

геометрические характеристики, проведен вероятностный анализ наблюдаемых эффектов, связанных с воздействием случайных возмущений.

Проведено сравнение полученных результатов с материалами ранее проведенных исследований диффузионного брасселятора.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №16-11-10098).

1. G. Nicolis, I. Prigogine. Self-Organization in Nonequilibrium Systems. Wiley, New York, 1977.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА НА ПСЕВДО-ЭКГ

Разумов А.А.^{1*}, Ушенин К.С.^{1,2}

- 1) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
- 2) Институт иммунологии и физиологии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: airplaneless@yandex.ru

INFLUENCE OF HEART VENTRICULAR ANATOMY TO PSEUDO-ECG

Razumov A.A.^{1*}, Ushenin K.S.^{1,2}

- 1) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia
- 2) Institute of Immunology and Physiology, Yekaterinburg, Russia

We developed an idealized model of the both ventricle of the human heart. The model allows to set 7 heart geometry parameters and is surrounded by a conductive medium. Applying the model, we performed computational experiments with a normal and a pathological anatomy for evaluation of the influence of the heart geometry to the pseudo-ECG. During the computational study, we reveal relationships between myocardial mass and amplitude, which described by a linear function on certain activation conditions. Also, we observed the inversion of the T-wave by anatomical reasons.

Диагностике заболеваний по данным электрокардиограммы более 80 лет. Тем не менее все еще существуют вопросы о связи физиологических особенностей миокарда с наблюдаемыми на ЭКГ паттернами. Например, масса миокарда является главным критерием для выявления гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП). На данный момент этот диагноз определяется по данным эхокардиографии, компьютерной или магнитно-резонансной томографии. Однако, для электрокардиографии чувствительность существующих диагностических критериев не превышает 59% [1].

В нашем исследовании мы изучаем влияние толщины и массы миокарда на псевдо-ЭКГ в рамках идеализированных компьютерных моделей желудочков сердца человека. Разработанная нами модель сердца включает в себя левый и правый желудочки сердца, помещенные в объемный проводник в виде куба. В модели возможно варьирование толщины стенок миокарда, высоты и диаметра левого и правого желудочка. Корректность и реалистичность параметров модели контролируется в соответствии с американским руководством по эхокардиографии [2]. Для моделирования электрофизиологии сердца использовалась бидоменная модель миокардиальной ткани и клеточная модель электрофизиологии человеческих желудочковых кардиомиоцитов ten Tusscher, et. al, 2006. Расчет производился методом конечных элементов с использованием открытого программного обеспечения Oxford Chaste на тетраэдральных сетках, построенных в GMSH и Ani3D.

Используя разработанную модель мы рассчитали псевдо-ЭКГ на поверхности объемного проводника для геометрий сердца, соответствующих нормальной анатомии и патологической анатомии при ГКМП. Начальная точка активации в моделях соответствует обычному расположению электродов имплантируемых устройств.

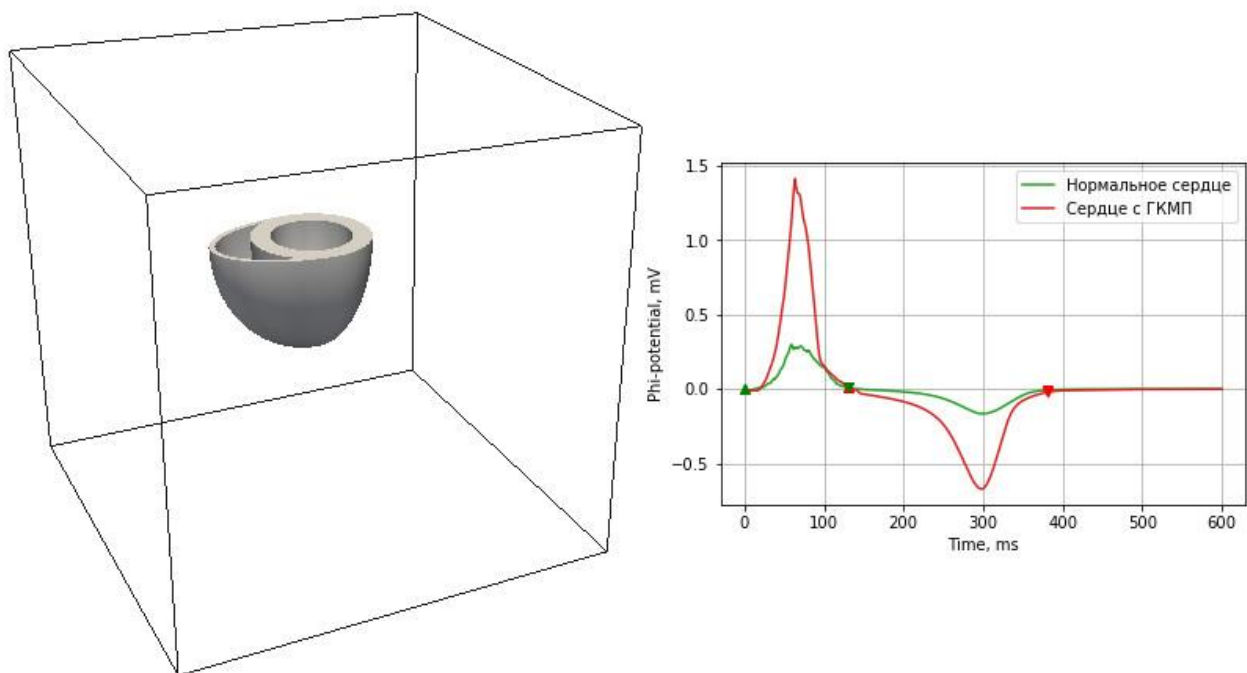


Рис. 1. слева: Геометрическая модель, справа: Псевдо-ЭКГ со стороны основания сердца на поверхности куба при точечной активации на свободной стенке эндокарда левого желудочка

Было обнаружено, что амплитуды псевдо-ЭКГ линейно зависят от толщины стенки и массы желудочков в случае активации желудочков более чем из одной точки на всей поверхности объемного проводника (R -квадрат > 0.98). При акти-

вации только из одной точки, амплитуда также растет по линейному закону в зоне объемного проводника, противопоставленной точке активации в модели. Для остальных регионов зависимости существенно нелинейны (R -квадрат < 0.4). Также объясняется инверсия Т-волны при утолщении стенки левого желудочка.

Мы установили, что ЭКГ более чувствительна к изменению массы миокарда при односточечной активации.

Таким образом, мы полагаем, что установленные нами зависимости могут быть использованы для разработки новых диагностических критериев для применения в клинической практике.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президиума РАН 1.33П и постановления № 211 Правительства Российской Федерации, контракт № 02.А03.21.0006. Мы использовали вычислительный кластер Уральского Федерального Университета и суперкомпьютер “УРАН” института математики и механики Уральского отделения Российской академии наук

1. Sohaib S. M. A. et al. Electrocardiographic (ECG) criteria for determining left ventricular mass in young healthy men; data from the LARGE Heart study //Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance. – 2009. – Т. 11. – №. 1. – С. 2. (2009)
2. Lang R. M. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging //European Heart Journal-Cardiovascular Imaging. – 2015. – Т. 16. – №. 3. – С. 233-271. (2015)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СТОХАСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИСКРЕТНОЙ ПОПУЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Романюк Г.О.*, Ряшко Л.Б.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: g.rommi@mail.ru

MODELING AND STOCHASTIC ANALYSIS OF THE DISCRETE POPULATION MODEL

Romanyuk G.O., Ryashko L.B

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The discrete-time Holling’s predator-prey system under the influence of random perturbations is studied. Bifurcation diagram is presented. For the attractors of this model, the stochastic sensitivity analysis is carried out.