

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ДИФФУЗИИ В АНСАМБЛЕ НЕЙРОГЛИОВАСКУЛЯРНЫХ ЕДИНИЦ

Лагоша С.В., Верисокин А.Ю.¹, Вервейко Д.В.¹, Браже А.Р.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет кафедра биофизики, Россия, 119234, Москва, Ленинские горы дом 1 стр. 24,
E-mail: brazhe@biophys.msu.ru

¹Курский государственный университет, кафедра физики и нанотехнологий, Россия, 305000, Курская область, г. Курск, ул. Радищева, д.33.

Моделирование процессов, происходящих в нервной ткани, требует комплексного подхода для учёта всех возможных эффектов. Развившиеся в последнее время концепция нейро-глио-васкулярных единиц (НГВЕ), позволяет рассматривать взаимодействие между такими элементами нервной ткани как нейронами, астроцитами кровеносными сосудами и внеклеточным матриксом.

Важным аспектом согласования между частями одной НГВЕ, является взаимодействие как через глиотрансммиттеры, секретлируемые целенаправленно во внеклеточное пространство, а также через нейромедиаторы, попадающие туда в следствии эффекта растекания получившее в англоязычной литературе название spillover. Не последнюю роль играют неорганические ионы, концентрации которых могут динамически изменяться в следствии изменения активности нейронов или метаболической активации ионных каналов или насосов.

Сигналы, передаваемые через объём внеклеточной среды, не являются изолированными поэтому при большом градиенте концентрации, они не успевают затухнуть в рамках одной НГВЕ и распространяются на соседние единицы, путём диффузии, вызывая в них ответы без локальной причины. Таким образом могут распространяться волны возбуждения или торможения по нейрональным ансамблям без непосредственной связи.

В данной работе мы исследовали поведения плоского ансамбля НГВЕ, в различных пространственных конфигурациях с дополнительным моделированием крупномасштабной диффузии. Показано влияние диффундирующих веществ на динамику локальных переменных и местную нейрональную активность. Полученные модельные данные о распространении волны возбуждения, по разным структурам, могут быть использованы для предсказания поведения естественных и искусственных нейрональных культур, различной топологии.

Моделирование проводили с использованием программного пакета Brian2.