

## МОДЕЛЬ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ДВУХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ В СЕРДЕЧНОЙ КЛЕТКЕ ВОДИТЕЛЯ РИТМА

Шевченко М.И., Зорин Н.М.

Уральский федеральный университет, Россия, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
+7(343)2694431, maria.shevchenko19@mail.ru

Вопрос о ведущем механизме, инициирующем потенциал действия в клетках синоатриального узла (САУ) до сих пор остается одним из наиболее дискуссионных в электрофизиологии и биофизике сердечных клеток. Наиболее популярным на протяжении более чем 50 лет было представление о том, что ансамбль ионных каналов на поверхности мембраны (мембранный осциллятор) запускает ритм в клетках САУ. Однако сравнительно недавно, в начале 2000-х, было показано, что внутриклеточное хранилище кальция, т.н. саркоплазматический ретикулум (СР) может действовать самостоятельно, без внешнего стимула, как  $\text{Ca}^{2+}$ -осциллятор, или « $\text{Ca}^{2+}$ -часы», периодически высвобождая локальные порции  $\text{Ca}^{2+}$  внутри клетки. Мальцев и Лакатта [1] разработали модель клеток САУ (ML-модель), которая описывает самосогласованное взаимодействие внутренних « $\text{Ca}^{2+}$ -часов» и внешнего мембранного осциллятора. Однако, будучи чисто феноменологической, ML-модель, как и все интегративные модели, не учитывает ряд важнейших биофизических особенностей субклеточных элементов, в частности, особенности структуры и стохастической динамики системы RyR-каналов — огромных наноскопических белков, функционирование которых определяет кальциевую динамику. Использование электронно-конформационной (ЭК) модели для описания RyR-каналов позволило не только обобщить ML-модель, но и обнаружить ряд новых особенностей « $\text{Ca}^{2+}$ -часов» [2]. В работе нами рассмотрено влияние параметров ML- и ЭК-моделей на формирование режимов конструктивного и деструктивного взаимодействия «внешнего» (мембранного) и «внутреннего» ( $\text{Ca}^{2+}$ ) осцилляторов, определяющих, соответственно, нормальный и патологический характер потенциалов действия клеток САУ.

Работа выполнена при поддержке Министерства Образования и Науки РФ, проект Госзадания № 5719. (3)

### Литература

1. *Maltsev, V.A. and Lakatta E.G.*, Synergism of coupled subsarcolemmal  $\text{Ca}^{2+}$  clocks and sarcolemmal voltage clocks confers robust and flexible pacemaker function in a novel pacemaker cell model// *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology* **296**, 3, 2009. p. H594-H615.
2. *Moskvin A.S., Ryvkin A.M., Solovyova O.E., Markhasin V.S.*, Electron-conformational transformations in nanoscopic RyR channels govern both the heart's contraction and beating// *Pis'ma v ZhETP* **93**, 7, 2011. p.446-452.