

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ТРОМБОЦИТОВ В ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ АРТЕРИОВЕНОЗНЫХ ФИСТУЛАХ ДЛЯ ГЕМОДИАЛИЗА

Салихова Т.Ю.<sup>1,2</sup>, Пушин Д.М.<sup>1</sup>, Нестеренко И.В.<sup>3</sup>, Бирюкова Л.С.<sup>1</sup>, Гурия Г.Т.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «НМИЦ гематологии» Министерства Здравоохранения Российской Федерации, Россия, 125167, Москва, Новый Зыковский проезд, д. 4

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (научно-исследовательский университет), Россия, 141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д. 9

<sup>3</sup>ГБУЗ Городская клиническая больница имени С.П. Боткина, Россия, 125284, Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 5

Гидродинамическая активация тромбоцитов (SIPAct) является важным механизмом инициации тромбоза в условиях интенсивного кровотока. Этот механизм основан на взаимодействии тромбоцитов с макромолекулами фактора фон Виллебранда (VWF), способными претерпевать конформационные изменения под действием высоких сдвиговых напряжений. Такого рода напряжения сдвига возникают в кровотоке в артериовенозных фистулах (АВФ), используемых для процедур гемодиализа. Анализ рисков гидродинамической активации тромбоцитов требует корректного учета особенностей гемодинамики [1]. Настоящая работа ставит своей целью разработку математического подхода для оценки рисков гидродинамической активации тромбоцитов в персонализированных артериовенозных фистулах.

В работе проведено объединение методов компьютерной реконструкции геометрии сосудов пациента, математической модели активации тромбоцитов, опосредованной VWF [2], и методов вычислительной гидродинамики. Был разработан новый персонализированный подход к моделированию SIPAct в сосудах с интенсивной гемодинамикой. Возможности подхода были продемонстрированы на примере двух персонализированных геометрий АВФ.

Подход позволяет определять зависимость уровня SIPAct как от биомеханических (скорость потока в АВФ), так и от биохимических факторов (размер VWF). Установлено, что зависимость уровня SIPAct от скорости потока аппроксимируется степенным законом. Критическая скорость потока оказалась убывающей функцией размера мультимера VWF. Разработанный подход может быть использован для определения специфических факторов риска тромбоза у пациентов с АВФ.

Работа была поддержана Российским научным фондом (грант №19-11-00260).

## Литература

1. *Pushin D.M., Salikhova T.Y., Zlobina K.E., Guria G.Th.* Platelet activation via dynamic conformational changes of von Willebrand factor under shear // PLOS ONE **Vol. 15**, 2020. Pp. 1-17.
2. *Salikhova T.Yu., Pushin D.M., Nesterenko I.V., Biryukova L.S., Guria G.Th.* Patient specific approach to analysis of shear-induced platelet activation in haemodialysis arteriovenous fistula // PLOS ONE **Vol. 17**, 2022. Pp. 1-8.