

БИФУРКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБРАТИМОЙ АГРЕГАЦИИ ТРОМБОЦИТОВ

Васильев Г.А., Гарсон Дасгупта А.К., Филькова А.А., Свешникова А.Н.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, физический факультет, г. Москва, Россия, Ленинские горы д. 1, стр. 2
Тел.: +7(495)704-43-11. E-mail: vasilev.gal8@physics.msu.ru

Тромбоциты – это клетки крови, основная задача которых образовывать агрегаты для перекрытия повреждения в стенке сосуда. Одним из основных методов проверки работоспособности тромбоцитов в клинике является измерение светопропускания суспензии тромбоцитов при индукции их способности образовывать агрегаты, при этом в ответ на добавление активатора прозрачность суспензии увеличивается. Этот анализ называется агрегометрией. Одним из интересных феноменов, наблюдаемых в агрегометрии, является распад агрегатов, образованных в присутствии ионов кальция, т.н. обратимая агрегация. Механизмы данного процесса ещё недостаточно изучены. Недавно была предложена математическая модель, описывающая обратимую агрегацию тромбоцитов с помощью двух обыкновенных дифференциальных уравнений [1]. Модель основана на приближении суспензии тромбоцитов, состоящей из одиночных тромбоцитов и агрегатов. Пять параметров модели в работе [1] определялись методами автоматической оценки параметров на основе экспериментальных данных.

Целью настоящей работы является исследование математической модели [1] методами нелинейной динамики. Численное интегрирование модели проводилось с помощью набора методов PyDSTool языка программирования Python 2.7.

Для удобства исследования система была приведена к безразмерному виду. Проведённый качественный анализ модели показывает, что у данной системы при наборе значений параметров, описывающих экспериментальные данные, есть одна нетривиальная особая точка типа устойчивый узел. Для различных наборов параметров построены фазовые плоскости с изоклинами, определены особые точки и построены графики зависимости модельных от времени. Были определены значения параметров модели, при которых наблюдаются бифуркации перехода из состояния устойчивый узел в состояние устойчивый фокус. В области отрицательных значений бифуркационного параметра наблюдается нефизиологический характер агрегационной кривой. Бифуркаций типа узел-седло при физиологических значениях параметров не выявлено. Проведённое исследование показывает, как каждый из пяти параметров влияет на поведение модели, на основе чего предложен их физический смысл параметров. Работа поддержана грантом РФФ 17-74-20045

Литература

- [1] A. A. Filkova, A. A. Martyanov, A. K. Garzon Dasgupta, M. A. Panteleev, and A. N. Sveshnikova, “Quantitative dynamics of reversible platelet aggregation: mathematical modelling and experiments,” *Sci. Rep.*, 2019.