

УПРЕЖДАЮЩИЙ ПОДПороГОВЫЙ ВЫХОДЯЩИЙ ИОННЫЙ ТОК И ЕГО ВКЛАД В ДИНАМИКУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕРВНОГО ИМПУЛЬСА

Нуруллина Т.А.^{1,2}, Морнев О.А.²

¹Институт биофизики клетки РАН, Россия, 142290, г. Пущино, tanurul@mail.ru

²Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,
Россия, 142290 г. Пущино, +7(4967) 73-92-62, mornev@mail.ru

Существует мнение, что передний фронт движущегося импульса возбуждения – например, нервного импульса, бегущего вдоль аксона – формируется входящим трансмембранным ионным током, и именно этот ток определяет величину скорости движения фронта, а потому и самого импульса. Это положение явно отражено, например, в постулатах, положенных в основу известной качественной математической модели нервного импульса, предложенной В.С. Маркиным, В.Ф. Пастушенко и Ю.А. Чизмаджевым [1], [2], которая позволяет проводить аналитические расчёты “руками”.

Однако указанное мнение является верным лишь отчасти: соображения, опирающиеся на анализ физического механизма движения автоволны [3], предсказывают, что волне входящего ионного тока, формирующей надпороговый участок переднего фронта импульса, должна предшествовать упреждающая низкоамплитудная волна выходящего ионного тока. Представляется, что именно эта упреждающая волна формирует профиль фронта бегущего импульса при значениях трансмембранного потенциала, лежащих ниже порогового значения, и именно дисбаланс сил упреждающего подпорогового выходящего и сопровождающего надпорогового входящего ионных токов определяет как скорость движения импульса, так и динамический порог возбуждения.

Мы подтвердили эти соображения в численных экспериментах с привлечением уравнений Ходжкина – Хаксли, описывающих нервную проводимость, и численно исследовали влияние параметров упреждающего подпорогового выходящего ионного тока на динамику движения нервного импульса.

Литература

1. Маркин В.С., Пастушенко В.Ф., Чизмаджев Ю.А. Теория возбудимых сред. – М.: Наука, 1981.
2. Scott A.C. Neuroscience: A Mathematical Primer. – Springer, N.Y., 2002.
3. Морнев О.А. Физические механизмы, поддерживающие распространение автоволн в активных средах с химическими реакциями и диффузией. // Материалы научного Симпозиума "Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах", г. Махачкала, 1 – 7 июля 2010 г. Стр. 96-108.