

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ В СТЕНОЗИРОВАННЫХ СОСУДАХ

Рухленко А.С.¹, Дудченко О.А.¹, Гурия Г.Т.^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет), Россия,
141700, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9, тел. (495) 408 4554

²Гематологический научный центр, Россия, 125167, Москва, Новый Зыковский пр.,
д. 4а, (495) 612 2123

Нарушения в системе свертывания являются одной из ведущих причин смертности в развитых странах. В этой связи важной задачей представляется теоретический анализ механизмов активации свертывания и роста макроскопических тромбов. К настоящему времени подробно исследованы условия пороговой активации свертывания в системах с гидродинамическими потоками малой интенсивности ($Re < 1$, где Re – число Рейнольдса) [1, 2]. В этих работах было установлено, что наличие кровотока затрудняет активацию системы свертывания, а резкое понижение скорости кровотока способно привести к перекрытию сосуда тромбом. Теоретическое изучение процессов тромбообразования в интенсивных потоках ($Re \sim 100$), до сегодняшнего дня ограничивалось рассмотрением прямооточных сосудов [3].

В настоящей работе проводится теоретическое исследование условий пороговой гидродинамической активации свертывания крови в стенозированных сосудах. Предполагалось, что активация тромбообразования в системе происходит в ответ на инфильтрацию в кровоток прокоагулологических факторов из ткани.

Проанализированы характерные сценарии гидродинамической активации внутрисосудистого тромбообразования в условиях интенсивного ($Re \sim 100$) потока крови. Выделено несколько основных сценариев тромбообразования, в частности, сценарии формирования фибриновых нитей и приводящие к формированию крупных сгустков. Проанализировано влияние изменения топологии течения крови на процесс тромбообразования. Исследовано влияние размера и формы стенозированного участка сосуда на порог гидродинамической активации системы свертывания крови. Расчеты показали, что в условиях интенсивного кровотока наибольшую опасность с точки зрения активации плазменного звена системы гемостаза представляют бляшки с не с самой большой степенью перекрытия просвета сосуда (до 50%).

Литература

1. Чуличков А.Л., Николаев А.В., Лобанов А.И., Гурия Г.Т. Пороговая активация свертывания крови и рост тромба в кровотоке // Математическое моделирование, Т. 12, № 3, 2000, С. 76–95.
2. Гузеватых А.П., Лобанов А.И., Гурия Г.Т. Активация внутрисосудистого тромбообразования вследствие развития стеноза // Математическое моделирование, Т. 12, № 4, 2000, С. 39–60.
3. Guria, G.T., Herrero M.A., Zlobina K.E. Ultrasound detection of externally induced microthrombi cloud formation: a theoretical study // Journal of Engineering Mathematics, Vol. 66, No. 1-3, 2010, Pp. 293–310.