


© Коллектив авторов, 2025  
УДК 616.124.2-007-089.843

Р.Ю. Ушаков , В.В. Базылев, С.С. Дурманов, В.А. Палькова, А.И. Микуляк

## Влияние систолической дисфункции правого желудочка на прогноз больных со сниженной фракцией выброса левого желудочка и имплантированным кардиовертером-дефибриллятором

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, Пенза, Российская Федерация

 Ушаков Роман Юрьевич, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0002-9406-8537, e-mail: ushakov\_raman@mail.ru

Базылев Владлен Владленович, д-р мед. наук, главный врач; orcid.org/0000-0001-6089-9722

Дурманов Сергей Семенович, канд. мед. наук, заведующий отделением хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции; orcid.org/0000-0002-4973-510X

Палькова Вероника Анатольевна, врач-рентгенолог; orcid.org/0009-0005-1253-6544

Микуляк Артур Иванович, канд. мед. наук, заведующий кардиохирургическим отделением № 1;  
orcid.org/0000-0003-3762-6472

### Резюме

**Цель исследования** – изучить взаимосвязь между систолической дисфункцией правого желудочка (ПЖ) по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца и вероятностью обоснованного срабатывания имплантируемого кардиовертера-дефибриллятора (ИКД) и смерти от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) у пациентов со сниженной фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) и ИКД.

**Материал и методы.** Ретроспективно оценены электронные истории болезней 86 пациентов, которым был имплантирован одно- или двухкамерный ИКД. В исследование включали больных с ишемической (ИКМП) или дилатационной кардиомиопатией (ДКМП) и ФВ ЛЖ  $\leq 35\%$  без указания на устойчивые эпизоды фибрилляции желудочков (ФЖ) или желудочковой тахикардии (ЖТ) в анамнезе. Всем пациентам проводили МРТ сердца с контрастированием. Пороговое значение ФВ для определения систолической дисфункции ПЖ выбрано на основании прошлых исследований и составило 45%. Наблюдение за пациентами осуществляли при помощи одной из сетей удаленного мониторинга Home Monitoring (BIOTRONIK) или CareLink (Medtronic).

**Результаты.** Медиана периода наблюдения составила 24 мес (14–36 мес). Обоснованные срабатывания ИКД произошли у 33 пациентов, умерли 23 пациента, конечной точки достигли 46 (53%) пациентов, из них 33 (64,7%) в группе ФВ ПЖ  $< 45\%$  и 13 (37,1%) в группе ФВ ПЖ  $\geq 45\%$ , разница статистически значима. С использованием показателей ФВ ПЖ  $< 45\%$ , скорости клубочковой фильтрации (СКФ), ИКМП, позднего накопления гадолиния (ПНГ  $> 26\%$ ) построена статистически значимая многофакторная регрессионная модель ( $\chi^2 = 18,884$ ;  $p = 0,001$ ). Для определения качества полученной модели построена ROC-кривая (AUC =  $0,787 \pm 0,49$ ; 95% ДИ 0,689–0,883). Значение функции в точке cut-off составило 0,4555 (чувствительность 77,8%, специфичность 76,35%).

**Заключение.** Результаты исследования подтверждают потенциальную пользу дооперационного скрининга данного показателя у пациентов, направленных на имплантацию ИКД, с целью дополнительной стратификации аритмического риска и смерти от ССЗ.

**Ключевые слова:** систолическая дисфункция правого желудочка, имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор, хроническая сердечная недостаточность

**Для цитирования:** Ушаков Р.Ю., Базылев В.В., Дурманов С.С., Палькова В.А., Микуляк А.И. Влияние систолической дисфункции правого желудочка на прогноз больных со сниженной фракцией выброса левого желудочка и имплантированным кардиовертером-дефибриллятором. *Креативная кардиология*. 2025; 19 (1): 88–97. DOI: 10.24022/1997-3187-2025-19-1-88-97

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 20.01.2025  
Поступила после рецензирования 03.02.2025  
Принята к печати 17.02.2025

R. Yu. Ushakov<sup>✉</sup>, V.V. Bazylev, S.S. Durmanov, V.A. Palkova, A.I. Mikulyak

## The impact of right ventricle systolic dysfunction on prognosis in patients with reduced left ventricular ejection fraction and implanted cardioverter defibrillator

Federal Center for Cardiovascular Surgery, Penza, Russian Federation

✉ Roman Yu. Ushakov, Cardiologist; orcid.org/0000-0002-9406-8537, e-mail: ushakov\_raman@mail.ru

Vladlen V. Bazylev, Dr. Med. Sci., Chief Physician; orcid.org/0000-0001-6089-9722

Sergey S. Durmanov, Cand. Med. Sci., Head of the Surgical treatment of complex cardiac arrhythmias and pacing; orcid.org/0000-0002-4973-510X

Veronika A. Palkova, Radiologist; orcid.org/0009-0005-1253-6544

Artur I. Mikulyak, Cand. Med. Sci., Head of the cardio-surgical department № 1; orcid.org/0000-0003-3762-6472

### Abstract

**Objective** – to study the relationship between systolic dysfunction of the pancreas according to cardiac MRI and the probability of justified activation of ICD and death from CVD in patients with reduced LVEF and implanted ICD.

**Material and methods.** Electronic medical records of 86 patients who had 1 or 2-chamber ICD implanted were retrospectively evaluated. The study included patients with ICMP or DCMP and LVEF  $\leq 35\%$  without a history of persistent VF/VT episodes. Patients underwent MRI of the heart with contrast on a Siemens Magnetom Avanto, 1.5 Tl MR tomograph. The threshold value of EF for determining systolic dysfunction of the right ventricle was selected based on past studies and amounted to 45%. The patients were monitored using one of the Home Monitoring (BIOTRONIK) or CareLink (Medtronic) remote monitoring networks.

**Results.** The median follow-up period was 24 months (14–36 months). Justified ICD triggers occurred in 33 patients, 23 patients died, 46 patients (53%) reached the endpoint, of which 33 (64.7%) in the LVEF group  $< 45\%$  and 13 (37.1%) in the LVEF group  $\geq 45\%$ , the difference is statistically significant. A statistically significant multifactorial regression model ( $\chi^2 = 18.884$ ;  $p = 0.001$ ) was constructed using RVF  $< 45\%$ , GFR, ICMP, and APG  $> 26\%$ . To determine the quality of the resulting model, a ROC curve is constructed. The area under the ROC curve is  $0.787 \pm 0.49$  (95% DI 0.689–0.883). The value of the function at the cut-off point was 0.4555 (sensitivity 77.8%, specificity 76.35%).

**Conclusion.** The study shows the potential benefit of preoperative screening of this indicator in patients undergoing ICD implantation in order to further stratify arrhythmic risk and death from CVD.

**Keywords:** heart failure with preserved ejection fraction, valvular heart disease, high sensitivity troponin I

**For citation:** Ushakov R.Yu., Bazylev V.V., Durmanov S.S., Palkova V.A., Mikulyak A.I. The impact of right ventricle systolic dysfunction on prognosis in patients with reduced left ventricular ejection fraction and implanted cardioverter defibrillator. *Creative Cardiology*. 2025; 19 (1): 88–97 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2025-19-1-88-97

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

Received January 20, 2025

Revised February 03, 2025

Accepted February 17, 2025

## Введение

Текущие российские и зарубежные клинические рекомендации по лечению хронической сердечной недостаточности (ХСН) предлагают использовать значение фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) в качестве главного критерия при принятии решения о профилактической установке имплантируемого кардиовертера-дефибриллятора (ИКД) [1]. Польза от установки ИКД у данной группы пациентов не вызывает сомнений.

Однако существующие критерии отбора пациентов для установки ИКД нечувствительны и неспецифичны для выявления внезапной сердечной смерти (ВСС), поскольку только треть пациентов получают соответствующую электротерапию в результате работы ИКД в течение первых 3 лет после имплантации [2, 3], тогда как 34% больных могут испытывать осложнения, связанные с этим устройством (необоснованные срабатывания, проблемы с электродами, проблемы с лоджой ИКД и прочее), а 22% пациентов испы-

тают исключительно вред от устройства [4]. Следовательно, необходима дополнительная, более точная оценка риска для улучшения отбора пациентов. В ответ на клиническую необходимость в настоящее время исследуется множество неинвазивных предикторов ВСС. Одним из таких является ФВ правого желудочка (ПЖ) – простой, воспроизводимый метод, не увеличивающий затраты на обследования пациента, в отличие от контрастных методов исследования. «Золотым стандартом» при определении ФВ ПЖ является проведение магнитно-резонансной томографии (МРТ). Обширные данные свидетельствуют о том, что ФВ ПЖ является сильным независимым предиктором смерти и играет важную роль в стратификации риска пациентов с ишемической и неишемической кардиомиопатией [5, 6]. В то же время связь ФВ ПЖ с аритмическими событиями у пациентов с ИКД изучена недостаточно и ограничена единичными исследованиями [8].

Цель исследования – изучить взаимосвязь систолической дисфункции ПЖ по данным МРТ сердца и вероятность обоснованного срабатывания ИКД и смерти от ССЗ у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ и ИКД.

## Материал и методы

Исследование ретроспективное когортное, для его проведения получено соответствующее одобрение локального этического комитета (протокол № 104, заседание от 18.01.2024 г.). Ретроспективно оценены электронные истории болезней пациентов, которым в период с 2019 г. по 2023 г. в ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (Пенза) в соответствии с действующими клиническими рекомендациями был имплантирован одно- или двухкамерный ИКД. В исследование включали пациентов с ишемической (ИКМП) или дилатационной кардиомиопатией (ДКМП) и ФВ ЛЖ  $\leq 35\%$  без указания на устойчивые эпизоды фибрилляции желудочков (ФЖ) или желудочковой тахикардии (ЖТ) в анамнезе. При наличии гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий и реваскуляризации в анамнезе и/или

перенесенного инфаркта миокарда пациентов относили к группе ИКМП. Обязательным для включения в исследование было проведение МРТ сердца перед установкой ИКД (сроком не более 3 мес) и функционирующего удаленного мониторинга (Home Monitoring или CareLink), а также срок наблюдения не менее 12 мес. Не включали больных с гипертрофической кардиомиопатией и ее фенокопиями, аритмогенной дисплазией ПЖ, верифицированными каналопатиями, пациентов с показаниями к сердечной ресинхронизирующей терапии, нефункционирующим удаленным мониторингом. После проверки на соответствие критериям включения/исключения отобрано 86 пациентов.

Пациентам проводили МРТ сердца с контрастированием на МР-томографе Siemens Magnetom Avanto, 1,5 Тл. Методика оценки систолической функции ЛЖ и накопления контрастного вещества подробно описана в одной из наших работ [8]. Функцию ПЖ оценивали ретроспективно с расчетом КДО, КСО и ФВ ПЖ по методу Симпсона с использованием изображений по короткой оси желудочков. Пороговое значение ФВ для определения систолической дисфункции ПЖ выбрано на основании прошлых исследований и составило 45% [5, 7, 9, 10].

Пациентам были имплантированы ИКД Protecta VR, Protecta DR, Evera VR DF-1 «Medtronic»; Lumax 540 VR-T и Iforia HF-T DF-1, Intica Neo 5 «BIOTRONIK SE & Co. KG». При выписке всем пациентам программировали однозонную терапию ФЖ 200 уд/мин, и максимально допустимую длительность детекции – 30/40 либо 24/30, 1 антитахикардийную стимуляцию (АТС) во время набора заряда, шоковую терапию 6 зарядов по 40 Дж либо 35 Дж в зависимости от фирмы-производителя устройств, в дальнейшем параметры корректировали на усмотрение лечащего врача. Наблюдение за пациентами осуществляли при помощи одной из сетей удаленного мониторинга Home Monitoring (BIOTRONIK) или CareLink (Medtronic). Данные о проводимой медикаментозной терапии на момент имплантации получены ре-

троспективно из данных первичного осмотра лечащим врачом.

Все пациенты получали оптимальную медикаментозную терапию по основному и сопутствующим заболеваниям, согласно клиническим рекомендациям на момент проведения операции (табл. 1).

Первичной конечной точкой было принято возникновение устойчивых ЖТ/ФЖ, купированных АТС или нанесением шока (обоснованные срабатывания ИКД), а также смертность от сердечно-сосудистых заболеваний (инфаркт миокарда, острое нару-

шение мозгового кровообращения, смерть от декомпенсации ХСН, исключая смертность от онкологических заболеваний, внешних факторов, инфекционных заболеваний и прочее). Сведения о смерти пациента уточняли при телефонном контакте с родственниками или на основании электронной истории болезни «ПРОМЕД».

Все клинические данные пациентов были взяты из электронных историй болезни («Медиалог 7.10 В0119»). Статистическую обработку материала выполняли с использованием пакета программного обеспечения

Таблица 1

**Клинико-демографическая характеристика пациентов (n=86)**

Table 1. Clinical and demographic characteristics of patients (n=86)

Показатель	Значение ФВ ПЖ		P
	<45% (n=51)	>45% (n=35)	
Возраст, годы (ME)	58,7±7,1	58,2±7,3	0,746
Пол (муж.), n (%)	47 (92,2)	33 (94,3)	0,703
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> (ME)	31 [25; 34]	29 [25; 32]	0,204
Артериальная гипертензия, n (%)	45 (88)	33 (94,3)	0,343
Сахарный диабет, n (%)	8 (15,7)	10 (28,6)	0,149
ИКМП, n (%)	32 (62,7)	25 (71,4)	0,409
Гемоглобин, г/л	139±19	139±16	0,889
СКФ, мл/мин/1,73 м <sup>2</sup>	63,5±15,5	67,2±18	0,308
Фибрилляция предсердий, n (%)	22 (43)	12 (34,3)	0,409
Конечная точка, n (%)	33 (64,7)	13 (37,1)	0,012
ХСН III–IV ФК, n (%)	29 (56,9)	16 (45,7)	0,309
Срок наблюдения, мес	24 [16; 34]	24 [14; 37]	0,866
<i>Медикаментозная терапия</i>			
иАПФ/БРА, n (%)	23 (45)	13 (37,1)	0,465
Валсартан + сакубитрил, n (%)	18 (35,5)	17 (48,6)	0,218
Бета-адреноблокаторы, n (%)	48 (94,2)	33 (94,3)	0,722
АМКР, n (%)	42 (82,4)	30 (85,7)	0,678
Петлевые диуретики, n (%)	43 (84,3)	18 (51,4)	0,001
иНГКТ-2, n (%)	17 (33,3)	17 (48,6)	0,156
Амиодарон, n (%)	11 (21,6)	9 (25)	0,655
<i>MPT-характеристики пациентов</i>			
ФВ левого желудочка, %	24,4±6	28,2±6	0,022
ФВ правого желудочка, %	30,8±9	54,4±6	0,001
КДО правого желудочка, мл	147 [104; 191]	127 [101; 148]	0,012
КСО правого желудочка, мл	100 [71; 145]	55 [44; 72]	0,001
иКДО левого желудочка, мл/м <sup>2</sup>	129 [115; 170]	144 [124; 173]	0,379
ПНГ, %	15 [4; 30]	22 [6; 31]	0,408

Примечание. ИМТ – индекс массы тела; ИКМП – ишемическая кардиомиопатия; СКФ – скорость клубочковой фильтрации; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; иАПФ/БРА – ингибитор ангиотензинпревращающего фермента/блокатор рецепторов ангиотензина-2; АМКР – антагонисты минералокортикоидных рецепторов; иНГКТ-2 – ингибиторы натрий-глюкозного котранспортера-2; ФВ – фракция выброса; КДО – конечный диастолический объем; КСО – конечный систолический объем; иКДО – индекс конечного диастолического объема; ПНГ – позднее накопление гадолиния.

SPSS версии 27 (SPSS, Чикаго, Иллинойс, США). Основные характеристики пациентов были стратифицированы на основании систолической дисфункции ПЖ (ФВ  $\geq 45\%$  против ФВ  $< 45\%$ ). Описание и сравнение количественных показателей выполняли с учетом распределения. Проверку на нормальность распределения проводили с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. При подтверждении нормальности распределения данные описывали с помощью средней арифметической (M) и стандартного отклонения (SD), сравнение выполняли с помощью t-критерия Стьюдента. При отсутствии нормальности распределения указывали значения медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3), показатели сравнивали с помощью критерия Манна–Уитни. Сравнение показателей, измеренных в номинальной шкале, проводили при помощи критерия  $\chi^2$  Пирсона. В регрессионном анализе рассматривали параметры, предикторная роль которых в возникновении срабатывания ИКД и смерти от ССЗ была доказана с помощью однофакторного анализа при уровне значимости  $p < 0,1$ . С целью исключения мультиколлинеарности при построении бинарной логистической регрессии из переменных, характеризующих схожие параметры, были отобраны факторы с более высоким значением отношения шансов (ОШ). Решение о включении предиктора в модель принимали при помощи статистики Вальда. Для построения модели применяли одновременный метод включения переменных в уравнение. Зависимой переменной являлось достижение конечной точки. Вероятность возникновения события рассчитывали по формуле

$$p = \frac{1}{1 + e^{-y}}$$

Статистическая значимость полученной модели определялась с помощью критерия  $\chi^2$ . Доля влияния всех переменных, включенных в модель, на зависимую переменную отражена при помощи показателей  $R^2$  Найджелкерка и Хосмера–Лемешова. Для оценки качества регрессионной модели, а также поиска зна-

чения функции в точки cut-off выполнен Рок-анализ с определением площади под кривой (AUC). Учитывая ретроспективный характер исследования и присущие ему недостатки, мы приняли решение не включать медикаментозную терапию в регрессионный анализ.

## Результаты

Медиана периода наблюдения составила 24 мес (14–36 мес). Средний возраст  $58,5 \pm 7$  лет, большинство пациентов мужчины (80 человек, 93%). Средний индекс массы тела (ИМТ) составил  $30 \text{ кг/м}^2$  ( $25\text{--}32 \text{ кг/м}^2$ ). Артериальная гипертензия обнаружена у 78 (90,7%) пациентов, а сахарный диабет – у 18 (20,9%) пациентов, ИКМП как причина ХСН – у 57 (66%) пациентов. Среднее значение уровня гемоглобина составило  $139 \pm 18 \text{ г/л}$ , а скорости клубочковой фильтрации (СКФ) –  $65 \pm 16 \text{ мл/мин/1,73 м}^2$ . Фибрилляция предсердий отмечена у 34 (39,5%) пациентов. Группы, стратифицированные на основании переменной ФВ ПЖ  $< 45\%$ , были сопоставимы по большинству клинико-демографических характеристик. Сравнительный анализ по группам приведен в таблице 1. В группе систолической дисфункции ПЖ отмечались более высокая потребность в применении петлевых диуретиков, закономерно более высокие значения КДО и КСО ПЖ и более низкие значения ФВ правого и левого желудочков. За время наблюдения обоснованные срабатывания ИКД произошли у 33 пациентов, умерли 23 пациента, конечной точки достигли 46 (53%) пациентов, из них 33 (64,7%) в группе ФВ ПЖ  $< 45\%$  и 13 (37,1%) в группе ФВ  $\geq 45\%$ , разница статистически значима. Для показателя позднего накопления гадолиния (ПНГ) при помощи ROC-анализа определено пороговое значение 26% (чувствительность 81%, специфичность 45%), площадь под кривой 0,733.

При однофакторном регрессионном анализе выявлены 4 показателя с наибольшим предикторным потенциалом: ФВ ПЖ  $< 45\%$ , СКФ, ИКМП, ПНГ  $> 26\%$  (табл. 2). На основании полученных данных построена многофакторная логистическая регрессионная

**Предполагаемые предикторы возникновения конечной точки:  
однофакторный и многофакторный регрессионный анализ**

Table 2. Expected predictors of the endpoint: univariate and multivariate regression analysis

Факторы	Однофакторная регрессия			Многофакторная регрессия		
	ОШ	95% ДИ	Р	ОШ	95% ДИ	Р
Пол, муж.	1,162	0,22–6,1	0,859	–	–	–
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> (МЕ)	0,986	0,9–1,07	0,744	–	–	–
АГ	0,857	0,2–3,67	0,836	–	–	–
Сахарный диабет	1,583	0,56–4,5	0,389	–	–	–
ИКМП	0,890	0,24–1,4	0,099	3,691	1,14–12,01	0,030
Гемоглобин	0,982	0,95–1,06	0,137	–	–	–
СКФ	0,973	0,94–1,04	0,052	0,971	0,94–0,999	0,042
ФП	1,173	0,49–2,79	0,719	–	–	–
Возраст, годы (МЕ)	0,964	0,9–1,03	0,236	–	–	–
ХСН III–IV ФК	0,840	0,4–1,9	0,687	–	–	–
ФВ ЛЖ	1,009	0,94–1,07	0,719	–	–	–
КДО ПЖ	1,004	0,99–1,07	0,291	–	–	–
КСО ПЖ	1,004	0,99–1,13	0,340	–	–	–
иКДО ЛЖ	1,006	0,99–1,02	0,246	–	–	–
ПНГ, %	1,706	0,72–4,03	0,224	–	–	–
ФВ ПЖ <45%	3,103	1,26–7,5	0,013	3,580	1,38–9,6	0,011
ПНГ >26%	2,899	0,98–2,75	0,099	5,612	1,25–16,66	0,007

Примечание. ДИ – доверительный интервал.

модель, позволяющая прогнозировать вероятность срабатывания ИКД и смерть от ССЗ.

В результате было получено следующее уравнение (1):

$$p = 1 / (1 + e^{-y}) \times 100$$

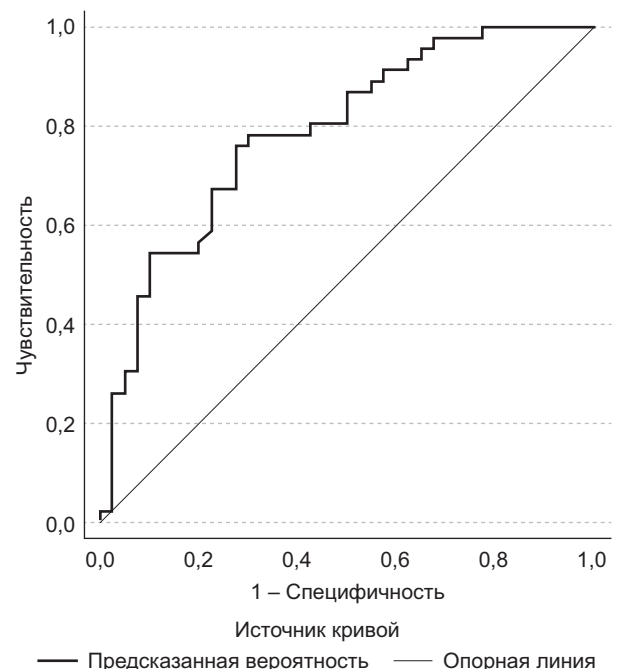
$$y = 0,320 + 1,275 \times X_{\text{ФВ ПЖ} < 45\%} + 1,628 \times X_{\text{ПНГ} > 26\%} + 1,306 \times X_{\text{ИКМП}} - 0,031 \times X_{\text{СКФ}} \quad (1),$$

где  $p$  – вероятность наступления шока и сердечно-сосудистой смерти,  $X_{\text{ФВ ПЖ} < 45\%}$  – наличие ФВ ПЖ <45%,  $X_{\text{ПНГ} > 26\%}$  – наличие ПНГ >26%,  $X_{\text{ИКМП}}$  – ИКМП как причина снижения ФВ;  $X_{\text{СКФ}}$  – значение СКФ по СКД-ЕРІ;  $e$  – математическая константа, приблизительно равная 2,71828.

Исходя из значений регрессионных коэффициентов, включенные в уравнение переменные  $X_{\text{ФВ ПЖ} < 45\%}$ ,  $X_{\text{ПНГ} > 26\%}$ ,  $X_{\text{ИКМП}}$  имеют прямую, а  $X_{\text{СКФ}}$  – обратную связь с вероятностью возникновения исследуемой первичной конечной точки. Построенная модель статистически значима ( $\chi^2 = 18,884$ ;  $p = 0,001$ ). Коэффициент детерминации Найджелкерка 0,263, Хосмера–Лемешова – 0,754.

Для определения качества полученной модели построена ROC-кривая. Площадь под

ROC-кривой  $0,787 \pm 0,49$  (95% доверительный интервал – ДИ 0,689–0,883) (см. рисунок). Значение функции в точке cut-off составило 0,4555 (чувствительность 77,8%, специфич-



ROC-кривая многофакторной регрессионной модели (AUC=0,787)

ROC curve of the multivariate regression model (AUC=0.787)

ность 76,35%). Показатели, равные или превышающие данное значение, соответствовали прогнозу возникновения заданной конечной точки. После поправки порога классификации, исходя из результатов ROC-анализа, диагностическая эффективность полученной прогностической модели составила 70% (чувствительность 62,5%, специфичность 78,3%).

## Обсуждение

Данный ретроспективный анализ МРТ-характеристик ПЖ был направлен на изучения влияния систолической дисфункции ПЖ на прогноз пациентов с ХСН со сниженной ФВ и ИКД. До недавнего времени ПЖ уделялось значительно меньше внимания, чем левым камерам сердца. И только в последнее десятилетие появилось множество научных исследований, в которых основное внимание уделено изменениям функции ПЖ.

В 2022 г. опубликован крупный систематический обзор и метаанализ 46 исследований прогностической ценности ФВ ПЖ по данным МРТ сердца у больных ХСН. Всего в анализ вошли 14 344 пациента как со сниженной, так и с сохраненной ФВ ЛЖ. По результатам метаанализа, снижение ФВ ПЖ было ассоциировано с увеличением риска смерти и госпитализации, связанной с ХСН. Среди исследований, в которые были включены исключительно пациенты с неишемической кардиомиопатией, величина ФВ ПЖ оказалась значимым предиктором смертности от всех причин как в скорректированном, так и в нескорректированном анализе (5 исследований, сообщающих о нескорректированных значениях, отношение рисков (ОР) 1,34, 95% ДИ 1,21–1,50,  $I^2$  26% на каждые 10% уменьшения ФВ ПЖ). В двух исследованиях участвовали исключительно пациенты с ИКМП и были представлены данные о смертности от всех причин. В объединенных анализах более низкие значения ФВ ПЖ были значимо связаны с более высоким риском смерти (2 исследования сообщили о нескорректированных значениях, ОР 1,22, 95% ДИ 1,11–1,34,  $I^2$  14%, на каждые 10% снижения ФВ ПЖ). Интригующим

открытием данного исследования было то, что показатель ФВ ПЖ сохранял свою прогностическую значимость, даже когда исследование с ишемической и неишемической кардиомиопатией анализировали отдельно. Четыре исследования включили в свой анализ пациентов с ХСН с сохраненной ФВ и представили данные о связи ФВ ПЖ с комбинированной конечной точкой – смертью и госпитализацией по поводу СН. Снижение ФВ ПЖ было обратно пропорционально комбинированной конечной точке (4 исследования сообщили о нескорректированных значениях, ОР 1,24, 95% ДИ 1,09–1,40,  $I^2$  0%, на 10% уменьшение ФВ ПЖ) [11].

В исследовании L. Jimenez-Juan et al. среди 411 пациентов (средний возраст  $\pm$  стандартное отклонение, 60 лет; 315 мужчин) в течение медианного периода наблюдения 63 мес у 143 (35%) пациентов были отмечены срабатывание ИКД или смерть [12]. В однофакторном анализе более низкий показатель ФВ ПЖ был связан с более высоким риском соответствующего шока или смерти, а также только смерти (логарифмический критерий тренда,  $P=0,003$  и  $0,005$  соответственно). В многофакторном регрессионном анализе Кокса с поправкой на возраст на момент установки ИКД, ФВ ЛЖ, показание ИКД (первичное или вторичное), ишемическую болезнь сердца и позднее усиление гадолинием, ФВ ПЖ была независимым предиктором первичного исхода (ОР 1,21 на 10% снижения ФВ ПЖ; 95% ДИ 1,04–1,41;  $P=0,01$ ) и смертности от всех причин (ОР 1,25 на 10% снижения ФВ ПЖ; 95% ДИ 1,01–1,55;  $P=0,04$ ) [12].

Данное исследование имеет схожий дизайн и сопоставимые результаты. Однако стоит отметить ряд значимых отличий: авторы данной работы включали в исследование как пациентов с первичной профилактикой ВСС, так и пациентов с ИКД по поводу пароксизмов ЖТ/ФЖ. Идея же настоящей работы заключалась в изучении систолической дисфункции ПЖ как дополнительного инструмента первичной стратификации риска ВСС, поэтому включали только пациентов с первичной профилактикой. Так же авторы использовали

показатель ФВ ПЖ в качестве непрерывной числовой переменной, мы же в свою очередь использовали дихотомический показатель ФВ ПЖ <45%. В настоящей работе статистически значимой связи между значением ФВ ПЖ как непрерывной переменной и конечной точкой найдено не было ( $p=0,199$ ). Это может указывать на то, что линейной зависимости между уровнем ФВ ПЖ и риском смерти и срабатывания ИКД нет, или она не является существенной для данной выборки пациентов. Тем не менее использование ФВ ПЖ <45% как дихотомической переменной значимо увеличивает шанс наступления конечной точки у данной группы пациентов.

S.J. Al'Aref et al. в ретроспективном анализе многоцентровой проспективной группы пациентов с ХСНнФВ из реестра DERIVATE («Магнитно-резонансная томография сердца для первичной профилактики имплантируемым кардиовертером-дефибриллятором. Международный реестр ThEгару») выяснили, что систолическая дисфункция ПЖ (ФВ ПЖ <45%) встречалась у 38,2% пациентов и была независимым предиктором смерти как в однофакторном (скорректированное ОР 1,44; 95% ДИ 1,09–1,91;  $P=0,01$ ), так и в многофакторном анализе (ОР 1,40; 95% ДИ 1,19–1,64;  $P<0,01$ ) [13]. Пожилой возраст (>65 лет), ожирение ( $ИМТ \geq 30 \text{ кг/м}^2$ ), сахарный диабет, курение, почечная недостаточность и функциональный класс СН III/IV по NYHA были независимыми предикторами комбинированного исхода [13]. Результаты проведенного исследования дополняют результаты приведенных выше исследований. Однако стоит отметить, что в настоящей работе больше пациентов имели систолическую дисфункцию ПЖ, это может быть связано с более тяжелой когортой пациентов, о чем свидетельствует средняя ФВ ЛЖ  $26,2 \pm 6\%$  и III–IV функциональный класс ХСН у 52,3% пациентов. Распространенность систолической дисфункции ПЖ, по данным литературы, варьирует в зависимости от этиологии сердечной недостаточности и сократительной способности ЛЖ у исследуемой популяции больных. Так, в исследовании E. Larose et al. систоличе-

ская дисфункция ПЖ (ФВ ПЖ <40%) встречалась у 17,4% больных, более 30 дней назад перенесших инфаркт миокарда и со средней ФВ ЛЖ 45,5%. Наличие систолической дисфункции ПЖ с поправкой на возраст пациента и размер ИМ ЛЖ было ассоциировано с более высоким риском смерти [6].

В исследовании S. Aschauer et al. из 171 пациента (смешанная когорта с ИКМП и ДКМП) с ХСН с сохраненной ФВ, которым в дополнение к инвазивному и неинвазивному тестированию была проведена МРТ, систолическая дисфункция ПЖ (ФВ <45%) присутствовала у 33 (19,3%) [10].

В работе A. Gulati et al. среди проспективно обследованных 250 пациентов с ДКМП с использованием МРТ систолическая дисфункция, определяемая по ФВ ПЖ  $\leq 45\%$ , отмечена у 86 (34%) пациентов. За период наблюдения 6,8 года систолическая дисфункция ПЖ была ассоциирована с более высоким риском смерти и трансплантации сердца [5]. Субанализ подгрупп данного исследования, основанный на этиологии ХСН, показал значимую связь между ФВ ПЖ <45% и конечной точкой в группе пациентов с ИКМП ( $p=0,025$ ), но не в группе больных с ДКМП ( $p=0,334$ ). Следует предполагать, что для пациентов с ДКМП негативный эффект от наличия систолической дисфункции ПЖ на фоне оптимальной медикаментозной терапии реализуется в более поздние сроки, нежели у пациентов нашего исследования. Дальнейшее наблюдение за когортой данного исследования поможет ответить, так ли это.

Систолическая дисфункция ПЖ была независимым предиктором срабатывания ИКД и смерти от ССЗ как при однофакторном, так и при многофакторном анализе с поправкой на ПНГ, СКФ и ИКМП.

В результате проведенного исследования построена прогностическая модель, состоящая из 4 предикторов: ФВ ПЖ <45%, ПНГ >26%, ИКМП, СКФ. Наличие систолической дисфункции ПЖ в 3,5 раза увеличивало шанс наступления конечной точки. Так же одним из важных предикторов срабатывания ИКД и смерти в многофакторном анализе данно-

го исследования выступила СКФ ( $p=0,042$ ). Роль ХБП как одного из факторов, связанных с худшим прогнозом у больных ХСН, широко известна [14]. Данные систематического обзора и метаанализа 42 исследований, связанных с ХБП у пациентов с ИКД, дают основание считать, что пациенты с ХБП имели более высокий риск срабатывания ИКД и общей смертности, чем пациенты без ХБП. Эти ассоциации имели обратный эффект «доза–реакция» с худшими результатами при снижении функции почек и были связаны. Авторы метаанализа объясняют эти результаты тем, что пациенты с ХБП имеют более высокий риск смерти от конкурирующих заболеваний по мере снижения функции почек, чаще сталкиваются с электролитными нарушениями, имеют более высокую потребность в лекарственной терапии и чаще подвержены инфекционным осложнениям, связанным с ИКД [15].

Анализ однолетней летальности данной когорты пациентов показал, что ни один из выбранных предикторов не был статистически значимо связан с наступлением исхода. Результаты данного исследования отражают важность бивентрикулярного фенотипирования больных ХСН, позволяющего более точно прогнозировать неблагоприятные события, особенно в группе больных ИКМП.

**Ограничения данного исследования:** ретроспективный дизайн исследования и характерные для него недостатки. Отобранная группа пациентов ограничена одним центром, что не позволяет избежать смещения выборки. Малая выборка пациентов. Неоднородная лекарственная терапия среди пациентов, во многом связанная со сроками имплантации ИКД, пациенты, которым ИКД был имплантирован в 2022 и 2023 гг., чаще принимали АРНИ и ИНГКТ-2.

## Заключение

В результате исследования была изучена роль систолической дисфункции правого желудочка по данным МРТ сердца. Показана потенциальная польза дооперационного скрининга данного показателя у пациентов,

направленных на имплантацию ИКД, с целью дополнительной стратификации аритмического риска и смерти от ССЗ. Построена многофакторная логистическая регрессионная модель, позволяющая прогнозировать вероятность срабатывания ИКД и смерть от ССЗ. Согласно полученным данным, систолическая дисфункция ПЖ (ФВ ПЖ <45%) у пациентов с ХСН с ФВ ЛЖ <35% и установленным ИКД статистически значимо увеличивает шанс обоснованного срабатывания ИКД и смерти от ССЗ.

## Литература/References

1. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020; 25 (11): 4083. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4083
- 2020 Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2020; 25 (11): 4083 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4083
2. Bardy G.H., Lee K.L., Mark D.B., Poole J.E., Packer D.L., Boineau R. et al. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure. *N. Engl. J. Med.* 2005; 352 (3): 225–237. DOI: 10.1056/NEJMoa043399
3. Moss A.J., Greenberg H., Case R.B., Zareba W., Hall W.J., Brown M.W. et al. Long-term clinical course of patients after termination of ventricular tachyarrhythmia by an implanted defibrillator. *Circulation*. 2004; 110 (25): 3760–3765. DOI: 10.1161/01.CIR.0000150390.04704.B7
4. Kleemann T., Strauss M., Kouraki K., Lampropoulou E., Fendt A., Werner N., Zahn R. Contemporary benefit-harm profile over two decades in primary prophylactic ICD-therapy. *Clin. Cardiol.* 2019; 42 (10): 866–872. DOI: 10.1002/clc.23234
5. Gulati A., Ismail T.F., Jabbour A., Alpendurada F., Guha K., Ismail N.A. et al. The prevalence and prognostic significance of right ventricular systolic dysfunction in nonischemic dilated cardiomyopathy. *Circulation*. 2013; 128 (15): 1623–1633. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.002518
6. Larose E., Ganz P., Reynolds H.G., Dorbala S., Di Carli M.F., Brown K.A., Kwong R.Y. Right ventricular dysfunction assessed by cardiovascular magnetic resonance imaging predicts poor prognosis late after myocardial infarction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2007; 49 (8): 855–862. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.10.056
7. Mikami Y., Jolly U., Heydari B., Peng M., Almeshmadi F., Zaharani M. et al. Right ventricular ejection fraction is incremental to left ventricular ejection fraction for the prediction of future arrhythmic events in patients with systolic dysfunction. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2017; 10 (1): e004067. DOI: 10.1161/CIRCEP.116.004067
8. Базылев В.В., Ушаков Р.Ю., Дурманов С.С., Палькова В.А., Карнахин В.А. Прогностическое значение отсроченного накопления гадолиния при магнитно-резонансной томографии сердца у больных с ишемической кардиомиопатией и имплантированным кардиовертером-дефибриллятором. *Вестник аритмологии*. 2024; 31 (2): 35–43. DOI: 10.35336/VA-1260
- Bazylev V.V., Ushakov R.Yu., Durmanov S.S., Palkova V.A., Karnakhin V.A. Prognostic value of delayed gadolinium enhancement on cardiac magnetic resonance imaging in patients with ischemic cardiomyopathy and an implanted cardioverter-defibrillator. *Journal of Arrhythmology*. 2024; 31 (2): 35–43 (in Russ.). DOI: 10.35336/VA-1260

9. Becker M.A.J., van der Lingen A.C.J., Wubben M., van de Ven P.M., van Rossum A.C., Cornel J.H. et al. Characteristics and prognostic value of right ventricular (dys)function in patients with non-ischaeamic dilated cardiomyopathy assessed with cardiac magnetic resonance imaging. *ESC Heart Fail.* 2021; 8 (2): 1055–1063. DOI: 10.1002/ehf2.13072
10. Aschauer S., Kammerlander A.A., Zotter-Tufaro C., Ristl R., Pfaffenberger S., Bachmann A. et al. The right heart in heart failure with preserved ejection fraction: insights from cardiac magnetic resonance imaging and invasive haemodynamics. *Eur. J. Heart Fail.* 2016; 18 (1): 71–80. DOI: 10.1002/ejhf.418
11. Papanastasiou C.A., Bazmpani M.A., Kokkinidis D.G., Zegkos T., Efthimiadis G., Tsapas A. et al. The prognostic value of right ventricular ejection fraction by cardiovascular magnetic resonance in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Cardiol.* 2022; 368: 94–103. DOI: 10.1016/j.ijcard.2022.08.008
12. Jimenez-Juan L., Ben-Dov N., Goncalves Frazao C.V., Tan N.S., Singh S.M., Dorian P. et al. Right ventricular function at cardiac mri predicts cardiovascular events in patients with an implantable cardioverter-defibrillator. *Radiology.* 2021; 301 (2): 322–329. DOI: 10.1148/radiol.2021210246
13. Al'Aref S.J., Altibi A.M., Malkawi A., Mansour M., Baskaran L., Masri A. et al. Cardiac magnetic resonance for prophylactic implantable-cardioverter defibrillator therapy international study: prognostic value of cardiac magnetic resonance-derived right ventricular parameters substudy. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2023; 24 (4): 472–482. DOI: 10.1093/ehjci/jeac124
14. Илов Н.Н., Нечепуренко А.А., Бойцов С.А., Петрова О.В., Твердохлебова Д.В., Каримов И.Р. Использование биомаркеров в прогнозировании смертности от осложнений сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и имплантированным кардиовертером-дефибриллятором. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2023; 19 (4): 359–366. DOI: 10.20996/1819-6446-2023-2938  
Ilov N.N., Nечepurenko A.A., Boytsov S.A., Petrova O.V., Tverdokhlebova D.V., Karimov I.R. Biomarkers in predicting mortality from cardiovascular events in patients with heart failure and an implanted cardioverter-defibrillator. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology.* 2023; 19 (4): 359–366 (in Russ.). DOI: 10.20996/1819-6446-2023-2938
15. Kiage J.N., Latif Z., Craig M.A., Mansour N., Khouzam R.N. Implantable cardioverter defibrillators and chronic kidney disease. *Curr. Probl. Cardiol.* 2021; 46 (3): 100639. DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2020.100639

**Вклад авторов:** Ушаков Р.Ю. – обзор публикаций по теме статьи, разработка дизайна исследования, сбор клинического материала, статистическая обработка данных и программное обеспечение, написание текста рукописи; Базылев В.В. – утверждение рукописи для публикации; Дурманов С.С. – разработка дизайна исследования, утверждение рукописи для публикации; Палькова В.А. – сбор клинического материала, проверка критически важного содержания; Микуляк А.И. – статистическая обработка данных и программное обеспечение.

**Contribution:** Ushakov R.Yu. – study concept and design, material collection and processing, statistical data processing and/or software, writing – original draft; Bazylev V.V. – approval of the final version; Durmanov S.S. – study concept and design, approval of the final version; Palkova V.A. – patients screening, diagnostic and treatment, material collection and processing, supervision and validation; Mikulyak A.I. – statistical data processing and/or software.