

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНОАТРИАЛЬНОГО УЗЛА ЧЕЛОВЕКА

Зянтереков Д.А., Сюняев Р.А., Ефимов И.Р.¹

МФТИ (национальный исследовательский университет), лаборатория физиологии человека, Россия, 141700, Московская область, г. Долгопрудный Институтский пер., 9,
¹Университет Джорджа Вашингтона, Вашингтон, США

Большая часть прошлых исследований синоатриального узла (СУ) основана на экспериментальных данных, полученных на млекопитающих небольшого размера, в первую очередь кролика. Ряд исследований СУ человека демонстрирует, что структура последнего отличается наличием отдельных выводящих путей, через которые СУ взаимодействует с предсердием [1]. Цель настоящей работы-- исследовать влияние интерфейса между СУ и предсердием на инициацию возбуждения при помощи математического моделирования. Разработанная модель ткани сердца основана на клеточных моделях Fabbri-Severi [2] для клеток СУ и Maleckar [3] для клеток предсердия.

На первом этапе исследования было проведено двумерное моделирование СУ и окружающей ткани предсердия. В расчетах с шириной выводящих путей больше некоторого критического значения наблюдалось подавление активности СУ предсердием. На втором этапе для трехмерного моделирования была разработана геометрическая модель на основе опубликованных иммуногистохимических данных [4]. Для такой модели отсутствие изолирующей оболочки приводит к уменьшению частоты возбуждений, но не подавлению спонтанной активности. При этом центр активации СУ смещается в его каудальную часть в результате того, что она окружена жировой тканью и не взаимодействует с тканью предсердия непосредственно. Расчеты, в которых СУ взаимодействовал с предсердием только через ряд выводящих путей показали, что различная конфигурация последних может привести как к стабильному синусовому ритму, так и спонтанному возникновению реентри.

Литература.

1. Fedorov VV et.al. Optical mapping of the isolated coronary-perfused human sinus node., J Am Coll Cardiol. 2010;56(17): 1386-1394.
2. Alan Fabbri et.al. Computational analysis of the human sinus node action potential: model development and effects of mutations, J Physiol 595.7 (2017) pp 2365-2396.
3. Mary M. Maleckar et.al. K⁺ current changes account for the rate dependence of the action potential in the human atrial myocyte, Am J Physiol Heart Circ Physiol: H1398-H1410, 2009.
4. Chandler N et.al. Computer three-dimensional anatomical reconstruction of the human sinus node and a novel paranodal area. Anat Rec (Hoboken). 2011; 294(6):970-9.