

**Эффективность сердечной ресинхронизирующей терапии у пациентов с хронической сердечной недостаточностью различной этиологии в зависимости от структурного поражения миокарда по данным магнитно-резонансной томографии сердца с контрастированием**Стукалова О. В.<sup>1</sup>, Миронова Н. А.<sup>1</sup>, Уцумуева М. Д.<sup>1</sup>, Каштанова С. Ю.<sup>1</sup>, Буторова Е. А.<sup>1</sup>, Шитов В. Н.<sup>1</sup>, Тарасовский Г. С.<sup>1</sup>, Голицын С. П.<sup>1</sup>, Терновой С. К.<sup>1,2</sup>

**Цель.** Оценить влияние выраженности и характера структурного поражения миокарда по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца с отсроченным контрастированием на эффективность сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ) у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) ишемического и неишемического генеза.

**Материал и методы.** В проспективное исследование было включено 47 пациентов (средний возраст 62,3±8,9 лет, 44,6% женщин и 55,4% мужчин) с ХСН неишемической и ишемической природы, фракцией выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) ФВ ЛЖ <35%, синусовым ритмом, при длительности комплекса QRS >130 мс. Всем пациентам перед имплантацией СРТ-устройств была выполнена МРТ сердца с гадолинием. Анализ МРТ-изображений проводился с помощью программы CVI42. Для количественного анализа (доля и масса) структурного поражения миокарда, в зависимости от и интенсивности МРТ-сигнала выделялись зоны фиброзной ткани и "серая зона". Общий объем поврежденной (рубцовая ткань) включал в себя как фиброзную ткань, так и "серую зону". Локализация рубца оценивалась по 16-сегментной модели ЛЖ. СРТ считалась эффективной при уменьшении конечно-систолического объема (КСО) ЛЖ >15% через 6 мес. наблюдения и улучшении функционального класса (ФК) ХСН.

**Результаты.** У пациентов в группе отсутствия эффекта СРТ выше были доля и масса рубца (медиана 4% [2,5; 19] vs 24% [7; 44], p=0,012, 6 г [3,5; 32,5] vs 41 г [8; 86], p=0,013), фиброзной ткани (медиана 0% [0; 3,5] vs 8% [0; 19], p=0,01, 0 г [0; 6] vs 14 г [0; 34], p=0,014) и "серой зоны" (медиана 4% [2,5; 15] vs 15% [7; 23], p=0,018, 6 г [3,5; 27,5] vs 23 г [8; 39], p=0,025). У пациентов с ХСН неишемической природы чаще наблюдался эффект СРТ (78,5% vs 28,5%, p<0,01). У пациентов с рубцом заднебоковой локализации реже наблюдался эффект СРТ, особенно, при наличии структурного поражения 4,5,6,11,12,15,16 сегментов (p<0,05). Эффект СРТ у пациентов с ХСН ишемической этиологии не зависел от объема структурного поражения миокарда, но зависел от его локализации. Наличие рубца боковой локализации ассоциировалось с отсутствием эффекта СРТ. У пациентов с ХСН неишемической этиологии доля и масса фиброзной ткани была меньше в группе эффективной СРТ (медиана 0% [0; 1] vs 8,5% [0; 11] p<0,05 0 г [0; 1] vs 14,5 г [0; 22], p<0,05).

**Заключение.** Эффективность СРТ чаще наблюдается у пациентов с ХСН неишемической этиологии по сравнению с ХСН ишемической этиологии. Отсутствие эффекта СРТ ассоциировано с наличием рубцового поражения миокарда заднебоковой локализации вне зависимости от природы ХСН. У пациентов с ХСН неишемической этиологии объем и доля фиброзной ткани достоверно меньше в группе эффективной СРТ. У пациентов с ХСН ишемического генеза объем структурного поражения миокарда не оказывает влияния на эффект СРТ, а наличие рубца боковой локализации ассоциируется с отсутствием эффекта СРТ.

**Ключевые слова:** сердечная ресинхронизирующая терапия, хроническая сердечная недостаточность, магнитно-резонансная томография.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

<sup>1</sup>ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Минздрава России, Москва; <sup>2</sup>ФГАУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия.

Стукалова О. В. — к.м.н., с.н.с. отдела томографии, ORCID: 0000-0001-8377-2388, Миронова Н. А. — к.м.н., с.н.с. отдела клинической электрофизиологии и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма сердца, ORCID: 0000-0002-2374-3718, Уцумуева М. Д.\* — врач-кардиолог 7 "а" отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0003-0746-8012, Каштанова С. Ю. — врач-кардиолог 7 клинического отделения, ORCID: 0000-0003-4731-0818, Буторова Е. А. — врач-рентгенолог отдела томографии, ORCID: 0000-0001-9706-7049, Шитов В. Н. — м.н.с. отдела ультразвуковых методов исследований, ORCID: 0000-0002-8878-7340, Тарасовский Г. С. — врач-кардиолог 7 клинического отделения, ORCID: 0000-0002-2143-8912, Голицын С. П. — д.м.н., профессор, руководитель отдела клинической электрофизиологии и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма, ORCID: 0000-0001-9913-9974, Терновой С. К. — д.м.н., профессор, академик РАН, руководитель отдела томографии, ORCID: 0000-0003-4374-1063.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):  
utsumueva@gmail.com

БЛНПГ — блокада левой ножки пучка Гиса, КДО — конечно-диастолический объем, КСО — конечно-систолический объем, ЛЖ — левый желудочек, МРТ — магнитно-резонансная томография, ПИКС — постинфарктный кардиосклероз, СРТ — сердечная ресинхронизирующая терапия, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ФВ — фракция выброса, ФК — функциональный класс, ЭхоКГ — эхокардиография, NYHA — Нью-Йоркская Ассоциация сердца (New York Heart Association).

Рукопись получена 05.11.2019

Рецензия получена 11.11.2019

Принята к публикации 11.11.2019



**Для цитирования:** Стукалова О. В., Миронова Н. А., Уцумуева М. Д., Каштанова С. Ю., Буторова Е. А., Шитов В. Н., Тарасовский Г. С., Голицын С. П., Терновой С. К. Эффективность сердечной ресинхронизирующей терапии у пациентов с хронической сердечной недостаточностью различной этиологии в зависимости от структурного поражения миокарда по данным магнитно-резонансной томографии сердца с контрастированием. *Российский кардиологический журнал*. 2019;24(12):22-32  
doi:10.15829/1560-4071-2019-12-22-32

## The effectiveness of cardiac resynchronization therapy in patients with chronic heart failure of various origin depending on the structural myocardial injury in cardiac magnetic resonance imaging

Stukalova O. V.<sup>1,2</sup>, Mironova N. A.<sup>1</sup>, Utsumueva M. D.<sup>1</sup>, Kashtanova S. Yu.<sup>1</sup>, Butorova E. A.<sup>1</sup>, Shitov V. N.<sup>1</sup>, Tarasovsky G. S.<sup>1</sup>, Golitsyn S. P.<sup>1</sup>, Ternovoy S. K.<sup>1,2</sup>

**Aim.** To assess the effect of the size and pattern of myocardial structural injury, determined by magnetic resonance imaging (MRI), on response to cardiac resynchronization therapy (CRT) in patients with ischemic and non-ischemic heart failure (HF).

**Material and methods.** Forty seven patients with ischemic and non-ischemic HF (age 62,3±8,9 years (mean±SD), 44,6% females and 55,4% males), left ventricle (LV) ejection fraction <35%, QRS complex >130 ms, and sinus rhythm were included in the study. Late-gadolinium enhancement-cardiovascular magnetic resonance (LGE-CMR) was undertaken to evaluate myocardial scar prior to CRT devices implantation. All CMR analysis was performed on CVI42 software. According to signal intensity, fibrosis zone and "grey zone" were defined for quantitative analysis (proportion and mass) of injury. Scar zone included fibrosis zone and "grey zone". Scar location was assessed using a 16-segment LV model. Response was defined as a reduction in LV end systolic volume of >15% at 6 months follow-up and HF functional class amelioration.

**Results.** In nonresponse group there was significantly higher proportion and mass of total scar (median 4% [2,5; 19] vs 24% [7; 44], p=0,012, 6 g [3,5; 32,5] vs 41 g [8; 86], p=0,013), fibrosis zone (median 0% [0; 3,5] vs 8% [0; 19], p=0,01, 0 g [0; 6] vs 14 g [0; 34], p=0,014) and "grey zone" (4% [2,5; 15] vs 15% [7; 23], p=0,018, 6 g [3,5; 27,5] vs 23 g [8; 39], p=0,25). Response proportion in non-ischemic HF patients was higher than in ischemic HF patients (78,5% vs 28,5%, p<0,01). Response to CRT was less in patients with posterolateral scar, more specifically in segments 4,5,6,11,12,15,16 (p<0,05). CRT response in ischemic HF did not depend on size of myocardial structural injury, but depend on scar localization. Lateral scar was associated with poor response. In non-ischemic HF, proportion and mass of fibrosis zone was less in responder group (median 0% [0; 1] vs 8,5% [0; 11], p<0,05, 0 g [0; 1] vs 14,5 g [0; 22], p<0,05).

**Conclusion.** Response to CRT is significantly higher in non-ischemic than in ischemic HF patients. Nonresponse to CRT is associated with posterolateral scar,

regardless of the HF origin. In patients with non-ischemic HF, size of fibrosis zone is lower in the responder group. In patients with ischemic HF, size of LV structural injury does not affect the CRT efficiency, but lateral scar is associated with CRT nonresponse.

**Key words:** cardiac resynchronization therapy, heart failure, magnetic resonance imaging.

**Conflicts of Interest:** nothing to declare.

<sup>1</sup>National Medical Research Center of Cardiology, Moscow; <sup>2</sup>I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia.

Stukalova O. V. ORCID: 0000-0001-8377-2388, Mironova N. A. ORCID: 0000-0002-2374-3718, Utsumueva M. D. ORCID: 0000-0003-0746-8012, Kashtanova S. Yu. ORCID: 0000-0003-4731-0818, Butorova E. A. ORCID: 0000-0001-9706-7049, Shitov V. N. ORCID: 0000-0002-8878-7340, Tarasovsky G. S. ORCID: 0000-0002-2143-8912, Golitsyn S. P. ORCID: 0000-0001-9913-9974, Ternovoy S. K. ORCID: 0000-0003-4374-1063.

**Received:** 05.11.2019 **Revision Received:** 11.11.2019 **Accepted:** 11.11.2019

**For citation:** Stukalova O. V., Mironova N. A., Utsumueva M. D., Kashtanova S. Yu., Butorova E. A., Shitov V. N., Tarasovsky G. S., Golitsyn S. P., Ternovoy S. K. The effectiveness of cardiac resynchronization therapy in patients with chronic heart failure of various origin depending on the structural myocardial injury in cardiac magnetic resonance imaging. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;24(12):22–32. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2019-12-22-32

Сердечная ресинхронизирующая терапия (СРТ) — эффективный метод лечения пациентов с тяжелыми проявлениями хронической сердечной недостаточности (ХСН), сниженной сократительной способностью миокарда и нарушенной внутривентрикулярной проводимостью [1, 2]. Метод входит в современные клинические рекомендации по диагностике и лечению сердечной недостаточности [3]. Однако применение СРТ в клинической практике показывает, что достичь эффекта терапии удастся не у всех больных. Улучшения клинического состояния при применении ресинхронизирующей терапии не удастся достичь у трети пациентов [4].

Инвазивность и высокая стоимость этого метода лечения предъявляют особые требования к отбору пациентов для СРТ. В связи с этим ведется активный поиск клинико-инструментальных признаков, позволяющих выделить больных с потенциально максимальной эффективностью СРТ.

Есть основания полагать, что электрически инертные зоны фиброза, обусловленные перенесенным инфарктом или воспалением, при разном объеме и локализации этих зон, могут нарушать процессы активации левого желудочка (ЛЖ) и, таким образом,

играть одну из ключевых ролей в развитии электрической и механической диссинхронии, являющихся мишенью воздействия СРТ.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является "золотым стандартом" неинвазивной оценки структурных изменений миокарда, объема и топографии распределения фиброза [5, 6]. Кроме того, оценка характера фиброзно-рубцового поражения миокарда с помощью МРТ с отсроченным контрастированием имеет большое значение для определения этиологии структурного заболевания сердца и оценки риска внезапной сердечной смерти у больных с различными кардиологическими заболеваниями) [7].

Результаты имеющихся исследований по оценке структурной патологии миокарда с помощью МРТ сердца для оптимизации отбора кандидатов для проведения СРТ остаются спорными и неоднозначными.

Целью настоящего исследования было оценить влияние выраженности и характера структурного поражения миокарда по данным МРТ сердца с отсроченным контрастированием на эффективность СРТ у пациентов с ХСН ишемического и неишемического генеза.

### Материал и методы

В проспективное исследование было включено 47 пациентов (26 мужчин и 21 женщина, средний возраст  $62,3 \pm 8,9$  лет), с клиническими проявлениями ХСН, соответствующими I-IV ФК по классификации Нью-Йоркской Ассоциации сердца (NYHA), с фракцией выброса (ФВ) ЛЖ  $\leq 35\%$ . У всех больных на ЭКГ регистрировались синусовый ритм и блокада левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) с продолжительностью комплекса QRS  $\geq 130$  мс.

Отбор больных для включения в исследование проводился по результатам клинико-инструментального и лабораторного обследования, включавшего общеклинический и биохимический анализы крови, общий анализ мочи, определение концентрации тироксина и тиреотропного гормона в сыворотке крови, регистрацию ЭКГ в 12 отведениях, холтеровскую мониторную регистрацию ЭКГ (ХМ ЭКГ), трансторакальную эхокардиографию (ТЭхоКГ). Также всем больным выполнялась МРТ сердца с отсроченным контрастированием гадолиний-содержащим контрастным препаратом. Клинико-инструментальная характеристика включенных в исследование пациентов представлена в таблице 1.

**Таблица 1**

**Клинико-инструментальные данные включенных в исследование больных**

Признак, единицы изменения	Количество (n=47)
Пол мужской/женский (n/%)	26(55,3%)/21(44,6%)
Возраст, г (M $\pm$ SD)	62,34 $\pm$ 8,9
Этиология ХСН, (n/%)	
Ишемический генез	19 (40,4%)
Неишемический генез	28 (59,6%)
ФК ХСН (NYHA), (n/%)	
II	27 (57,4%)
III	19 (40,4%)
IV	1 (2,1%)
Дистанция теста 6-минутной ходьбы, м, Ме, [25;75]	360 [299; 409]
Миннесотский опросник качества жизни, баллы (M $\pm$ SD)	35,5 [16; 54,75]
ШОКС, баллы Ме, [25;75]	4 [3; 5]
Продолжительность комплекса QRS, мс, Ме [25;75]	178,0 [164; 189]
КДО ЛЖ, Ме, [25;75]	256,0 [208,5; 318,0]
КСО ЛЖ, Ме, [25;75]	177,0 [142,0; 231,0]
ФВ ЛЖ, %, Ме, [25;75]	29,8 [24,7; 32,35]

**Примечание:** данные представлены как n — абсолютное значение, % — относительное значение, M $\pm$ SD — среднее  $\pm$  стандартное отклонение, Ме — медиана, [25;75] — 25-й и 75-й перцентиль.

**Сокращения:** ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ДКМП — дилатационная кардиомиопатия, ФК ХСН (NYHA) — функциональный класс хронической сердечной недостаточности по классификации New York Heart Association, БВ ЭКС — бивентрикулярный электрокардиостимулятор, ШОКС — Шкала оценки клинического состояния при ХСН, КДО ЛЖ — конечно-диастолический объем левого желудочка (мл), КСО ЛЖ — конечно-систолический объем левого желудочка (мл), ФВ ЛЖ — фракция выброса ЛЖ по Симпсону (%), м — метры.

Все пациенты прошли скрининг для включения в исследование не ранее чем через 3 мес. после начала оптимальной медикаментозной терапии ХСН ( $\beta$ -адреноблокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента или антагонисты рецепторов ангиотензина II, антагонисты минералокортикоидных рецепторов) в соответствии с актуальными клиническими рекомендациями [3]. Пациентам с ишемической болезнью сердца (ИБС) по показаниям выполнялась коронарная баллонная ангиопластика со стентированием или операция коронарного шунтирования. В случае сохранения через 3 мес., несмотря на проведенные мероприятия, симптомов ХСН со снижением ФВ ЛЖ  $\leq 35\%$ , пациентам имплантировались сердечные ресинхронизирующие устройства с функцией дефибриллятора (СРТ-Д). Показания к имплантации определялись согласно актуальным клиническим рекомендациям по диагностике и лечению ХСН [3].

Критериями исключения из исследования являлись ранние сроки (3 мес. до включения в исследование) после перенесенного инфаркта миокарда, чрескожного коронарного вмешательства или операции коронарного шунтирования, необходимость выполнения таких вмешательств в ходе проведения исследования, тяжелая сопутствующая патология (в т.ч. тяжелая патология печени (уровень трансаминаз  $>3$  норм), почек (снижение скорости клубочковой фильтрации  $<30$  мл/мин), наличие противопоказаний к проведению МРТ сердца с контрастированием [8, 9].

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования был одобрен локальным Этическим комитетом. До включения в исследование у всех его участников было получено письменное информированное согласие.

ТЭхоКГ проводилась на ультразвуковом приборе VIVID E9 (GE Healthcare, США) перед имплантацией СРТ-Д и через 6 мес. после имплантации. Определялись стандартные ЭхоКГ-параметры, характеризующие размеры камер сердца, сократительную функцию ЛЖ: конечно-диастолический объем левого желудочка (КДО ЛЖ), конечно-систолический объем левого желудочка (КСО ЛЖ), ФВ ЛЖ. Для определения фаз сердечного цикла во время исследования выполнялась синхронная запись ЭКГ.

МРТ сердца выполнялась на сверхпроводящем МР-томографе мощностью 1,5 Тесла (Siemens AG, Германия) с поверхностной радиочастотной катушкой для грудной клетки и синхронизацией с ЭКГ. Контрастный препарат на основе гадолиния (гадоверсетамид) вводили внутривенно в дозе 0,15 ммоль (0,3 мл) на 1 кг массы тела пациента. Помимо оценки морфологии, функции сердца, проводился анализ

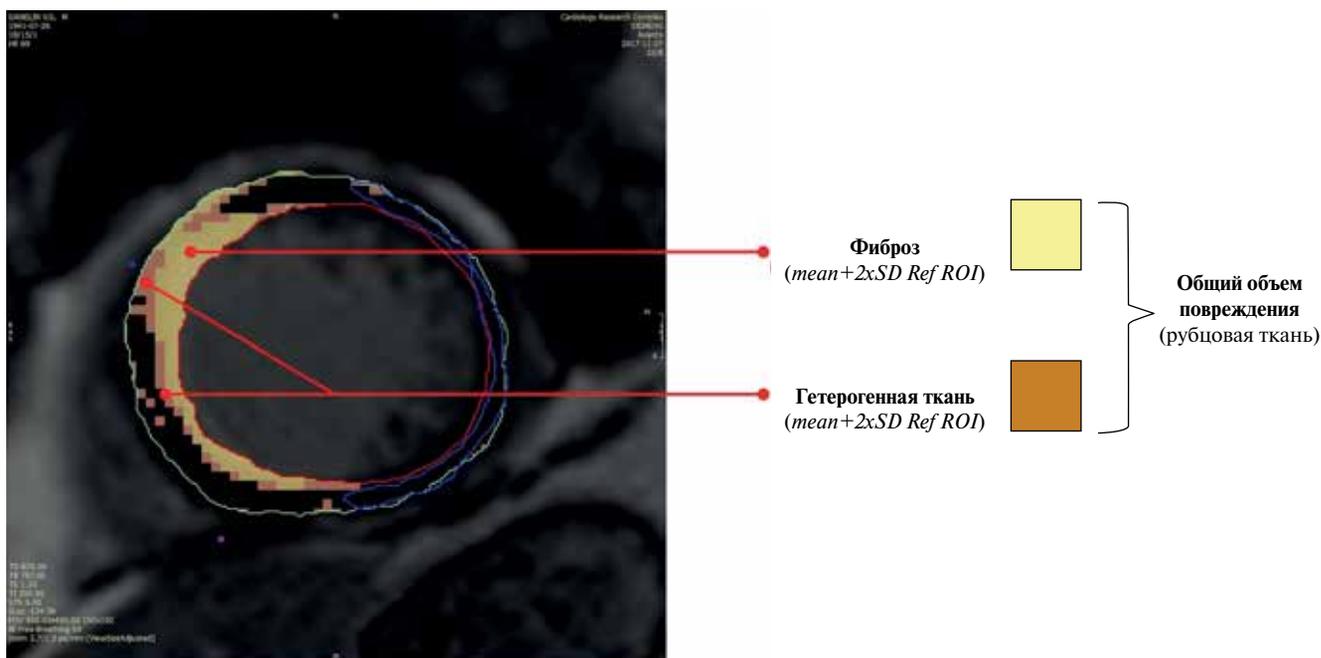


Рис. 1. Оценка структуры рубцовой ткани по интенсивности МР-сигнала.

**Примечание:** желтым цветом обозначена зона фиброзной ткани, коричневым — гетерогенная ткань. Красной линией обозначена граница эндокарда, зеленой — граница эпикарда. (CVI 42, Circle Cardiovascular Imaging Inc., Канада). Цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

распределения контрастного препарата в миокарде, выявлялись участки его патологического накопления через 10-15 мин после введения контрастного препарата. Анализ МР-изображений выполняли с использованием платформы сертифицированной программы (CVI42, Circle Cardiovascular Imaging Inc., Канада), при этом оценивалось наличие, характер, локализация областей накопления контрастного вещества в миокарде ЛЖ согласно 16-сегментной модели ЛЖ, предложенной Американской ассоциацией сердца [10]. Обработку МР-изображений проводили на изображениях короткой оси ЛЖ путем ручной обводки эндокарда и эпикарда на последовательных МР-изображениях сердца.

Для количественной оценки структурного поражения миокарда в соответствии с интенсивностью сигнала были выделены следующие зоны (рис. 1):

- зона фиброзной ткани, интенсивность сигнала которой была  $>5$  стандартных отклонений по сравнению с интенсивностью сигнала от здорового миокарда;

- зона “гетерогенной ткани”, интенсивность сигнала которой была  $>2$  стандартных отклонений по сравнению с интенсивностью сигнала от здорового миокарда. Гетерогенная ткань, которую также называют “пограничной зоной” — часть рубцовой ткани, характеризующийся наличием в своем составе как здоровых, так и некротизированных кардиомиоцитов.

Общий объем повреждения (рубцовая ткань) включал в себя как фиброзную ткань, так и “гетерогенную ткань” (рис. 1).

На основании полученных результатов с помощью программы CVI42 автоматически рассчитывались масса миокарда, масса и процентная доля фиброзной ткани и зоны “гетерогенной ткани” от общей массы миокарда, определялось топографическое разделение зон рубцовой ткани ЛЖ согласно 16-сегментной модели ЛЖ.

С помощью индивидуальной настройки параметров работы СРТ-Д и после имплантации у всех пациентов был достигнут оптимальный процент бивентрикулярной стимуляции (98-100% от всех комплексов QRS, зарегистрированных за сутки с помощью ХМ ЭКГ). Наблюдение за пациентами продолжалось в течение 6 мес.

Эффективность сердечной ресинхронизирующей терапии оценивалась с помощью ЭхоКГ, выполненной до имплантации и через 6 мес. после имплантации системы БВ ЭКС. Критерием положительного результата СРТ считали уменьшение КСО ЛЖ не менее чем на 15%.

Статистическая обработка полученных результатов включала методы описательной статистики: вычисление средних значений, стандартных отклонений, а также медианы, 25-ого и 75-ого перцентилей. Сравнение групп осуществлялось с помощью U-критерия Манна-Уитни, х-критерия Фишера. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ . Для сопоставления диагностической ценности показателей, продемонстрировавших статистически значимые ( $p < 0,05$ ) различия между группами, применяли ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic)

Таблица 2

Сравнение исходных клинико-инструментальных данных пациентов с различными этиологическими вариантами ХСН

	ХСН неишемического генеза (n=28; 59,6%)	ХСН ишемического генеза (n=19; 40,4%)	p
Возраст, л	58,8±9,2	63,5±8,7	0,361
Пол, n (%)			
Мужской	13 (27,7%)	13 (27,7%)	0,232
Женский	15 (31,9%)	6 (12,8%)	
Длительность ХСН, г	2 [1; 5]	4 [1; 7]	0,14
ФК ХСН (NYHA), n (%)			
II	18 (38,3%)	9 (19,1%)	
III	9 (19,1%)	10 (21,3%)	
IV	1 (2,1%)	0 (0%)	
Тест с 6-минутной ходьбой, м	377,5 [300; 424,5]	331 [291; 400]	0,265
МОКЖ, баллы	37 [17; 59]	24 [13; 54]	0,210
ШОКС, баллы	4 [4; 5]	4 [3; 5]	0,355
Продолжительность QRS, мс	176 [164; 187,5]	180 [166; 190]	0,680
Масса миокарда ЛЖ, г	153 [123; 215]	180,8 [166; 190]	0,255
КДО ЛЖ, мл	253,5 [182; 315]	247 [209; 286]	0,823
КСО ЛЖ, мл	185 [126; 234]	177 [143; 203]	0,592
ФВ ЛЖ, %	27,9 [24,7; 30,6]	28,6 [25; 31,6]	0,522

**Примечание:** данные представлены как n — абсолютное количество наблюдений, % — относительное количество наблюдений, Me — медиана, [25;75] — 25-й и 75-й перцентиль, p — достоверность.

**Сокращения:** ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ФК — функциональный класс, тест 6МХ — тест с 6 минутной ходьбой, КДО ЛЖ — конечно-диастолический объем левого желудочка (мл), КСО ЛЖ — конечно-систолический объем левого желудочка (мл), ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка (%), QRS — продолжительность комплекса QRS (мс), МОКЖ — Миннесотский опросник качества жизни, ШОКС — Шкала оценки клинического состояния при ХСН, м — метры.

построением характеристических кривых зависимости чувствительности и специфичности исследуемых признаков. Ввод данных, их редактирование, статистический анализ осуществлялся с помощью пакета программ SPSS, версия 23.

### Результаты

По результатам клинико-инструментального обследования, в зависимости от этиологии сердечной недостаточности все пациенты были подразделены на 2 группы: ХСН ишемической и неишемической этиологии. В группу ХСН неишемической этиологии вошли 28 (59,6% от всех включенных в исследование) пациентов, 13 мужчин и 15 женщин, средний возраст которых составил 58,8±9,2 лет. Причиной ХСН у 20 (71,5%) из них была дилатационная кардиомиопатия, у 8 (28,5%) — декомпенсированное гипертоническое сердце. У 19 пациентов (40,4% всех включенных в исследование пациентов) ХСН была обусловлена ИБС. В эту группу вошли пациенты (13 мужчин и 6 женщин, средний возраст 63,5±8,7 лет) с перенесенным инфарктом миокарда различной локализации (n=16, 84,2%), а также больные с верифицированным по данным коронароангиографии тяжелым стенозирующим атеросклерозом коронарных артерий (n=3, 15,8%).

В представленных группах был проведен сравнительный анализ клинико-инструментальных данных,

а также различных показателей выраженности и распределения рубцового поражения миокарда (табл. 2).

Группы больных с ХСН неишемического и ишемического генеза были сопоставимы по возрасту, полу, функциональному классу ХСН и продолжительности комплекса QRS на фоне БЛНПГ. Дистанция теста 6-минутной ходьбы, оценка качества жизни у пациентов с этиологическими вариантами ХСН также достоверно не различались. По основным ЭхоКГ-показателям группы ХСН ишемической и неишемической этиологии были сопоставимы.

Отсроченное накопление контрастного препарата было обнаружено у 29 исследуемых пациентов, при этом достоверно чаще оно встречалось у пациентов с ишемической этиологией ХСН — 16 (55,1%) vs 13 (44,8%), (p=0,014).

Анализ МР-изображений проводился с определением локализации поражения миокарда ЛЖ по традиционно принятому протоколу по 4 стенкам ЛЖ.

В ходе анализа было обнаружено, что у пациентов с ХСН ишемического генеза достоверно чаще были поражены межжелудочковая перегородка (14 vs 10, p=0,017), нижняя (15 vs 12, p=0,018) и боковая стенки (15 vs 9, p=0,003).

Выявление очагов накопления контрастного препарата миокардом ЛЖ, как у больных с ишемической ХСН, так и с неишемической ХСН послужило предпосылкой для более подробного анализа различий

Таблица 3

## Сравнение исходных клинико-инструментальных данных пациентов с различной эффективностью СРТ

	Эффект СРТ (+) (n=28, 59,6%)	Эффект СРТ (-) (n=19, 40,4%)	P
Возраст, л	61,5±9,2	63,5±8,7	0,361
Пол, n (%)			
Мужской	14 (50%)	12 (25,5%)	0,551
Женский	14 (50%)	7 (14,9%)	
Этиология ХСН			0,002
Неишемическая	22 (46,8%)	6 (12,8%)	
Ишемическая	6 (12,8%)	13 (27,7%)	
ФК ХСН (NYHA), n (%)			
II	21 (75%)	6 (31,6%)	
III	7 (25%)	12 (63,2%)	
IV	0 (0%)	1 (5,2%)	
Тест с 6-минутной ходьбой, м	377,5 [300; 410]	340,5 [260; 400]	0,362
МОКЖ, баллы	32 [18; 57]	35,5 [13; 52]	0,288
ШОКС, баллы	4 [3; 5,5]	4 [3; 5]	0,436
Продолжительность QRS, мс	182 [167; 189]	174 [160; 188]	0,288
КДО ЛЖ, мл	232 [177,5; 274,5]	252 [215; 315]	0,823
КСО ЛЖ, мл	164,1 [126; 196]	182 [144; 228]	0,180
ФВ ЛЖ, %	29,9 [24,7; 30,7]	28,8 [25; 31,8]	0,931

**Примечание:** данные представлены как n — абсолютное количество наблюдений, % — относительное количество наблюдений, Me — медиана, [25;75] — 25-й и 75-й перцентиль.

**Сокращения:** СРТ — сердечная ресинхронизирующая терапия, эффект СРТ (+) — наличие эффекта СРТ, эффект СРТ (-) — отсутствие эффекта СРТ, ФК — функциональный класс, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, тест 6МХ — тест с 6 минутной ходьбой, КДО ЛЖ — конечно-диастолический объем левого желудочка (мл), КСО ЛЖ — конечно-систолический объем левого желудочка (мл), ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка (%), QRS — продолжительность комплекса QRS (мс), МОКЖ — Миннесотский опросник качества жизни, ШОКС — Шкала оценки клинического состояния при ХСН.

в степени поражения миокарда ЛЖ между исследованными группами.

При сравнении количественных показателей структурного поражения миокарда ЛЖ у больных двух исследуемых групп было обнаружено, что пациенты с ишемической природой ХСН характеризуются и большей массой (17 г [1; 46] vs 0 г [0; 6],  $p=0,001$ ) и большей долей (8% [2; 23] vs 0% [0; 3,5],  $p=0,004$ ) как рубцовой ткани, так и фиброзной (масса 35,5 г [14; 86] vs 6 г [4; 40],  $p=0,035$ ; доля 21,5% [8; 38] vs 4% [3; 19],  $p=0,025$ ).

Как известно, зона фиброзной ткани характеризуется наличием в своем составе только некротизированных кардиомиоцитов, что определяет ее высокую интенсивность МР-сигнала. Преобладание этого компонента рубцовой ткани у пациентов с ишемической природой ХСН говорит о меньшем количестве оставшейся жизнеспособной ткани, которая является основой для достижения обратного ремоделирования сердца.

Для характеристики рубца у пациентов с ишемическим и неишемическим генезом ХСН мы определили отношение доли фиброзной ткани и гетерогенной зоны (фиброз/гетерогенная зона). У этих групп пациентов по данному показателю были выявлены достоверные различия (0 [0; 0,22] у пациентов с ХСН неишемического генеза и 0,6 [0,2; 1,17],  $p<0,001$ ). Таким образом, можно сказать, что гетерогенная

зона рубца является своеобразным “резервом” миокарда, который вносит свой вклад в достижение обратного моделирования сердца на фоне проведения СРТ.

Обращает на себя внимание, что у пациентов с неишемической природой ХСН определялся большой объем гетерогенной ткани по сравнению с объемом зоны фиброзной ткани. С учетом характеристик гетерогенной ткани, можно сделать вывод, что у больных с неишемической этиологией ХСН участки рубцового поражения имеют в своем составе большую часть жизнеспособных кардиомиоцитов, которые могут вносить вклад эффективную систолу желудочков и обеспечивать адекватный сердечный выброс и обратное ремоделирование сердца.

Среди всех 47 включенных в исследование пациентов достичь эффективности СРТ удалось у 28 больных (59,6%). У 19 больных (40,4%) эффект ресинхронизирующей терапии отсутствовал.

В зависимости от результата СРТ были сформированы 2 группы: группа эффективной СРТ “Эффект СРТ (+)” и группа неэффективной СРТ “Эффект СРТ (-)”. Был проведен сравнительный анализ исходных клинико-инструментальных данных, а также выраженности и распределения рубцового поражения миокарда.

Группы больных эффективной и неэффективной СРТ в основном были сопоставимы по основным

Таблица 4

**Количественные характеристики структурного поражения миокарда у пациентов с наличием и отсутствием эффекта СРТ**

	Эффект СРТ (+) (n=28, 59,6%)	Эффект СРТ (-) (n=19, 40,4%)	p
Масса миокарда, г	155 [123; 203]	179 [153; 215]	0,149
Масса фиброзной ткани, г	0 [0; 6]	14 [0; 34]	0,014*
Доля фиброзной ткани от массы миокарда, %	0 [0; 3,5]	8 [0; 19]	0,010*
Масса гетерогенной ткани, г	6 [3,5; 27,5]	23 [8; 39]	0,025*
Доля гетерогенной ткани от массы миокарда, %	4 [2,5; 15]	15 [7; 23]	0,018*
Доля фиброзной ткани/доля гетерогенной ткани	0 [0; 0,28]	0,39 [0; 0,83]	0,017*
Масса рубцовой ткани, г	6 [3,5; 32,5]	41 [8; 86]	0,013*
Доля рубцовой ткани от массы миокарда, %	4 [2,5; 19]	24 [7; 44]	0,012*

**Примечание:** данные представлены как Ме-медиана, [25;75] — 25-й и 75-й перцентиль, \* — достоверность при p<0,05.

**Сокращения:** СРТ — сердечная ресинхронизирующая терапия, эффект СРТ (+) — наличие эффекта СРТ, эффект СРТ (-) — отсутствие эффекта СРТ, p — достоверность.

клинико-инструментальным характеристикам, за исключением функционального класса ХСН — число пациентов с тяжелой ХСН у группы больных с неэффективной СРТ было выше (табл. 3).

При изучении изменений ЭхоКГ-показателей через 6 мес. после имплантации БВ ЭКС у 28 больных, продемонстрировавших эффективность проводимой СРТ, отмечено достоверное увеличение ФВ ЛЖ (ΔФВ ЛЖ составила 15 [11,3; 23,08]% vs 1,4% (p<0,001)) и уменьшение КДО ЛЖ и КСО ЛЖ, что свидетельствует об улучшении систолической функции ЛЖ. Выявленная динамика ЭхоКГ-показателей отражает обратное ремоделирование сердца на фоне СРТ.

Изменение (Δ) КДО ЛЖ в среднем составило -67 мл от исходного уровня, ΔКСО ЛЖ составила -61,2 мл (-46,5%) у больных в группе эффективной СРТ vs ΔКДО ЛЖ -9,27 мл, ΔКСО ЛЖ -9 мл (5,3%) у больных в группе неэффективной СРТ.

При анализе этиологического фактора ХСН было обнаружено, что у пациентов с неишемической этиологией достоверно чаще наблюдался эффект от проведения ресинхронизирующей терапии. Так, среди пациентов с эффективной СРТ (28 пациентов), 22 (46,8% всех включенных в исследование больных) входили в группу ХСН неишемического генеза и только 6 (12,8% всех включенных в исследование больных) — в группу ХСН ишемического генеза (p=0,002).

Группы пациентов с различной эффективностью СРТ были сопоставимы по частоте встречаемости трансмурального рубцового замещения миокарда ЛЖ всех стенок, за исключением боковой стенки. У всех 5 пациентов с трансмуральным рубцовым поражением боковой стенки отсутствовал эффект СРТ (p=0,008). Это можно объяснить тем, что трансмуральный рубец достигает эпикардиальных слоев миокарда. Как известно, чаще всего левожелудочно-

вый электрод имплантируется трансвенозным доступом именно со стороны эпикарда, и при стимуляции в данной зоне рубцовой ткани возбуждение будет идти медленнее, чем при стимуляции жизнеспособного миокарда. В этих условиях обеспечение адекватной ресинхронизации труднодостижимо.

Для более подробного изучения топографии структурного поражения миокарда ЛЖ, был проведен посегментный анализ рубцового поражения ЛЖ согласно 16 сегментной модели ЛЖ.

Так, при сегментарной качественной оценке топографии рубцовой ткани, было обнаружено, что у пациентов с отсутствием эффекта СРТ достоверно чаще бывают поражены 4, 5, 6, 11, 12, 15, 16 сегменты ЛЖ, что соответствует практически всей нижнебоковой стенке ЛЖ.

Таким образом, топографический сегментарный анализ структурного поражения миокарда ЛЖ у пациентов с различной эффективностью СРТ позволяет выделить зону поражения ЛЖ, при наличии которой маловероятно достижение эффекта СРТ — базальные и средние сегменты заднебоковой локализации. В связи с этим, несмотря на общепринятые для имплантации ЛЖ электрода заднебоковую и боковую вены сердца, возможно, при наличии такой зоны поражения ЛЖ, во избежание стимуляции рубцовой зоны более целесообразно использование других вен сердца или рассмотрение вопроса об эпикардиальном доступе для имплантации ЛЖ электрода с максимально прицельным его позиционированием.

Количественный анализ структурного поражения миокарда показал, что при сопоставимой массе миокарда в группах с эффективной и неэффективной СРТ, у больных с эффективной СРТ была меньше выраженность всех компонентов рубцовой ткани как в абсолютном (масса), так и в относительном (доля) выражении (табл. 4).

Таблица 5

**Чувствительность и специфичность различных показателей  
структурного поражения миокарда в прогнозировании успеха проведения СРТ**

	Чувствительность	Специфичность	Площадь под кривой
Доля фиброзной ткани >10%	57%	82%	0,711
Доля гетерогенной ткани >6%	79%	65%	0,705
Доля рубцовой ткани >14,5%	68%	69%	0,718

Таблица 6

**Характеристики структурного поражения миокарда у пациентов  
с различной этиологией ХСН с наличием или отсутствием эффекта СРТ**

	ХСН неишемической этиологии n=28 (59,6%)			ХСН на фоне ИБС n=19 (40,4%)		
	Эффект СРТ (+) (n=22)	Эффект СРТ (-) (n=6)	p	Эффект СРТ (+) (n=6)	Эффект СРТ (-) (n=13)	p
Масса миокарда, г	143,5 [122; 196]	199,5 [153; 239]	0,059	176 [157; 227]	179 [168; 208]	0,898
Масса фиброзной ткани, г	0 [0; 1]	14,5 [0; 22]	0,045*	23,5 [5; 53]	11 [1; 44]	0,521
Доля фиброзной ткани от массы миокарда, %	0 [0; 1]	8,5 [0; 11]	0,05	12 [3; 23]	6 [2; 21]	0,701
Масса гетерогенной ткани, г	4,5 [3; 24]	35 [8; 39]	0,02*	26,5 [13; 35]	22 [13; 31]	0,765
Доля гетерогенной ткани от массы миокарда, %	3,5 [2; 11]	18 [3; 28]	0,112	14 [9; 18]	14 [9; 18]	0,639
Масса рубцовой ткани, г	4,5 [3; 27]	51,5 [8; 57]	0,014*	47 [24; 88]	38 [14; 86]	0,765
Доля рубцовой ткани от массы миокарда, %	3,5 [2; 12]	26,5 [3; 39]	0,078	23,5 [8; 38]	23 [11; 44]	0,966

**Примечание:** данные представлены как Ме-медиана, [25; 75] — 25-й и 75-й перцентиль, эффект СРТ (+) — наличие эффекта СРТ, эффект СРТ (-) — отсутствие эффекта СРТ, \* — достоверность при  $p < 0,05$ .

**Сокращения:** ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ИБС — ишемическая болезнь сердца.

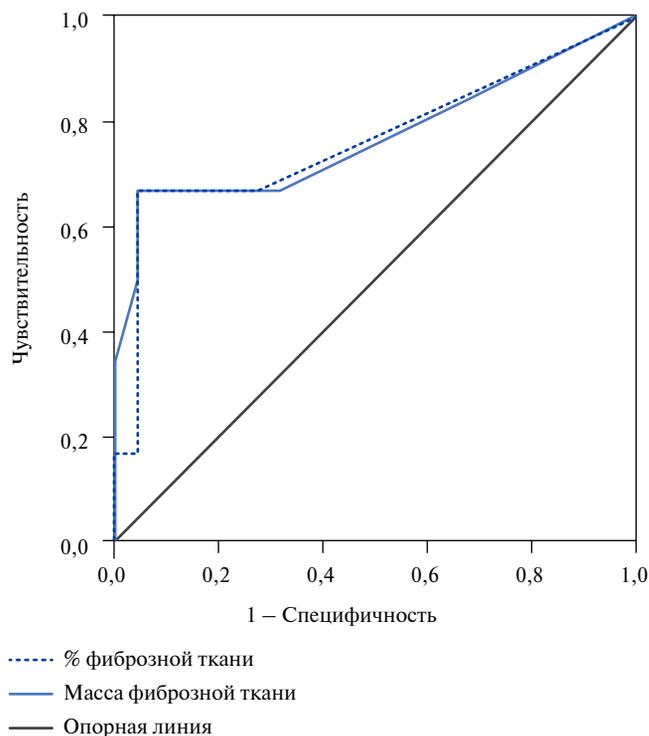
Для дополнительной характеристики рубца у пациентов с эффективной и неэффективной СРТ нами было определено отношение доли фиброзной ткани и гетерогенной зоны (фиброз/гетерогенная зона). У этих групп пациентов по данному показателю были выявлены достоверные различия (0 [0; 0,28] у пациентов с эффективной СРТ и 0,39 [0; 0,83],  $p < 0,017$ ) у пациентов с неэффективной СРТ. Таким образом, можно сказать, что фиброзная нежизнеспособная ткань у пациентов с неэффективной СРТ преобладает над жизнеспособной.

На основании полученных данных был проведен анализ влияния объема исследованных структур рубцовой ткани миокарда ЛЖ на достижение эффективной фоне СРТ (табл. 5).

Было обнаружено, что при доле рубцовой ткани по отношению к общей массе миокарда >14,5% эффект СРТ не достигается с чувствительностью 68% и специфичностью 69%.

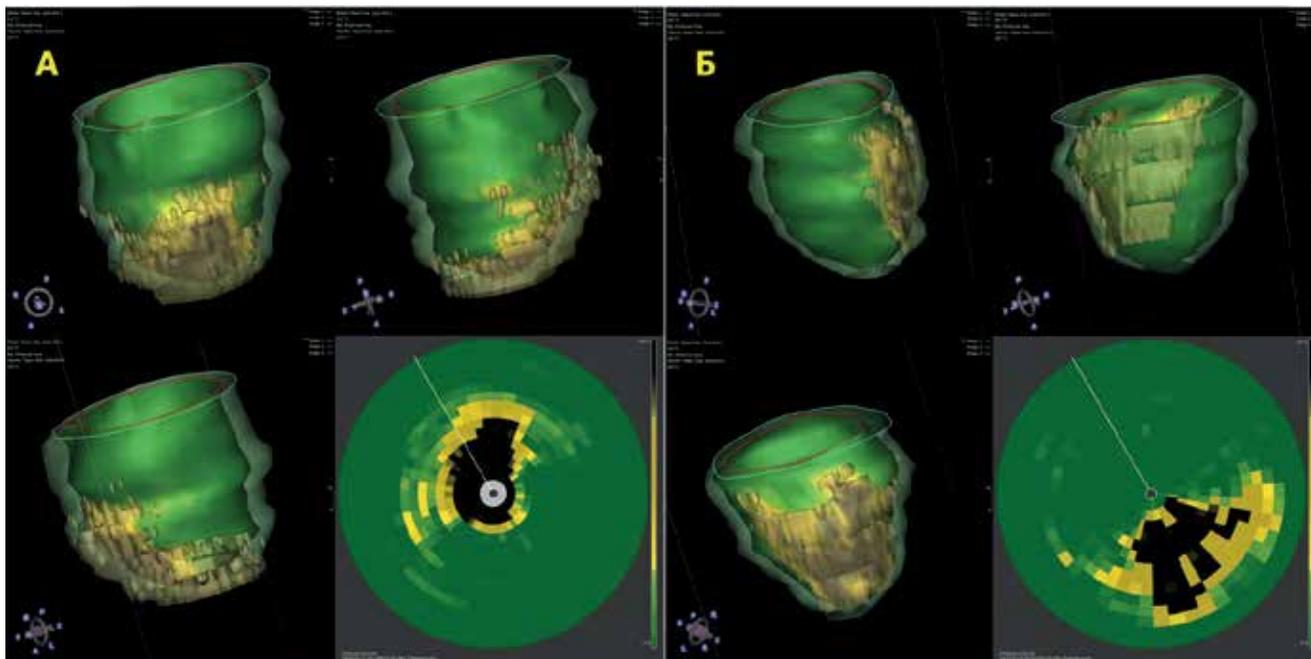
Отдельно был проанализирован эффект СРТ в группах больных с различной этиологией сердечной недостаточности — ишемической и неишемической.

Количественный анализ рубцовой ткани ЛЖ (табл. 6) показал, что в группе больных с ишемической природой ХСН эффект СРТ не зависел от объема структурного поражения миокарда (фиброзной ткани, гетерогенной зоны и общего объема поражения). При одинаковой выраженности структурного



**Рис. 2.** ROC-анализ доли фиброзной ткани (AUC 0,765) и массы фиброзной ткани (AUC 0,769), у пациентов с ХСН неишемической этиологии без эффекта от проведения СРТ.

**Сокращения:** СРТ — сердечная ресинхронизирующая терапия, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, AUC — площадь под кривой.



**Рис. 3 (А, Б).** Модели ЛЖ у пациентов с ПИКС различной локализации и различной эффективностью СРТ.

**Примечание:** А — модель ЛЖ пациента с ПИКС передне-перегородочной локализации (объем рубцового поражения — 38%) и хорошим эффектом СРТ (уменьшением КСО ЛЖ на 34,1% через 6 мес.), Б — модель ЛЖ пациента с ПИКС задне-боковой локализации (объем рубцового поражения 33%) и без эффекта от проведения СРТ (уменьшение КСО ЛЖ на 8%). CVI42, Circle Cardiovascular Imaging Inc., Канада.

**Сокращения:** ПИКС — постинфарктный кардиосклероз, СРТ — сердечная ресинхронизирующая терапия, ЛЖ — левый желудочек, КСО — конечно-систолический объем.

поражения миокарда у пациентов с ишемической природой ХСН, эффективность СРТ могла быть различной.

Напротив, у больных с ХСН неишемической этиологии между лицами с достигнутым эффектом СРТ и теми, у кого эффект отсутствовал, были выявлены достоверные различия в выраженности фиброзной ткани в абсолютном (0 г [0; 1] vs 14,5г [0; 22],  $p=0,045$ ) и тенденция к достоверности в относительном выражении (0% [0; 1] vs 8,5% [0; 11],  $p=0,05$ ). Эффект СРТ чаще демонстрировали пациенты с меньшей выраженностью фиброза миокарда. На основании этого был проведен анализ чувствительности и специфичности массы и доли фиброзной ткани миокарда ЛЖ в прогнозировании отсутствия эффекта СРТ у пациентов с неишемической этиологией ХСН.

Было обнаружено, что при доле фиброзной ткани по отношению к общей массе миокарда  $>7\%$  и массе фиброзной ткани  $>12,5$  г — эффект СРТ не достигается с чувствительностью 66,7% и специфичностью 95,5% (рис. 2).

Таким образом, одним из определяющих факторов в достижении успеха СРТ у этой группы больных является выраженность нежизнеспособной фиброзной ткани миокарда ЛЖ.

Наконец, для определения влияния пространственных характеристик структурного поражения у пациентов с ХСН различной этиологии в группах

с наличием и отсутствием эффекта СРТ, был проведен сравнительный анализ в этих группах по 4 стенкам ЛЖ — передней, нижней, боковой и межжелудочковой перегородке).

Обнаружено, что пациенты с ХСН ишемической этиологии с поражением боковой стенки реже отмечали улучшение состояния на фоне проведения СРТ ( $p=0,017$ ). Из 14 пациентов с ишемической природой ХСН и рубцовым поражением боковой стенки ЛЖ лишь у 2 был достигнут эффект СРТ.

На рисунке 3 показаны модели ЛЖ у пациентов с постинфарктным кардиосклерозом различной локализации, сопоставимым по выраженности объемом поражения миокарда. На панели А рисунка 3 представлена модель ЛЖ пациента с постинфарктным поражением миокарда передне-перегородочной локализации (объем общего рубцового поражения 38%, продемонстрировавшего хороший эффект от проведения СРТ (уменьшение КСО ЛЖ на 34,1% через 6 мес.). На Панели Б рисунка 3 представлена модель ЛЖ пациента с постинфарктным поражением миокарда заднебоковой локализации) объем рубцового поражения 33%), у которого эффект СРТ не был достигнут (уменьшением КСО лишь на 6%).

### Обсуждение

На начальном этапе настоящей работы был выполнен сравнительный анализ характера фибрино-руб-

цовых изменений миокарда ЛЖ у больных с ХСН различной этиологии. Обнаружено, что пациенты с ишемической природой ХСН характеризуются и большей массой, и большей долей как фиброзной, так и рубцовой ткани. Нужно заметить, что у пациентов с неишемической этиологией достоверно чаще наблюдался эффект от проведения ресинхронизирующей терапии. Так, среди всех 28 пациентов с эффективной СРТ, 22 входили в группу ХСН неишемического генеза и только 6 — в группу ХСН ишемического генеза ( $p=0,002$ ). Анализ ряда работ и крупных исследований подтверждает важность учёта этиологического фактора для успеха СРТ [11].

В нашем исследовании, в результате подробного изучения характеристик структурного поражения миокарда у пациентов с различной этиологией ХСН выявлено, что у пациентов с ишемическим генезом ХСН доля фиброзной ткани в общем массиве рубца была преобладающей, что говорит о меньшем количестве оставшейся жизнеспособной ткани, которая является основой для достижения обратного ремоделирования сердца.

Опубликованы результаты некоторых исследований, при которых оценивался процент рубцового замещения [12, 13], а также характер его распределения в толще миокарда и особенности локализации, в том числе, по отношению к левожелудочковому электроду ресинхронизирующего устройства [14, 15].

Так, например, в исследовании Chalil S показано, что у пациентов с ишемическим генезом ХСН объем фиброзной ткани  $>33\%$  от объема миокарда ЛЖ ассоциируется с плохим ответом на СРТ [13].

В то же время, в другом исследовании White JA продемонстрировано, что общий процент фиброзной ткани  $<15\%$  от объема миокарда ЛЖ с чувствительностью  $85\%$  и специфичностью  $90\%$  обеспечивал хороший эффект СРТ [14]. Следует отметить, что характеристика включенных в эти исследования пациентов была разной — в работу Chalil S были включены только пациенты с ХСН ишемической этиологии, в то время как в исследование White J были включены пациенты с различной этиологией ХСН.

В представленное нами исследование были включены больные с ХСН как ишемического, так и неишемического генеза, при этом полученные результаты сопоставимы с данными, полученными в вышеуказанной работе — обнаружено, что при доле рубцовой ткани по отношению к общей массе миокарда  $>14,5\%$  эффект СРТ не достигается с чувствительностью  $68\%$  и специфичностью  $69\%$ .

Не менее важным в прогнозировании ответа на СРТ является уточнение топографии рубцовой ткани. Жизнеспособность стимулируемой области ЛЖ оказывает влияние на исходы ресинхронизирующей терапии. Многие работы показывают, что наличие рубцового замещения в заднебоковой области

ЛЖ ассоциируется с неблагоприятными исходами СРТ [16, 17]. Это предположение подтверждает тот факт, что стимуляция миокарда с рубцовой тканью приводит к расширению и фрагментации комплекса QRS и, следовательно, к электрической и механической диссинхронии [18, 19].

В нашей работе были получены сопоставимые результаты. Однако отличием представленного исследования является более детальное посегментное изучение топографических характеристик рубцовой ткани. В результате были выделены 4, 5, 6, 11, 12, 15, 16 сегменты ЛЖ, что соответствует практически всей заднебоковой стенке ЛЖ. Исследователи сходятся во мнении, отсутствие эффекта у пациентов с поражением миокарда этой локализации связано с тем, что традиционно принято имплантировать ЛЖ электрод в заднебоковую вену ЛЖ.

Интересным результатом нашей работы стал вывод о различном влиянии выраженности рубцового поражения миокарда на эффективность СРТ у больных с различной этиологией ХСН. У пациентов с неишемическими причинами ХСН большое значение в эффективности СРТ имеет масса и доля фиброзной ткани. ROC-анализ показал, что у пациентов с ХСН неишемической природы при доле фиброзной ткани по отношению к общей массе миокарда  $>7\%$  и массе фиброзной ткани  $>12,5$  г — эффект СРТ не достигается с чувствительностью  $66,7\%$  и специфичностью  $95,5\%$ . Таким образом, можно полагать, что для этой категории больных существует некая критически значимая величина объема рубцовой ткани, при которой ресинхронизирующая терапия может оказаться неэффективной.

В то же время у больных с ишемической природой ХСН большее влияние на достижение эффекта СРТ оказывало наличие или отсутствие поражения боковой стенки ЛЖ (из 14 пациентов с ишемической природой ХСН и рубцовым поражением боковой стенки ЛЖ лишь у 2 был достигнут эффект СРТ ( $p=0,017$ )).

Таким образом, использование МРТ сердца с контрастированием для подробной визуализации и оценки выраженности структурного поражения миокарда может помочь в оптимизации отбора кандидатов на проведение СРТ.

### **Заключение**

Настоящее исследование показало, что эффект от СРТ достоверно выше у пациентов с ХСН неишемического генеза по сравнению с ХСН ишемического генеза. Отсутствие эффекта СРТ достоверно чаще отмечается у пациентов со структурным поражением ЛЖ заднебоковой локализации (преимущественно базальных и средних сегментов) вне зависимости от этиологии ХСН. При ХСН неишемического генеза выраженность фиброза выше в группе больных

с неэффективной СРТ. При одинаковой выраженности структурных изменений миокарда, больные с ИБС и поражением боковой стенки ЛЖ демонстрируют меньшую эффективность СРТ по сравнению с больными, у которых рубцовое поражение ЛЖ боковой локализации отсутствует.

Использование МРТ сердца с отсроченным контрастированием для изучения особенностей исходного состояния миокарда может помочь на этапе предоперационного обследования в выделении

пациентов с потенциально хорошим эффектом СРТ. Кроме того, знание топографии рубцового поражения может быть использовано для оптимального позиционирования левожелудочкового электрода в соответствии с локализацией рубцовой ткани.

**Конфликт интересов:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

## Литература/References

- Linde C, Leclercq C, Rex S, et al. Long-term benefits of biventricular pacing in congestive heart failure: results from the MULTISite STimulation in cardiomyopathy (MUSTIC) study. *J. Am. Coll. of Cardiol.* 2002;40:111-8. doi:10.1016/s0735-1097(02)01932-0.
- Chung ES, Leon AR, Tavazzi L, et al. Results of the Predictors of Response to CRT (PROSPECT) trial. *Circulation.* 2008;117(20):2608-16. doi:10.1161/circulationaha.107.743120.
- Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal.* 2016;37(27):2129-200. doi:10.1093/eurheartj/ehw128.
- Zareba W, Klein H, Cygankiewicz I, et al. for the MADIT-CRT Investigators. Effectiveness of cardiac resynchronization therapy by QRS morphology in the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial-Cardiac Resynchronization Therapy (MADIT-CRT) *Circulation.* 2011;123:1061-72. doi:10.1161/circulationaha.110.960898.
- Mewton N, Liu CY, Croisille P, et al. Assessment of myocardial fibrosis with cardiovascular magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57:891-903. doi:10.1016/j.jacc.2010.11.013.
- Mironova NA, Yeghiazaryan LH, Aparina OP, et al. Relations between structural changes in the myocardium and rhythm disturbance in patients with chronic myocardial infarction. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2017;7(3):53-68. (In Russ.) Миронова Н.А., Егиазарян Л.Г., Апарина О.П., и др. Взаимосвязь структурных изменений миокарда и желудочковых нарушений ритма сердца у пациентов после перенесенного инфаркта миокарда. *Российский электронный журнал лучевой диагностики.* 2017;7(3):53-68. doi:10.21569/2222-7415-2017-7-3-53-68.
- Zhambeev AA, Gasparyan AZh, Stukalova OV, Shlevkov NB. Value of contrast-enhanced MRI for risk-stratification of sudden cardiac death in different patients with structural heart disease. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2017;7(4):130-9. (In Russ.) Жамбеев А.А., Гаспарян А.Ж., Стукалова О.В., Шлевков Н.Б. Возможности магнитно-резонансной томографии с контрастированием для оценки риска внезапной сердечной смерти у различных категорий кардиологических пациентов. *Российский электронный журнал лучевой диагностики.* 2017;7(4):130-9. doi:10.21569/2222-7415-2017-7-4-130-139.
- Dill T. Contraindications to magnetic resonance imaging. *Heart.* 2008;94(7):943-8. doi:10.1136/hrt.2007.125039.
- Kramer CM, Barkhausen J, Flamm SD, et al. Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Board of Trustees Task Force on Standardized Protocols. Standardized cardiovascular magnetic resonance (CMR) protocols 2013 update. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2013;15:91. doi:10.1186/1532-429X-15-91.
- Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, et al. Standardized Myocardial Segmentation and Nomenclature for Tomographic Imaging of the Heart. *Circulation.* 2002;105(4):539-42. doi:10.1161/hc0402.102975.
- Wikstrom G, Blomstrom-Lundqvist C, Andren B, et al. The effects of aetiology on outcome in patients treated with cardiac resynchronization therapy in the CARE-HF trial. *Eur Heart J.* 2009;30:782-8. doi:10.1093/eurheartj/ehn577.
- Kwon DH, Halley CM, Carrigan TP, et al. Extent of left ventricular scar predicts outcomes in ischemic cardiomyopathy patients with significantly reduced systolic function: a delayed hyperenhancement cardiac magnetic resonance study. *J Am Coll Cardiol Cardiovasc Imaging.* 2009;2:34-44. doi:10.1016/j.jcmg.2008.09.010.
- Chail S, Foley PWX, Muhyaldeen SA, et al. Late gadolinium enhancement cardiovascular magnetic resonance as a predictor of response to cardiac resynchronization therapy in patients with ischaemic cardiomyopathy. *Europace.* 2007;9:1031-7. doi:10.1093/europace/eum133.
- White JA, Yee R, Yuan X, et al. Delayed enhancement magnetic resonance imaging predicts response to cardiac resynchronization therapy in patients with intraventricular dyssynchrony. *J Am Coll Cardiol.* 2006;48:1953-60. doi:10.1016/j.jacc.2006.07.046.
- Ypenburg C, Roes SD, Bleeker GB, et al. Effect of total scar burden on contrast-enhanced magnetic resonance imaging on response to cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol.* 2007;99(5):657-60. doi:10.1016/j.amjcard.2006.09.115.
- Chail S, Stegemann B, Muhyaldeen S, et al. Effect of posterolateral left ventricular scar on mortality and morbidity following cardiac resynchronization therapy. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2007;10:1201-7. doi:10.1111/j.1540-8159.2007.00841.
- Bleeker GB. Effect of posterolateral scar tissue on clinical and echocardiographic improvement after cardiac resynchronization therapy. *Circulation.* 2006;113:969-76. doi:10.1161/circulationaha.105.543678.
- Chen Z, Sohal M, Sammut E, et al. Focal but not diffuse myocardial fibrosis burden quantification using cardiac magnetic resonance imaging predicts left ventricular reverse remodeling following cardiac resynchronization therapy. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2016;27(2):203-9. doi:10.1111/jce.12855.
- Leong DP, Chakraborty A, Shipp N, et al. Effects of myocardial fibrosis and ventricular dyssynchrony on response to therapy in new-presentation idiopathic dilated cardiomyopathy: insights from cardiovascular magnetic resonance and echocardiography. *Eur Heart J.* 2012;33(5):640-8. doi:10.1093/eurheartj/ehr391.