакте с плазмой крови запускает свертывание. Пленка с фибробластами крепилась с внутренней стороны канала, не изменяя при этом его геометрии. Для внутренних поверхностей был выбран полистирол как один из наиболее биологически инертных материалов [6]. Для уменьшения эффекта контактной активации полистироловые компоненты камеры являлись одноразовыми. Силиконовая прокладка изготавливается из коммерчески доступного силикона (Dow Corning).

В работе использованы препараты плазмы 47 нормальных анонимных доноров, у которых не было болезней свертывания крови. Кровь забирали на Станции переливания крови (СПК) ГНЦ РАМН.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследование роста сгустка в новой экспериментальной системе при отсутствии потока показало, что полученные результаты не только качественно, но и количественно совпадают с результатами, полученными для системы без перемешивания (скорость роста сгустка составила $47,7 \pm 7,0$ мкм/мин, за 10–20 мин в разных участках камеры возникали спонтанные сгустки). Было проведено около 400 экспериментов с плазмой крови нормальных доноров в условиях потока, у которых не было болезней крови. При проведении экспериментов варьировалась скорость потока, скорость сдвига при этом составляла от 0 до 3000 1/мин, поперечные размеры канала – 1x1 мм, длина канала – 87 мм. При обработке первичных данных измерялись следующие параметры: