

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ВОЛН В СИНОАТРИАЛЬНОМ УЗЛЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Сюняев Р. А., Алиев Р.Р.¹

Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Россия, 141701.

Тел.: +7(962)9736564, E-mail: ras@3ka.mipt.ru.

¹Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,

Пушино, Россия, 142290.

Тел.: (4967)739109, факс (4967)330553

E-mail: rubin2@iteb.ru.

Проведено компьютерное моделирование электрической активности 1-D цепочки взаимодействующих через щелевые контакты клеток синоатриального узла млекопитающих. Используемая модель одиночных клеток – водителей ритма позволяет детально, с точностью до милливольт, описывать динамику трансмембранного потенциала, а также пятнадцати основных мембранных токов, учитывает изменения внутриклеточной концентрации ионов Na, K, Ca во время цикла активности, буферизацию кальция тропонином, кальмодулином, кальсеквестрином, функцию саркоплазматического ретикулума (захват кальция SERCA-2 насосом, его перераспределение внутри CP, высвобождение через рианодиновые рецепторы), функциональные различия клеток истинных и латентных водителей ритма. Модель учитывает связь между клетками через щелевые контакты.

Возбуждения в цепочке связанных осцилляторов – клеток-водителей ритма распространяется в виде фазовых и триггерных волн. Было выявлено, что первые адекватно описываются уравнением Бюргерса:

$$\frac{d\phi}{dt} = \omega_0 + A|\nabla\phi|^2 + D\nabla^2\phi. \quad (1)$$

Полученные значения коэффициента ω_0 совпадают со значениями собственных частот колебаний клеток, как и предполагается уравнением Бюргерса. Точность аппроксимации фазовых волн уравнением Бюргерса неодинакова для различных типов клеток. Наилучшая аппроксимация достигается для истинных водителей ритма. Для описания фазовых волн в цепочке латентных водителей ритма, по-видимому, следует включить дополнительные члены в уравнение Бюргерса.

Работа поддержана грантом РФФИ.