

## ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ РАЗЛИЧНЫХ КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ МИОКАРДИТА

Игнатьева Е. С., Рыжкова Д. В., Митрофанова Л. Б., Моисеева О. М.

**Цель.** Изучение лучевой семиотики различных клинико-морфологических форм миокардита с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ).

**Материал и методы.** В исследование включены 70 больных с подозрением на миокардит по клинико-лабораторным данным (28 женщин и 42 мужчины; средний возраст — 37,0±13,1 лет). Всем пациентам была выполнена эндомиокардиальная биопсия (ЭМБ) и МРТ с внутривенным контрастированием. Чувствительность методики МРТ оценивалась относительно данных ЭМБ. Критерием исключения являлась сопутствующая ишемическая болезнь сердца.

**Результаты.** Из 70 пациентов с гистологически верифицированным миокардитом, только у 47 больных был установлен диагноз по результатам МРТ сердца, чувствительность метода составила 67%. При остром активном и остром пограничном миокардитах отмечена высокая чувствительность МРТ — 86%; при хроническом активном миокардите — 74%, у пациентов с хроническим пограничным миокардитом — 55%. Три МРТ-критерия миокардита с наибольшей частотой наблюдались при остром активном миокардите. Острый пограничный миокардит в большинстве случаев характеризовался сочетанием 2-х признаков: отека и позднего контрастного усиления. Значимым отличием активного миокардита от других клинико-морфологических форм является преобладание трансмурального паттерна позднего контрастирования. Также установлена сопряженность между активностью воспаления по данным ЭМБ и выраженностью отека миокарда (64,3% против 40,5%,  $p=0,005$ ). Отличительным признаком хронического миокардита является сливной характер участков позднего контрастирования, которые превосходят по площади зоны отека сердечной мышцы.

**Заключение.** Магнитно-резонансная томография сердца обладает наиболее высокой чувствительностью в выявлении острого миокардита, в случаях хронического миокардита чувствительность метода зависит от активности воспаления. Совпадение по площади участков позднего контрастирования и отека миокарда позволяют дифференцировать острый и хронический воспалительный процесс в миокарде. Диагностика хронического пограничного миокардита невозможна без выполнения эндомиокардиальной биопсии.

Российский кардиологический журнал 2017, 2 (142): 30–38

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-2-30-38>

**Ключевые слова:** миокардит, магнитно-резонансная томография, эндомиокардиальная биопсия.

ФГБУ Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия.

Игнатьева Е. С.\* — врач-рентгенолог отделения магнитно-резонансной томографии, Рыжкова Д. В. — д.м.н., профессор кафедры внутренних болезней, руководитель научно-клинического объединения ядерной медицины, зав. НИЛ ядерной кардиологии, врач-радиолог, Митрофанова Л. Б. — д.м.н., зав. НИЛ патоморфологии, Моисеева О. М. — д.м.н., заместитель директора Института сердца и сосудов, зав. НИО некоронарогенных заболеваний сердца.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):  
mckatya@yandex.ru

МРТ — магнитно-резонансная томография, ЭМБ — эндомиокардиальная биопсия, ЛЖ — левый желудочек, КДО — конечно-диастолический объем, ФВ — фракция выброса, gRE (global relative enhancement) — глобальный коэффициент относительного контрастирования, ER (edema ratio) — степень отека, EGE (early gadolinium enhancement) — раннее контрастное усиление, LGE (late gadolinium enhancement) — позднее контрастное усиление, SImy — интенсивность сигнала от миокарда, Slskm — интенсивность сигнала от скелетной мышцы.

Рукопись получена 05.01.2017

Рецензия получена 09.01.2017

Принята к публикации 16.01.2017

## MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF THE HEART IN DIAGNOSTICS OF VARIOUS TYPES OF MYOCARDITIS

Ignatieva E. S., Ryzhkova D. V., Mitrofanova L. B., Moiseeva O. M.

**Aim.** To study the radiation semiotics of various clinical and morphological types of myocarditis with magnetic resonance imaging (MRI).

**Material and methods.** Totally, 70 patients included, with suspected by clinical and lab data myocarditis (28 females, 42 males; mean age 37,0±13,1 y.o). All patients underwent endomyocardial biopsy (EMB) and MRI with intravenous contrasting. Sensitivity of MRI method was evaluated with relation to EMB. Exclusion criteria had been the comorbid ischemic heart disease.

**Results.** Among 70 patients with histologically verified myocarditis, only 47 had this diagnosis by MRI data, sensitivity was set as 67%. In acute active and acute borderline myocarditis there is high sensitivity of MRI — 86%; in chronic active myocarditis — 74%, in patients with chronic borderline myocarditis — 55%. Three MRI-criteria of myocarditis were found in acute active myocarditis. Acute borderline myocarditis in most cases presented with 2 signs: edema and delayed contrast enhancement. Significant difference of active myocarditis from other clinical and morphological types is dominance of transmural pattern of delayed contrasting. Also, there is interdependence of inflammation activity by EMB and severity of

myocardium edema (64,3% vs. 40,5%,  $p=0,005$ ). The main differentiating factor of chronic myocarditis is collecting kind of the delayed contrasting areas, which spread more than the zone of myocardium edema.

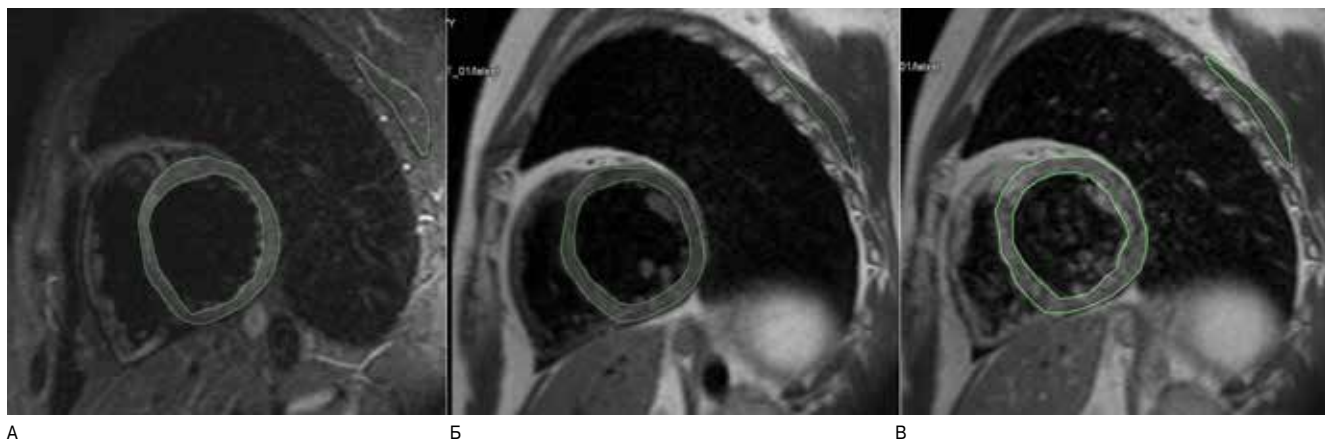
**Conclusion.** Magnetic resonance imaging shows the highest sensitivity in revealing of acute myocarditis, and in cases of chronic myocarditis the sensitivity depends on activity of inflammation. The overlap of the areas of delayed contrasting and myocardial edema make it to differentiate acute and chronic process in myocardium. Diagnostics of chronic borderline myocarditis is impossible unless EMB is done.

Russ J Cardiol 2017, 2 (142): 30–38

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-2-30-38>

**Key words:** myocarditis, magnetic resonance tomography, endomyocardial biopsy.

Federal Almazov North-West Medical Research Centre of the Ministry of Health, Saint-Petersburg, Russia.



**Рис. 1.** А, аксиальное T2-tirm-ir МР-изображение для оценки показателя ER, с примером мануальной обводки контуров миокарда ЛЖ и левой мышцы, выпрямляющей позвоночник. Б и В, аксиальные T1-fse МР-изображения до и после контрастирования, используемые для определения показателя gRE, с примером мануальной обводки контуров миокарда ЛЖ и левой мышцы, выпрямляющей позвоночник. Значения ER и gRE рассчитывали согласно методу, предложенному Friedrich MG и соавт. [9].

Диагностика миокардита остается одной из сложных задач современной кардиологии, учитывая отсутствие патогномичных клинических симптомов и специфических признаков клинико-лабораторных и инструментальных методов исследования.

Основной технологией, позволяющей на основании гистологических и иммуногистохимических критериев верифицировать диагноз миокардита, по-прежнему остается эндомикардиальная биопсия (ЭМБ) [1, 2]. Тем не менее, технология ЭМБ связана с риском развития осложнений, присущих инвазивному вмешательству, поэтому ее широкое применение в клинической практике ограничено, по рекомендациям Европейского общества кардиологов (2007г). Существует мнение, что при подозрении на миокардит ЭМБ оправдана у пациентов гемодинамически нестабильных и/или не отвечающих на стандартную терапию [3]. Кроме того, частое использование правожелудочкового доступа для проведения биопсии и малый объем биопсийного материала несомненно снижают информативность ЭМБ [4].

В последние годы широкую распространенность для визуализации воспалительных изменений в миокарде получила магнитно-резонансная томография (МРТ) сердца с контрастным усилением [5-7]. В 2009г были предложены и в последующем утверждены три диагностических МРТ критерия миокардита (Lake Louise Criteria): гиперемия, отек и позднее контрастное усиление (LGE) как маркер необратимого повреждения (некроз/фиброз) миокарда [9]. Однако в опубликованных ранее источниках делается акцент на вариабельности чувствительности данного метода диагностики миокардита в зависимости от длительности заболевания и активности воспалительного процесса [9-11].

В связи с этим, целью настоящего исследования стало изучение МРТ-семиотики различных клинико-морфологических форм миокардита.

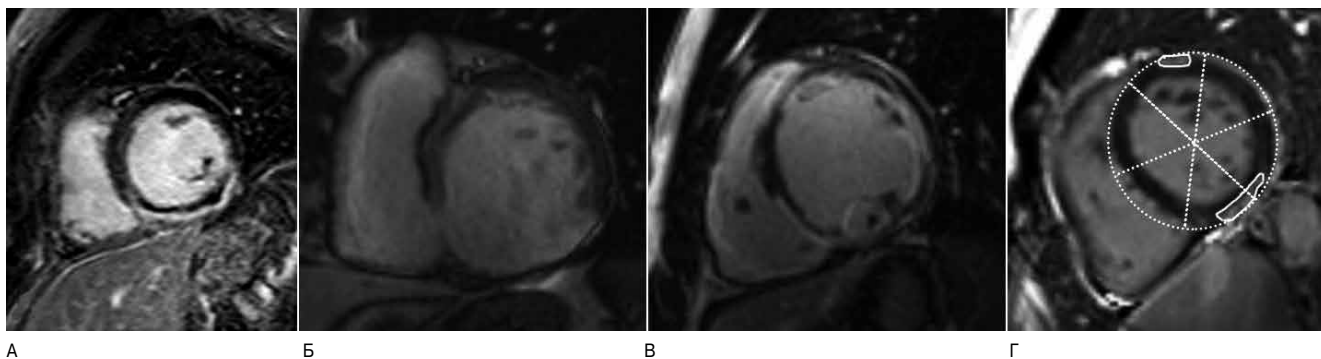
### Материал и методы

В исследование были включены 70 пациентов (28 женщин, 42 мужчины; в возрасте 12-69 лет; средний возраст  $37,0 \pm 13,1$  лет) с подозрением на миокардит по клинико-лабораторным данным, проходившие лечение в ФГБУ “СЗФМИЦ им. В.А. Алмазова” с 2013г по 2016г. Протокол исследования получил одобрение локального этического комитета Центра. Все исследования с участием физических лиц выполнены в соответствии с Хельсинкской декларацией после подписания информированного согласия.

У пациентов, включенных в исследование, наблюдались следующие симптомы заболевания: кардиалгии — 27%, нарушения сердечного ритма — 78,5%, сердечная недостаточность — 64%. Повышение уровня тропонина I в сыворотке крови выше 0,04 нг/мл отмечено у 27% пациентов. У 40% пациентов заболеванию предшествовала острая респираторная вирусная инфекция. Всем пациентам, включенным в исследование, выполнена эндомикардиальная биопсия и магнитно-резонансная томография с внутривенным контрастированием. Критерием исключения была сопутствующая ишемическая болезнь сердца, подтвержденная данными коронарографии.

Магнитно-резонансную томографию сердца (МРТ) выполняли на МР-томографе MAGNETOM Trio A Tim, Siemens с напряженностью поля 3,0 Тл. Использовали поверхностную радиочастотную катушку для тела “body coil”. Сбор данных производили в режиме синхронизации с ЭКГ.

Для визуализации отека миокарда использовали T2-взвешенную последовательность “инверсия-восстановление” (T2-tirm-ir). Сканирование проводили на задержке дыхания, срезы выставляли в аксиальной плоскости на весь объем левого желудочка (ЛЖ) (рис. 1, А). Для определения гиперемии миокарда использовали T1-взвешенную быструю последова-



**Рис. 2.** Типы контрастирования, характерные для миокардита: **А**, субэпикардальное контрастирование миокарда нижней стенки ЛЖ; **Б**, трансмуральное контрастирование миокарда нижней стенки ЛЖ и задней части МЖП; **В**, интрамуральное контрастирование миокарда МЖП и боковой стенки ЛЖ, контрастирование миокарда передней и нижней стенок правого желудочка; **Г**, выделение зон контрастирования миокарда для расчета объема повреждения.

тельность спин-эхо (T1-fse). Сканирование проводили до и через 2-3 минуты после внутривенного введения гадолиний-содержащего контрастного препарата с расчетом 0,1-0,2 ммоль/кг. Срезы выставляли в аксиальной плоскости на все отделы миокарда ЛЖ с одинаковой локализацией до и после контрастирования (рис. 1, Б и В). С целью устранения сигнала от кровотока выполняли дополнительный сатурационный срез, который устанавливался на предсердия.

Исследование позднего контрастирования сердечной мышцы проводили через 10-15 мин после внутривенного введения контрастного препарата с использованием градиентной последовательности “инверсия-восстановление” (TrueFisp IR psir). Срезы выставляли блоком в аксиальной плоскости на полный объем желудочков, а также по двумерным осям в четырех- и двухкамерных плоскостях. Время инверсии (TI) для обнуления сигнала от неизмененного миокарда подбиралось индивидуально, его значение находилось в интервале 300-400 мсек.

Для оценки сократительной функции сердца использовали кино-последовательность TrueFisp с ретроспективным триггерингом. Срезы выставляли блоком в аксиальной плоскости на весь объем желудочков, а также по двумерным осям в четырех- и двухкамерных плоскостях сердца.

Обработку полученных МР-томограмм выполняли при помощи приложения MR Cardiac Analysis рабочей станции Syngo Via Siemens. Оценивали T2-взвешенные изображения (T2 ВИ), T1-взвешенные изображения (T1 ВИ) до и после введения контрастного вещества. Применяли полуколичественный метод определения фокального отека и раннего контрастного усиления по протоколу, предложенному Friedrich MG, et al. [9]. Для оценки степени отека (edema ratio) на T2 ВИ обводили регионы интереса над миокардом ЛЖ и скелетной мускулатурой спины (широчайшая мышца спины или мышца, выпрямляющая позвоночник) в пределах одного среза (рис. 1, А). Значение интенсивности сигнала

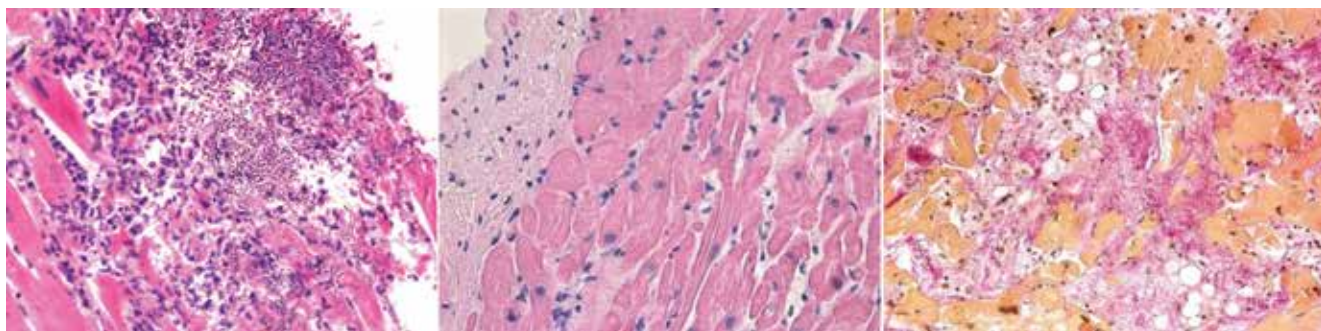
от миокарда (SI<sub>myo</sub>) сравнивали со значением интенсивности сигнала от скелетной мышцы (SI<sub>skm</sub>) с использованием уравнения  $ER = SI_{myo} / SI_{skm}$  [12]. Отек сердечной мышцы констатировали при пороговом значении  $ER \geq 2$  [9].

Глобальный коэффициент относительного контрастирования (gRE) рассчитывали по данным T1-ВИ до и через 2-3 минуты после введения контрастного вещества. На преконтрастных T1 ВИ обводили регион интереса над миокардом ЛЖ и скелетной мускулатурой спины (широчайшая мышца спины или мышца, выпрямляющая позвоночник) в пределах одного среза, выбранный уровень копировался на постконтрастных T1-изображениях (рис. 1, Б и В). Расчет осуществляли по формуле [9]:

$$gRE = RE_{myo} / RE_{skm} = \frac{(postSi_{myo} - preSi_{myo}) / preSi_{myo}}{(postSi_{skm} - preSi_{skm}) / preSi_{skm}}$$

Сравнивали значение интенсивности сигнала от миокарда (SI<sub>myo</sub>) и скелетной мышцы (SI<sub>skm</sub>) до и после контрастирования. На основании оптимального порогового значения  $gRE \geq 4$  диагностировали гиперемии миокарда [9].

LGE оценивали в трех плоскостях, как описывалось выше. Для определения локализации и распространенности контрастирования использовалась 17-сегментарная модель ЛЖ. Учитывали тип контрастирования: субэпикардальное, интрамуральное, субэндокардальное или трансмуральное накопление контрастного препарата в миокарде (рис. 2). Для вычисления объема контрастирования на каждом томографическом срезе в аксиальной плоскости выделяли область гиперинтенсивного сигнала, после чего автоматически рассчитывали объем контрастирования всего поврежденного миокарда. Соответствие локализации и площади зон контрастирования при LGE с зонами отека на T2-ВИ и зонами гиперемии на T1-ВИ визуально оценивали два исследователя в разные дни.



**Рис. 3.** Гистологические характеристики миокардита: **А**, инфильтрация миокарда с некрозами кардиомиоцитов. **Б**, инфильтрация миокарда без некрозов кардиомиоцитов. **В**, инфильтрация миокарда с некрозами кардиомиоцитов и распространенным фиброзом.

Диагноз миокардит по данным МР-томографии сердца устанавливали, если были обнаружены 2 и более МР-критерия (ER, gRE, LGE), предложенные Friedrich MG [9].

Расчет фракции выброса (ФВ) ЛЖ, конечно-систолического объема ЛЖ (КСО), конечно-диастолического объема ЛЖ (КДО) выполнялся при помощи приложения MR Cardiac Analysis рабочей станции Syngo Via Siemens.

Правожелудочковая ЭМБ выполнялась под местной анестезией, с помощью гибких биотомов компании “Cordis” через *v. jugularis* под контролем флуороскопии. Производили забор 5 биоптатов из верхушки правого желудочка (ПЖ) и межжелудочковой перегородки (МЖП). Всем пациентам выполняли гистологическое и иммуногистохимическое (ИГХ) исследование биоптатов, а 52 (74%) пациентам — качественное ПЦР-исследование для выявления кардиотропных вирусов. Диагноз миокардита устанавливали в соответствии с рекомендациями Европейского общества патологов [4]. Миокардит диагностировался в случае выявления более 7 CD3<sup>+</sup>-Т-лимфоцитов/мм<sup>2</sup> в биоптате миокарда [2]. На основании Магбургских критериев при наличии некроза кардиомиоцитов и воспалительного инфильтрата, включающего не менее 14 лейкоцитов на мм<sup>2</sup>, диагностировали активный миокардит. Отсутствие гистологических признаков некроза кардиомиоцитов при наличии воспалительной инфильтрации расценивали как пограничный миокардит. Морфологическим признаком хронизации воспаления в сердечной мышце было выявление фиброзной ткани в биоптате (рис. 3).

По длительности течения заболевания и в зависимости от наличия фиброзных изменений в миокарде выделены группа с острым миокардитом и группа с хроническим миокардитом. По результатам эндомиокардиальной биопсии были выделены группа активного миокардита, который характеризовался инфильтрацией и некрозом сердечной мышцы, и группа с пограничным миокардитом, при котором наблюдалась лишь инфильтрация миокарда без некрозов кардиомиоцитов.

Статистический анализ проводили с применением программы “STATISTICA 7” (StatSoft, США). Для оценки количественных параметров с нормальным распределением вычисляли среднее арифметическое ( $M$ ), ошибку среднего арифметического ( $m$ ), среднее квадратическое отклонение ( $\delta$ ). Для исследования взаимосвязи качественных и количественных признаков применялись таблицы сопряженности. В случае малого числа наблюдений в ячейках таблицы использовался точный критерий Фишера, в противных случаях — критерий Пирсона  $\chi^2$ . Достоверными считались различия, когда вероятность справедливости нулевой гипотезы ( $p$ ) не превышала 0,05.

#### Результаты исследования

Из 70 пациентов с гистологически верифицированным миокардитом, лишь у 47 больных диагноз был установлен на основании результатов МРТ сердца, таким образом, чувствительность метода составила 67%. У оставшихся 23 пациентов (33%) по данным МРТ был обнаружен всего один признак, указывающий на воспаление сердечной мышцы: у 21 пациента (91%) — единственным признаком воспаления было LGE и у 2 пациентов (9%) — гиперемия (gRE).

На рисунке 4 представлено распределение пациентов в зависимости от клинично-морфологического типа заболевания.

У пациентов с острым миокардитом заболевание было диагностировано с помощью МРТ сердца у 11 из 13 больных. Таким образом, чувствительность метода составила 85%. Ложноотрицательные результаты наблюдались у 2 пациентов: в обоих случаях был обнаружен только критерий воспаления сердечной мышцы — гиперемия или LGE. В группе острого миокардита три МР-критерия воспаления сердечной мышцы наблюдались у 4 пациентов, два МР-критерия у 7 человек. При этом, почти с равной частотой наблюдались сочетание отека и позднего контрастного усиления, а также гиперемии и позднего контрастного усиления (рис. 5).



Рис. 4. Распределение пациентов по основным клинико-морфологическим типам миокардита.

На основании результатов МРТ сердца заболевание было установлено у 6 из 7 пациентов с морфологически доказанным активным миокардитом, чувствительность метода составила 86%. Ложноотрицательный результат отмечен лишь в 1 случае, когда мы наблюдали единственный МР-критерий миокардита — LGE.

В случаях острого активного миокардита совокупность трех МР-критериев отмечена у 4 больных и двух МР-критериев у 2 пациентов. Отек миокарда был выявлен у 5 из 7 пациентов, из них у 4 больных отек имел очаговый характер и у одного человека — диффузный.

Гиперемия миокарда при остром активном миокардите регистрировалась с той же частотой, что и отек в 5 из 7 случаев.

LGE встречалось в 7 (100%) случаях. У 5 пациентов зоны LGE имели интрамуральное или субэпикардимальное расположение в миокарде, а трансмуральный паттерн позднего контрастного усиления был выявлен у 2 больных. Количество сегментов ЛЖ, в которых было обнаружено LGE, варьировало от 2 до 13. Зоны отсроченного контрастирования преимущественно имели очаговый характер, во всех случаях совпадали по локализации и площади с участками отека сердечной мышцы. Объем пораженного миокарда при остром активном воспалении находился в диапазоне 1,8-103,5 см<sup>2</sup> (рис. 6).

В отличие от острого активного воспалительного процесса, ни у одного пациента с острым пограничным миокардитом мы не наблюдали совокупности трёх диагностических МР-критериев. Острый пограничный миокардит, как правило, характеризовался сочетанием отека и позднего контрастного усиления (4 пациента) или гиперемии и позднего контрастного усиления (2 пациента). Отек миокарда зарегистрирован у 3 из 6 пациентов, при этом, у 2 человек отек носил очаговый характер и у одного — диффузный. В оставшихся трех случаях признаком миокардита служила гиперемия миокарда в сочетании с LGE.

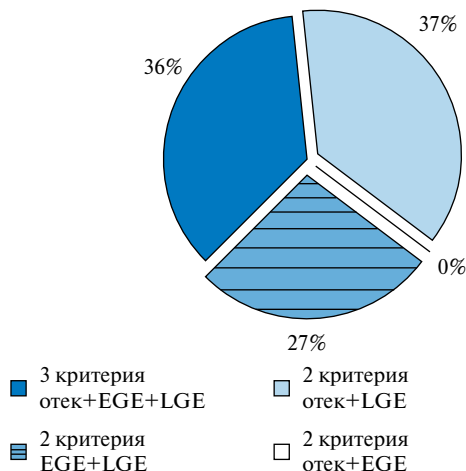


Рис. 5. Распределение МР-критериев у пациентов с острым миокардитом.



Рис. 6. Распределение МР-критериев у пациентов с острым активным миокардитом.

LGE встречалось у 5 из 6 пациентов. Зоны LGE располагались в интрамуральном и субэпикардимальном отделах сердечной мышцы. Трансмуральный паттерн позднего контрастирования ни в одном случае острого пограничного миокардита не наблюдался.

Количество сегментов ЛЖ, в которых было выявлено LGE варьировало от 2 до 13. Участки LGE преимущественно имели очаговый характер и совпадали по локализации и площади с зонами отека миокарда. Объем поражения сердечной мышцы при остром пограничном воспалении был существенно ниже по сравнению с острым активным миокардитом и варьировал в диапазоне 0-17,9 см<sup>2</sup>. Чувствительность МРТ в идентификации острого пограничного миокардита составила 86%. Мы наблюдали ложноотрицательный результат у 1 пациента с одиночным МР-признаком миокардита — гиперемией (рис. 7).

На основании результатов МРТ сердца хронический миокардит был диагностирован у 35 из 56 боль-

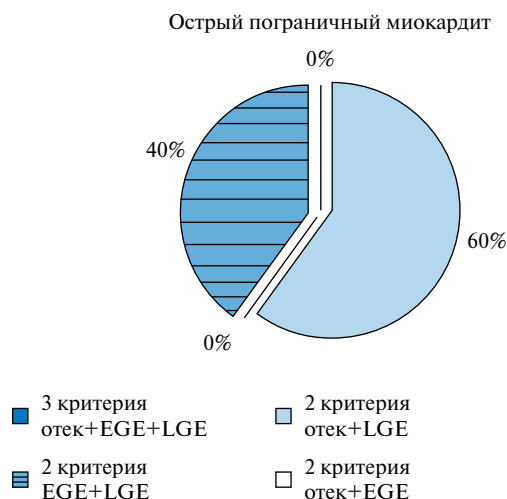


Рис. 7. Распределение МР-критериев у пациентов с острым пограничным миокардитом.

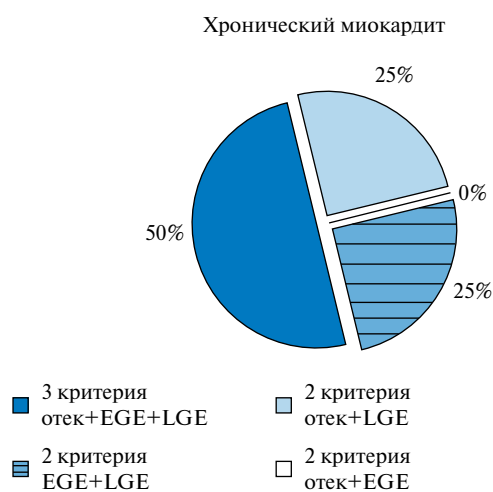


Рис. 8. Распределение МР-критериев у пациентов с хроническим миокардитом.

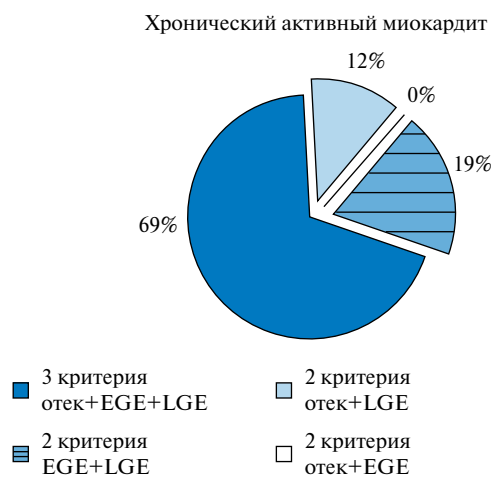


Рис. 9. Распределение МР-критериев у пациентов с хроническим активным миокардитом.

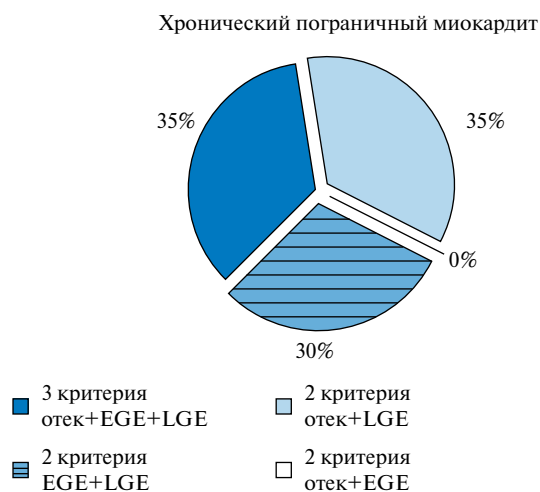


Рис. 10. Распределение МР-критериев у пациентов с хроническим пограничным миокардитом.

ных, чувствительность метода составила 63%. Ложноотрицательные результаты МРТ мы наблюдали у 21 пациента, когда заболевание было представлено всего одним МР-критерием миокардита: гиперемия — 1 случай и LGE — остальные 20 случаев.

По данным МРТ сердца, при хроническом активном миокардите чаще наблюдалась совокупность трех МР-критериев заболевания (рис. 8). Отек миокарда очагового характера встречался у 6 пациентов и у 7 больных имело место его диффузное распространение. Гиперемия миокарда определялась у 15 человек. LGE зарегистрировано у 20 из 21 пациента. При этом, по локализации преобладали паттерны субэндомиокардиального и интрамурального контрастирования над трансмуральным (60% против 40%). Количество сегментов ЛЖ, в которых было выявлено LGE, варьировало от 0 до 15 (в среднем  $7,1 \pm 0,8$ ). Участки LGE носили преимущественно сливной характер и во всех случаях

превышали по площади зоны отека миокарда. Объем пораженного миокарда при хроническом активном воспалении варьировал в диапазоне  $0-61,3 \text{ см}^2$ .

У пациентов с хроническим активным миокардитом чувствительность метода составила 76%. Ложноотрицательные результаты наблюдались в 5 случаях и были обусловлены обнаружением лишь одного МР-признака миокардита: гиперемия — 1 случай и LGE — 4 случая (рис. 9).

У пациентов с хроническим пограничным миокардитом отек миокарда наблюдался редко — лишь в 14 случаях: у 9 больных отек носил очаговый характер и у 5 — диффузный. Гиперемия миокарда определялась у 13 человек.

У всех пациентов этой группы зарегистрирован критерий LGE с преимущественным распределением контрастного вещества в интрамуральных и субэпикардиальных отделах. Лишь у 4 из 36 боль-

Таблица 1

Результаты МРТ сердца у пациентов с различными клиническими и морфологическими формами миокардитов (M±σ)

Показатели	Морфологические формы миокардита		Клинические формы миокардита	
	Активный (n=28)	Пограничный (n=42)	Острый (n=13)	Хронический (n=57)
ФВ ЛЖ, %	41,1±3,7	37,2±2,9	44,8±4,6	37,3±2,6
КДО ЛЖ, мл (N < 140 для Ж, < 195 для М)	225,3±37,7	244±18,8	170,22±16,5	251,6±22,3
Объем LGE, см <sup>3</sup>	15,6±4,2	11,6±2,6	17,1±7,5	12,3±2,3
Количество сегментов LGE	7,18±0,73	7,26±0,7	7,1±1,33	7,1±0,52
— трансмуральное, сегм.	1,14±0,4*	0,3±0,2*	0,73±1,16	0,74±0,23
— субэпикардальное, сегм.	3,6±0,7	3,7±0,6	3,4±1,11	3,4±0,48
— интрамуральное, сегм.	2,8±0,5	1,04±0,5	3,05±0,71	3,1±0,38

**Примечание:** \* — достоверность различий по критерию  $\chi^2$  (p<0,05): между группами активного и пограничного миокардита, острого и хронического миокардита.

**Сокращения:** ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, КДО ЛЖ — конечно-диастолический объем левого желудочка, LGE — позднее контрастное усиление, сегм. — число сегментов.

Таблица 2

Результаты МРТ сердца у пациентов с различными клиническими и морфологическими формами миокардитов (M±σ)

Показатели	Морфологические формы миокардита				Клинические формы миокардита			
	Активный (n=28)		Пограничный (n=42)		Острый (n=13)		Хронический (n=57)	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Выпот в перикарде, n%	17	60,7	19	45,2	7	53,9	29	50,9
ER >2, n%	18*	64,3*	17*	40,5*	8	61,5	27	47,4
gRE >4, n%	20*	71,4*	16*	38,1*	8	61,5	28	49,1
LGE, n%	27	96,4	41	97,6	12	92,3	56	98,3
Соответствие зон контрастирования с зонами отека, n%	5	17,9	4	9,5	9*	69,2*	0*	0*

**Примечание:** \* — достоверность различий по критерию  $\chi^2$  (p<0,05): между группами активного и пограничного миокардита, острого и хронического миокардита.

**Сокращения:** gRE (global relative enhancement) — глобальный коэффициент относительного контрастирования, ER (edema ratio) — степень отека, LGE (late gadolinium enhancement) — позднее контрастное усиление.

ных зафиксирован трансмуральный паттерн позднего контрастного усиления. Количество сегментов ЛЖ, в которых было выявлено контрастирование, варьировало от 2 до 17 (в среднем 7,0±0,7). Зоны отсроченного контрастирования имели преимущественно сливной характер и, так же как при хроническом активном миокардите, во всех случаях превышали по площади зоны отека сердечной мышцы. Объем пораженного миокарда при хроническом пограничном воспалении варьировал в диапазоне 0,8-95,4 см<sup>2</sup> (в среднем — 12,0±3,1). Чувствительность МРТ в определении хронического пограничного миокардита составила 55%. Ложноотрицательные результаты нами установлены в 16 случаях, когда был идентифицирован лишь один диагностический МР-критерий — LGE (рис. 10).

В группе пограничного миокардита преобладали пациенты со снижением глобальной сократительной способности ЛЖ по сравнению с группой больных с активным миокардитом (81% против 57%, p=0,023). Группа острого и хронического миокардита не различалась по значению ФВ ЛЖ. Дилатация ЛЖ выявлялась чаще в группах хронического и погранич-

ного миокардита, чем в группах острого и активного миокардита, (68% и 71% против 31% и 46%, соответственно, p=0,035 и p=0,012, соответственно).

Как следует из представленной таблицы 1, статистически значимым отличием активной формы миокардита было большее число сегментов с трансмуральным паттерном LGE.

Согласно данным, представленным в таблице 2, частота встречаемости отека и гиперемии миокарда была в 3 раза выше у пациентов с активным и острым миокардитом. Нами установлена статистически значимая сопряженность между активностью воспаления по данным ЭМБ и выраженностью отека сердечной мышцы (64,3% против 40,5%, p=0,05). Гиперемия миокарда также в 1,9 раза чаще наблюдалась в группе активного миокардита по сравнению с группой пограничного миокардита (71,4% против 38,1%, p=0,006).

Следует отметить, что нами не обнаружена статистически значимая сопряженность между наличием перикардального выпота и гистологическими признаками активности и хронизации воспалительного процесса.

Совпадение по площади участков отека и позднего контрастирования в сочетании с перикардиальным выпотом в 87,5% случаев указывало на острый активный миокардит, тогда как отсутствие перикардиального выпота свидетельствовало в пользу пограничного воспаления (рис. 11). При хроническом воспалении появление перикардиального выпота в большей степени было обусловлено сердечной недостаточностью, чем активностью воспалительного процесса.

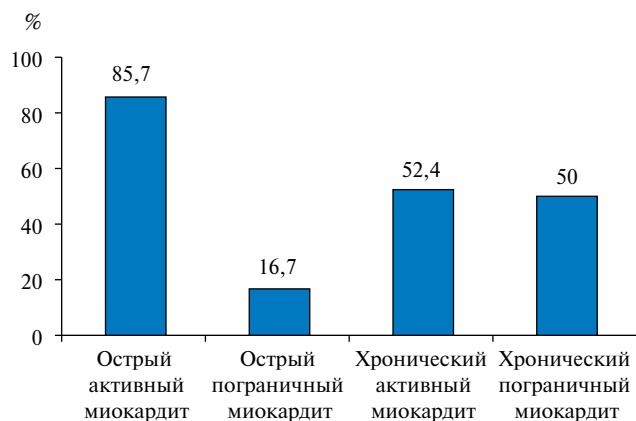
### Обсуждение

Среди технологий лучевой диагностики миокардита МРТ сердца обладает наибольшей точностью [5-9]. Тем не менее, не всегда удается обнаружить два и более признака повреждения сердечной мышцы. Поэтому детализация МР-картины и изучение информативности метода при различных клинико-морфологических формах миокардита расширяет наши представления о его диагностических возможностях.

Высокая точность МРТ в большинстве опубликованных работ [6, 12, 13] обусловлена выборкой пациентов с острой формой миокардита в сочетании с высоким титром лабораторных маркеров повреждения миокарда. В работах LT Jr. Cooreg отмечено, что Lake Louise Criteria воспаления обладают высокой чувствительностью в течение первых двух недель от начала заболевания, а в более поздние сроки маркеры воспаления (гиперемия и отек миокарда) могут не определяться [11]. Полученные в настоящем исследовании результаты согласуются с данными уже существующих публикаций. Нами установлена высокая чувствительность МРТ сердца при острых формах миокардита по сравнению с хроническими (85% против 63%). В работе M. Gutberlet было отмечено, что МРТ протоколы для выявления отека и гиперемии миокарда малоприменимы в хронической фазе воспаления [14], чему не противоречат полученные нами результаты, когда два и более МР-критерия наблюдались лишь в половине случаев хронической пограничной формы миокардита и чувствительность

метода составила 55%. Низкая чувствительность МРТ связана с тем, что пограничный миокардит характеризуется меньшей воспалительной инфильтрацией с отсутствием некрозов кардиомиоцитов, а, следовательно, меньшим отеком и гиперемией миокарда, что затрудняет их выявление на фоне фиброзных изменений при хроническом воспалении.

Наиболее чувствительным МР-признаком повреждения миокарда оказалось LGE, которое нами было выявлено у 97% лиц с морфологически документированным миокардитом. При этом, ни в одном случае гистологически подтвержденного миокардита мы не встречали сочетание МР-критериев отек и гиперемия. Потому отсутствие МР-признака позднего контрастирования с высокой долей вероятности исключает миокардит. Данному МР-признаку в литературе уделяется много внимания [6, 8, 14], в дифференциальной диагностике миокардита с другими кардиомиопатиями и как ориентиру для взятия биопсийного материала. Субэпикардиальная и интрамуральная локализация контрастирования встречалась наиболее часто, что соответствовало результатам, полученным другими исследователями [6, 8]. Трансмуральный характер контрастирования указывал на активный миокардит.



■ Перикардиальный выпот

Рис. 11. Частота обнаружения выпота в полости перикарда у пациентов с различными клинико-морфологическими формами миокардита.

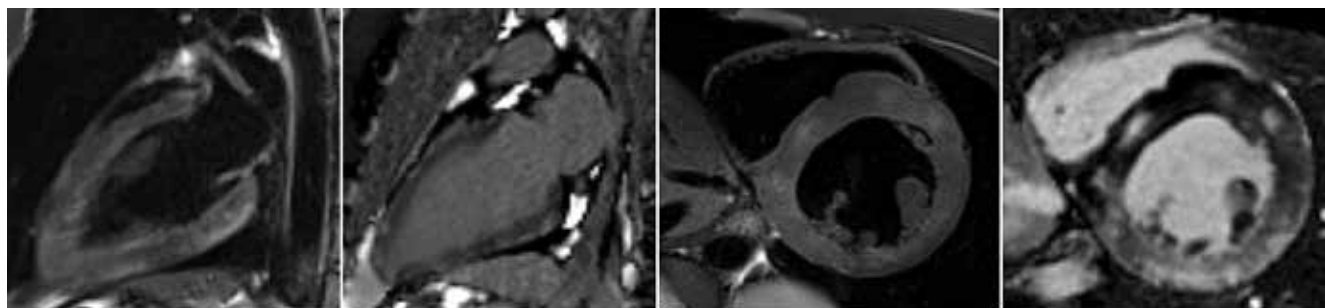
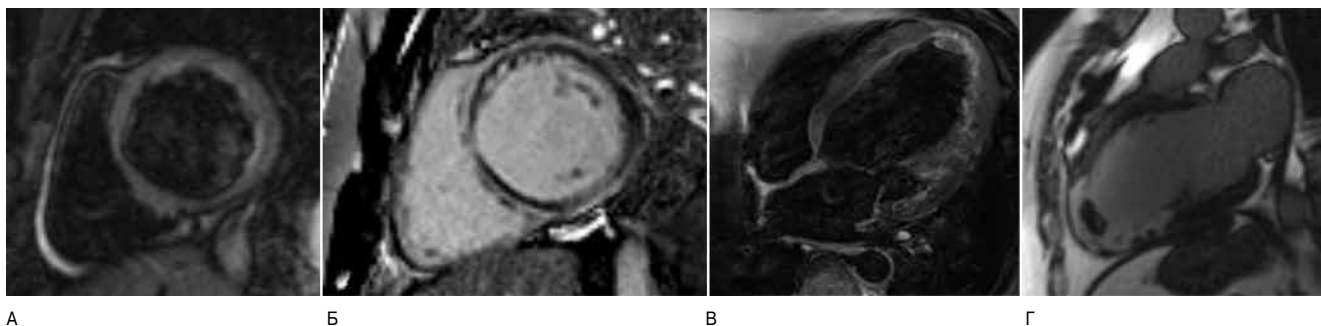


Рис. 12. Острый миокардит: А, В — T2-ВИ, отек миокарда выглядит гиперинтенсивными зонами; Б, Г — LGE, зоны контрастирования соответствуют зонам отека на T2-ВИ.





**Рис. 13.** Хронический миокардит: **А, В** — T2-ВИ, отек миокарда имеет диффузный тип с отдельными мелкими участками гиперинтенсивного сигнала; **В, Г** — LGE, обширные зоны контрастирования, соответствующие фиброзным изменениям, превышают по площади участки отека на T2-ВИ.

Отличительной особенностью настоящего исследования было выявление МРТ признака, характерного для хронического воспаления и позволяющего провести дифференциальную диагностику между острым и хроническим миокардитом. При хроническом воспалении участки LGE значительно превышали по площади зоны отека миокарда и соответствия между ними не наблюдалось. Этот признак имеет значимую сопряженность с длительностью течения воспаления ( $p < 0,001$ ). Этот факт объясняется отсутствием выраженных фиброзных изменений в острую стадию заболевания, когда зоны контрастирования обусловлены только интерстициальным отеком и некрозом кардиомиоцитов (рис. 12). В хроническую стадию заболевания зоны контрастирования соответствуют преимущественно рубцовым изменениям в миокарде (рис. 13).

Нами не были обнаружены статистически значимые отличия между объемом и локализацией пораженного миокарда для острого и хронического воспаления, а также для активного и пограничного миокардитов. Хотя во многих работах европейских авторов доминирующей локализацией описывается боковая стенка ЛЖ [6, 8].

### Литература

- Shultz JC, Hilliard AA, Cooper LT Jr, et al. Diagnosis and treatment of viral Myocarditis. *Mayo Clin. Proc.* 2009; 84 (11): 1001-09.
- Caforio AL, Pankuweit S, Arbustini E, et al. Current state of knowledge on etiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis: a position statement of the European Society of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J.* 2013; 34(33): 2636-48.
- Kindermann I, Barth C, Mahfoud F, et al. Update on myocarditis. *J Am Coll Cardiol.* 2012; 59(9): 779-92.
- Leone O, Veinot JP, Angelini A, et al. 2011 Consensus statement on endomyocardial biopsy from the Association for European Cardiovascular Pathology and the Society for Cardiovascular Pathology. *Cardiovascular Pathology.* 2012; 21: 245-74.
- 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: 1604-15.
- Zagrosek A, Abdel-Aty H, Boyé P, et al. Cardiac magnetic resonance monitors reversible and irreversible myocardial injury in myocarditis. *J. Am. Coll. Cardiol. Img.* 2009; 2: 131-8.
- Mahrholdt H, Sechtem U. Noninvasive Differentiation Between Active and Healed Myocarditis by Cardiac Magnetic Resonance: Are We There Yet? *J. Am. Coll. Cardiol. Img.* 2009; 2: 139-42.
- Noutsias M, Kuehl U, Lassner D, et al. Parvovirus B19 associated active myocarditis with biventricular thrombi: results of endomyocardial biopsy investigations and of cardiac magnetic resonance imaging. *Circulation* 2007; 115: 378-80.
- Friedrich MG, Sechtem U, Schulz-Menger J, et al. International Consensus Group on Cardiovascular Magnetic Resonance in Myocarditis. *Cardiovascular magnetic resonance in myocarditis: A JACC White Paper.* *J Am Coll Cardiol.* 2009; 53: 1475-87.
- Vermes E, Childs H, Faris P, et al. Predictive value of CMR criteria for LV functional improvement in patients with acute myocarditis. *European Heart Journal — Cardiovascular Imaging* 2014; 15 (10): 1140-4.
- Cooper LT Jr. Myocarditis. *N Engl J Med.* 2009; 360: 1526-38.
- Francone M, Chimenti C, Galea N, et al. CMR sensitivity varies with clinical presentation and extent of cell necrosis in biopsy-proven acute myocarditis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2014; 7: 254-63.
- Monney PA, Sekhri N, Burchell T, et al. Acute myocarditis presenting as acute coronary syndrome: role of early cardiac magnetic resonance in its diagnosis. *Heart.* 2011; 97: 1312-18.
- Gutberlet M, Spors B, Thoma T. Suspected chronic myocarditis at cardiac MR: diagnostic accuracy and association with immunohistologically detected inflammation and viral persistence. *Radiology.* 2008; 246 (2): 401-09.