

Разработка устройства для пространственной фиксации сердца *in vivo*

А.А. Можаяев^{1,2,3*}, Д.С. Сучков³, Р.М. Карпов¹, В.С. Овечкина^{1,2}, В.В. Белоусов^{1,2,3}

¹ Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, Москва, Россия

² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

³ Федеральный центр мозга и нейротехнологий, Москва, Россия

* a.a.mozhaev@gmail.com

Ключевые слова: стабилизация сердца; прижизненная микроскопия; флуоресцентные биосенсоры

Development of a device for spatial fixation of the heart *in vivo*

A.A. Mozhaev^{1,2,3*}, D.S. Suchkov³, R.M. Karpov¹, V.S. Ovechkina^{1,2}, V.V. Belousov^{1,2,3}

¹ Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Moscow, Russia

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

³ Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies, Moscow, Russia

* a.a.mozhaev@gmail.com

Key words: heart stabilization; intravital microscopy; fluorescent biosensors

Визуализация биологических процессов в бьющемся сердце представляет серьезный технологический вызов для современной кардиологии. Механическая активность миокарда создает препятствия для получения качественных изображений при прижизненной микроскопии. Разработка систем стабилизации важна для изучения окислительного стресса, кальциевого обмена и воспалительных реакций при инфаркте миокарда.

Разработано инновационное устройство на основе кольцевых вакуумных присосок для стабильной фиксации бьющегося сердца при конфокальной, двухфотонной и флуоресцентной микроскопии. Монолитная конструкция из биосовместимых полимеров минимизирует воздействие на миокард. Система воздушных каналов позволяет корректировать позицию присоски без демонтажа. Компактные габариты обеспечивают свободу для микрохирургических манипуляций с сосудами и совмещают визуализацию с регистрацией параметров в реальном времени.

Практическое использование показано на модели инфаркта у мышей с экспрессией флуоресцентных биосенсоров в кардиомиоцитах. Однофотонная микроскопия регистрировала флуоресценцию после наложения лигатуры на левую нисходящую артерию. Вакуумный захват обеспечил стабилизацию поверхности миокарда без нарушения микроциркуляции и регистрацию изменений внутриклеточных параметров. Устройство успешно применено для детекции кальциевых волн с помощью биосенсора GCaMP при термогенетической стимуляции ИК лазером.

Результаты подчеркивают перспективность устройства для фундаментальных исследований в кардиологии. Сочетание механической фиксации с возможностью хирургических вмешательств открывает новые возможности изучения патогенетических механизмов сердечно-сосудистых заболеваний на клеточном уровне.

Финансирование: Исследование поддержано грантом РНФ № 23-75-10111 (https://rscf.ru/prjcard_int?23-75-10111).