

30. *Fattouch K., Murana G., Castrovinci S.* Mitral valve annuloplasty and papillary muscle relocation oriented by 3-dimensional transesophageal echocardiography for severe functional mitral regurgitation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2012; 143: 538–42.
31. *Mahmood F., Subramaniam B., Gorman J.* Three-dimensional echocardiographic assessment of changes in mitral valve geometry after valve repair. *EuroIntervention.* Suppl. 2010; 88: 1838–44.
32. *Mehrotra R., Bansal M., Agrawal V.* Mitral valve assessment using real-time three-dimensional transesophageal echocardiography. *Indian Heart J.* 2009; 61: 123–5.
33. *Delabays A., Jeanrenaud X., Chassot P.* et al. Localization and quantification of mitral valve prolapses using three-dimensional echocardiography. *Eur. J. Echocardiogr.* 2004; 6: 422–9.
34. *Bouma W., Van der Horst I.* et al. Chronic ischemic mitral regurgitation. Current treatment results and new mechanism – based surgical approaches. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2010; 37: 170–85.
35. *Kongsarepong V., Shiota M., Gillinov M.* Echocardiographic predictors of successful versus unsuccessful mitral valve repair in ischemic mitral regurgitation. *Am. J. Cardiol.* 2006; 29: 504–8.
36. *Kwan J., Shiota T., Agler D.* Geometric differences of the mitral apparatus between ischemic and dilated cardiomyopathy with significant mitral regurgitation: real-time three-dimensional echocardiography study. *Circulation.* 2003; 107: 1135–40.
37. *Tolstikhina A.A.* New ultrasound technology in the diagnosis of mitral regurgitation in ischemic and arrhythmogenic left ventricular dysfunction associated with atrial fibrillation: Med. Sci. Diss. Moscow; 2012 (in Russian).
38. *Bockeria O.L., Bazarsadaeva T.S.* Sudden cardiac death and malformations of the mitral and aortic valves. *Annaly Aritmologii.* 2013; 10 (3): 162–70. DOI: 10.15275/annaritmol.2013.3.6. (in Russian).
39. *Bockeria L.A., Golukhova E.Z., Shanaurina N.V., Mashina T.V., Mozhina A.A.* Failure of heart valves: ultrasound diagnosis. Moscow: A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of Russian Academy of Medical Sciences; 2008 (in Russian).
40. *Sugeng L., Weinert L., Lang R.M.* Real-time three-dimensional color Doppler flow of mitral and tricuspid regurgitation: feasibility and initial quantitative comparison with 2-dimensional methods. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2007; 20: 1050–7.

Поступила 26.12.2014 г.

© Р.А. ШОМАХОВ, Е.З. ГОЛУХОВА, 2014

УДК 616.12-008.318-073.756.8

Возможности магнитно-резонансной томографии с контрастным усилением у пациентов с нарушениями ритма сердца: взгляд кардиолога

Р.А. Шомахов, Е.З. Голухова

ФГБНУ «Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия); Рублевское шоссе, 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Шомахов Руслан Анатольевич, кардиолог, e-mail: r.shomachov@gmail.com;

Голухова Елена Зеликовна, доктор мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН, заведующий отделением

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – один из самых информативных методов детальной оценки анатомо-функциональных характеристик сердца и сосудов. Начиная с 90-х годов XX столетия, в клиническую практику прочно вошла техника контрастирования миокарда с помощью хелатных солей гадолиния. В последние годы анализируют диагностические и прогностические возможности оценки позднего накопления гадолиния у пациентов с различной кардиальной патологией, в том числе осложненной нарушениями ритма. В данной статье представлены современные литературные данные о применении МРТ сердца с контрастным усилением у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), гипертрофической кардиомиопатией (ГКМП), дилатационной кардиомиопатией (ДКМП), воспалительными поражениями миокарда, неклапанной фибрилляцией предсердий. Рассмотрены вопросы стратификации риска внезапной сердечной смерти и отбора больных на имплантацию кардиовертеров-дефибрилляторов с использованием метода МРТ.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; отсроченное накопление гадолиния; нарушения ритма сердца; фибрилляция предсердий; желудочковая тахикардия; внезапная сердечная смерть.

Utility of magnetic resonance imaging with contrast enhancement in patients with cardiac arrhythmias: a cardiologist's view

R.A. Shomakhov, E.Z. Golukhova

A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery; Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Shomakhov Ruslan Anatolyevich, Cardiologist, e-mail: r.shomachov@gmail.com;

Golukhova Elena Zelikovna, MD, DM, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Chief of Department

Magnetic resonance imaging (MRI) is one of the most informative methods of detailed assessment of myocardial tissue in vivo. Since the 90-ies of XX century in clinical practice firmly established technique of the late gadolinium enhancement (LGE). LGE is associated with adverse clinical outcomes across a range of different cardiac conditions and may improve risk stratification for death, sudden cardiac death, or serious adverse events beyond traditional prognostic markers. In recent years performed the analysis of diagnostic and prognostic impact of LGE in patients with cardiac arrhythmias. This article presents the current literature review of the MRI with LGE in patients with ischemic heart disease, hypertrophic cardiomyopathy, dilated cardiomyopathy, myocardial inflammatory diseases, non-valvular atrial fibrillation and selection of patients for cardioverter-defibrillator implantation using MRI.

Key words: magnetic resonance imaging; late gadolinium enhancement; heart rhythm disorders; atrial fibrillation; ventricular tachycardia; sudden cardiac death.

Введение

В 1973 г. в журнале «Nature» была опубликована статья профессора химии Пола Лотербурга под названием: «Создание изображения с помощью индуцированного локального взаимодействия; примеры на основе магнитного резонанса». Несколько позже Питер Мэнсфилд разработал алгоритм математической обработки изображений, получаемых в ходе данной процедуры, что позволило значительно повысить качество исследований. С середины 70-х годов XX в. интенсивное развитие метода приводит к его широкому внедрению в медицинскую практику для оценки прижизненной анатомии человеческого организма. В 2003 г. П. Лотербург и П. Мэнсфилд были удостоены Нобелевской премии в области медицины за изобретение метода магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Первые магнитные томограммы сердца были опубликованы исследователями из Ноттингемского университета в 1981 г. Однако качество изображений было низким по причине большого количества артефактов, связанных с дыханием и работой сердца. Впоследствии Ч. Хиггинс с коллегами из Ка-

лифорнийского университета в 1984 г. применили ЭКГ-синхронизированную МРТ, что значительно улучшило интерпретацию исследования. Совершенствование протоколов получения и обработки изображений привело к тому, что МРТ на сегодняшний день считается одним из самых информативных методов детальной оценки анатомо-функциональных характеристик сердца и сосудов [1].

Начиная с 90-х годов XX столетия, в клиническую практику прочно вошла методика контрастирования миокарда с помощью хелатных солей гадолиния – late gadolinium enhancement (LGE). В неповрежденной сердечной мышце кардиоциты плотно прилегают друг к другу, доля внеклеточного пространства в миокардиальном синцитии невелика. Хелаты гадолиния являются инертными внеклеточными агентами, которые неспособны проникать через мембраны кардиомиоцитов. Исходя из вышесказанного, объем возможного распределения контрастного препарата является достаточно малым и, соответственно, количество молекул гадолиния, задерживающихся в здоровом миокарде, сравнительно небольшое. В случае нарушения целостности мембран миоцитов (некроз, фиброз,

отек, очаги воспаления) контрастный препарат диффундирует в то пространство, которое ранее было внутриклеточным. При постинфарктном кардиосклерозе и фиброзе любой этиологии отмечается замещение миоцитов коллагеновым матриксом, что вызывает увеличение интерстициального пространства, что, в свою очередь, ведет к повышенному накоплению контрастного препарата. Методика исследования заключается в оценке T1-взвешенных изображений, синхронизированных с ЭКГ через 10–20 мин после внутривенного введения гадолиниевого контрастного препарата (0,1–0,2 ммоль/кг). При этом выявляется значимая разница между особенностями отсроченного накопления препарата. При ишемических поражениях очаги имеют субэндокардиальную и трансмуральную локализацию, соответствующую зонам кровоснабжения коронарных артерий. При некоронарогенных заболеваниях миокарда накопление гадолиниевого контраста чаще всего бывает интрамуральным или субэпикардиальным и не соответствует какой-либо конкретной области коронарной перфузии [2–4].

В последние годы проводится анализ диагностических и прогностических возможностей оценки позднего накопления гадолиния (LGE) у пациентов с различной кардиальной патологией, в том числе осложненной нарушениями ритма.

Ишемическая болезнь сердца

Имеется большое количество работ, посвященных оценке рубцового поражения миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) при помощи методики LGE. Данное диагностическое пособие, помимо рутинного анализа расчетных показателей (фракция выброса, масса миокарда, систолодиастолический объем левого желудочка и др.), позволяет оценить и прогноз у пациентов, страдающих атеросклеротической болезнью сердца.

В 2013 г. M.J. Lipinski и соавт. выполнили крупный метаанализ, посвященный

оценке прогностических возможностей стресс-МРТ с контрастным усилением у пациентов с подтвержденной или предполагаемой ИБС. Метаанализ объединил результаты 19 исследований, общее число пациентов составило 11 636, средний срок наблюдения – 32 мес. Средний возраст больных 63 ± 12 лет, 63% – мужчины, 26% пациентов имели инфаркт миокарда в анамнезе; средняя фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) $61 \pm 12\%$. Позднее накопление гадолиния отмечалось в 29% случаев, подтвержденная ишемия миокарда по данным стресс-МРТ – в 32%. Конечные точки исследования – сердечно-сосудистая смертность, инфаркт миокарда и комбинированная конечная точка, объединяющая оба события. В результате исследования было выявлено, что пациенты с ишемией имели более высокий риск развития инфаркта миокарда (отношение шансов (ОШ) 7,7; $p < 0,0001$), кардиальной летальности (ОШ 7,0; $p < 0,0001$), достижения комбинированной конечной точки (ОШ 6,5; $p < 0,0001$) в сравнении с группой больных без признаков ишемии. Помимо этого, ежегодная кардиальная летальность составила 2,8% против 0,3; развитие инфаркта миокарда (ИМ) – 2,6% против 0,4; достижение комбинированной конечной точки – 4,9% против 0,8 в группах с положительным и отрицательным тестом стресс-МРТ соответственно. При анализе результатов 10 исследований было показано, что пациенты с LGE имеют менее благоприятный прогноз в отношении достижения комбинированной конечной точки, чем больные, не имеющие позднего накопления контраста (ОШ 3,82; $p < 0,00001$). Также отмечалась высокая корреляция между наличием отсроченного контрастирования миокарда и перенесенным ИМ в анамнезе (корреляция 0,98; $p < 0,0001$). При оценке комбинированной конечной точки ежегодная кардиальная летальность по причине ИМ была также выше в группе пациентов с LGE ($4,6 \pm 4,0\%$ против $1,4 \pm 1,0$; $p < 0,03$). Также достоверные различия были получены для

каждой конечной точки исследования по отдельности. Результаты данного метаанализа подтверждают высокую прогностическую значимость оценки позднего накопления гадолиния у пациентов с ИБС [5].

Злокачественные желудочковые нарушения ритма являются основной причиной внезапной сердечной смерти (ВСС) у больных ИБС [6]. Систематизировав имеющиеся научные данные, Р.А. Scott и соавт. в 2013 г. провели метаанализ с целью оценки возможностей МРТ с контрастным усилением как предиктора развития желудочковых тахикардий у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ. В метаанализ были включены 11 исследований, проведенных у пациентов с ИБС и неишемической кардиомиопатией ($n=1105$). Конечные точки исследования были определены как ВСС (в том числе прерванная), желудочковая тахикардия (ЖТ), оправданный разряд кардиовертера-дефибриллятора. В средние сроки наблюдения 207 пациентов достигли конечной точки исследования. Относительный риск развития жизнеугрожающих желудочковых нарушений ритма был в 4,33 раза выше у пациентов с большей зоной рубцового поражения по данным LGE, хотя различия были статистически недостоверны ($p=0,72$). Однако позитивное соотношение вероятности (positive likelihood ratio) составило 1,98 и явилось статистически достоверным ($p=0,001$) [7].

Возможности МРТ с контрастным усилением в выявлении субстрата злокачественных желудочковых аритмий были наглядно показаны в работе J. White и соавт. В исследование было включено 82 пациента, переживших ВСС, с успешными реанимационными мероприятиями или устойчивую ЖТ. На первом этапе пациентам выполняли стандартный протокол обследования, включавший ЭКГ, ЭхоКГ, контрастную ангиографию или КТ-ангиографию. На основании результатов пациенты были распределены в одну из семи соответствующих диагностических рубрик. При этом заболевание сердца было выяв-

лено у 51% рутинно обследованных больных. На втором этапе выполняли МРТ сердца с контрастированием, по результатам которой значимая патология сердца была выявлена в 74% случаев ($p=0,002$). В результате анализа данных, полученных с использованием МРТ, 41 (50%) пациент был переведен в новые или альтернативные категории диагнозов, причем у 15 (18%) выявлено острое повреждение миокарда. У 20 (24%) здоровых по данным рутинных методов исследования выявлены значимые заболевания сердца: у 8 – острый миокардит, у 3 – острый ИМ, у 2 – постмиокардитический кардиосклероз, у 1 – некомпактный миокард ЛЖ, у 6 – аритмогенная дисплазия правого желудочка. Среди латентных причин дисфункции ЛЖ у 3 пациентов определен саркоидоз [4, 8].

Дилатационная кардиомиопатия

В 2013 г. в журнале «Saudi Medical Journal» была опубликована статья Н.В. Shi и соавт., посвященная оценке возможностей МРТ с контрастированием у пациентов с дилатационной кардиомиопатией (ДКМП). Метаанализ включил данные 5 исследований с общим числом больных 545. Конечные точки исследования – общая летальность, сердечно-сосудистая смертность, ВСС, прерванная ВСС, госпитализация по причине декомпенсации сердечной недостаточности (СН). Средние сроки наблюдения составили 1,82 года. В результате исследования было выявлено, что пациенты с отсроченным накоплением гадолиния имеют более высокую кардиальную летальность (ОШ 2,67; $p=0,03$); большее число случаев прерванной ВСС (ОШ 5,26; $p=0,007$) и госпитализаций по причине декомпенсации СН (ОШ 3,91; $p<0,001$). Общая смертность и общее число случаев ВСС были также выше в группе пациентов с LGE, однако различия не имели статистической силы. Суммарное число неблагоприятных клинических исходов было достоверно выше

в группе пациентов с отсроченным накоплением гадолиния (ОШ 2,89; $p < 0,001$) [9].

S. Kuruvilla и соавт. объединили 9 исследований, проведенных у пациентов с неишемической кардиомиопатией ($n=1488$). Средний возраст больных составил 52 года, 67% – мужчины, среднее время наблюдения – 30 мес, средняя ФВ ЛЖ по данным МРТ – 37%. Первичные конечные точки исследования были определены как общая летальность, госпитализация по причине декомпенсации СН и комбинированная конечная точка в виде ВСС или прерванной ВСС. Накопление контрастного вещества было выявлено у 38% пациентов. По данным выполненного метаанализа пациенты с LGE имели повышенный риск общей смертности (ОШ 3,27; $p < 0,00001$), госпитализаций по причине декомпенсации СН (ОШ 2,91; $p = 0,02$), а также ВСС или прерванной ВСС (ОШ 5,32; $p < 0,00001$) по сравнению с пациентами без LGE. Помимо этого, ежегодная летальность у пациентов с LGE составила 4,7% против 1,7 в группе без LGE ($p = 0,01$); госпитализация по причине декомпенсации СН – 5,03% против 1,8 ($p = 0,002$); ВСС или прерванная ВСС – 6,0% против 1,2 ($p < 0,001$) [4, 10].

Гипертрофическая кардиомиопатия

В 2012 г. J.J. Green и соавт. провели метаанализ, объединив результаты четырех исследований у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией (ГКМП). Общее число пациентов составило 1063, среднее время наблюдения – 3,1 года, конечные точки исследования – общая летальность, сердечно-сосудистая смертность, смертность от сердечной недостаточности и ВСС (в том числе прерванная). В результате исследования было выявлено, что LGE у пациентов с ГКМП коррелирует с кардиальной летальностью (ОШ 2,92; $p = 0,047$), смертностью от сердечной недостаточности (ОШ 5,68; $p = 0,045$) и летальностью от всех причин (ОШ 4,46; $p = 0,006$). При этом отмечалась тенденция к значи-

мости в отношении прогнозирования ВСС (в том числе прерванной ВСС) – ОШ 2,39 ($p = 0,091$) [4, 11].

Воспалительные поражения миокарда

Одна из наиболее интересных работ, посвященных оценке корреляционных связей между отсроченным накоплением гадолиния по данным МРТ и прогнозом больных с миокардитами, – исследование S. Grün и соавт., включившее 222 пациента, у которых вирусный миокардит был подтвержден данными биопсии. Средние сроки наблюдения составили 4,7 года, в качестве конечных точек были выбраны летальность от всех причин и кардиальная смертность. В конечном итоге анализу были подвергнуты 202 пациента. В указанные сроки наблюдения общая летальность больных составила 19,2%; кардиальная смертность 15%; на долю ВСС пришлось 9,9%. Наличие LGE увеличивало отношение риска общей летальности в 8,4 раза ($p = 0,004$); кардиальной смертности – в 12,8 раза ($p < 0,01$) независимо от клинических симптомов. Это значительно превосходило предсказательную ценность таких параметров, как ФВ ЛЖ, конечный диастолический объем (КДО) ЛЖ и функциональный класс СН по NYHA. Ни один пациент без LGE не перенес ВСС, даже в случаях увеличенного КДО и нарушения функции ЛЖ [4, 12].

Имплантированные кардиовертеры-дефибрилляторы

Довольно актуальной сегодня остается проблема отбора пациентов для имплантации кардиовертеров-дефибрилляторов (КВД). В отношении больных с низкой ФВ ЛЖ установлены определенные протоколы и классы рекомендацией, однако, по данным ряда исследований (MADIT II, SEARCH-MI), лишь 20% больных с имплантированными устройствами получают электротерапию. В случаях с сохранной или умеренно сниженной ФВ ЛЖ дело обстоит еще сложнее [4, 13]. Обнадеживаю-

щими в этом плане выглядят результаты ряда исследований с применением МРТ с контрастированием, направленных на оптимизацию алгоритмов отбора среди этой категории больных. В 2012 г. I. Klem и соавт. провели проспективный анализ, включивший 137 пациентов, которым планировалась имплантация КВД, 109 из них выполнена МРТ с оценкой ФВ ЛЖ, а также процента фиброзированного миокарда по данным LGE. Средний возраст больных составил 59 лет, 63% – мужчины; 53% – с ИБС; средняя ФВ ЛЖ – 35%. Большинству пациентов ($n=105$) выполнено электрофизиологическое исследование (ЭФИ), у 21 (20%) больного индуцирована устойчивая ЖТ. Фиброзно-рубцовые изменения миокарда выявлены у 107 (78%). Имплантация КВД выполнена 104 (75%) пациентам. Первичные конечные точки были определены как смерть или оправданный разряд КВД по поводу устойчивой ЖТ. В средние сроки наблюдения 24 мес первичная конечная точка была зарегистрирована у 39 (28%) пациентов. С помощью многофакторного анализа Кокса выявлено, что объем рубцовой зоны являлся независимым предиктором неблагоприятных аритмических событий. Пациенты с ФВ ЛЖ более 30% и зоной рубца более 5% от общей массы миокарда ЛЖ имели в 6,3 раза выше риск развития устойчивой желудочковой тахикардии или фибрилляции желудочков и смерти, чем пациенты с ФВ более 30%, но зоной рубца менее 5% ($p=0,02$). В то же время ВСС и разряды КВД встречались в 5,2 раза чаще в группе с зоной рубца более 5%, при ФВ ЛЖ более 30% ($p=0,04$). В группе пациентов с ФВ 30% и менее и зоной рубца более 5% риск развития неблагоприятных событий был в 3,9 раза выше, чем у пациентов с той же ФВ, но зоной рубца менее 5% ($p=0,03$). Главным выводом этого исследования явилось заключение о том, что риск жизнеугрожающих желудочковых аритмий в группе пациентов с ФВ более 30%, но объемом рубцового поражения более 5% от общей массы миокар-

да ЛЖ сходен с таковым у пациентов, имеющих ФВ 30% и менее [4, 14].

Фибрилляция предсердий

Фибрилляция предсердий (ФП) является наиболее распространенным видом нарушений ритма сердца. Ее частота в общей популяции составляет 1–2%. В Европе ФП страдают более 6 млн человек. Она увеличивает риск нарушений мозгового кровообращения в 5 раз и обуславливает развитие каждого пятого инсульта [15]. Все эти факторы определяют большую социальную значимость заболевания и необходимость глубокого научного изучения патогенетических механизмов данной аритмии с целью поиска и разработки эффективных путей профилактики и лечения [16]. Последнее пятилетие ознаменовалось рядом исследований, направленных на изучение роли структурного ремоделирования левого предсердия (ЛП) в патогенезе ФП. Магнитно-резонансная томография с контрастным усилением, применявшаяся ранее для оценки морфологических изменений желудочков сердца, стала использоваться в качестве диагностического пособия у пациентов с ФП.

Одной из первых работ, направленных на оценку прогностических возможностей МРТ с контрастированием у пациентов с ФП, стало исследование D.C. Peters и соавт., выполненное в 2009 г. Авторы включили в исследование 35 пациентов, которым была выполнена первичная радиочастотная абляция (РЧА) устьев легочных вен (ЛВ). В последующем для оценки адекватности катетерной деструкции (степени и объема послеоперационного фиброза устьев ЛВ) всем больным была выполнена МРТ с LGE. В сроки наблюдения, равные 1 году, свобода от ФП была достоверно выше в группе пациентов, имевших послеоперационный фиброз устья правой нижней легочной вены ($p=0,025$). Объем циркулярного фиброза также был значимо выше в группе пациентов без возврата ФП ($p=0,05$). Это небольшое пилотное иссле-

дование послужило толчком для дальнейшей оценки возможностей МРТ у больных с мерцательной аритмией [16].

Оценке корреляции между степенью фиброза предсердий, выявляемой по данным МРТ с LGE, и риском развития тромбоза ЛП у пациентов с ФП посвящено исследование N. Akoum и соавт. Перед проведением РЧА либо кардиоверсии 178 пациентам с ФП была выполнена чреспищеводная ЭхоКГ (ЧПЭхоКГ) и МРТ с контрастированием. Средние значения риска тромбоэмболических событий по шкале CHA₂DS₂-VASc составили 2,08±1,33 (также оценивалась шкала CHADS₂). Тромбоз ушка ЛП был обнаружен в 6,7% случаев, эффект спонтанного контрастирования (ЭСК) в 10,7% случаев. Пациенты с тромбозом имели более высокую степень фиброза ЛП по данным МРТ по сравнению с пациентами без тромбоза (26,9±17,4% против 16,7±10,5; $p<0,01$). Степень фиброза ЛП была также выше в группе пациентов с ЭСК (23,3±13,7 против 16,7±10,8; $p=0,01$). Пациенты с высокой степенью фиброза ЛП (более 20%) чаще имели тромбоз ушка ЛП (ОШ 4,6; $p=0,02$) и ЭСК (ОШ 2,6; $p=0,06$). По данным многофакторного регрессионного анализа высокая степень фиброза ЛП (ОШ 3,6; $p<0,01$) и значения шкалы CHADS₂ 2 и более (ОШ 3,5; $p<0,01$) явились достоверными предикторами тромбоза и ЭСК ушка ЛП, выявляемых по данным ЧПЭхоКГ. В работе наглядно продемонстрирована взаимосвязь станинга ЛП, обусловленного фиброзом, с образованием тромбов в его ушке [18].

Сложные коморбидные связи ФП с другими заболеваниями и патологическими состояниями также служат предметом научного анализа. В своем исследовании M. Akcaу и соавт. оценили взаимосвязь структурного ремоделирования ЛП с гипертрофией ЛЖ (ГЛЖ) у пациентов с мерцательной аритмией. Магнитно-резонансная томография с контрастным усилением была выполнена 404 пациентам перед проведением РЧА. Гипертрофия ЛЖ была оп-

ределена как индекс массы миокарда ЛЖ (ИММ ЛЖ) более 116 г/м² у мужчин и более 104 г/м² у женщин. У 122 больных была выявлена ГЛЖ. В зависимости от объема фиброзированного миокарда ЛП пациенты были разделены на следующие группы: минимальный фиброз (менее 5%), умеренный (5–20%), средний (20–35%), выраженный фиброз (более 35%). Сроки наблюдения – 1 год. По результатам исследования, степень фиброза ЛП была достоверно выше в группе пациентов с гипертрофией ЛЖ (19,4±13,2 против 15,3±9,8; $p<0,01$). Пациенты с ГЛЖ чаще имели среднюю и выраженную степень фиброза (38,5% против 23,1; $p<0,01$). Регрессионный анализ Кокса также показал, что в группе больных с ГЛЖ достоверно чаще наблюдался возврат ФП после РЧА в течение однолетнего наблюдения (43,2% против 28; $p=0,008$). При проведении многофакторного анализа, включавшего возраст, форму ФП, степень фиброза ЛП, ГЛЖ, диаметр ЛП, диабет, артериальную гипертензию, пол, инсульт в анамнезе, кардиомиопатию и ИБС, степень предоперационного фиброза ЛП была самым сильным предиктором возврата аритмии после РЧА (ОШ 1,77; $p<0,001$) [19].

C. McGann и соавт. в 2014 г. опубликовали статью, посвященную оценке прогноза пациентов с ФП в отношении рецидива аритмии после проведения РЧА. Общее число пациентов составило 386, сроки наблюдения 1 год, предварительно всем больным перед РЧА выполняли МРТ с контрастированием. В зависимости от степени фиброза ЛП были выделены 4 группы: I – минимальный, II – умеренный, III – средний, IV – выраженный фиброз. Возврат ФП был в 31,9% случаев, нарушения ритма встречались тем чаще, чем выше была степень фиброза ЛП. При этом лучшими предикторами результатов РЧА по данным многофакторного анализа явились степень фиброза ЛП (ОШ 4,89; $p<0,0001$) и сахарный диабет (ОШ 1,64; $p=0,036$), в то время как увеличенный объ-

ем ЛП и персистирующая форма ФП не показали своей статистической значимости. Гистологические признаки ремоделирования ЛП, полученные в ходе биопсии, коррелировали с данными МРТ [20].

Заключение

Многочисленные исследования подтверждают ценность метода МРТ с контрастным усилением в диагностике и прогнозировании аритмических событий. Однако, несмотря на большое количество статей и ряд метаанализов, результаты этих работ пока не фигурируют в рекомендациях ведущих кардиологических обществ мира. Связано это с отсутствием крупных многоцентровых рандомизированных исследований (с включением большого числа пациентов), которые позволили бы оценить возможности МРТ с LGE в масштабах популяции. По нашему мнению, в ближайшие годы эта проблема будет предметом дальнейших интенсивных исследований в связи с обнадеживающими результатами, полученными уже сегодня.

Конфликт интересов

Статья опубликована при поддержке гранта Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, выполняющихся под руководством ведущих ученых в российских научных учреждениях и государственных научных центрах Российской Федерации «Молекулярные механизмы фибрилляции предсердий» (№ 14.Z50.31.0026).

Литература

1. Geva T. Magnetic resonance imaging: historical perspective. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2006; 8 (4): 573–80.
2. Сеницын В.Е., Стукалова О.В., Ларина О.М., Терновой С.К. Новые возможности диагностики некоронарогенных поражений миокарда: роль магнитно-резонансной томографии. *Креативная кардиология.* 2008; 1: 66–73.
3. Ларина О.М. Диагностическое значение магнитно-резонансной томографии при гипертрофии миокарда левого желудочка различного генеза. Литературный обзор. *Вестник Российского научно-го центра рентгенодиагностики Минздрава России.* 2010; 10. Available at: http://vestnik.ncrr.ru/vestnik/v10/papers/larina_v10.htm.
4. Шомахов Р.А., Макаренко В.Н., Бокерия Л.А. Эволюция методов диагностики и прогнозирования некоронарогенных желудочковых аритмий. *Креативная кардиология.* 2014; 2: 36–47.
5. Lipinski M.J., McVey C.M., Berger J.S. et al. Prognostic value of stress cardiac magnetic resonance imaging in patients with known or suspected coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62 (9): 826–38.
6. Бокерия О.Л., Буниашвили М.Б. Внезапная сердечная смерть и ишемическая болезнь сердца. *Анналы аритмологии.* 2013; 10 (2): 69–79. DOI: 10.15275/annaritmol.2013.2.2.
7. Scott P.A., Rosengarten J.A., Curzen N.P., Morgan J.M. Late gadolinium enhancement cardiac magnetic resonance imaging for the prediction of ventricular tachyarrhythmic events: a meta-analysis. *Eur. J. Heart Fail.* 2013; 15 (9): 1019–27.
8. White J.A., Fine N.M., Gula L. et al. Utility of cardiovascular magnetic resonance in identifying substrate for malignant ventricular arrhythmias. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2012; 5 (1): 12–20.
9. Shi H.W., Pu P., Deng W., Zhou H. et al. Prognostic value of late gadolinium enhancement in dilated cardiomyopathy patients. A meta-analysis. *Saudi Med. J.* 2013; 34 (7): 719–26.
10. Kuruvilla S., Adenaw N., Katwal A.B. et al. Late Gadolinium Enhancement on CMR predicts adverse cardiovascular outcomes in non-ischemic cardiomyopathy: A systematic review and meta-analysis. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2013. DOI: 10.1161/circimaging.113.001144.
11. Green J.J., Berger J.S., Kramer C.M., Salerno M. Prognostic value of late gadolinium enhancement in clinical outcomes for hypertrophic cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2012; 5 (4): 370–7.
12. Grün S., Schumm J., Greulich S. et al. Long-term follow-up of biopsy-proven viral myocarditis: predictors of mortality and incomplete recovery. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 59 (18): 1604–15.
13. Голухова Е.З. Внезапная сердечная смерть. Меняют ли результаты рандомизированных исследований наши представления о возможных предикторах и путях профилактики? *Креативная кардиология.* 2008; 1: 7–24.
14. Klem I., Weinsaft J.W., Bahnson T.D. et al. Assessment of myocardial scarring improves risk stratification in patients evaluated for cardiac defibrillator implantation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60 (5): 408–20.
15. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств. Всероссийское научное общество специалистов по клинической электрофизиологии, аритмологии и кардиостимуляции (ВНОА); 2013. Available at: <http://www.vnoa.ru/upload/Recomend2013.pdf>.
16. Бокерия Л.А., Шенгелия Л.Д. Механизмы фибрилляции предсердий: от идей и гипотез к эф-

- фективному пониманию проблемы. *Анналы аритмологии*. 2014; 11 (1): 5–9. DOI: 10.15275/annaritmol.2014.1.1.
17. *Peters D.C., Wylie J.V., Hauser T.H.* et al. Recurrence of atrial fibrillation correlates with the extent of post-procedural late gadolinium enhancement: a pilot study. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2009; 2 (3): 308–16.
 18. *Akoum N., Fernandez G., Wilson B.* et al. Association of atrial fibrosis quantified using LGE-MRI with atrial appendage thrombus and spontaneous contrast on transesophageal echocardiography in patients with atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2013; 24 (10): 1104–9.
 19. *Akkaya M., Higuchi K., Koopmann M., Burgon N.* et al. Relationship between left atrial tissue structural remodelling detected using late gadolinium enhancement MRI and left ventricular hypertrophy in patients with atrial fibrillation. *Europace*. 2013; 15 (12): 1725–32.
 20. *McGann C., Akoum N., Patel A.* et al. Atrial fibrillation ablation outcome is predicted by left atrial remodeling on MRI. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2014; 7 (1): 23–30.
 21. *strate for malignant ventricular arrhythmias. Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2012; 5 (1): 12–20.
 9. *Shi H.W., Pu P., Deng W., Zhou H.* et al. Prognostic value of late gadolinium enhancement in dilated cardiomyopathy patients. A meta-analysis. *Saudi Med. J.* 2013; 34 (7): 719–26.
 10. *Kuruvilla S., Adenaw N., Katwal A.B.* et al. Late Gadolinium Enhancement on CMR predicts adverse cardiovascular outcomes in non-ischemic cardiomyopathy: A systematic review and meta-analysis. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2013. DOI: 10.1161/circimaging.113.001144.
 11. *Green J.J., Berger J.S., Kramer C.M., Salerno M.* Prognostic value of late gadolinium enhancement in clinical outcomes for hypertrophic cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2012; 5 (4): 370–7.
 12. *Grün S., Schumm J., Greulich S.* et al. Long-term follow-up of biopsy-proven viral myocarditis: predictors of mortality and incomplete recovery. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 59 (18): 1604–15.
 13. *Golukhova E.Z.* Sudden cardiac death. Did the results of randomized trials change our opinion of the possible predictors and the ways to prevent? *Kreativnaya Kardiologiya.* 2008; 1: 7–24 (in Russian).
 14. *Klem I., Weinsaft J.W., Bahnson T.D.* et al. Assessment of myocardial scarring improves risk stratification in patients evaluated for cardiac defibrillator implantation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2012; 60 (5): 408–20.
 15. Clinical recommendations for electrophysiological studies, catheter ablation and use of implantable antiarrhythmic devices. Russian Scientific Society for Clinical Electrophysiology, arrhythmology and pacing (VNOA); 2013. <http://www.vnoa.ru/upload/Recomend2013.pdf> (in Russian).
 16. *Bockeria L.A., Shengelia L.D.* Mechanisms of atrial fibrillation: from ideas and hypotheses to effective understanding of the. *Annaly Aritmologii.* 2014; 11 (1): 5–9 DOI: 10.15275/annaritmol.2014.1.1 (in Russian).
 17. *Peters D.C., Wylie J.V., Hauser T.H.* et al. Recurrence of atrial fibrillation correlates with the extent of post-procedural late gadolinium enhancement: a pilot study. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2009; 2 (3): 308–16.
 18. *Akoum N., Fernandez G., Wilson B.* et al. Association of atrial fibrosis quantified using LGE-MRI with atrial appendage thrombus and spontaneous contrast on transesophageal echocardiography in patients with atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2013; 24 (10): 1104–9.
 19. *Akkaya M., Higuchi K., Koopmann M., Burgon N.* et al. Relationship between left atrial tissue structural remodelling detected using late gadolinium enhancement MRI and left ventricular hypertrophy in patients with atrial fibrillation. *Europace*. 2013; 15 (12): 1725–32.
 20. *McGann C., Akoum N., Patel A.* et al. Atrial fibrillation ablation outcome is predicted by left atrial remodeling on MRI. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2014; 7 (1): 23–30.

References

1. *Geva T.* Magnetic resonance imaging: historical perspective. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2006; 8 (4): 573–80.
2. *Sinityn V.E., Stukalova O.V., Larina O.M., Ternovoy S.K.* New capabilities of diagnostic of noncoronary heart diseases: role of magnetic resonance imaging. *Kreativnaya Kardiologiya.* 2008; 1: 66–73 (in Russian).
3. *Larina O.M.* Diagnostic significance of magnetic resonance imaging in left ventricular hypertrophy of various causes. Literature review. *Vestnik Rossiyskogo Nauchnogo Tsentra Rentgenoradiologii Minzdrava Rossii.* 2010; 10. Available at: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v10/papers/larina_v10.htm (in Russian).
4. *Shomakhov R.A., Makarenko V.N., Bockeria L.A.* Evolution of diagnostic methods and prediction of noncoronary ventricular arrhythmias. *Kreativnaya Kardiologiya.* 2014; 2: 36–47 (in Russian).
5. *Lipinski M.J., McVey C.M., Berger J.S.* et al. Prognostic value of stress cardiac magnetic resonance imaging in patients with known or suspected coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62 (9): 826–38.
6. *Bockeria O.L., Biniashvili M.B.* Sudden cardiac death and ischemic heart disease. 2013; 10 (2): 69–79. DOI: 10.15275/annaritmol.2013.2.2 (in Russian).
7. *Scott P.A., Rosengarten J.A., Curzen N.P., Morgan J.M.* Late gadolinium enhancement cardiac magnetic resonance imaging for the prediction of ventricular tachyarrhythmic events: a meta-analysis. *Eur. J. Heart Fail.* 2013; 15 (9): 1019–27.
8. *White J.A., Fine N.M., Gula L.* et al. Utility of cardiovascular magnetic resonance in identifying sub-

Поступила 26.12.2014 г.