

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ДИССИНХРОНИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА С ОТВЕТОМ
НА СЕРДЕЧНУЮ РЕСИНХРОНИЗИРУЮЩУЮ ТЕРАПИЮ У БОЛЬНЫХ С БЛОКАДОЙ
ЛЕВОЙ НОЖКИ ПУЧКА ГИСА И ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

С.В.Агафонкин, Т.А.Атабеков, А.И.Мишкина, С.Н.Криволапов, С.И.Сазонова, М.С.Хлынин,
К.В.Завадовский, Р.Е.Баталов, С.В.Попов

*Научно-исследовательский институт кардиологии - филиал Федерального государственного бюджетного
научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр
Российской академии наук», Россия, Томск, ул. Киевская, 111-А.*

Цель. Выявить взаимосвязь между механической диссинхронией левого желудочка (ЛЖ) и ответом на сердечную ресинхронизирующую терапию (СРТ) у пациентов с блокадой левой ножки пучка Гиса и хронической сердечной недостаточностью (ХСН).

Материал и методы исследования. В исследование было включено 49 пациентов (мужчины - 34 [69,4%], средний возраст $58,3 \pm 11,4$ года) с синусовым ритмом, полной блокадой левой ножки пучка Гиса с длительностью комплекса QRS ≥ 150 мс и II-III функциональным классом (ФК) ХСН по Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (NYHA). В дополнение к полному обследованию до и через 6 месяцев после имплантации кардиоресинхронизирующего устройства с функцией кардиовертера-дефибриллятора были выполнены перфузионная сцинтиграфия миокарда (ПСМ) и радионуклидная томографию (РТВГ). Критерии положительного ответа через 6 месяцев наблюдения были следующие: улучшение ФК ХСН по NYHA ≥ 1 класса + снижение конечного систолического объема ЛЖ $> 15\%$ или улучшение ФК ХСН по NYHA ≥ 1 класса + улучшение фракции выброса ЛЖ $> 5\%$.

Результаты. Первую группу составили 35 (71,4%) пациентов с положительным ответом на СРТ, вторую группу - 14 (28,6%) больных без положительного ответа на СРТ. Группы были сопоставимы по клинико-инструментальным параметрам до имплантации СРТ, за исключением параметров ПСМ и РТВГ. По результатам многофакторной логистической регрессии Δ межжелудочковой диссинхронии (отношение шансов [ОШ] 1,0349; 95% доверительный интервал [ДИ] 1,0075-1,0631; $p=0,01$) и стандартное фазовое отклонение передней стенки ЛЖ (ОШ 1,1693; 95% ДИ 1,0502-1,3020; $p=0,004$) были независимо связаны с положительным ответом на СРТ. Увеличение прогностического коэффициента (ПК), рассчитанного с использованием показателей Δ межжелудочковой диссинхронии и стандартное фазовое отклонение передней стенки ЛЖ, более 0,67 явилось предиктором положительного ответа на СРТ (площадь под кривой 0,918; чувствительность 85,71; специфичность 85,71; $p<0,001$).

Выводы. Механическая диссинхрония, оцениваемая с помощью ПСМ и РТВГ, связана с положительным ответом на СРТ. Согласно нашей прогностической модели, увеличение ПК более 0,67 является предиктором положительного ответа на СРТ.

Ключевые слова: блокада левой ножки пучка Гиса; хроническая сердечная недостаточность; сердечная ресинхронизирующая терапия; механическая диссинхрония левого желудочка

Конфликт интересов: отсутствует.

Финансирование: отсутствует.

Рукопись получена: 05.05.2023 **Исправленная версия получена:** 07.07.2023 **Принята к публикации:** 10.07.2023

Ответственный за переписку: Сергей Валентинович Агафонкин, E-mail: asv@cardio-tomsk.ru

Данная научная работа представлена в рамках конкурса молодых ученых X Всероссийского съезда аритмологов, проводимого 8-10 июня 2023 года в Москве.

С.В.Агафонкин - ORCID ID 0000-0002-7358-6386, Т.А.Атабеков - ORCID ID 0000-0003-2645-4142, А.И.Мишкина - ORCID ID 0000-0001-9453-1635, С.Н.Криволапов - ORCID ID 0000-0001-8121-8287, С.И.Сазонова - ORCID ID 0000-0003-2799-3260, М.С.Хлынин - ORCID ID 0000-0002-9885-5204, К.В.Завадовский - ORCID ID 0000-0002-1513-8614, Р.Е.Баталов - ORCID ID 0000-0003-1415-3932, С.В.Попов - ORCID ID 0000-0002-9050-4493

Для цитирования: Агафонкин СВ, Атабеков ТА, Мишкина АИ, Криволапов СН, Сазонова СИ, Хлынин МС, Завадовский КВ, Баталов РЕ, Попов СВ. Взаимосвязь механической диссинхронии левого желудочка с ответом на сердечную ресинхронизирующую терапию у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса и хронической сердечной недостаточностью. *Вестник аритмологии*. 2023;30(3): 61-72. <https://doi.org/10.35336/VA-1200>.

RELATIONSHIP BETWEEN LEFT VENTRICULAR MECHANICAL DYSSYNCHRONY
WITH CARDIAC RESYNCHRONIZATION THERAPY RESPONSE IN CHRONIC HEART FAILURE
PATIENTS WITH LEFT BUNDLE BRANCH BLOCK

S.V.Agafonkin, T.A.Atabekov, A.I.Mishkina, S.N.Krivolapov, S.I.Sazonova, M.S.Khlynin, K.V.Zavadovskiy,
R.E.Batalov, S.V.Popov

*Cardiology Research Institute, branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Tomsk National
Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences", Russia, Tomsk, 111A Kievskaya str.*

Aim. To investigate the relationship between left ventricular (LV) mechanical dyssynchrony with cardiac resynchronization therapy (CRT) response in chronic heart failure (CHF) pts with left bundle branch block.

Methods. Forty-nine pts (male - 34 [69.4%], average age 58.3 ± 11.4 years) with sinus rhythm, permanent left bundle branch block with QRS duration ≥ 150 ms and New York Heart Association (NYHA) II-III functional class of CHF were included in the study. In addition to full examination, myocardial perfusion scintigraphy (MPS) and gated blood pool single-photon emission computed tomography (gBPS) were performed before and 6 months after CRT devices with cardioverter-defibrillator function implantation. Pts were considered as responders to CRT if they fulfilled after 6-month follow-up the following combined criteria: NYHA FC improvement ≥ 1 class + LV end systolic volume decrease $> 15\%$ or NYHA FC improvement ≥ 1 class + LV ejection fraction improvement $> 5\%$.

Results. The 1st and 2nd groups included 35 (71.4%) and 14 (28.6%) pts with and without response to CRT respectively. Groups were comparable in terms of pre-CRT implantation clinical and instrumental parameters, except for MPS and gBPS parameters. The multivariate logistic regression had shown that only Δ interventricular dyssynchrony (adjusted odds ratio [OR] 1.0349; 95% confidence interval [CI] 1.0075-1.0631; $p=0.01$) and phase standard deviation of the anterior LV wall (OR 1.0669; 95% CI 1.0118-1.1251; $p=0.01$) were independently related with CRT response. An increase in the prognostic coefficient, calculated using the Δ interventricular dyssynchrony and phase standard deviation of the anterior LV wall, more than 0.67 was a predictor of CRT response (area under the curve 0.918; sensitivity 85.71; specificity 85.71; $p < 0.001$).

Conclusion. The mechanical dyssynchrony assessed by MPS and gBPS is associated with CRT response. According to our predictive model, an increase in prognostic coefficient more than 0.67 is a predictor of CRT response.

Key words: left bundle branch block; chronic heart failure; cardiac resynchronization therapy; mechanical dyssynchrony of the left ventricle

Conflict of interest: none.

Funding: none.

Received: 05.05.2023 **Revision received:** 07.07.2023 **Accepted:** 10.07.2023

Corresponding author: Sergey Agafonkin, E-mail: asv@cardio-tomsk.ru

This work was presented as part of the competition for young scientists of the X All-Russian Congress of Arrhythmologists, held on June 8-10, 2023 in Moscow.

S.V.Agafonkin - ORCID ID 0000-0002-7358-6386, T.A.Atabekov - ORCID ID 0000-0003-2645-4142, A.I.Mishkina - ORCID ID 0000-0001-9453-1635, S.N.Krivolapov - ORCID ID 0000-0001-8121-8287, S.I.Sazonova - ORCID ID 0000-0003-2799-3260, M.S.Khlynin - ORCID ID 0000-0002-9885-5204, K.V. Zavadovskiy - ORCID ID 0000-0002-1513-8614, R.E.Batalov - ORCID ID 0000-0003-1415-3932, S.V.Popov - ORCID ID 0000-0002-9050-4493

For citation: Agafonkin SV, Atabekov TA, Mishkina AI, Krivolapov SN, Sazonova SI, Khlynin MS, Zavadovskiy KV, Batalov RE, Popov SV. Relationship between left ventricular mechanical dyssynchrony with cardiac resynchronization therapy response in chronic heart failure patients with left bundle branch block. *Journal of Arrhythmology*. 2023;30(3): 61-72. <https://doi.org/10.35336/VA-1200>.

На сегодняшний день сердечная недостаточность (СН) остается серьезной проблемой здравоохранения ввиду высокого риска смертности и заболеваемости, а также низкого качества жизни у пациентов [1]. Сердечная ресинхронизирующая терапия (СРТ) является признанным методом лечения пациентов с хронической СН (ХСН), особенно у пациентов со сниженной фракцией выброса левого желудочка (ФВЛЖ) и блокадой ножек пучка Гиса [2]. Согласно рекомендациям по электрокардиостимуляции и СРТ, основными критериями отбора для кардиоресинхронизирующей терапии у симптомных пациентов с ХСН являются

низкая ФВЛЖ и полная блокада левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) с длительностью QRS комплекса более 130 мс на фоне оптимальной медикаментозной терапии [3]. Удлинение QRS (120 мс и более) встречается у 14,0-47,0% пациентов с СН, а нарушение желудочковой проводимости, чаще всего БЛНПГ, присутствует примерно у одной трети пациентов с СН, приводя к механической диссинхронии (МД) желудочков [4, 5]. У большинства пациентов СРТ восстанавливает нарушенную сократительную функцию левого желудочка (ЛЖ). Эти пациенты относятся к категории СРТ-респондеров. На сегодняшний день основными

предикторами положительного ответа на СРТ являются: ХСН неишемической этиологии, женский пол, расширение комплекса QRS ≥ 150 мс с морфологией БЛНПГ. Тем не менее, у 30% больных улучшения сократительной функции сердца и клинического состояния не наблюдается [6].

В ряде исследований показано, что метод оценки сократительной функции сердца с использованием трансторакальной эхокардиографии, магнитно-резонансной, компьютерной и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии может играть ключевую роль в прогнозировании ответа на СРТ [7-10]. Однако по данным многоцентрового исследования PROSPECT, использование стандартных ЭхоКГ параметров диссинхронии не было надежным прогностическим показателем ответа на СРТ [11]. Применение магнитно-резонансной томографии, несмотря на высокую точность и информативность, ограничено

высокой стоимостью, сложностью кардиологических протоколов и наличием оператор-зависимых методов [12]. В то же время перфузионная сцинтиграфия миокарда (ПСМ) и радионуклидная томовентрикулография (РТВГ) являются простыми методиками, которые имеют более высокую воспроизводимость и позволяют выявить МД желудочков сердца, нарушения кровотока и рубцовые изменения миокарда [13]. Прогностическая ценность МД, оцениваемой с помощью ПСМ, остается спорной. В ряде исследований МД коррелирует с положительным ответом на СРТ у больных с СН ишемической и неишемической этиологии [14, 15]. Однако в другой работе показано отсутствие прогностической значимости МД у больных с ишемической кардиомиопатией [16, 17]. Но работы, посвященные комбинированной оценке факторов, связанных с обратным ремоделированием, которые могут быть использованы для улучшения отбора пациентов для СРТ, немногочисленны [18].

Поэтому, целью нашего исследования стало выявление взаимосвязи между МД ЛЖ и ответом на СРТ у пациентов с БЛНПГ и ХСН.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Популяция пациентов и дизайн исследования

В данное клиническое, нерандомизированное, открытое, проспективное исследование были включены пациенты с показаниями к СРТ в соответствии с рекомендациями ESC [3]. Критерии включения и исключения были определены в соответствии с исследовательским проектом «Single-photon Emission Computed Tomography for Prediction and Evaluation of Cardiac Resynchronization Therapy Efficacy in Chronic Heart Failure Patients» («Однофотонная эмиссионная компьютерная томография для прогнозирования и оценки эффективности сердечной ресинхронизирующей терапии у пациентов с хронической сердечной недостаточностью», ClinicalTrials.gov, NCT03667989). Пациенты, включенные в исследование, соответствовали следующим критериям: наличие СН (ишемической или неишемической этиологии), синусовый ритм, постоянная БЛНПГ с длительностью комплекса QRS ≥ 150 мс, функциональный класс (ФК) СН по Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (НЮНА) II-III, ФВЛЖ $\leq 35\%$, оптимальная медикаментозная терапия не менее 3 месяцев. Пациенты с НЮНА ФК СН I, IV, декомпенсированной СН, недавно перенесенным инфарктом миокарда (менее 3 месяцев), блокадой правой ножки пучка Гиса, ранее имплантированным кардиостимулятором или кардиовертер-дефибриллятором, тяжелой сопутствующей патологией, когнитивными нарушениями, показаниями к реваскуляризации и трансплантации сердца, а также пациенты моложе 18 лет были исключены из исследования. Этиологию СН рассматривали как ишемическую при наличии выраженного поражения коронарных артерий ($\geq 50\%$ стенозов одной или нескольких крупных коронарных артерий) и/или инфаркте миокарда в анамнезе или предшествующей реваскуляризации.

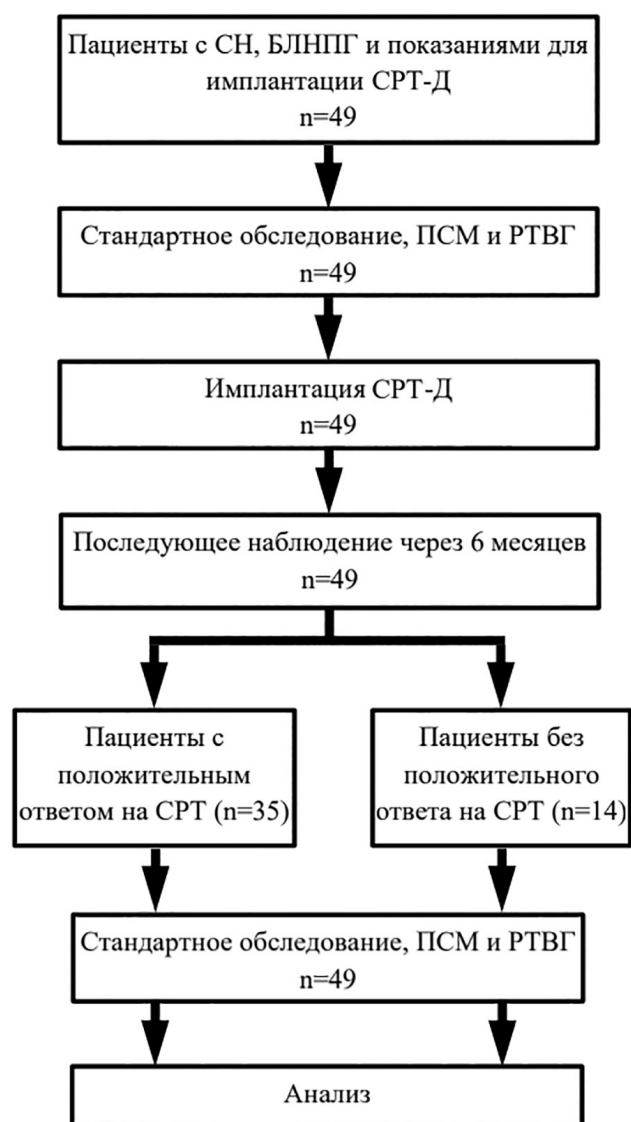


Рис. 1. Блок-схема исследования, где СН - сердечная недостаточность; БЛНПГ - блокада левой ножки пучка Гиса; СРТ-Д - сердечное ресинхронизирующее устройство с функцией кардиовертера-дефибриллятора; ПСМ - перфузионная сцинтиграфия миокарда; РТВГ - радионуклидная томовентрикулография; СРТ - сердечная ресинхронизирующая терапия

Всем пациентам было проведено полное физикальное обследование (проба 6-минутной ходьбы (ТШХ), электрокардиография, трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ), холтеровское мониторирование электрокардиограммы (ЭКГ), коронарная ангиография и анализы крови), ПСМ с ^{99}mTc -метоксиизобутилзонитрилом (^{99}mTc -MIBI) и РТВГ до и через 6 месяцев после имплантации устройства. Во всех случаях были имплантированы сердечно-ресинхронизирующие устройства с функцией кардиовертера-дефибриллятора (СРТ-Д) в соответствии с рекомендациями ESC [3]. Все больные получали базисную терапию в соответствии с действующими рекомендациями. Последую-

щее наблюдение проводилось через 6 месяцев после имплантации СРТ-Д.

Информированное согласие

Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации и стандартами надлежащей клинической практики. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом и выполнено на базе научно-исследовательского института. Все участники получили письменное информированное согласие до включения в исследование.

Тест 6-минутной ходьбы

Оценку тяжести СН проводили с использованием критериев NYHA, с определением ТШХ. Для ана-

Таблица 1.

Клинико-демографическая характеристика пациентов по группам

	Всего (n=49)	1-я группа респондеры (n=35)	2-я группа нереспондеры (n=14)	P ₂₋₃
	1	2	3	
Возраст, лет, M±SD	58,3±11,4	57,9±10,2	59,1±14,5	0,911
Мужской пол, n (%)	34 (69,4)	24 (68,5)	10 (71,4)	0,885
Ишемическая кардиомиопатия, n (%)	16 (32,6)	10 (28,5)	6 (42,8)	0,445
Неишемическая кардиомиопатия, n (%)	33 (67,4)	25 (71,5)	8 (57,2)	0,445
Тест 6-минутной ходьбы, м, M±SD	294,9±67,6	289,4±65,3	308,5±73,5	0,382
Функциональный класс сердечной недостаточности по NYHA:				
II, n (%)	23 (46,9)	14 (40,0)	9 (64,3)	0,191
III, n (%)	26 (53,1)	21 (60,0)	5 (35,7)	0,191
Аритмии до имплантации устройства сердечной ресинхронизирующей терапии с функцией дефибрилляции				
Устойчивая ЖТ, n (%)	4 (8,1)	2 (5,7)	2 (14,3)	0,650
Неустойчивая ЖТ, n (%)	16 (32,6)	12 (34,3)	4 (28,6)	0,765
Фибрилляция предсердий, n (%)	14 (28,5)	9 (25,7)	5 (35,7)	0,595
Сопутствующая патология				
Артериальная гипертензия, n (%)	16 (32,6)	11 (31,5)	5 (35,7)	0,623
Гипертрофия миокарда ЛЖ, n (%)	40 (81,6)	27 (77,1)	13 (92,8)	0,400
Сахарный диабет, n (%)	8 (16,3)	7 (20,0)	1 (7,1)	0,492
Индекс массы тела, кг/м ² , M±SD	28,8±4,9	29,4±5,3	27,4±3,4	0,298
Дислипидемия, n (%)	23 (46,9)	17 (48,5)	6 (42,8)	0,765
рСКФ, мл/мин/1,73 м ² , M±SD	74,3±19,8	77,5±19,3	66,0±19,1	0,101
Медикаментозная терапия:				
Бета-адреноблокаторы, n (%)	48 (97,9)	34 (97,1)	14 (100,0)	0,885
Петлевые диуретики, n (%)	31 (63,2)	18 (51,4)	13 (92,8)	0,025
Антагонисты альдостерона, n (%)	35 (71,4)	28 (80,0)	7 (50,0)	0,106
иАПФ, n (%)	22 (44,9)	14 (40,0)	8 (57,2)	0,353
Антиагреганты, n (%)	30 (61,2)	20 (57,1)	10 (71,4)	0,445
Статины, n (%)	35 (71,4)	28 (80,0)	7 (50,0)	0,106
Амиодарон, n (%)	17 (34,7)	11 (31,5)	6 (42,8)	0,542
Антагонисты рецепторов ангиотензина, n (%)	24 (48,9)	20 (57,1)	4 (28,6)	0,124
Ингибиторы SGLT2, n (%)	8 (16,3)	7 (20,0)	1 (7,1)	0,492

Примечание: здесь и далее значения M±SD для количественных переменных и n (%) для категориальных переменных; NYHA - Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация; ЖТ - желудочковая тахикардия; ЛЖ - левый желудочек; рСКФ - расчетная скорость клубочковой фильтрации; иАПФ - ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента; SGLT2 - натрий-глюкозный котранспортер 2-го типа.

лиза использовалась дистанция ходьбы в метрах и ФК NYHA, которому она соответствовала:

- более 551 м - пациент не имеет признаков СН;
- 426-550 м - относятся к I ФК;
- 301-425 м - относятся к II ФК;
- 151-300 м - относятся к III ФК;
- менее 150 м - относятся к IV ФК.

Трансторакальная ЭхоКГ

Трансторакальная ЭхоКГ с оценкой показателей внутрисердечной гемодинамики проводили на аппарате ультразвуковой диагностики Philips HD15 PureWave (Нидерланды) до и через 6 месяцев после имплантации СРТ-Д. Исследование проводили из стандартных ЭхоКГ позиций с определением размеров левого предсердия, правого желудочка (ПЖ), толщины межжелудочковой перегородки (МЖП), задней стенки ЛЖ, конечно-систолического размера ЛЖ, конечно-диастолического размера ЛЖ, конечно-систолического объема ЛЖ (КСО ЛЖ), конечно-диастолического объема ЛЖ, индекса массы миокарда, ФВЛЖ, систолического давления в ПЖ, ударного объема, конечно-систолического индекса, конечно-диастолического индекса, индекса левого предсердия и индекса правого предсердия. Оценивали функции митрального, трикуспидального и аортального клапанов, а также сократимость ПЖ и ЛЖ.

Радионуклидные методы исследования

Радионуклидные исследования выполняли на однофотонном эмиссионном компьютерном томографе Discovery NM/CT 570c (GE Healthcare, Хайфа, Израиль), оснащенный гамма-камерой с полупроводниковыми кадмий-цинк-теллуровыми детекторами. Изображения были получены в томографическом режиме с использованием низ-

коэнергетического мульти-пинхол коллиматора в 19 проекциях в матрицу 32×32 пикселей. Центр энергетического окна был установлен на фотопик ^{99m}Tc - 140 кЭв; ширина энергетического окна была симметрична и составила 20%. Обработку полученных данных осуществляли на специализированной рабочей станции (Xeleris II; GE Healthcare, Хайфа, Израиль). ПСМ и РТВГ проводили до и через 6 месяцев после имплантации СРТ-Д.

ПСМ проводили больному в состоянии функционального покоя, через 90 минут после введения 370-450 МБк с ^{99m}Tc -МИБИ. Исследование проводили в томографическом режиме с ЭКГ-синхронизацией (16 кадров на сердечный цикл). Продолжительность записи составила 6 минут. Реконструкцию изображений осуществляли по короткой и длинным (горизонтальной и вертикальной) осям сердца, а также с использованием нормализованной 17-сегментарной полярной карты ЛЖ. Полуколичественный расчёт локальных нарушений перфузии ЛЖ осуществляли в процентах. Рассчитывали нарушение перфузии в баллах в каждом из 17 сегментов ЛЖ по 5-бальной шкале, где 0 - нормальная аккумуляция радиофармпрепарата в миокарде, а 4 балла - резко выраженные дефекты накопления индикатора. Общий процент нарушения перфузии определяли как отношение суммы баллов во всех 17 сегментах к максимальному возможному значению нарушения перфузии, равному 68.

Для выполнения РТВГ пациенту внутривенно вводили раствор «Пирфотеха» в объеме 2 мл. Затем, через 10 минут осуществляли внутривенную инъекцию 555-720 МБк ^{99m}Tc -пертехнетата. Спустя 10 минут проводили запись данных на гамма-камере. Па-

Таблица 2.

Послеоперационные показатели в группах больных

	Всего (n=49)	1-я группа респондеры (n=35)	2-я группа нереспондеры (n=14)	P ₂₋₃
	1	2	3	
Позиция левожелудочкового электрода в целевой вене				
Боковая вена, n (%)	20 (40,8)	17 (48,5)	3 (21,4)	0,144
Заднебоковая вена, n (%)	15 (30,6)	9 (25,7)	6 (42,8)	0,358
Переднебоковая вена, n (%)	9 (18,4)	8 (17,1)	3 (21,4)	0,824
Задняя вена, n (%)	5 (10,2)	3 (8,5)	2 (14,3)	0,765
Квадриполярный левожелудочковый электрод, n (%)	28 (57,2)	24 (68,5)	4 (28,6)	0,030
Биполярный левожелудочковый электрод, n (%)	21 (42,8)	11 (31,5)	10 (71,4)	0,030
Длительность QRS комплекса				
Нативный QRS, мс, M±SD	171,0±15,6	172,3±15,7	168,0±15,5	0,394
Стимулированный QRS, мс, M±SD	135,9±13,0	135,4±13,5	137,1±12,0	0,603
ΔQRS, мс, M±SD	35,1±14,2	36,8±12,9	30,8±16,9	0,180
Запрограммированные задержки				
Paced AB-задержка, мс, M±SD	153,8±15,6	154,0±15,0	153,5±17,8	0,773
Sensed AB-задержка, мс, M±SD	119,1±18,0	120,5±17,9	115,3±18,4	0,587
Межжелудочковая задержка, мс, Me [Q1, Q3]	30,0 [20,0; 40,0]	30,0 [20,0; 40,0]	20,0 [10,0; 40,0]	0,610

Примечание: здесь и далее АВ - атриовентрикулярный.

циента позиционировали таким образом, чтобы центр левого желудочка сердца располагался в центре поля зрения детектора. Запись выполняли в ЭКГ-синхронизированном режиме, продолжительность записи - 10 минут. Постпроцессинговая обработка результатов включала в себя разделение полостей обоих желудочков сердца с последующим определением их контуров. Параметры, характеризующие функцию желудочков сердца, вычисляли по динамике скорости счета за сердечный цикл в соответствующей зоне интереса. Фазовые характеристики рассчитывали по данным фазовых гистограмм, полученных с использованием преобразования Фурье. Рассчитывали количественные показатели (фазовое стандартное отклонение, ширину фазовой гистограммы и энтропию) глобальной диссинхронии и отдельно для каждой зоны интереса: передняя, боковая задняя стенки ЛЖ, МЖП и свободная стенка ПЖ.

Имплантация и программирование СРТ-Д

Имплантацию предсердного и дефибриллирующего электродов с активной фиксацией, а также левожелудочкового электрода (ЛЭ) с пассивной фиксацией проводили под рентгеноскопическим контролем через трансвенозный доступ. Дефибриллирующий электрод имплантировали в верхушку ПЖ или МЖП. Позиционирование электродов проводили под рентгеноскопией в передне-задней и левой боковой проекциях. Измерение порога стимуляции, амплитуды

внутрисердечного сигнала и импеданса электродов проводили с помощью анализатора систем кардиостимуляции (Medtronic, США) со стерильными кабелями с зажимами.

Имплантацию ЛЭ проводили путем канюлирования одной из вен коронарного синуса с помощью доставочной системы. Венограмму выполняли в передне-задней и левой боковой проекциях. Доступ к целевой вене в коронарном синусе и последующее продвижение ЛЭ выполняли с использованием проводника. При трудностях с катетеризацией целевой вены использовали субселектор. Позиционирование ЛЭ в целевой вене проводили после тестирования порогов электродов и проверки стимуляции диафрагмального нерва.

Программирование СРТ-Д осуществляли в соответствии с международными стандартами [19]. Всем пациентам была запрограммирована бивентрикулярная стимуляция с оптимальной атриовентрикулярной и межжелудочковой (ЛЖ стимулировался раньше ПЖ на 0-40 мс) задержкой. В каждом СРТ-Д программировали зону мониторинга с частотой сердечных сокращений 140-170 ударов в минуту (уд/мин) с более 50 последовательными циклами без антитахикардийной стимуляции и шокового разряда. Зону желудочковой тахикардии (ЖТ) программировали на 170-200 уд/мин с 30 циклами и с антитахикардийной стимуляцией (≥ 1 «burst» стимуляция и ≥ 1

Таблица 3.

Основные показатели внутрисердечной гемодинамики по результатам эхокардиографии

	1-я группа респондеры (n=35)			2-я группа нереспондеры (n=14)			P ₁₋₄	P ₂₋₅
	Исходно	Через 6 мес.	P	Исходно	Через 6 мес.	P		
	1	2	3	4	5	6		
КСО ЛЖ, мл	162,0 [130,0; 200,0]	112,0 [93,0; 142,0]	<0,001	197,5 [151,0; 263,0]	195,0 [132,0; 265,0]	0,694	0,106	<0,001
ФВ ЛЖ, %	30,0 [25,0; 33,0]	38,0 [35,0; 44,0]	<0,001	27,0 [22,0; 31,0]	28,5 [25,0; 30,0]	0,059	0,358	<0,001
ИММ, г/м ²	135,0 [118,0; 150,0]	112,0 [99,0; 136,0]	0,004	150,5 [130,0; 166,0]	144,0 [125,0; 194,0]	0,463	0,116	0,002
КДО ЛЖ, мл	234,0 [198,0; 263,0]	188,0 [148,0; 220,0]	<0,001	266,0 [216,0; 341,0]	266,0 [200,0; 351,0]	0,916	0,207	0,003
ЛПИ, мл/м ²	53,3 [45,0; 65,2]	46,2 [35,2; 53,0]	<0,001	60,9 [48,5; 72,1]	67,4 [44,7; 76,5]	0,386	0,199	0,009
ППИ, мл/м ²	32,7 [27,7; 48,4]	32,2 [28,1; 42,6]	0,075	44,5 [31,3; 56,4]	46,4 [34,7; 62,0]	0,332	0,240	0,014
КДИ, мл/м ²	118,6 [99,8; 141,1]	95,4 [74,4; 116,2]	<0,001	127,9 [117,4; 152,9]	132,4 [106,7; 177,1]	0,593	0,126	<0,001
КСИ, мл/м ²	85,0 [68,6; 97,7]	56,0 [47,6; 76,7]	<0,001	92,6 [82,6; 122,4]	98,2 [70,4; 132,7]	0,396	0,090	<0,001
СДПЖ, мм рт.ст.	30,0 [25,0; 41,0]	29,0 [26,0; 35,0]	0,154	33,5 [25,0; 46,0]	37,5 [27,0; 47,0]	0,123	0,406	0,050
ИСЛЖ	0,66 [0,60; 0,72]	0,61 [0,57; 0,65]	<0,001	0,69 [0,67; 0,72]	0,68 [0,63; 0,71]	0,875	0,268	0,001

Примечание: КСО ЛЖ - конечно-систолический объем ЛЖ, ФВ ЛЖ - фракция выброса ЛЖ, ИММ - индекс массы миокарда, КДО ЛЖ - конечно-диастолический объем ЛЖ, ЛПИ - индекс левого предсердия, ППИ - индекс правого предсердия, КДИ - конечно-диастолический индекс, КСИ - конечно-систолический индекс, СДПЖ - систолическое давление в правом желудочке, ИСЛЖ - индекс сферичности левого желудочка.

«гамр» стимуляция) и шоковым разрядом (первый разряд с субмаксимальной величиной). Зону фибрилляции желудочков программировали на 201-240 уд/мин с 12 циклами и с антитахикардийной стимуляцией во время набора шокового заряда СРТ-Д и максимальным шоковым разрядом.

Клиническое наблюдение, сбор и анализ данных СРТ-Д

Информацию об аритмических событиях определяли по данным опроса и программирования СРТ-Д. Оценивали аритмические события (ЖТ, фибрилляцию желудочков, фибрилляцию предсердий, адекватную и неадекватную СРТ-Д-терапию), процент бивентрикулярной стимуляции, а также показатели (порог стимуляции, амплитуда внутрисердечного сигнала и импеданс) электродов СРТ-Д.

Блок-схема исследования представлена на рис. 1. Критерии положительного ответа через 6 месяцев наблюдения были следующие: улучшение ФК ХСН по NYHA ≥ 1 класса + снижение КСО ЛЖ $>15\%$ или улучшение ФК ХСН по NYHA ≥ 1 класса + улучшение ФВ ЛЖ $>5\%$ [17].

Статистическая обработка

Статистический анализ проводили с использованием пакета программ Statistica 10.0, StatSoft (США). Для оценки нормальности распределения признака использовали критерий Шапиро-Уилка. Для переменных с нормальным распределением рассчитывали среднее значение (М) и стандартное отклонение (SD), для остальных - медиану (Me) с межквартильным размахом [Q1, Q3]. Использовали непараметрический критерий Манна-Уитни для не-

Таблица 4.

Основные показатели перфузионной сцинтиграфии миокарда и радионуклидной томографии

	1-я группа респондеры (n=35)			2-я группа нереспондеры (n=14)			P ₁₋₄	P ₂₋₅
	Исходно	Через 6 мес.	P	Исходно	Через 6 мес.	P		
	1	2	3	4	5	6		
МЖД, мс	93,0 [48,0;123,0]	53,0 [37,0;72,0]	0,004	31,4 [20,0;42,3]	60,8 [20,0;42,3]	0,050	<0,001	0,748
ВЖД ЛЖ, мс	137,0 [105,0;181,0]	91,0 [56,0;123,0]	<0,001	132,4 [96,7;153,0]	105,3 [90,7;119,4]	0,020	0,499	0,313
ВЖД ПЖ, мс	104,0 [66,6;149,1]	90,0 [56,4;115,0]	0,019	89,9 [54,7;132,0]	82,6 [45,0;161,0]	0,952	0,465	0,947
Энтропия стенок ЛЖ:								
ЛЖ, %	72,0 [66,0;82,0]	70,0 [62,0;76,0]	0,186	66,0 [52,0;72,0]	71,0 [63,0;81,0]	0,278	0,032	0,790
ПГ, %	68,0 [57,0;79,0]	53,0 [42,0;65,0]	<0,001	56,0 [50,0;65,0]	57,0 [44,0;70,0]	0,484	0,184	0,438
ПС, %	52,0 [45,0;62,0]	49,0 [39,0;55,0]	0,016	37,5 [30,0;50,0]	48,5 [39,0;57,0]	0,109	<0,001	0,991
БС, %	37,0 [31,0;49,0]	46,0 [35,0;54,0]	0,092	36,0 [30,0;50,0]	49,5 [32,0;58,0]	0,015	0,506	0,690
НС, %	58,0 [49,0;63,0]	52,0 [42,0;65,0]	0,467	59,5 [58,0;64,0]	62,5 [54,0;72,0]	0,552	0,207	0,031
PSD стенок ЛЖ:								
ПГ, °	40,0 [27,0;60,0]	24,0 [14,0;30,0]	<0,001	23,0 [15,0;35,0]	23,5 [16,0;37,0]	0,593	0,024	0,412
ПС, °	25,0 [17,0;34,0]	18,0 [11,0;24,0]	0,008	10,0 [9,0;24,0]	21,5 [15,0;32,0]	0,008	<0,001	0,259
БС, °	12,0 [8,0;25,0]	14,0 [9,0;21,0]	0,411	12,0 [7,0;20,0]	27,5 [8,0;47,0]	0,034	0,690	0,173
НС, °	26,0 [17,0;39,0]	19,0 [11,0;30,0]	0,317	28,0 [25,0;43,0]	35,5 [24,0;50,0]	0,888	0,156	0,004
SRS, %	5,0 [3,0;11,0]	5,0 [3,0;8,0]	0,308	8,5 [4,0;13,0]	12,0 [4,0;13,0]	0,132	0,513	0,004
HBW ЛЖ, °	212,0 [175,0;234,0]	195,2 [175,0;241,0]	0,805	199,0 [192,0;211,0]	201,0 [208,3;213,1]	0,278	0,535	0,090

Примечание: HBW ЛЖ - ширина фазовой гистограммы левого желудочка, PSD - стандартное отклонение фазовой гистограммы, SRS - дефект наполнения радиофармпрепарата в покое, БС - боковая стенка, ВЖД - внутривентрикулярная диссинхрония, ЛЖ - левый желудочек, МЖД - межжелудочковая диссинхрония, НС - нижняя стенка, ПЖ - правый желудочек, ПГ - перегородочная стенка, ПС - передняя стенка.

зависимых выборок и критерий Уилкоксона для зависимых выборок. Для оценки корреляций и коллинеарности между парами количественных признаков использовали непараметрический анализ Спирмена. Анализ эффективности проводили с использованием логистического регрессионного анализа. Пошаговый логистический регрессионный анализ был использован для оценки независимых предикторов ответа на СРТ. ROC анализ был использован для определения диагностической эффективности метода с использованием пакета статистических программ MedCalc. При уровне значимости p меньше 0,05 считали, что исследуемый показатель в сравниваемых группах имел статистически значимые различия.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика пациентов

Всего в исследование было включено 49 (100,0%) пациентов, которым была проведена ПСМ и РТВГ до и через 6 месяцев после имплантации СРТ-Д. Первую группу составили 35 (71,4%) пациентов с положительным ответом на СРТ (респондеры), вторую группу - 14 (28,6%) больных без положительного ответа на СРТ (нереспондеры). Исходные демографические и клинические характеристики включенных пациентов представлены в табл. 1. Средний возраст пациентов составил $58,3 \pm 11,4$ лет, 34 (69,4%) - лица мужского пола. Исходный показатель ТШХ, ФК СН по NYHA, длительность комплекса QRS, аритмии, зарегистрированные до имплантации СРТ-Д, позиция ЛЭ, этиология СН, сопутствующая патология и медикаментозное лечение пациентов в группах также показаны в таблице. Группы по исходным клинико-демографическим показателям достоверно не различались, за исключением приема петлевых диуретиков. Во второй группе пациентов, принимающих петлевые диуретики, было достоверно больше, чем в первой ($p=0,025$).

Всем пациентам были имплантированы СРТ-Д. Послеоперационные показатели представлены в табл. 2. Группы по послеоперационным показателям достоверно не различались, за исключением следующих показателей: имплантированные квадриполярные и биполярные ЛЭ. Во второй группе пациентов, которым были имплантированы биполярные ЛЭ, было достоверно больше, чем в первой ($p=0,03$, соответственно). В первой группе количество пациентов, которым были имплантированы квадриполярные ЛЭ, было достоверно больше, чем во второй группе ($p=0,03$). Учитывая, то, что многополюсная стимуляция в данном исследовании не применялась, а также отсутствие различий между группами по стимулированной длительности QRS комплекса, атриовентрикулярной и межжелудочковой задержке, такая неоднородность по количеству имплантированных квадриполярных ЛЭ значимо не влияла на положительный ответ на СРТ.

Всем пациентам до и через 6 месяцев после имплантации СРТ-Д была проведена ЭхоКГ. Основные показатели эхокардиографии с оценкой внутрисер-

дечной гемодинамики представлены в табл. 3. Группы были сопоставимы по основным показателям внутрисердечной гемодинамики, оцененными на трансторакальном ЭхоКГ, до имплантации СРТ-Д. Через 6 месяцев после имплантации СРТ-Д в группе респондеров отмечалось достоверное улучшение всех показателей, за исключением индекса правого предсердия и систолического давления в правом желудочке. В группе не респондеров каких-либо улучшений через 6 месяцев после имплантации СРТ-Д выявлено не было.

Помимо основных методов диагностики, всем пациентам была проведена ПСМ в покое и РТВГ. Основные показатели радионуклидной диагностики представлены в табл. 4. Группы были сопоставимы по основным показателям ПСМ в покое и РТВГ до имплантации СРТ-Д, за исключением межжелудочковой диссинхронии (МЖД) ($p<0,001$), энтропии ЛЖ ($p=0,032$), энтропии передней стенки ЛЖ ($p<0,001$) и стандартного отклонения фазовой гистограммы (PSD) перегородки ЛЖ ($p<0,001$). Через 6 месяцев после имплантации СРТ-Д в группе респондеров отмечалось достоверное улучшение по следующим показателям механической диссинхронии ЛЖ: МЖД, внутрижелудочковая диссинхрония ЛЖ и ПЖ, энтропия и PSD перегородки и передней стенки ЛЖ (табл. 4). В группе нереспондеров отмечалось значительное улучшение внутрижелудочковой диссинхронии ЛЖ, ухудшение энтропии и PSD боковой стенки ЛЖ, а также PSD передней стенки ЛЖ.

Аритмические события по данным опроса СРТ-Д

В течение 6 месяцев наблюдения эпизоды ЖТ по данным опроса СРТ-Д были зарегистрированы у 9 (18,3%) пациентов обеих групп. В группе респондеров ЖТ зарегистрирована у 5 (14,3%) больных: у 4 пациентов ЖТ носила неустойчивый характер (купи-

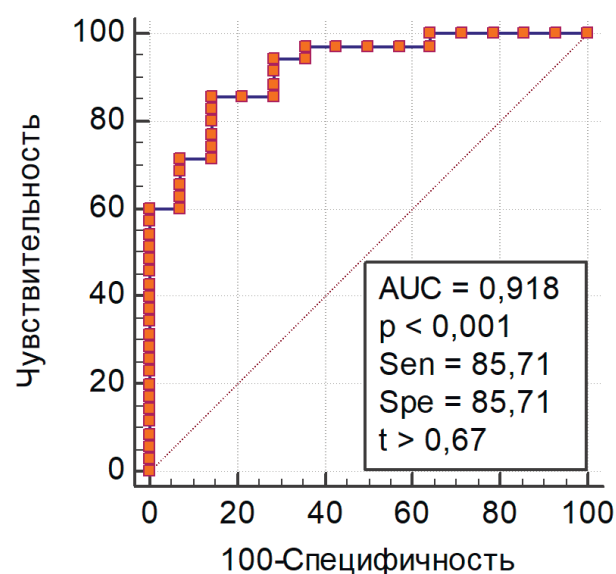


Рис. 2. ROC кривая прогностического коэффициента положительного ответа на сердечную ресинхронизирующую терапию, где AUC - площадь под кривой, Sen - чувствительность, Spe - специфичность, t - точка сечения.

ровалась самостоятельно) и 1 устойчивая ЖТ, купированная шоком СРТ-Д. В группе нереспондеров ЖТ зарегистрирована у 4 (28,5%) больных ($p=0,445$). В данной группе у всех 4 больных ЖТ была неустойчивой. Шоковых срабатываний в группе нереспондеров не документировано. В обеих группах дисфункции системы СРТ-Д-электроды, дислокаций электродов, необоснованной терапии СРТ-Д не наблюдалось. В группе респондеров процент бивентрикулярной стимуляции через 6 месяцев после имплантации СРТ-Д составил $97,8 \pm 2,6\%$, в группе нереспондеров - $98,4 \pm 0,9\%$. За 6 месяцев наблюдения по данным СРТ-Д были зарегистрированы пароксизмы фибрилляции предсердий у 2 пациентов из обеих групп, 1 в группе респондеров и 1 в группе нереспондеров ($p=0,706$). Фибрилляция предсердий у данных пациентов купировалась самостоятельно.

Предикторы СРТ респондерства

Логистический регрессионный анализ как метод математического моделирования позволяет не только определить предикторы событий, но и построить прогностическую модель, учитывающую несколько параметров. Учитывая невозможность включения в одну прогностическую модель факторов, между которыми существует статистическая связь, перед созданием математической модели, включающей более одного предиктора, мы провели проверку прогностических факторов на коллинеарность - выявили корреляции и ассоциации между факторами. По результатам корреляционного анализа из прогностической модели были исключены следующие показатели: ΔQRS (коррелирует с QRS [$r=0,611$; $p<0,001$]), $\Delta TSHX$ (коррелирует с ΔMJD [$r=-0,449$; $p=0,001$]), ΔKCO ЛЖ (коррелирует с PSD [$r=0,437$; $p=0,001$]) и энтропией [$r=0,419$; $p=0,001$] ПС ЛЖ), $\Delta FBLJ$ (коррелирует с $\Delta TSHX$ [$r=0,662$;

$p<0,001$], ΔKCO ЛЖ [$r=-0,674$; $p<0,001$] и стандартным отклонением фазовой гистограммы передней стенки левого желудочка (PSD ПС ЛЖ) [$r=-0,511$; $p<0,001$]), MJD (коррелирует с ΔMJD [$r=0,718$; $p<0,001$]), энтропия ЛЖ (коррелирует с энтропией [$r=0,617$; $p<0,001$] и PSD [$r=0,500$; $p<0,001$] ПС ЛЖ), PSD перегородки ЛЖ (коррелирует с PSD ПС ЛЖ [$r=0,558$; $p<0,001$]), ΔPSD ПС ЛЖ (коррелирует с PSD ПС ЛЖ [$r=0,668$; $p<0,001$]) и энтропия ПС ЛЖ (коррелирует с PSD ПС ЛЖ [$r=0,854$; $p<0,001$]).

Согласно результатам коллинеарности, в многофакторный логистический регрессионный анализ были включены общеизвестные предикторы положительного ответа на СРТ (длительность комплекса QRS , женский пол и неишемическая кардиомиопатия) и показатели, имеющие достоверные различия в группах (ΔMJD , ΔPSD перегородки и передней стенки ЛЖ, Δ энтропии ПС ЛЖ). Данный анализ показал, что только ΔMJD (отношение шансов [ОШ] 1,0349; 95% доверительный интервал [ДИ] 1,0075-1,0631; $p=0,01$) и PSD ПС ЛЖ (ОШ 1,1693; 95% ДИ 1,0502-1,3020; $p=0,004$) были независимо связаны с положительным ответом на СРТ. Увеличение прогностического коэффициента, рассчитанного с использованием показателей ΔMJD и PSD передней стенки ЛЖ, более 0,67 явилось предиктором положительного ответа на СРТ (площадь под кривой 0,918; чувствительность 85,71; специфичность 85,71; $p<0,001$) (рис. 2). Попарное сравнение ROC кривой ПК положительного ответа на СРТ с показателями ΔMJD и PSD ПС ЛЖ показало достоверные различия с ΔMJD ($p=0,009$) (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящем исследовании показано, что механическая диссинхрония (стандартное отклонение фазовой гистограммы передней стенки левого желудочка и Δ межжелудочковой диссинхронии), по результатам ПСМ и РТВГ у больных с СН и БЛНПГ может иметь прогностическое значение. Таким образом, PSD ПС ЛЖ и ΔMJD являются прогностическими показателями положительного ответа на СРТ. Это может быть связано с выраженной межжелудочковой задержкой и вовлечением передней стенки ЛЖ в механическую диссинхронию.

Ранее сообщалось, что неишемическая кардиомиопатия является предиктором обратного ремоделирования миокарда ЛЖ у пациентов с СН. Согласно S.Ypenburg et al (2009) СРТ респондеры и суперреспондеры чаще всего имели неишемическую этиологию СН [20]. В исследовании D.Verhaert et al (2010) было показано, что женский пол и неишемическая кардиомиопатия связаны с положительным ответом на СРТ в раннем периоде после имплантации СРТ устройства [21]. Другое исследование F.Said et al (2021) показало, что у лиц женского пола чаще всего наблюдается больший положительный эхокардиографический ответ на СРТ через 6 месяцев наблюдения [22]. Однако после поправки на площадь поверхности тела и ишемическую этиологию не было обнаружены

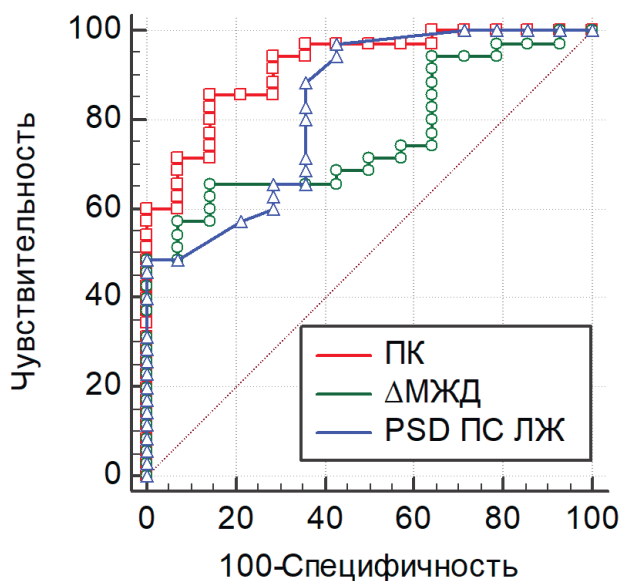


Рис. 3. Сравнение ROC кривых прогностического коэффициента (ПК) положительного ответа на сердечную ресинхронизирующую терапию, где ΔMJD - Δ межжелудочковой диссинхронии, PSD ПС ЛЖ - стандартное отклонение фазовой гистограммы передней стенки левого желудочка.

различия в показателях функции ЛЖ и выживаемости, что свидетельствует о том, что неишемическая этиология СН ответственна за более высокие показатели положительного ответа у женщин, получавших СРТ [22]. В нашем исследовании количество пациентов с ишемической и неишемической кардиомиопатиями в группах с положительным ответом на СРТ и без него достоверно не различалось ($p=0,445$). В том числе, многофакторная логистическая регрессия показала, что неишемическая кардиомиопатия не является предиктором положительного ответа на СРТ. Вероятно, это связано с малым объемом выборки, что может отразиться на конечных результатах.

Широко изучалась прогностическая ценность механической диссинхронии ЛЖ, оцениваемая ПСМ и РТВГ, для отбора пациентов на СРТ. В исследовании с участием 142 пациентов с СРТ параметры МД ЛЖ, такие как ширина фазовой гистограммы во время систолы (95% ДИ 0,98-1,00, $p=0,041$) и диастолы (95% ДИ 0,98-1,00, $p=0,028$), фазовое отклонение гистограммы во время диастолы (95% ДИ 0,94-1,00, $p=0,041$) были значимыми независимыми предикторами ответа СРТ только у пациентов с неишемической кардиомиопатией [16]. Для лиц с ишемической кардиомиопатией все параметры механической диссинхронии ЛЖ не были значимыми [16]. В исследовании M.Henneman et al (2007) ROC анализ показал, что оптимальное пороговое значение PSD и ширины фазовой гистограммы составили 43° (чувствительность и специфичность 74%) и 135° (чувствительность и специфичность 70%), соответственно [23]. В исследовании с участием 324 пациентов с неишемической кардиомиопатией и СРТ устройством было показано, что PSD с поправкой на возраст, гипертонию, диабет, прием аспирина, бета-блокатора, диуретика, продолжительность QRS и ФВ ЛЖ был независимым предиктором смертности от всех причин (ОР 1,97, 95% ДИ 1,06-3,66, $p=0,033$) [24].

В нашем исследовании респондеры и нереспондеры не различались по таким показателям глобальной механической диссинхронии ЛЖ, как ширина фазовой гистограммы, и этот показатель не имел прогностического значения, но PSD и МЖД была выше в выборке респондеров. Однако новизной нашего исследования стало использование РТВГ для оценки показателей региональной механической диссинхронии отдельно для перегородки, передней, задней и боковой стенок ЛЖ. Эти показатели являлись статистически значимыми предикторами ответа на СРТ. Многофакторная логистическая регрессия показала, что Δ МЖД (ОШ 1,0349; 95% ДИ 1,0075-1,0631; $p=0,01$) и PSD ПС ЛЖ (ОШ 1,1693; 95% ДИ 1,0502-1,3020; $p=0,004$) были независимо связаны с положительным ответом на СРТ. Это может свидетельствовать о том, что оценка регионарной диссинхронии миокарда может предоставить дополнительную информацию для успешной ресинхронизирующей терапии. Но разногласия с предыду-

щими исследованиями подчеркивают важность этих результатов и необходимость будущих крупномасштабных исследований.

В доступной литературе встречается малое количество публикаций о комбинированной оценке факторов, связанных с обратным ремоделированием миокарда, которые могут быть использованы для улучшения отбора пациентов для СРТ. Значимость оценки ответа на СРТ была показана в крупном рандомизированном исследовании MADIT-CRT [18]. Согласно данному исследованию, многофакторный анализ, включающий семь факторов, связанных с эхокардиографическим ответом на СРТ-Д (женский пол, неишемическая кардиомиопатия, БЛНПГ, длительность комплекса QRS ≥ 150 мс, предшествующая госпитализация по поводу СН, индекса конечно-диастолического объема ЛЖ ≥ 125 мл/м² и индекса объема левого предсердия <40 мл/м²) показал значительное снижение риска СН или смерти в подгруппах до 69% ($p<0,001$).

В нашем исследовании многофакторная логистическая регрессия, в которую были включены такие широко распространенные факторы, как продолжительность комплекса QRS, женский пол, неишемическая кардиомиопатия, а также показатели механической диссинхронии, имеющие достоверные различия в группах (Δ МЖД, Δ PSD перегородки и передней стенки ЛЖ, Δ энтропии ПС ЛЖ) показала, что Δ МЖД (ОШ 1,0349; 95% ДИ 1,0075-1,0631; $p=0,01$) и PSD ПС ЛЖ (ОШ 1,1693; 95% ДИ 1,0502-1,3020; $p=0,004$) были независимыми предикторами положительного ответа на СРТ. Увеличение прогностического коэффициента, рассчитанного с использованием показателей Δ МЖД и PSD передней стенки ЛЖ, более 0,67 явилось предиктором положительного ответа на СРТ (площадь под кривой 0,918; чувствительность 85,71; специфичность 85,71; $p<0,001$).

Таким образом, прогностическая модель с сочетанием PSD ПС ЛЖ и Δ МЖД имеет высокую прогностическую ценность и может быть использована в качестве дополнительного предиктора положительного ответа СРТ у пациентов с СН.

Ограничения исследования

К ограничениям исследования относится относительно небольшой объем выборки, небольшой срок наблюдения, также то, что оно было нерандомизированным и одноцентровым, что в итоге могло сказаться на конечных результатах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Механическая диссинхрония, оцениваемая с помощью ПСМ и РТВГ, связана с положительным ответом на СРТ у пациентов с СН и БЛНПГ. Согласно нашей прогностической модели, комбинированная оценка факторов, ассоциированных с обратным ремоделированием миокарда (PSD ПС ЛЖ и Δ МЖД), и увеличение ПК более 0,67 является предиктором положительного ответа на СРТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tomasoni D, Adamo M, Lombardi CM, et al. Highlights in heart failure. *ESC heart failure*. 2019;6(6): 1105-1127. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12555>.
2. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *Circulation*. 2017;136(6): e137-e161. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000509>.
3. Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *European Heart Journal*. 2021;42(35): 3427-3520. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab364>.
4. Kashani A, Barold SS. Significance of QRS complex duration in patients with heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 2005;46(12): 2183-2192. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.01.071>.
5. Herweg B, Welter-Frost A, Vijayaraman P. The evolution of cardiac resynchronization therapy and an introduction to conduction system pacing: a conceptual review. *Europace*. 2021;23(4): 496-510. <https://doi.org/10.1093/europace/euaa264>.
6. Prinzen FW, Vernooij K, Auricchio A. Cardiac resynchronization therapy: state-of-the-art of current applications, guidelines, ongoing trials, and areas of controversy. *Circulation*. 2013;128(22): 2407-2418. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000112>.
7. Fulati Z, Liu Y, Sun N, et al. Speckle tracking echocardiography analyses of myocardial contraction efficiency predict response for cardiac resynchronization therapy. *Cardiovascular Ultrasound*. 2018;16(1): 30. <https://doi.org/10.1186/s12947-018-0148-5>.
8. Everdingen WM, Zweerink A, Nijveldt R, et al. Comparison of strain imaging techniques in CRT candidates: CMR tagging, CMR feature tracking and speckle tracking echocardiography. *The International Journal of Cardiovascular Imaging*. 2018;34(3): 443-456. <https://doi.org/10.1007/s10554-017-1253-5>.
9. Zweerink A, van Everdingen WM, Nijveldt R, et al. Strain imaging to predict response to cardiac resynchronization therapy: a systematic comparison of strain parameters using multiple imaging techniques. *ESC heart failure*. 2018;5(6): 1130-1140. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12335>.
10. Tada T, Osuda K, Nakata T, et al. A novel approach to the selection of an appropriate pacing position for optimal cardiac resynchronization therapy using CT coronary venography and myocardial perfusion imaging: FIVE STaR method (fusion image using CT coronary venography and perfusion SPECT applied for cardiac resynchronization therapy). *Journal of Nuclear Cardiology*. 2021;28(4): 1438-1445. <https://doi.org/10.1007/s12350-019-01856-z>.
11. Chung ES, Leon AR, Tavazzi L, et al. Results of the Predictors of Response to CRT (PROSPECT) trial. *Circulation*. 2008;117(20): 2608-2616. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.743120>.
12. Pang BJ, Joshi SB, Lui EH, et al. Validation of conventional fluoroscopic and ECG criteria for right ventricular pacemaker lead position using cardiac computed tomography. *Pacing and clinical electrophysiology: PACE*. 2014;37(4): 495-504. <https://doi.org/10.1111/pace.12301>.
13. Verberne HJ, Acampa W, Anagnostopoulos C, et al. EANM procedural guidelines for radionuclide myocardial perfusion imaging with SPECT and SPECT/CT: 2015 revision. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2015;42(12): 1929-1940. <https://doi.org/10.1007/s00259-015-3139-x>.
14. Boogers MM, Van Kriekinge SD, Henneman MM, et al. Quantitative gated SPECT-derived phase analysis on gated myocardial perfusion SPECT detects left ventricular dyssynchrony and predicts response to cardiac resynchronization therapy. *Journal of Nuclear Cardiology*. 2009;50(5): 718-725. <https://doi.org/10.2967/jnumed.108.060657>.
15. Wang C, Shi J, Ge J, et al. Left ventricular systolic and diastolic dyssynchrony to improve cardiac resynchronization therapy response in heart failure patients with dilated cardiomyopathy. *Journal of Nuclear Cardiology*. 2021;28(3): 1023-1036. <https://doi.org/10.1007/s12350-020-02132-1>.
16. He Z, Li D, Cui C, et al. Correction to: Predictive values of left ventricular mechanical dyssynchrony for CRT response in heart failure patients with different pathophysiology. *Journal of Nuclear Cardiology*. 2022;29(2): 895. <https://doi.org/10.1007/s12350-021-02834-0>.
17. Peix A, Karthikeyan G, Massardo T, et al. Value of intraventricular dyssynchrony assessment by gated-SPECT myocardial perfusion imaging in the management of heart failure patients undergoing cardiac resynchronization therapy (VISION-CRT). *Journal of Nuclear Cardiology*. 2021;28(1): 55-64. <https://doi.org/10.1007/s12350-018-01589-5>.
18. Goldenberg I, Moss AJ, Hall WJ, et al. Predictors of response to cardiac resynchronization therapy in the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial with Cardiac Resynchronization Therapy (MADIT-CRT). *Circulation*. 2011;124(14): 1527-1536. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.014324>.
19. Stiles MK, Fauchier L, Morillo CA, et al. 2019 HRS/EHRA/APHRS/LAHRS focused update to 2015 expert consensus statement on optimal implantable cardioverter-defibrillator programming and testing. *Heart Rhythm*. 2020;17(1): e220-e228. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2019.02.034>.
20. Ypenburg C, van Bommel RJ, Borleffs CJW, et al. Long-term prognosis after cardiac resynchronization therapy is related to the extent of left ventricular reverse remodeling at midterm follow-up. *Journal of the American College of Cardiology*. 2009;53(6): 483-490. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.10.032>.
21. Verhaert D, Grimm RA, Puntawangkoon C, et al. Long-term reverse remodeling with cardiac resynchro-

- nization therapy: results of extended echocardiographic follow-up. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010;55(17): 1788-1795. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.01.022>.
22. Said F, Ter Maaten JM, Martens P, et al. Aetiology of Heart Failure, Rather than Sex, Determines Reverse LV Remodelling Response to CRT. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(23): 5513. <https://doi.org/10.3390/jcm10235513>.
23. Henneman MM, Chen J, Dibbets-Schneider P, et al. Can LV dyssynchrony as assessed with phase analysis on gated myocardial perfusion SPECT predict response to CRT? *Journal of Nuclear Cardiology*. 2007;48(7): 1104-1111. <https://doi.org/10.2967/jnumed.107.039925>.
24. Goldberg AS, Alraies MC, Cerqueira MD, et al. Prognostic value of left ventricular mechanical dyssynchrony by phase analysis in patients with non-ischemic cardiomyopathy with ejection fraction 35-50% and QRS <150 ms. *Journal of Nuclear Cardiology*. 2014;21(1): 57-66. <https://doi.org/10.1007/s12350-013-9787-y>.