

Диагностические возможности неинвазивного картирования при лечении желудочковой тахикардии у пациента с постинфарктным рубцом

Дедух Е. В., Яшков М. В., Артюхина Е. А., Ревিশвили А. Ш.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России. Москва, Россия

Представлен клинический случай лечения желудочковой тахикардии (ЖТ) у пациента после перенесенного инфаркта миокарда с использованием неинвазивного электрофизиологического картирования в режиме «реального времени». Данное клиническое наблюдение демонстрирует диагностические возможности неинвазивного картирования при лечении ЖТ, сопровождающейся нестабильностью гемодинамики. Неинвазивное картирование может быть использовано в качестве метода визуализации зоны ранней активации и замедления проведения гемодинамически неустойчивой ЖТ, когда собрать достаточное количество точек во время эндокардиального картирования не представляется возможным. **Ключевые слова:** неинвазивное многоканальное картирование сердца, электрофизиологическое картирование, желудочковые аритмии, радиочастотная абляция.

Отношения и деятельность. Работа выполнена в рамках гранта РНФ Проект № 19-15-00406.

Поступила 11/06-2021

Рецензия получена 15/06-2021

Принята к публикации 20/07-2021



Для цитирования: Дедух Е. В., Яшков М. В., Артюхина Е. А., Ревিশвили А. Ш. Диагностические возможности неинвазивного картирования при лечении желудочковой тахикардии у пациента с постинфарктным рубцом. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(2):2947. doi:10.15829/1728-8800-2022-2947

Diagnostic potential of non-invasive mapping in the treatment of ventricular tachycardia in a patient with postinfarction scar: a case report

Dedukh E. V., Yashkov M. V., Artyukhina E. A., Revishvili A. Sh.

A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery. Moscow, Russia

A case report of ventricular tachycardia (VT) treatment in a patient after myocardial infarction using non-invasive real-time electrophysiological mapping is presented. This clinical observation demonstrates the diagnostic possibilities of non-invasive mapping in the treatment of VT with hemodynamic instability. Non-invasive mapping can be used as a method for visualizing the early activation and slow conduction zones in hemodynamically unstable VT, when effective endocardial mapping is not possible.

Keywords: non-invasive multichannel cardiac mapping, electrophysiological mapping, ventricular arrhythmias, radiofrequency ablation.

Relationships and Activities. The work was carried out within the Russian Science Foundation grant (№ 19-15-00406).

Dedukh E. V.* ORCID: 0000-0002-4799-7456, Yashkov M. V. ORCID: 0000-0003-3997-8252, Artyukhina E. A. ORCID: 0000-0001-7065-0250, Revishvili A. Sh. ORCID: 0000-0003-1791-9163.

Received: 11/06-2021

Revision Received: 15/06-2021

Accepted: 20/07-2021

For citation: Dedukh E. V., Yashkov M. V., Artyukhina E. A., Revishvili A. Sh. Diagnostic potential of non-invasive mapping in the treatment of ventricular tachycardia in a patient with postinfarction scar: a case report. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(2):2947. (In Russ.) doi:10.15829/1728-8800-2022-2947

*Corresponding author: dedukh.elizaveta@mail.ru

ЖТ — желудочковая тахикардия, ИМ — инфаркт миокарда, ЛЖ — левый желудочек, МРТ — магнитно-резонансная томография, РЧА — радиочастотная абляция, ЭКГ — электрокардиография.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: dedukh.elizaveta@mail.ru

Тел.: +7 (980) 661-13-44

[Дедух Е. В.* — аспирант по специальности сердечно-сосудистая хирургия, ORCID: 0000-0002-4799-7456, Яшков М. В. — сердечно-сосудистый хирург отделения электрофизиологических рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения аритмий, ORCID: 0000-0003-3997-8252, Артюхина Е. А. — д.м.н., руководитель отделения, ORCID: 0000-0001-7065-0250, Ревিশвили А. Ш. — д.м.н., профессор, академик РАН, директор, ORCID: 0000-0003-1791-9163].

аритмиях. Однако при гемодинамической нестабильности во время ЖТ или неустойчивом характере ЖТ этот метод имеет существенные ограничения. В связи с этим перспективным подходом к диагностике механизма жизнеугрожающей аритмии является применение метода панорамного картирования сердца за один сердечный цикл. Таким методом может стать неинвазивное картирование сердца.

Представлен клинический случай интервенционного лечения пациента после перенесенного ИМ и имеющего ЖТ, связанную с постинфарктным рубцом.

Клинический случай

Пациент Т., 56 лет, поступил в отделение с жалобами на приступы учащенного ритмичного сердцебиения, возникающие спонтанно, сопровождающиеся головокружением, слабостью, купирующиеся электрической кардиоверсией. На электрокардиограмме (ЭКГ), зафиксированной во время пароксизма ЖТ, ширококомплексная тахикардия с морфологией блокады правой ножки пучка Гиса (рисунок 1).

Из анамнеза известно, что пациент 15 лет назад перенес ИМ. В остром периоде ИМ выполнено стентирование правой коронарной артерии в средней трети двумя стентами. Через 2 года впервые развился приступ гемодинамически нестабильной ЖТ. Пароксизм купирован электрической кардио-

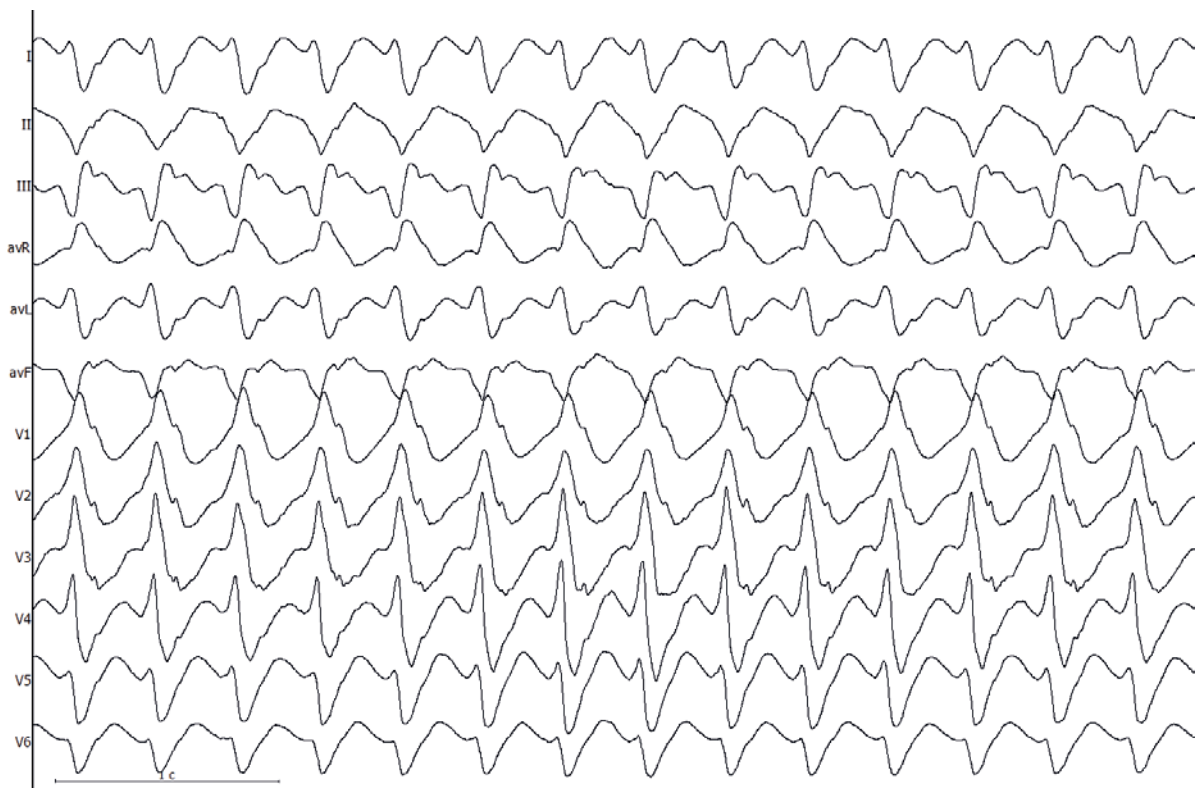


Рис. 1 12-канальная ЭКГ, ширококомплексная тахикардия с морфологией блокады правой ножки пучка Гиса.



Рис. 2 МРТ желудочков сердца с гадолиний-содержащим контрастным препаратом. Красным контуром выделен миокард ЛЖ. Желтым контуром отмечена область накопления контрастного вещества в отсроченную фазу (рубец).

Примечание: цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

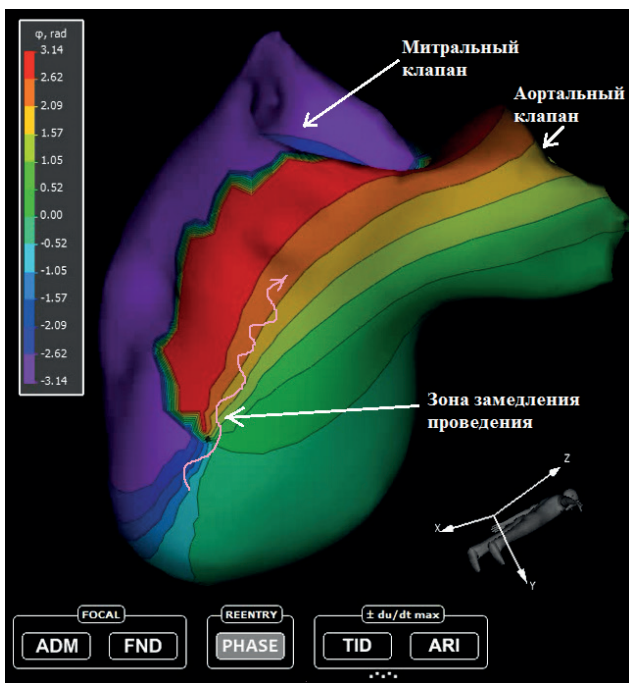


Рис. 4 Данные неинвазивного картирования сердца, полученные с помощью системы “Амикард 01К”. Волнистой линией обозначена зона замедления проведения.

Примечание: цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

версией. Пациент госпитализирован в стационар для выполнения радиочастотной абляции (РЧА). В условиях электрофизиологической лаборатории пациенту выполнено электроанатомическое картирование с применением системы Carto XP. В результате проведенного активационного кар-

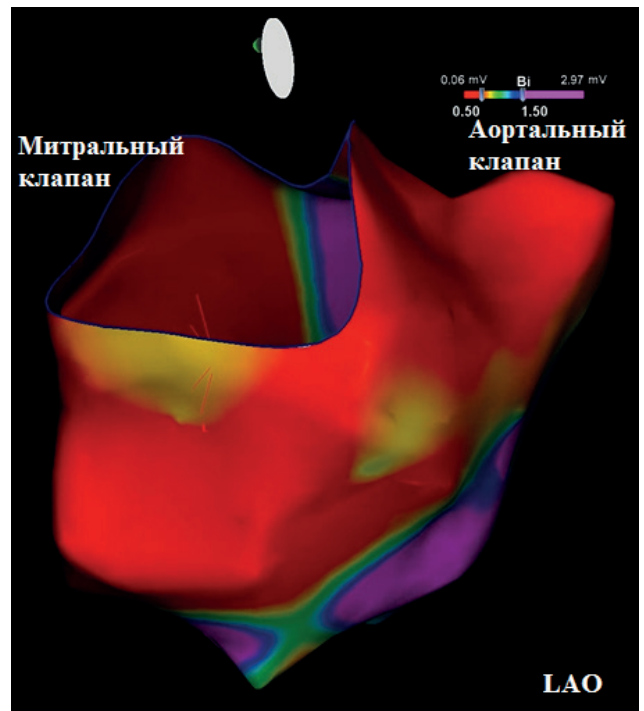


Рис. 3 Вольтажная карта ЛЖ, построенная с помощью системы навигационного картирования Carto 3. Красные области — участки с амплитудой эндокардиального сигнала < 0,5 мВ, фиолетовые — с амплитудой эндокардиального сигнала > 1,5 мВ.

Примечание: цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

тирования ранняя зона эктопической активности определяется в нижнеспешальной области левого желудочка (ЛЖ). В ранней зоне выполнена абляция. В послеоперационном периоде назначена антиаритмическая терапия кордароном.

В течение 7 лет приступы ЖТ отсутствовали. Однако после перенесенной вирусной инфекции пароксизм ЖТ рецидивировал, на ЭКГ зарегистрирована ЖТ с частотой желудочковых сокращений 140 уд./мин, пароксизм купирован электроимпульсной терапией.

Пациент госпитализирован для интервенционного лечения ЖТ.

По данным эхокардиографии: Увеличены размеры всех полостей сердца. Толщина миокарда ЛЖ в норме. Митрально-папиллярная дисфункция с регургитацией 1-2 ст., трикуспидальная регургитация 1 ст. Повышено давление в легочной артерии. Сбросов крови нет. Сократительная функции ЛЖ умеренно снижена. Фракция выброса по Симпсону — 48%. Конечный диастолический объем — 160 мл. Конечный систолический объем — 83 мл. Кальций в верхушке папиллярной мышцы. Дополнительная трабекула в полости ЛЖ.

Для верификации структурных изменений миокарда ЛЖ пациенту выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ) с гадолиний-содержащим контрастным препаратом.

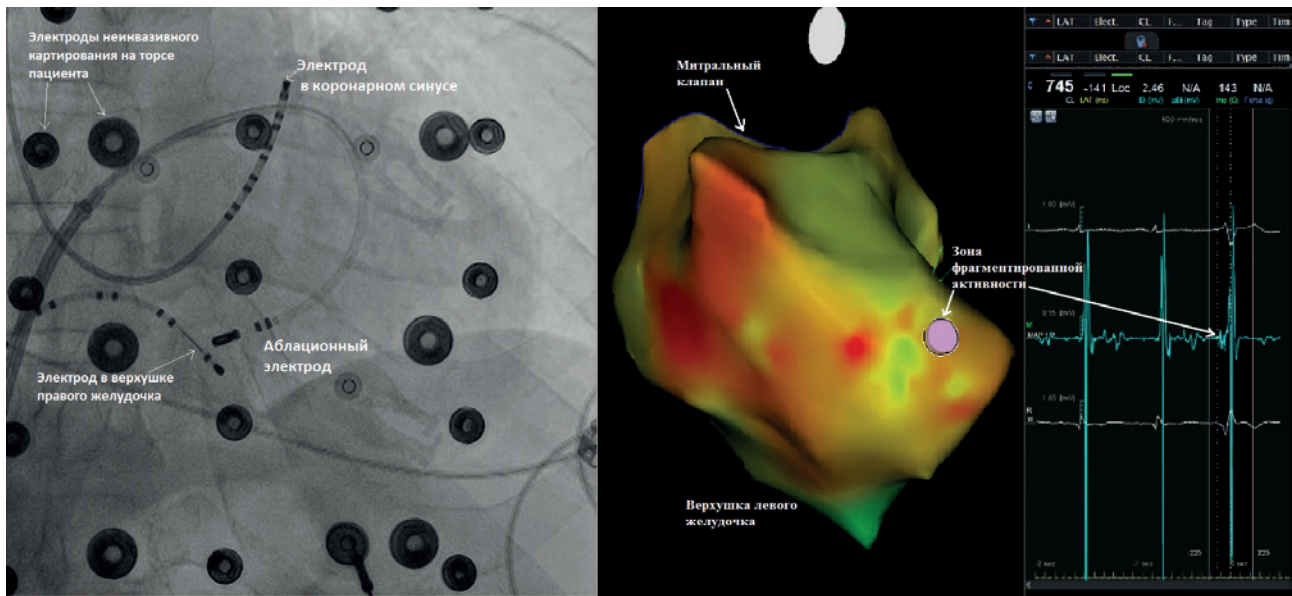


Рис. 5 Слева — флюороскопические данные во время процедуры. Справа — активационная карта ЛЖ. Место расположения абляционного катетера обозначено розовой точкой. Представлены эндограммы, зафиксированные при данном расположении абляционного катетера.

Примечание: цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

По данным МРТ с гадолиний-содержащим контрастным препаратом определяются участки интрамиокардиального отсроченного накопления контрастного вещества в базальных и срединных задне-перегородочных сегментах, а также в срединном нижнебоковом сегменте миокарда ЛЖ (рисунок 2). Снижение сократительной функции ЛЖ. Увеличение объема левого предсердия. Митральная недостаточность 1 ст. Створки аортального клапана не утолщены. Дополнительные структур на створках клапана не визуализируются. Легочный ствол диаметром 22 мм.

В условиях электрофизиологической лаборатории пациенту одновременно выполнено эндокардиальное картирование и неинвазивное картирование сердца в режиме “реального времени”.

На туловище пациента были помещены 224 специальных поверхностных электрода, перед подачей пациента в операционную была выполнена мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием и ЭКГ-синхронизацией.

В электрофизиологической лаборатории пациенту выполнялось эндокардиальное картирование с использованием системы Carto 3. Был выбран транссептальный доступ к ЛЖ. Выполнена анатомическая реконструкция ЛЖ. При анализе вольтажной карты ЛЖ на задней и латеральной стенках выявлен обширный постинфарктный рубец на задней стенке и перегородочной области ЛЖ (рисунок 3).

После индукции ЖТ на базовой стимуляции построена активационная карта. В связи с нестабильностью гемодинамики во время пароксизма ЖТ собрать достаточное количество точек для по-

строения активационной карты ЛЖ не представлялось возможным. Активационная карта, полученная в системе эндокардиального картирования, не отобразила полного цикла тахикардии. Однако система неинвазивного картирования позволяет визуализировать механизм аритмии после записи лишь одного кардиоцикла, что делает возможным подробное картирование гемодинамически неустойчивой ЖТ.

Данные мультиспиральной компьютерной томографии были импортированы в формате DICOM и полуавтоматически обработаны в системе “Амикард 01К”. Создавались 3-мерные модели торса, затем сердца. В электрофизиологической лаборатории в систему “Амикард 01К” регистрировались записи синусового ритма и ЖТ, индуцированной при базовой стимуляции желудочков. Данные ЭКГ на поверхности тела обрабатывались с использованием программного обеспечения “Амикард 01К”, затем проектировались на поверхность модели торса, а затем сердца. На основании этих данных были получены активационная карта желудочков сердца. По данным полученной карты был визуализирован полный цикл тахикардии, а также выявлена зона замедления проведения, локализуемая по краю постинфарктного рубца (рисунок 4).

На основании данных, полученных при неинвазивном картировании, абляционный электрод был позиционирован в пограничную зону рубца; на эндограмме, полученной с абляционного катетера, зафиксирована фрагментированная желудочковая активность (рисунок 5). При анализе данных вольтажной карты эндокардиального карти-

рования в данной области отмечается граница постинфарктного рубца. По данным МРТ в данной области имеется нетрансмуральное, интрамиокардиальное распространение фиброзной ткани (рисунок 2). А при неинвазивном картировании в данной области определялась зона замедления проведения возбуждения (рисунок 4).

В пограничной области рубца в месте регистрации фрагментированной активности на синусовом ритме выполнена серия РЧ-аппликаций с мощностью 34 Вт, при температуре 44° С. Абляция выполнялась до момента полного устранения фрагментированной активности. Во время выполнения РЧ-воздействия отмечалась индукция ЖТ. ЖТ купировалась спонтанно при продолжении воздействия. После завершения воздействия попытки индукции ЖТ безуспешны.

Обсуждение

В острой стадии ИМ происходит инфильтрация миокарда палочкоядерными нейтрофилами и лимфоцитами. Погибшие миоциты поглощаются макрофагами, на их месте в течение следующих недель и месяцев происходит выработка коллагена фибробластами, составляющими фиброзную ткань (рубец). Этот процесс распространяется от эндокарда к эпикарду. Процесс резорбции миоцитов и отложения коллагена протекает неравномерно, что приводит к неоднородности структуры рубца [3].

В настоящее время различные методы визуализации структуры миокарда играют большую роль в топической диагностике ЖТ и поиске субстрата аритмии. Одним из методов визуализации структурного поражения миокарда является МРТ. С её помощью можно получить данные не только о наличии и распространенности рубца, но и о его плотности и трансмуральности. В исследовании Zghaib T, et al. [4] продемонстрирована диагностическая и прогностическая ценность проведения МРТ с гадолиний-содержащим контрастным препаратом у пациентов с ЖТ. В исследование были включены 24 пациента с ЖТ, которые были распределены на две группы. В первой группе пациентам выполнялось МРТ с гадолиний-содержащим контрастным препаратом (данные МРТ были импортированы в систему навигационного картирования для ориентированности абляции), а во второй группе пациентам МРТ не выполнялась. В первой группе у всех пациентов по данным МРТ регистрировались зоны накопления гадолиний-содержащего контрастного препарата, выполнялась абляция в пределах или на границе участков накопления контрастного вещества, во всех случаях отмечалось купирование ЖТ во время абляции. Средний срок наблюдения составил 38,5 мес., у 16 (73%) у пациентов был рецидив ЖТ (у 7 — в первой группе, у 9 — во второй, $p=0,023$), что доказывает важ-

ность проведения МРТ перед процедурой абляции [4]. В представленном клиническом случае пациенту выполнялась МРТ с гадолиний-содержащим контрастным препаратом, что позволило визуализировать неоднородность рубца и сделать процесс абляции в пограничной зоне рубца более ориентированным.

Диагностическая ценность неинвазивного картирования при лечении желудочковой экстрасистолии очень велика, подробно она описана в ранее проведенных исследованиях [5-7]. В исследовании Graham AJ, et al. [6] проанализирована точность неинвазивного картирования при ЖТ в сравнении с данными инвазивного электроанатомического картирования с использованием системы Carto. Всего в исследование планировалось включить 38 пациентов, однако ряд пациентов был исключен из-за нестабильности гемодинамики во время ЖТ и невозможности проведения активационного эндокардиального картирования. В итоге было проанализировано 29 изохронных карт; расстояние между зонами ранней активации, по данным неинвазивного картирования и картирования с использованием активационной системы Carto, составило, в среднем, 22,6 мм (от 13,9 до 36,2 мм). Таким образом, неинвазивное картирование позволяет точно локализовать зону ранней активации ЖТ. С помощью данных неинвазивного картирования участок ранней активации удалось локализовать более точно, чем это позволял сделать анализ 12-канальной ЭКГ — 83,3 vs 38,9%, соответственно ($p=0,015$) [6]. В настоящем клиническом случае продемонстрирована значимость неинвазивного картирования в лечении гемодинамически нестабильной ЖТ, связанной с постинфарктым рубцом. Было успешно визуализировано замедление проведения во время ЖТ, что позволило провести успешную РЧА.

Таким образом, перед катетерной аблацией возможно обнаружить неоднородные, “пятнистые” рубцы, которые могут поддерживать ЖТ, и пограничные зоны рубца, где обычно находятся места “выхода” ЖТ. Это облегчает процесс картирования и делает его ориентированным. В исследовании, проведенном Sramko M, et al. [7], трансмуральность рубца коррелировала с участками “выхода” ЖТ, а также с участками, где регистрировались поздние или фрагментированные потенциалы. В данном клиническом случае также отмечается корреляция места замедления проведения с зонами нетрансмурального рубца, однако для выявления зон замедления проведения применялось неинвазивное картирование.

В исследованиях, изучающих абляцию пограничных зон рубца и гомогенизацию рубцов, было показано, что ткань пограничной зоны содержит как перешеек, так и места “выхода” для ЖТ [8, 9].

В настоящем исследовании использовали такие методы визуализации зон рубца, как МРТ и неинвазивное картирование. Данные, полученные с использованием этих технологий, позволяют ориентировано выбрать стратегию аблации, в данном клиническом случае была выбрана линейная аблация фрагментированной активности в пограничной зоне рубца.

Заключение

В представленном клиническом случае продемонстрированы диагностические возможности неинвазивного картирования у пациента с гемодинамически нестабильной ЖТ. Неинвазивное

картирование, выполненное в режиме “реального времени” в электрофизиологической лаборатории, позволяет определить зону замедления проведения аритмии и обнаружить субстрат ЖТ у пациента после перенесенного ИМ. Метод катетерной аблации, использованный совместно с неинвазивным картированием в режиме “реального времени”, позволяет успешно диагностировать зону ранней активации и устранять гемодинамически нестабильную ЖТ у пациентов с ишемическим повреждением миокарда.

Отношения и деятельность. Работа выполнена в рамках гранта РНФ Проект № 19-15-00406.

Литература/References

1. Chapman AR, Adamson PD, Shah ASV, et al. High-Sensitivity Cardiac Troponin and the Universal Definition of Myocardial Infarction. *Circulation*. 2020;141(3):161-71. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.042960.
2. Briceño DF, Romero J, Gianni C, et al. Substrate Ablation of Ventricular Tachycardia: Late Potentials, Scar Dechanneling, Local Abnormal Ventricular Activities, Core Isolation, and Homogenization. *Card Electrophysiol Clin*. 2017;9(1):81-91. doi:10.1016/j.ccep.2016.10.014.
3. Bhatt AS, Ambrosy AP, Velazquez EJ. Adverse Remodeling and Reverse Remodeling After Myocardial Infarction. *Curr Cardiol Rep*. 2017;19(8):71. doi:10.1007/s11886-017-0876-4.
4. Zghaib T, Ipek EG, Hansford R, et al. Standard Ablation Versus Magnetic Resonance Imaging-Guided Ablation in the Treatment of Ventricular Tachycardia. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2018;11(1):e005973. doi:10.1161/CIRCEP.117.005973.
5. Bokeriia LA, Revishvili ASH, Kalinin AV, et al. Hardware-software system for noninvasive electrocardiographic examination of heart based on inverse problem of electrocardiography. *Med Tekh*. 2008;6:1-7. (In Russ.) Бокерия Л.А., Ревিশвили А.Ш., Калинин А.В. и др. Программно-аппаратный комплекс для неинвазивного электрофизиологического исследования сердца на основе решения обратной задачи электрокардиографии. *Медицинская техника*. 2008;6:1-7.
6. Graham AJ, Orini M, Zaccar E, et al. Evaluation of ECG Imaging to Map Hemodynamically Stable and Unstable Ventricular Arrhythmias. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2020;13(2):e007377. doi:10.1161/CIRCEP.119.007377.
7. Sramko M, Hoogendoorn JC, Glashan CA, et al. Advancement in cardiac imaging for treatment of ventricular arrhythmias in structural heart disease. *Europace*. 2019;21(3):383-403. doi:10.1093/europace/euy150.
8. Prakosa A, Arevalo HJ, Deng D, et al. Personalized virtual-heart technology for guiding the ablation of infarct-related ventricular tachycardia. *Nat Biomed Eng*. 2018;2(10):732-40. doi:10.1038/s41551-018-0282-2.
9. Nguyen DT, Tzou WS, Sandhu A, et al. Prospective Multicenter Experience With Cooled Radiofrequency Ablation Using High Impedance Irrigant to Target Deep Myocardial Substrate Refractory to Standard Ablation. *JACC Clin Electrophysiol*. 2018;4(9):1176-85. doi:10.1016/j.jacep.2018.06.021.