

<http://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-5-247-253>

Прогностическое значение результатов сцинтиграфии миокарда с ^{123}I -метайодбензилгуанидином при обследовании больных, направляемых на интервенционное лечение фибрилляции предсердий

Варламова Ю.В.^{1,*}, Лишманов Ю.Б.^{1,2}, Кистенева И.В.¹

¹ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук, Научно-исследовательский институт кардиологии, ул. Киевская, 111, стр. А, Томск, 634012, Российская Федерация

²ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», пр-т Ленина, 30, Томск, 634050, Российская Федерация

Резюме

Цель. С помощью радионуклидного сканирования сердца с ^{123}I -метайодбензилгуанидином (^{123}I -МИБГ) выявить сцинтиграфические предикторы эффективности интервенционного лечения фибрилляции предсердий (ФП).

Материал и методы. В исследование были включены 35 пациентов с ФП, сочетающейся с гипертонической болезнью: 17 человек с персистирующей ФП, 18 человек с длительно персистирующей ФП. Кроме того, в качестве группы сравнения были обследованы 10 больных с гипертонической болезнью без признаков аритмии. Всем пациентам с ФП до радиочастотной абляции (РЧА), а также пациентам с синусовым ритмом была выполнена сцинтиграфия миокарда с ^{123}I -МИБГ для оценки симпатической иннервации сердца. Оценка эффективности РЧА осуществляли через 12 мес посредством суточного мониторинга электрокардиограммы.

Результаты. Больные обеих групп были разделены на подгруппы в зависимости от наличия рецидива аритмии через 1 год после интервенционного лечения. С помощью ROC-анализа были определены основные сцинтиграфические предикторы эффективности РЧА. Исследованы те дооперационные показатели, по которым подгруппы с рецидивами ФП и без них имели достоверные различия. У пациентов с персистирующей ФП пороговое значение отсроченного индекса сердце/средостение (С/Ср) $\geq 1,55$ (площадь под ROC-кривой 0,929; чувствительность 100% и специфичность 57%) и пороговое значение скорости вымывания ^{123}I -МИБГ $\leq 22,3\%$ (площадь под ROC-кривой 0,957; чувствительность 100% и специфичность 43%) позволяют говорить об эффективности РЧА. Для больных с длительно персистирующей ФП пороговые значения раннего индекса С/Ср $\geq 1,69$ (площадь под ROC-кривой 0,849; чувствительность 100% и специфичность 62%) и отсроченного индекса С/Ср $\geq 1,66$ (площадь под ROC-кривой 0,938; чувствительность 94% и специфичность 23%) дают возможность прогнозировать вероятность возникновения послеоперационных рецидивов ФП.

Заключение. Полученные в работе результаты свидетельствуют о том, что сцинтиграфия с ^{123}I -МИБГ может быть использована для прогнозирования высокого риска развития рецидивов ФП после РЧА патологических путей проведения импульса в миокарде.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий; радиочастотная абляция; сцинтиграфия миокарда; симпатическая иннервация; ^{123}I -метайодбензилгуанидин.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование было поддержано грантом Российского научного фонда (№ 15-15-10016).

Для цитирования: Варламова Ю.В., Лишманов Ю.Б., Кистенева И.В. Прогностическое значение результатов сцинтиграфии миокарда с ^{123}I -метайодбензилгуанидином при обследовании больных, направляемых на интервенционное лечение фибрилляции предсердий. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2019; 100 (5): 247–53. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-5-247-253>

Статья поступила 09.01.2018

После доработки 27.02.2018

Принята к печати 05.03.2018

The Prognostic Value of the Results of ^{123}I -metaiodobenzylguanidine Myocardial Scintigraphy in the Examination of Patients with Atrial Fibrillation Referred for Its Interventional Treatment

Yuliya V. Varlamova^{1,*}, Yuriy B. Lishmanov^{1,2}, Irina V. Kisteneva¹

¹Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, ul. Kievskaya, 111-A, Tomsk, 634012, Russian Federation

²National Research Tomsk Polytechnic University, prospekt Lenina, 30, Tomsk, 634050, Russian Federation

Abstract

Objective. To identify the scintigraphic predictors of the efficiency of interventional treatment for atrial fibrillation (AF) by cardiac ¹²³I-metaiodobenzylguanidine (¹²³I-MIBG) radionuclide scanning.

Material and methods. The investigation enrolled 35 patients with AF concurrent with hypertensive disease (HD): 17 persons with persistent AF (PAF) and 18 patients with long-standing PAF (LPAF). In addition, 10 patients with HD without arrhythmia signs were examined as a comparison group. All the patients with AF before radiofrequency ablation (RFA) and those with sinus rhythm underwent ¹²³I-MIBG myocardial scintigraphy to assess the sympathetic innervation of the heart. The efficiency of RFA was evaluated after 12 months by 24-hour ECG monitoring.

Results. The patients of both groups were divided into subgroups according to the presence of recurrent arrhythmia one year after interventional treatment. ROC analysis could determine the main scintigraphic predictors of the efficiency of RFA. The preoperative indicators, in which the subgroups with and without recurrent AF showed significant differences, were studied. In the patients with PAF, the delayed Heart/Mediastinum (H/M) ratio cutoff was ≥ 1.55 (the area under the ROC curve was 0.929; 100% sensitivity and 57% specificity), and the threshold value of ¹²³I-MIBG washout rate was $\leq 22.3\%$ (the area under ROC curve was 0.957; 100% sensitivity and 43% specificity) may suggest that RFA is effective. In the patients with LPAF, the threshold values of early H/M ratio were ≥ 1.69 (the area under the ROC curve was 0.849; 100% sensitivity and 62% specificity) and those of delayed H/M ratio were ≥ 1.66 (the area under the ROC curve was 0.938; 94% sensitivity and 23% specificity) allow the prediction of a risk for postoperative recurrent AF.

Conclusion. The findings suggest that ¹²³I-MIBG scintigraphy can be used to predict a high risk for recurrent AF after RFA of the pathological pathways of a pulse in the myocardium.

Keywords: atrial fibrillation; radiofrequency ablation; myocardial scintigraphy; sympathetic innervation; ¹²³I-metaiodobenzylguanidine.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study was supported by Grant from the Russian Science Foundation (№ 15-15-10016).

For citation: Varlamova Yu.V., Lishmanov Yu.B., Kisteneva I.V. The prognostic value of the results of ¹²³I-metaiodobenzylguanidine myocardial scintigraphy in the examination of patients with atrial fibrillation referred for its interventional treatment. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100 (5): 247–53 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-5-247-253>

Received 09.01.2018

Revised 27.02.2018

Accepted 05.03.2018

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – это наджелудочковая тахикардия, характеризующаяся быстрой, нерегулярной и хаотической предсердной активностью с последующим ухудшением механической функции предсердий [1]. Социально-экономическая значимость ФП обусловлена материальными затратами по причине частого развития сердечно-сосудистых осложнений и тромбоэмболических событий, которые влекут за собой увеличение частоты госпитализаций, а также повышение процента инвалидизации и смертности больных [2]. Поэтому поиск оптимальных методов лечения данной аритмии и прогнозирование их эффективности представляются крайне актуальными.

Радиочастотная катетерная абляция (РЧА) путей патологического проведения импульса стала в настоящее время широко распространенным методом лечения ФП, резистентной к антиаритмической терапии [3, 4]. Однако эффективность такого подхода не является абсолютной [5]. В связи с этим поиск дополнительных критериев, позволяющих судить о прогнозе интервенционного лечения ФП, представляет собой актуальную задачу

современной кардиологии и лучевой диагностики [6]. Литературные данные свидетельствуют о том, что одну из доминирующих ролей в индуцировании, персистенции и прекращении ФП занимает дисбаланс вегетативной иннервации сердца, роль которого в патогенезе данной аритмии до сих пор остается серьезной и нерешенной проблемой для исследователей и практических врачей [7].

На сегодняшний день оптимальными для оценки функционального состояния сердца являются методы ядерной медицины [8–10]. Благодаря использованию радиофармпрепаратов (РФП), способных избирательно аккумулироваться непосредственно в симпатических нервных терминалях, становится возможным как визуальное, так и количественное исследование данного отдела вегетативной нервной системы. Одним из наиболее востребованных РФП для решения этой задачи считается метайодбензилгуанидин, меченный ¹²³I (¹²³I-МИБГ) [10]. Вместе с тем в настоящее время существуют лишь единичные работы [6, 11], направленные на поиск радионуклидных критериев, позволяющих прогнозировать положительный результат РЧА.

Целью настоящей работы явилось выявление скintiграфических предикторов эффективности интервенционного лечения фибрилляции предсердий.

Материал и методы

В исследование включены 45 пациентов, находившиеся на обследовании и лечении в НИИ кардиологии (Томск) в период с 2011 по 2014 г. Больные были рандомизированы на три основные группы: 1-я – 17 человек (10 мужчин и 7 женщин, средний возраст $57,2 \pm 7,6$ года) с персистирующей ФП, сочетающейся с гипертонической болезнью; вторая – 18 человек (14 мужчин и 4 женщины, средний возраст $54,4 \pm 6,6$ года) с длительно персистирующей ФП и гипертонической болезнью; 3-я – 10 человек (6 мужчин и 4 женщины, средний возраст $46,1 \pm 13,7$ года) с гипертонической болезнью без признаков аритмии.

Всем пациентам с ФП выполняли РЧА патологических путей проведения импульса в миокарде. В течение 1-й недели после вмешательства неоднократно проводили повторную электрокардиографию (ЭКГ), суточное мониторирование ЭКГ, что обусловлено рекомендованным временем пребывания таких больных в стационаре. Пациентам всех групп исходно была выполнена скintiграфия миокарда с ^{123}I -МИБГ для оценки состояния симпатической иннервации.

Об эффективности интервенционного лечения ФП судили по результатам суточного мониторирования ЭКГ через 12 мес после выписки больных из клиники.

Скintiграфию сердца с ^{123}I -МИБГ осуществляли с помощью томографической гамма-камеры Forte (Philips, Нидерланды). В процессе сбора данных детекторы устанавливали под углом 90° друг к другу. Угол поворота детекторов составлял 90° . Для каждого детектора регистрировали 16 проекций (всего 32 проекции) по 30 с каждая в матрицу размером 64×64 пикселя с использованием параллельных высоко разрешающих коллиматоров для низких энергий (менее 250 кэВ) и настройкой гамма-камеры на фотопик ^{123}I (159 кэВ) с шириной окна дифференциального дискриминатора 20%. Планарную скintiграфию проводили в передней проекции с набором 500 тыс. импульсов в матрицу 256×256 пикселей, применяя низкоэнергетический параллельный коллиматор и ширину окна дифференциального дискриминатора 10%. Обработку полученных скintiграмм выполняли при помощи пакета прикладных программ JetStream® Workspace Release 3.0 (Philips, Нидерланды).

Одним из необходимых условий проведения данного исследования являлось уменьшение лучевой нагрузки на щитовидную железу, достигаемое приемом 1% раствора Люголя (из расчета

1 капля на 1 кг массы тела, максимально 40 капель) за 1 сут до скintiграфии сердца с ^{123}I -МИБГ и в течение 2 сут после нее. Инъекцию РФП активностью 150 МБк выполняли в клиностатическом положении пациента. Скintiграфию с ^{123}I -МИБГ проводили как в планарном, так и в томографическом режиме через 20 мин (раннее исследование) и через 4 ч (отсроченное исследование) после инъекции индикатора.

Данные планарной скintiграфии миокарда с ^{123}I -МИБГ позволили определить общую симпатическую активность по скорости вымывания индикатора и величине индекса «сердце/средостение» (С/Ср) на ранних и отсроченных скintiграммах. Оценку региональной симпатической активности миокарда осуществляли с использованием 17-сегментарной модели левого желудочка в системе полярных координат типа «бычий глаз» (bull's eye). Степень накопления данного РФП в миокарде левого желудочка определяли визуально на томосрезах, выполненных по короткой оси сердца, и выражали в баллах от 0 до 4. При этом за 0 баллов принимали нормальное накопление РФП в миокарде левого желудочка, 1 балл соответствовал незначительному нарушению симпатической иннервации, 2 балла – умеренному нарушению, 3 балла считали показателем, характерным для выраженного снижения накопления РФП. Скintiграфическую картину, когда миокард не визуализировался, оценивали в 4 балла [12].

Статистический анализ материалов был проведен с использованием пакета прикладных программ SPSS 15.0 for Windows (SPSS Software Products). Данные представлены в виде $M \pm SD$, Me (Q25–75), n (%). Проверку на соответствие выборок нормальному закону распределения проводили согласно критерию Шапиро–Уилка. Оценку достоверности различий количественных данных в случае непараметрического распределения при количестве групп $n = 2$ осуществляли в соответствии с критерием Манна–Уитни. Для проверки достоверности различий количественных данных в случае непараметрического распределения при количестве групп $n > 2$ применяли критерий Краскела–Уоллиса. С целью нахождения дифференциальной границы (cut-off value) исходных скintiграфических показателей для прогнозирования высокого риска развития рецидивов ФП после РЧА проводили ROC-анализ с построением ROC-кривых. Изменения считали достоверными при уровне значимости $p < 0,05$ [13].

Результаты

В проведенном исследовании нами были выявлены статистически значимые различия по индексу С/Ср, который был достоверно ниже у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей

ФП, чем в группе сравнения: ранний индекс С/Ср – 1,65 (1,54–1,76), 1,66 (1,63–1,90) и 1,96 (1,88–2,04) соответственно ($p < 0,05$); отсроченный индекс С/Ср – 1,7 (1,6–1,8), 1,62 (1,61–1,77) и 2,0 (1,86–2,14) соответственно ($p < 0,05$).

Второй важный сцинтиграфический показатель, характеризующий общую симпатическую активность сердца, – скорость вымывания ^{123}I -МИБГ. Он был достоверно более высоким у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей формами ФП, чем у больных с синусовым ритмом: 13,4 (7,7–21,9)%, 22,6 (17,2–27,1)% и 5,5 (7,9–15,1)% соответственно ($p < 0,05$).

В процессе визуального анализа томосцинтиграмм у пациентов с персистирующей и длительно персистирующей ФП отмечены достоверно более выраженные изменения региональной симпатической активности по сравнению с больными из группы сравнения: ранний дефект накопления ^{123}I -МИБГ – 7,1 (1,05–13,1)%, 10,3 (7,2–13,4)% и 2,8 (1,4–7,2)% соответственно ($p < 0,05$); отсроченный дефект накопления ^{123}I -МИБГ – 9,4 (5,8–10,9)%, 14,3 (7,6–11,5)% и 3,0 (1,5–6,01)% соответственно ($p < 0,05$).

Кроме того, было показано, что длительно персистирующая форма ФП оказывает наиболее выраженное влияние на состояние симпатической иннервации сердца, что сцинтиграфически подтверждалось достоверно более низким отсроченным индексом С/Ср и повышенной скоростью вымывания ^{123}I -МИБГ по отношению к группе пациентов с персистирующей формой ФП: отсроченный индекс С/Ср – 1,62 (1,61–1,77) и 1,7 (1,6–1,8) соответственно ($p = 0,049$); скорость вымывания – 22,6 (17,2–27,1)% и 13,4 (7,7–21,9)% соответственно ($p = 0,045$).

На следующем этапе нашего исследования пациенты обеих групп с ФП были разделены на подгруппы в зависимости от наличия рецидивов арит-

мии через 1 год после проведения интервенционного лечения.

Среди больных с персистирующей ФП (группа 1) численность лиц без рецидивов аритмии по данным холтеровского мониторирования ЭКГ (эффективная РЧА) составила 10 человек из 17 (подгруппа 1а), а 7 пациентов с рецидивами ФП составили подгруппу 2а (неэффективная РЧА). У больных с длительно персистирующей ФП (группа 2) синусовый ритм был зарегистрирован в 10 случаях из 18 (подгруппа 1б), а 8 пациентов с рецидивами ФП были включены в подгруппу 2б.

У больных группы 1 с неэффективной РЧА значение отсроченного индекса С/Ср было достоверно ниже, чем аналогичный показатель у больных с синусовым ритмом – 1,54 (1,51–1,69) и 1,81 (1,75–1,87) соответственно ($p = 0,034$). Кроме того, у пациентов с рецидивами ФП скорость вымывания ^{123}I -МИБГ была достоверно более высокой – 25,9 (14,8–19,0)% и 2,4 (4,8–11,26)% соответственно ($p = 0,021$). У пациентов группы 2 с неэффективным интервенционным лечением ФП дооперационные значения как раннего, так и отсроченного индексов С/Ср были достоверно ниже, чем аналогичные показатели у больных с эффективной РЧА: ранний индекс С/Ср: 1,53 (1,48–1,68) и 1,94 (1,92–1,96) соответственно ($p = 0,010$), отсроченный индекс С/Ср – 1,5 (1,49–1,61) и 1,98 (1,89–1,99) соответственно ($p = 0,011$).

Учитывая полученные данные, нами была принята попытка выявить наиболее эффективную дифференциальную границу исходных сцинтиграфических показателей для прогнозирования высокого риска развития рецидивов ФП после радиочастотной абляции, используя ROC-анализ (receiver operator characteristic). Были исследованы те дооперационные сцинтиграфические показатели, по которым подгруппы с рецидивами ФП и без них имели достоверные различия.

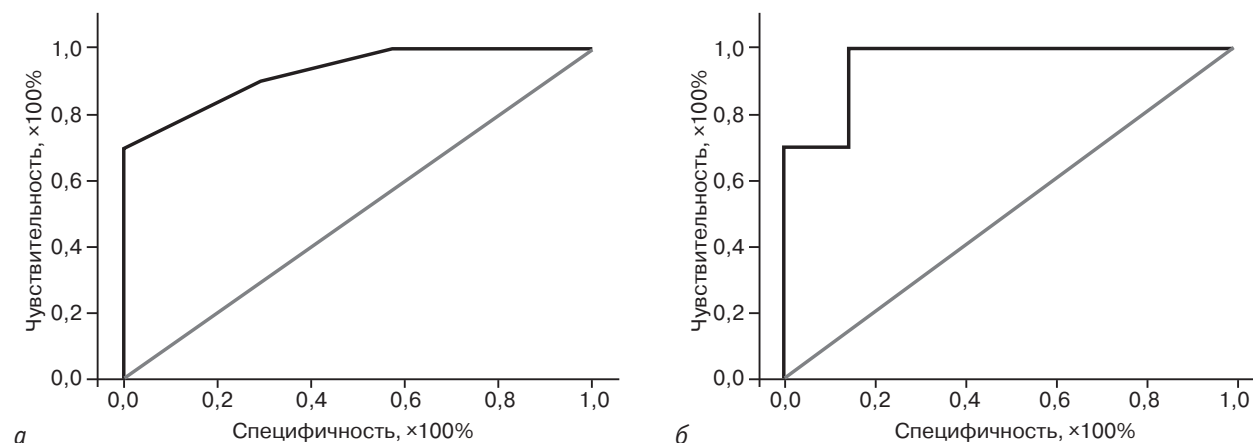


Рис. 1. ROC-кривые, полученные у больных с персистирующей фибрилляцией предсердий при использовании в качестве прогностического критерия эффективности радиочастотной абляции:

а – отсроченного индекса С/Ср; б – скорости вымывания ^{123}I -МИБГ

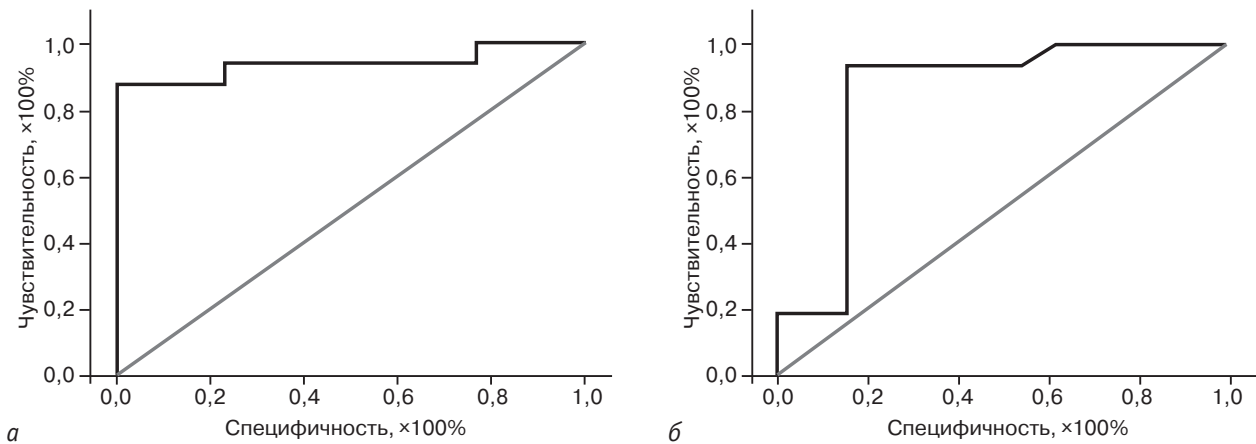


Рис. 2. ROC-кривые, полученные у больных с длительно персистирующей фибрилляцией предсердий при использовании в качестве прогностических критериев эффективности радиочастотной абляции:

а – раннего индекса С/Ср; б – отсроченного индекса С/Ср

Так, у пациентов с персистирующей ФП пороговое значение (cut off value) отсроченного индекса С/Ср $\geq 1,55$ позволяет говорить об эффективности РЧА с чувствительностью и специфичностью 100% и 57% соответственно. При этом площадь под ROC-кривой (area under curve – AUC) составила 0,929, что статистически достоверно превышает 0,5 ($p = 0,003$) (рис. 1, а). При пороговом значении скорости вымывания ^{123}I -МИБГ $\leq 22,3\%$ вероятность дооперационного прогнозирования эффективности РЧА также оказалась достаточно высокой (AUC составила 0,957 и статистически значимо превышала 0,5 ($p = 0,002$)). Чувствительность и специфичность сцинтиграфии миокарда с ^{123}I -МИБГ в прогнозировании отсутствия послеоперационных рецидивов ФП при данном значении скорости вымывания индикатора составили 100% и 43% соответственно (рис. 1, б).

Для больных с длительно персистирующей ФП пороговое значение раннего индекса С/Ср $\geq 1,69$ позволяет говорить об эффективности РЧА с чувствительностью и специфичностью 100% и 62% соответственно. При этом AUC составляет 0,849, что статистически достоверно превышает 0,5 ($p = 0,001$) (рис. 2, а). При пороговом значении отсроченного индекса С/Ср 1,66 вероятность дооперационного прогнозирования эффективности РЧА также оказалась достаточно высокой: AUC составила 0,938 и статистически значимо превышала 0,5 ($p = 0,0001$). При данном значении отсроченного индекса С/Ср с чувствительностью 94% и специфичностью 23% можно прогнозировать вероятность возникновения послеоперационных рецидивов ФП (рис. 2, б).

Обсуждение

Поиск сцинтиграфических критериев, позволяющих судить о прогнозе интервенционного лечения ФП, представляет собой актуальную задачу

современной лучевой диагностики и кардиологии. Однако на сегодняшний день существуют лишь единичные работы [6, 11], направленные на определение радионуклидных критериев, позволяющих прогнозировать положительный результат РЧА. В нашем исследовании для решения поставленной задачи пациенты обеих групп были разделены на подгруппы в зависимости от наличия рецидивов аритмии в течение 1 года после проведения интервенционного лечения.

Нами было установлено, что у больных на фоне ФП имело место снижение общего накопления ^{123}I -МИБГ в миокарде. С нашей точки зрения, это обусловлено тем, что конкуренция за общий переносчик на фоне избыточного количества норадреналина в синаптической щели способствует ускоренному клиренсу ^{123}I -МИБГ и нарушает процесс интравезикулярного накопления данного РФП [14]. Проявлением этого является уменьшение соотношения С/Ср на ранних и отсроченных сцинтиграммах, а также высокая скорость вымывания препарата. Данный факт связан с повышением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (повышение высвобождения норадреналина и снижение его обратного захвата [13]). Кроме того, было показано, что при длительно персистирующей форме ФП происходит более выраженное повышение симпатического тонуса. Это свидетельствует о том, что прогрессирование аритмии усугубляет имевшие место нарушения симпатической активности миокарда на момент ее возникновения [11].

В дальнейшем, анализируя полученные данные, мы выявили, что пациенты, у которых вмешательство оказалось неэффективным, имели до операции более выраженные изменения общей симпатической активности.

На основании результатов ROC-анализа нами была продемонстрирована прогностическая

значимость сцинтиграфических параметров, характеризующих общую симпатическую активность, в оценке риска развития рецидивов ФП после одной процедуры РЧА в 1-й год наблюдения.

Результаты нашего исследования частично согласуются с работой Т. Arimoto et al. [6], в которой было показано, что гиперсимпатикотония напрямую связана с развитием послеоперационных рецидивов ФП. На основании однофакторного анализа (одномерный анализ Кокса) было выявлено, что предикторами эффективности РЧА являются: стаж данной аритмии ($p = 0,02$), размеры левого предсердия ($p = 0,008$) и скорость вымывания ^{123}I -МИБГ ($p = 0,002$). Более того, на основании ROC-анализа авторы установили, что пороговое значение скорости вымывания радиоактивного индикатора, равное 25,1%, позволяет говорить об эффективности РЧА с чувствительностью и специфичностью 64% и 80% соответственно (AUC 0,716).

В другом исследовании [15] было показано, что наличие регионального дефекта накопления ^{123}I -МИБГ после РЧА у пациентов с пароксизмальной ФП может являться предиктором возникновения рецидивов аритмии через 6 мес после интервенционного лечения.

В нашей работе не было выявлено достоверных различий по величине дооперационного регио-

нального дефекта накопления ^{123}I -МИБГ между подгруппами пациентов с эффективной и неэффективной РЧА.

Результаты настоящей работы убеждают нас в том, что проведение сцинтиграфического исследования с ^{123}I -МИБГ позволяет получить важную информацию о состоянии симпатической иннервации сердца у пациентов с ФП и на основании полученных данных прогнозировать возникновение рецидивов данной аритмии после интервенционного лечения указанной патологии.

Заключение

Фибрилляция предсердий у больных гипертонической болезнью сопровождается достоверным снижением аккумуляции ^{123}I -МИБГ в сердце и ускоренным вымыванием данного радиофармпрепарата из симпатических нервных окончаний. Подобная гиперсимпатикотония наиболее выражена при длительно персистирующей форме аритмии.

К сцинтиграфическим показателям, позволяющим прогнозировать возникновение рецидивов фибрилляции предсердий после интервенционного лечения данной аритмии, относятся: снижение раннего и отсроченного индексов С/Ср, а также повышение скорости вымывания ^{123}I -МИБГ.

Литература [References]

1. Филатов А.Г., Тарашвили Э.Г. Эпидемиология и социальная значимость фибрилляции предсердий. *Анналы аритмологии*. 2012; 9 (2): 5–13. [Filatov A.G., Tarashvili E.G. Epidemiology and social significance of atrial fibrillation. *Annals of Arrhythmology*. 2012; 9 (2): 5–13 (in Russ.).]
2. Сулимов В.А., Голицын С.П., Панченко Е.П., Попов С.В., Ревшвили А.Ш., Шубик Ю.В. и др. Диагностика и лечение фибрилляции предсердий. Рекомендации РКО, ВНОК и АССХ. *Российский кардиологический журнал*. 2013; 18 (4 S3): 1–100. [Sulimov V.A., Golitsyn S.P., Panchenko E.P., Popov S.V., Revishvili A.Sh., Shubik Yu.V. et al. Diagnostics and treatment of atrial fibrillation. Guidelines of the Russian Society of Cardiology, all-Russian Scientific Society of Specialists on Clinical Electrophysiology, Arrhythmology and Pacing and Russian Association of Cardiovascular Surgeons. *Russian Journal of Cardiology*. 2013; 18 (4 S3): 1–100 (in Russ.).]
3. Рашбаева Г.С., Ревшвили А.Ш. Хирургическое и интервенционное лечение изолированной фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2011; 63: 55–60. [Rashbaeva G.S., Revishvili A.Sh. Surgical and interventional treatment of isolated atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology*. 2011; 63: 55–60 (in Russ.).]
4. Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш. Современные подходы к нефармакологическому лечению фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2006; 45: 5–16. [Bockeria L.A., Revishvili A.Sh. Modern approaches to non-pharmacological treatment of atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology*. 2006; 45: 5–16 (in Russ.).]
5. Maroto L.C., Carnero M., Silva J.A., Cobiella J., Pérez-Castellano N., Reguillo F. et al. Early recurrence is a predictor of late failure in surgical ablation of atrial fibrillation. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2011; 12 (5): 681–6. DOI: 10.1510/icvts.2010.261842
6. Arimoto T., Tada H., Igarashi M., Sekiguchi Y., Sato A., Koyama T. et al. High washout rate of iodine-123-metiodobenzylguanidine imaging predicts the outcome of catheter ablation of atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2011; 22 (12): 1297–304. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2011.02123.x
7. Chen P.S., Chen L.S., Fishbein M.C., Lin S.F., Nattel S. Role of the autonomic nervous system in atrial fibrillation: pathophysiology and therapy. *Circ. Res.* 2014; 114 (9): 1500–15. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.114.303772
8. Zavadovsky K.V., Gulya M.O., Lishmanov Yu.B., Lebedev D.I. Perfusion and metabolic scintigraphy with $(^{123}\text{I})\text{-BMIPP}$ in prognosis of cardiac resynchronization therapy in patients with dilated cardiomyopathy. *Ann. Nucl. Med.* 2016; 30 (5): 325–33. DOI: 10.1007/s12149-016-1064-0
9. Гуля М.О., Лишманов Ю.Б., Завадовский К.В., Лебедев Д.И. Состояние метаболизма жирных кислот в миокарде левого желудочка и прогноз эффективности кардиоресинхронизирующей терапии у пациентов с дилатационной кардиомиопатией. *Российский кардиологический журнал*. 2014; 19 (9): 61–7. DOI: 10.15829/1560-4071-2014-9-61-67 [Gulya M.O., Lishmanov Yu.B., Zavadovsky K.V., Lebedev D. Metabolism of fatty acids in left ventricle myocardium and the efficacy prognosis of cardio-resynchronizing therapy in dilated cardiomyopathy patients. *Russian Journal of*

- Cardiology*. 2014; 19 (9): 61–7 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2014-9-61-67]
10. Minin S.M., Efimova I.Yu., Saushkina Yu.V., Sazonova S.I. Использование радиофармпрепаратов на основе ^{123}I в оценке нарушений симпатической иннервации и метаболизма миокарда. *Российский медицинский журнал*. 2013; 1: 49–52. [Minin S.M., Efimova I.Yu., Saushkina Yu.V., Sazonova S.I. The application of radiopharmaceuticals of ^{123}I in evaluation of alterations of the sympathetic innervation and metabolism of myocardium. *Russian Medical Journal*. 2013; 1: 49–52 (in Russ.).]
 11. Гришаев С.Л., Ткаченко К.Н., Свистов А.С., Никифоров В.С., Сухов В.Ю. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в оценке симпатической активности миокарда у больных с постоянной фибрилляцией предсердий. *Вестник аритмологии*. 2011; 63: 12–5. [Grishaev S.L., Tkachenko K.N., Svistov A.S., Nikiforov V.S., Sukhov V.Yu. Potentialities of single photon emission computed tomography in assessment of sympathetic myocardial activity in patients with chronic atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology*. 2011; 63: 12–5 (in Russ.).]
 12. Bax J.J., Kraft O.R., Buxton A.E., Fjeld J.G., Parizek P., Agostini D. et al. ^{123}I -mIBG scintigraphy to predict inducibility of ventricular arrhythmias on cardiac electrophysiology testing: a prospective multicenter pilot study. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2008; 1 (2): 131–40. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.108.782433
 13. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа; 2000. [Gmurman V.E. Теория вероятностей и математическая статистика. Moscow: Vysshaya Shkola; 2000 (in Russ.).]
 14. Сергиенко В.Б., Самойленко Л.Е. Радионуклидная оценка состояния симпатической иннервации миокарда. *Кардиологический вестник*. 2006; 1 (2): 43–51. [Sergienko V.B., Samoilenko L.E. Radionuclide evaluation of sympathetic innervation of the myocardium. *Russian Cardiology Bulletin*. 2006; 1 (2): 43–51 (in Russ.).]
 15. Wenning C., Lange P.S., Schülke C. Vrachimis A., Mönnig G., Schober O. et al. Pulmonary vein isolation in patients with paroxysmal atrial fibrillation is associated with regional cardiac sympathetic denervation. *EJNMMI Res*. 2013; 3 (1): 81. DOI: 10.1186/2191-219X-3-81

Сведения об авторах | Information about the authors

Варламова Юлия Вячеславовна*, к. м. н., врач-радиолог, Научно-исследовательский институт кардиологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук, orcid.org/0000-0002-0193-9453
E-mail: jul13@bk.ru

Лишманов Юрий Борисович, д. м. н., профессор, чл.-корр. РАН, руководитель научного направления, Научно-исследовательский институт кардиологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук, orcid.org/0000-0002-3928-7462

Кистенева Ирина Валерьевна, к. м. н., науч. сотр., Научно-исследовательский институт кардиологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр» Российской академии наук, orcid.org/0000-0002-8100-098X

Yuliya V. Varlamova*, Cand. Med. Sc., Radiologist, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, orcid.org/0000-0002-0193-9453

E-mail: jul13@bk.ru

Yuriy B. Lishmanov, Dr. Med. Sc., Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Scientific Direction, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, orcid.org/0000-0002-3928-7462

Irina V. Kisteneva, Cand. Med. Sc., Researcher, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, orcid.org/0000-0002-8100-098X