

Магнитно-резонансная томография сердца у больных постинфарктным кардиосклерозом перед операцией хирургической реваскуляризации миокарда

*Институт клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова, Москва
e-mail: olgastukalova@mail.ru*

Реферат

Целью исследования было изучение возможности МРТ сердца, в том числе с отсроченным контрастированием, в обследовании сердца у больных с постинфарктным кардиосклерозом перед хирургическим лечением. Были обследованы 97 больных с ПИКС до операции, 50 — после. Всем было выполнено МРТ для оценки функции (кино-МРТ), а также МРТ с отсроченным контрастированием. Всего проанализировано 1649 сегментов ЛЖ до операции и 850 сегментов после АКШ. Улучшение сократительной функции ЛЖ было отмечено в 62,5 % сегментов с накоплением КП менее 50 % от толщины сегмента и лишь в 6,2 % сегментов, где накопление КП превышало 50 %.

Ключевые слова: МРТ сердца с отсроченным контрастированием, гадолиний, жизнеспособность.

Stukalova O. V., Vlasova E. E., Tarasova L. V., Ternovoy S. K.

Magnetic Resonance Imaging in patients with chronic myocardial infarction before coronary artery bypass surgery

*Cardiology Research Center Russian Federation, Moscow
e-mail: olgastukalova@mail.ru*

Abstract

The aim of the study was to assess effectiveness of MRI and contrast-enhanced MRI in studies patients with chronic myocardial infarction. 97 pts with CMI were studied with contrast-enhanced cardiac MRI before and 50 – after surgery. All pts were examined with cine-MRI (for function analysis) and contrast late enhancement MRI. A total of 1649 segments were analysed before and 850 after operation. Wall motion improvement was demonstrated in 62,5 % segments with 0-50 % late inhancement and only 6,2 % segments with severe contrast enhancement (>50 %).

Keywords: cardiac MRI, gadolinium, chronic myocardial infarction, viability.

Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) остается главной причиной смерти во всех развитых странах. Поиск новых эффективных диагностических и лечебных методик, позволяющих снизить заболеваемость, улучшить результаты лечения и прогноз больных ИБС, остается актуальным [2]. Оценка жизнеспособности миокарда у больных, перенесших острый инфаркт миокарда (ОИМ), является важной для определения тактики лечения больных со сниженной сократительной функцией миокарда левого желудочка (ЛЖ) [5]. Традиционно для оценки возможности восстановления функции ЛЖ используются изотопные методики (сцинтиграфия миокарда, позитронно-эмиссионная томография), а также ультразвуковое исследование сердца с нагрузкой (чаще всего добутаминовый тест) [4].

Несмотря на широкое распространение этих методик, наличие у них определенных недостатков

(в первую очередь, лучевая нагрузка при изотопных исследованиях) делает актуальным поиск альтернативных методов оценки миокарда.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) применяется для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний все шире. МРТ сердца считается методом выбора в диагностике таких заболеваний, как аритмогенная дисплазия правого желудочка, гипертрофическая кардиомиопатия (особенно при подозрении на апикальную форму), врожденные пороки сердца у взрослых.

Оценка сердца у больных постинфарктным кардиосклерозом (ПИКС) с помощью МРТ стала предприниматься уже в первые годы использования метода [1, 3]. В начале 90-х годов в клинической практике стали применяться специальные парамагнитные контрастные препараты на основе гадолиния, что расширило возможности метода МРТ в диагностике очагового

поражения миокарда [10, 12], а также оценке жизнеспособности миокарда как у больных ОИМ, так и у больных с ПИКС перед планирующейся операцией хирургической реваскуляризации сердца.

Совершенствование МРТ (появление новых программ сканирования с улучшенным тканевым контрастом и временным разрешением) сделало возможным выявлять зоны измененного миокарда не только в острую и подострую фазы ОИМ, но и визуализировать рубцово-пораженный миокард, точно оценить размеры рубца, а также дифференцировать зону некротизированного миокарда и зону обратимых изменений [7, 9, 15].

Цель исследования

Оценить возможности МРТ, в том числе с контрастированием, у больных с ПИКС перед АКШ.

Материал и методы исследования

В исследовании вошли 97 больных (75 мужчин и 22 женщины) с ПИКС, давностью от 1,5 до 4,3 года. Средний возраст больных составил $53,6 \pm 7,6$ года. Всем больным выполнялось полное клиническое исследование, включающее ЭКГ, ЭхоКГ, КАГ. Все больные имели в анамнезе перенесенный инфаркт миокарда, средний срок от момента перенесенной болезни составил $37,3 \pm 45,8$ месяца.

В исследование не включались больные, имеющие противопоказания к МРТ (приложение).

К моменту проведения МРТ все больные были в стабильном состоянии, имели синусовый ритм. Специальной премедикации больные перед исследованием не получали, все больные получали ранее подобранную медикаментозную терапию.

Стандартный протокол исследования обязательно включал T1-взвешенные изображения (TR соответствовало интервалу R-R; TE — 25 мс; толщина среза 8 мм; поле изображения — 5–38 см; два усреднения; 10–12 срезов) для оценки анатомии исследуемой области, T2-взвешенные изображения (Turbo Spin Echo, TR/TE = 2210/81) для выявления области отека в миокарде ЛЖ, а также серию исследований по методике кино-МРТ (TrueFISP: поле — 35 см, толщина среза — 8 мм, количество кадров в кино-петле — от 12 до 16 в зависимости от частоты сердечных сокращений) в двух- и четырехкамерной проекциях по длинной оси и по короткой оси ЛЖ от основания до верхушки для расчета массы миокарда и объемных показателей ЛЖ.

Для проведения исследования с отсроченным контрастированием сразу после выполнения кино-МР-последовательностей вводили внутривенно контрастный препарат в дозировке 0,15 ммоль/кг. Через 10 минут после этого выполняли две программы сканирования (TurboFLASH: TR=207 мс, TE=4 мс, угол отклонения вектора намагниченности — 40, матрица 128×256, поле изображения — 30 и 35 см, толщина среза — 8 мм, количество усреднений — 8; TrueFISP TR/TE=700/1.2, FA=10). Время отклонения вектора намагниченности (TI) подбирали с помощью специально программы «TI-Scout», оно составляло, как правило, 240–300 мс.

Все программы, используемые в обследовании, указаны в таблице 1. Оценку результатов кино-МРТ и исследования с отсроченным контрастированием выполняли в 17 сегментах миокарда ЛЖ на 3 срезах по короткой оси ЛЖ: в его базальном отделе (6 сегментов), на уровне папиллярных мышц (6 сегментов), на уровне верхушки (4 сегмента) и непосредственно верхушечный сегмент (по Cerqueira M. D. et al.) [6] (Рис. 1).

При кино-МРТ сократимость миокарда ЛЖ оценивалась по пятибалльной шкале: 1 — сократимость не нарушена, 2 — невыраженный гипокинез, 3 — выраженный гипокинез, 4 — акинез, 5 — дискинез. Параметры, характеризующие функции ЛЖ (КДОЛЖ, КСОЛЖ, фракция выброса (ФВ)), определялись с помощью специального приложения «Argus».

На томограммах с отсроченным контрастированием определялась глубина проникновения контрастного препарата (менее 50 % или более 50 % от толщины каждого из 17 сегментов).

Результаты исследования и их обсуждение

Характеристика пациентов

В исследование вошли 97 больных. Все пациенты перенесли исследование удовлетворительно, ни в одном случае исследование не было прервано из-за жалоб.

Несмотря на повышенную дозу контрастного препарата и быстрое внутривенное его введение, ни в одном случае не было отмечено каких-либо побочных реакций или осложнений при контрастном исследовании.

Качество кино-МР-томограмм и томограмм с отсроченным контрастированием было удовлетворительным во всех исследованиях, всего было включено в анализ 1649 сегментов миокарда ЛЖ.

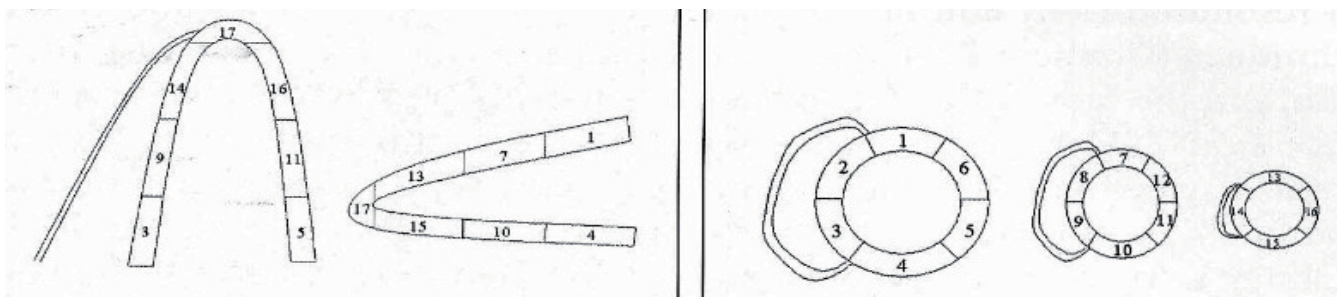


Рис. 1. Схема деления ЛЖ на сегменты, предложенная Cerqueira M. D. [6]

Таблица 1

Последовательности	Контрастный препарат	Плоскости сканирования, толщина среза
Топограммы	—	
T1-взвешенные изображения	—	Поперечные срезы, толщина среза 6 мм
Кино-МРТ	—	Срезы по анатомическим осям сердца, толщина среза — 6 мм
МРТ с отсроченным контрастированием	Болюсное введение контрастного препарата в дозе 0,15 ммоль/кг. Начало исследования – через 10–15 минут после введения КВ	Срезы по анатомическим осям сердца, толщина среза — 4 мм

Во всех случаях при кино-МРТ были выявлены зоны нарушенной сократимости различной степени выраженности, совпадающие по локализации с локализацией ПИКС. ФВ ЛЖ составила $37,9 \pm 12,6$ %.

В 1187 (72 %) сегментах было выявлено нарушение сократимости различной выраженности. Отсроченное контрастирование определялось в 940 сегментах (57 %). Характеристики кино-МР-томограмм и томограмм с отсроченным контрастированием представлены в таблице 2.

У всех включенных в исследование больных на томограммах, полученных через 15 мин после введения контрастного препарата, визуализировались зоны накопления препарата в области ПИКС, совпадающие с локализацией поражения по данным кино-МРТ. Характер накопления контрастного препарата во всех случаях соответствовал ишемической природе поражения, т. е. все зоны накопления носили трансмуральный или субэндокардиальный характер и визуализировались в бассейнах кровоснабжения коронарных артерий (рис. 2).

У 19 больных из 97 при МРТ были выявлены признаки внутрисердечного тромбоза. Внутрисердечный тромбоз был выявлен при кино-МРТ и при контрастной МРТ у 15 больных, в 4 случаях только

контрастная МРТ позволила диагностировать тромбоз. Тромбы во всех случаях определялись в области сегментов с выраженными нарушениями сократимости (акинез или дискинез).

Кроме того, во всех случаях тромбы определялись в области сегментов с отсроченным контрастированием, значительным по глубине — более 50 % (рис. 3).

Повторная МР-томография сердца после АКШ была выполнена 50 больным, было проанализировано (оценена сократимость по пятибалльной шкале) 850 сегментов. ФВ в этой группе больных до вмешательства составила $41,3 \pm 13,7$ %, после операции — $46,3 \pm 14,3$ % ($p=0,002$).

При анализе сократимости миокарда по сегментам улучшением сократимости считали повышение сократимости по пятибалльной шкале не менее чем на 1 уровень. Не было отмечено улучшения сократимости в сегментах, накопление КП в которых превышало 75 % по глубине, наиболее выраженное повышение сократительной функции выявлено в тех сегментах, где, по данным МРТ с отсроченным контрастированием, не было найдено фиброзных изменений (табл. 3). Мы проанализировали зависимость улучшения сократительной функции от

Характеристика кино-МР-томограмм и томограмм с отсроченным контрастированием (n=1649)

Таблица 2

Характеристика	Количество сегментов (%)
Накопление контрастного препарата (относительно толщины сегмент), %	
0	709 (43)
1–25	132 (8)
26–50	280 (17)
51–75	313 (19)
76–100	215 (13)
Оценка сократимости	
1 (не нарушена)	462 (28)
2 (невыраженное снижение)	453 (27,5)
3 (выраженное снижение)	396 (24)
4 (акинез)	269 (16,3)
5 (дискинез)	69 (4,2)

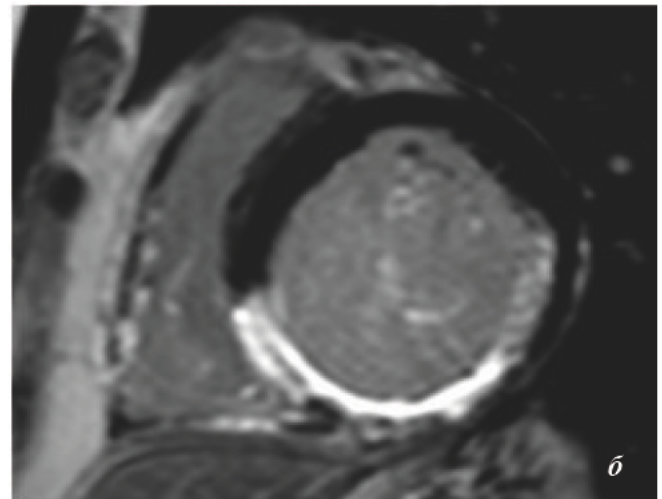
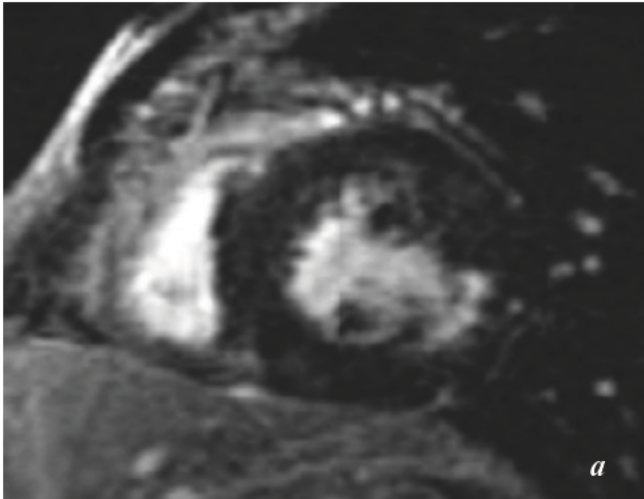


Рис. 2. МРТ с отсроченным контрастированием с различной глубиной накопления контрастного препарата: а — нетрансмуральное накопление КП в бассейне огибающей артерии; б — трансмуральное контрастирование миокарда в бассейне правой коронарной артерии

глубины накопления КП, используя деление всех сегментов по выраженности контрастирования на две группы: накопление незначительное (не более 50 %), что соответствует нетрансмуральному поражению, и выраженное (более 50 %), что расценивалось как трансмуральное поражение (рис. 4). Была показана достоверная разница в этих группах по количеству сегментов, показавших улучшение сократимости: 62,5 и 6,4 % ($p=0,001$).

Результаты исследования показали возможность использования МРТ с отсроченным контрастированием для обследования больных с ПИКС перед операцией хирургической реваскуляризации миокарда. Важно, что, несмотря на то, что в исследование были включены больные со сниженной сократительной функцией ЛЖ, во всех случаях исследование было выполнено полностью, ни у одного больного во время исследования не возникло жалоб, которые бы потребовали прекращения исследования. У всех больных, перенесших ОИМ, МРТ с отсроченным контрастированием выявила зоны рубцового поражения. У 19 больных (19,6 %) были выявлены признаки внутрисердечного тромбоза ЛЖ.

Работа показала большую эффективность контрастной МРТ в выявлении тромбов по сравнению с кино-МРТ. Учитывая, что наиболее часто выявленные тромбы определялись у сегментов с выраженными нарушениями сократимости, сложности в выявлении тромбов при кино-МРТ можно объяснить

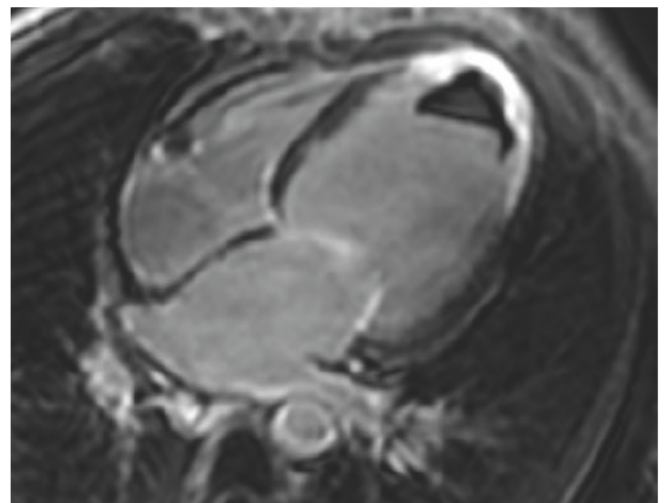


Рис. 3. МРТ с отсроченным контрастированием, длинная ось ЛЖ. В верхушке ЛЖ виден тромб, прилегающий к сегменту с трансмуральным контрастированием

наличием артефактов от замедленного кровотока в областях с нарушенной сократимостью. Мы не проводили сравнение информативности кино-МРТ и контрастного МРТ с ЭхоКГ. В работах, посвященных этому вопросу, отмечалось, что МРТ, особенно с контрастированием, обладает преимуществами перед ЭхоКГ и должна быть рекомендована для обследования больных перед АКШ в тех случаях, когда данные ЭхоКГ неубедительны, при плохом ультразвуковом окне, при наличии у больного аневризмы ЛЖ [13].

Изменение сократимости сегментов ЛЖ с отсроченным контрастированием
из всех сегментов, сократимость которых была нарушена ($n=388$)

Таблица 3

Характеристика	Количество сегментов (%)	Количество сегментов, сократимость которых улучшилась	
0	131 (33,8)	102 (78)	62,5
1–25	40 (10,3)	25 (42,5)	
26–50	61 (15,7)	20 (33)	
51–75	85 (21,9)	10 (11,8)	6,4
76–100	71 (18,3)	0	

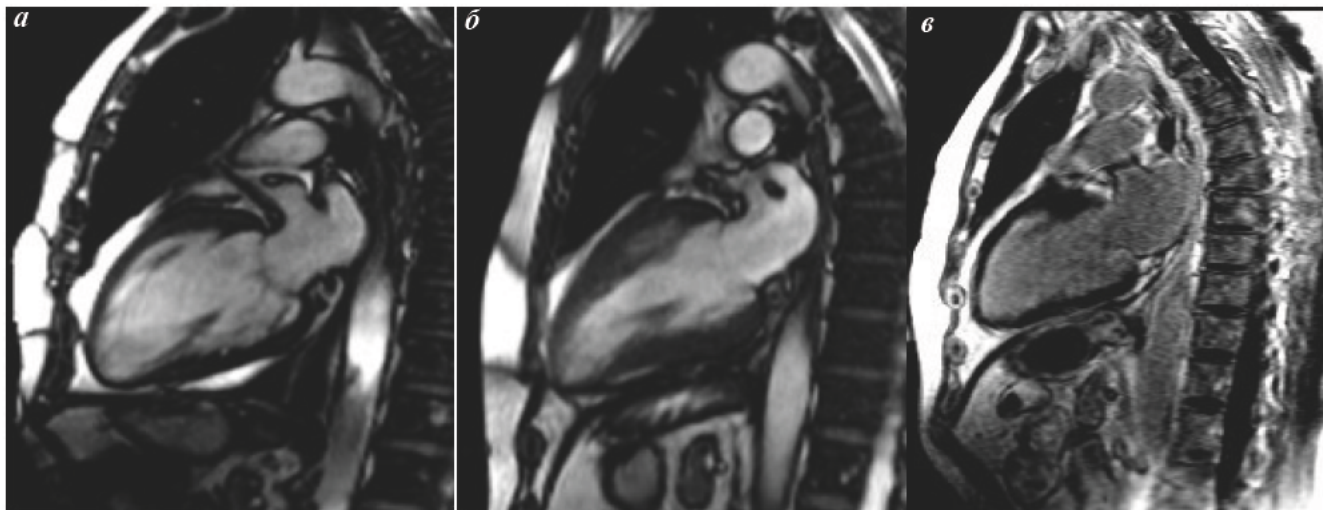


Рис. 4. Кино-МРТ в фазу конечной систолы до операции (а) и после операции (б). МР-томограмма с отсроченным контрастированием (в) демонстрирует обширное нетрансмуральное накопление КП в области передней стенки ЛЖ. Отмечается улучшение сократимости передней стенки ЛЖ

Важным результатом исследования является возможность предсказать улучшение сократительной функции миокарда ЛЖ у больных со сниженной ФВ в зависимости от накопления КП.

Необходимо отметить, что причины контрастирования необратимо поврежденного миокарда до сих пор до конца не изучены.

Механизм усиления интенсивности МР-сигнала на T1-взвешенных изображениях при введении гадолиния состоит в укорочении времени продольной релаксации T1 биологических тканей.

Комплексы Gd-ДТПА относятся к контрастным средствам с экстрацеллюлярным характером распределения. Изменение интенсивности изображения нормального и пораженного миокарда при усилении парамагнитными контрастными средствами может быть обусловлено несколькими причинами.

Так, отек, изменение сосудистой проницаемости и нарушение микроциркуляции в области инфаркта миокарда приводят к увеличению объема внеклеточной жидкости и, следовательно, большему накоплению ионов гадолиния.

Нарушение целостности клеточных мембран, которое также приводит к увеличению объема внеклеточной жидкости, нарушение кинетики гадолиния (задержка накопления и вымывания) при рубцовом поражении миокарда являются возможными механизмами его контрастирования [13].

Полученные в нашем исследовании результаты не противоречат данным других исследователей.

В исследовании R. J. Kim et al. была впервые показана зависимость возможности восстановления функции сегментов ЛЖ от глубины контрастирования миокарда; количество сегментов с улучшившейся сократимостью было максимальным в сегментах без отсроченного контрастирования или с небольшой глубиной накопления контрастного препарата [11]. В подобной работе J. B. Selvanayagam et al. [14]. ис-

следовалось улучшение сократительной функции у больных с сохраненной ФВ. Было определено, что через 6 месяцев после вмешательства улучшение локальной сократимости чаще всего (82 %) встречалось в сегментах без отсроченного контрастирования.

Несмотря на значительную исходную тяжесть больных в нашем исследовании, результаты этих работ схожи. К ограничениям работы относится короткий период наблюдения больных ($3 \pm 1,1$ месяца). Не проведен анализ улучшения сократительной функции ЛЖ в зависимости от различных хирургических техник, а также зависимости между шунтированными артериями и сегментами, показавшими улучшение сократимости.

Выводы

1. МРТ сердца, в том числе с отсроченным контрастированием, является безопасным для больных с ПИКС со сниженной ФВ, хорошо переносится.

2. МРТ сердца с контрастированием позволяет выявлять и количественно оценивать зоны постинфарктного кардиосклероза.

3. МРТ сердца с отсроченным контрастированием может использоваться у больных с ПИКС перед операцией АКШ для полной оценки морфологии сердца, в том числе внутрисердечного тромбоза, а также для оценки сократительной функции, глобальной и локальной.

4. МРТ с отсроченным контрастированием позволяет прогнозировать улучшение сократительной функции в сегментах с исходно сниженной сократимостью по глубине накопления КП в отсроченную фазу. Восстановление кровотока в коронарных артериях приводит к улучшению сократимости в сегментах, накопление КП в которых отсутствует или не превышает 50 % в 62,5 %, и лишь в 6,4 % в сегментах с трансмуральным поражением (накопление КП более 50 %).

Приложение. Противопоказания к магнитно-резонансной томографии

1. Наличие у больного искусственного водителя ритма или кардиовертера-дефибриллятора.
2. Наличие у больного металлических зажимов или спиралей в сосудах головного мозга.
3. Наличие у больного металлических инородных тел в глазных яблоках.
4. Тяжелое состояние больного, в связи с чем больной нуждается во вспомогательном оборудовании для поддержания жизненно важных функций организма.
5. Невозможность сохранять неподвижность.
6. Невозможность задерживать дыхание.
7. Наличие татуировок с содержанием металлических соединений.
8. Большой вес больного.

Литература

1. Беленков Ю. Н. и др. Выявление очагов инфаркта миокарда в подостром периоде и оценка перфузии миокарда с помощью магнитной резонансной томографии с контрастным усилением // Кардиология. 1994. № 3. С. 15–21.
2. Диагностика и лечение больных острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST ЭКГ / под ред. проф. М. Я. Руда // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2007. № 6 (8). Прил. 1.
3. Силицын В. Е. Возможность применения МРТ для оценки состояния сердца у кардиологических больных // Бюл. Всесоюз. кардиол. науч. центра АМН СССР. 1989. № 2. С. 97–99.
4. Altman K. C. et al. Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in pts with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis // Jacc. 2002. № 39. P. 1151–1158.
5. Bax J. J. et al. Improvement of left ventricular ejection fraction, heart failure symptoms and prognosis after revascularization in pts with chronic coronary artery disease and viable myocardium detected by dobutamine stress echocardiography // JACC. 1999. № 34. P. 163–169.
6. Cerqueira M. D. et al. Standardised myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart // Circulation. 2002. Vol. 105. P. 539–542.
7. Choi K. M. et al. Transmural extent of acute myocardial infarction predicts long-term improvement in contractile function // Circulation. 2001. Vol. № 104. P. 1101–1107.
8. Flacke S. J., Fischer S. E., Lorenz C. H. Measurement of the gadopentate dimeglumin partition coefficient in human myocardium in vivo: normal distribution and elevation in acute and chronic infarction // Radiology. 2001. Vol. 218. P. 703–710.
9. Hombach V. et al. Sequelae of acute myocardial infarction regarding cardiac structure and function and their prognostic significance as assessed by magnetic resonance imaging // Eur. Heart J. 2005. Vol. 26. P. 549–557.
10. Kim R. J. et al. Relationship of MRI delayed contrast enhancement to irreversible injury, infarct age, and contractile function // Circulation. 1999. Vol. 100. P. 1992–2002.
11. Kim R. J. et al. The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction // N. Engl. J. Med. 2000. № 343. P. 1445–1453.
12. Mahrholdt H. et al. Reproducibility of chronic infarct size measurement by contrast-enhanced magnetic resonance imaging // Circulation. 2002. Vol. 106. P. 2322–2327.
13. Mollet N. R. et al. Visualisation of ventricular thrombi with contrast-enhanced magnetic resonance imaging in pts with ischemic heart disease // Circulation. 2002. № 106. P. 2873–2876.
14. Selvanayagam J. B. et al. Value of delayed-enhancement cardiovascular magnetic resonance imaging in prediction myocardial viability after surgical revascularization // Circulation. 2004. № 110. P. 1535–1541.
15. Simonetti O. P. et al. An improved MR imaging technique for visualization of myocardial infarction // Radiology. 2001. № 218. P. 215–223.