

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРОМБИНА ПРИ КОНТАКТНОЙ АКТИВАЦИИ СИСТЕМЫ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ

Галочкина Т.В.<sup>1,2</sup>, Вольперт В.А.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия, 119234, Москва

<sup>2</sup> Institut Camille Jordan, Université Lyon 1, France, 69622, Villeurbanne

<sup>3</sup> Laboratoire Poncelet, UMI 2615 CNRS, Россия, 119002, Москва

Тромбин является ключевым компонентом каскада свертывания крови, так как распределение его концентрации определяет динамику формирования кровяного сгустка. Контактный путь активации системы свертывания запускает производство тромбина в ответ на контакт с чужеродной отрицательно заряженной поверхностью. Если концентрация тромбина, произведенного на начальном этапе, превышает некоторое критическое значение, дальнейшее его производство идет за счет положительных обратных связей каскада свертывания. В результате, тромбин распространяется в плазме, сохраняя постоянную скорость и профиль концентрации [1].

Подобное поведение концентрации тромбина хорошо описывается решениями вида бегущей волны в системе уравнений реакция-диффузия на концентрации факторов крови, принимающих участие в каскаде свертывания. В работе проводится подробный анализ данной математической модели и формулируются необходимые и достаточные условия существования волновых решений. Для рассмотренной модели существование таких решений является эквивалентным существованию волновых решений в модели, состоящей из одного уравнения, описывающего динамику концентрацию тромбина (упрощенной модели), полученного с помощью квазистационарного приближения. Более того, упрощенная модель, позволяет получить явные аналитические оценки на скорость распространения волны в полной модели.

Полученные результаты о существовании волновых решений также позволяют сформулировать оценки начальных условий, необходимых для сходимости решения системы к бегущей волне [2]. Применяя метод топологической степени, показывается существование решений типа пульс для стационарной системы, соответствующей рассматриваемой модели. Критерий сходимости решения к бегущей волне формулируется как мажорирование начальными условиями решения типа пульс. Полученное аналитическое условие применяется для определения критических параметров чужеродной поверхности, ведущей к образованию тромба в результате контактной активации свертывания крови.

## Литература

1. *Dashkevich N. et al.* Thrombin activity propagates in space during blood coagulation as an excitation wave // *Biophysical journal*, **Vol. 103**, 10, 2012, pp. 2233-40
2. *Volpert A., Volpert V., Volpert V.I.* Traveling wave solutions of parabolic systems // *Translation of Mathematical Monographs*, **Vol. 140**, 1994.