

# Перспективы использования результатов трансторакальной эхокардиографии для прогнозирования желудочковых тахикардий у больных неишемической кардиомиопатией

Илов Н.Н.<sup>1,2\*</sup>, Стомпель Д.Р.<sup>2</sup>, Бойцов С.А.<sup>3</sup>, Пальникова О.В.<sup>2</sup>, Нечепуренко А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

<sup>2</sup> Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии, Астрахань, Россия

<sup>3</sup> Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии, Москва, Россия

**Цель.** Провести сравнительный анализ показателей трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ), установить эхокардиографические предикторы и их прогностическую роль в возникновении устойчивых пароксизмов желудочковых тахикардий (ЖТ) у больных хронической сердечной недостаточностью (ХСН) неишемического генеза, которым с целью первичной профилактики внезапной сердечной смерти был имплантирован кардиовертер-дефибриллятор (ИКД).

**Материал и методы.** Проведено проспективное исследование, в которое было включено 166 больных ХСН неишемического генеза в возрасте 54 (49; 59) лет с фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ)  $\leq 35\%$  с имплантированным ИКД. Время наблюдения составило 24 мес. В качестве первичной конечной точки выступал впервые возникший устойчивый пароксизм ЖТ (продолжительностью  $\geq 30$  сек), детектированный в «мониторной» зоне ЖТ, либо пароксизм ЖТ, потребовавший электротерапии. Эхокардиографическую картину оценивали с помощью 34 показателей. Точность моделей оценивали по 4 метрикам: площадь под ROC-кривой (AUC), чувствительность, специфичность и диагностическая эффективность.

**Результаты.** В ходе двухлетнего наблюдения первичная конечная точка была зарегистрирована у 32 больных (19,3%). Среднее время возникновения устойчивого эпизода ЖТ составило  $21,6 \pm 0,6$  мес (95% доверительный интервал [ДИ] 20,5-22,8 мес). Единственным параметром, выступающим в качестве независимого предиктора ЖТ, оказалась величина индексированного конечно-систолического размера ЛЖ, увеличение которой на каждую единицу повышало шансы возникновения ЖТ почти в 3 раза (ОШ=2,8; 95% ДИ 1,04-7,5;  $p=0,042$ ). Комплексный анализ эхокардиографических показателей позволил выделить 5 факторов с наибольшим прогностическим потенциалом, линейно и нелинейно связанных с возникновением ЖТ. К ним относились конечно-диастолический и конечно-систолический объем ЛЖ, масса миокарда ЛЖ, индекс относительной толщины стенок ЛЖ, верхне-нижний размер правого предсердия. Метрики лучшей прогностической модели составили: AUC –  $0,710 \pm 0,069$  с 95% ДИ 0,574-0,843; специфичность 50%, чувствительность 90,9%; диагностическая эффективность 57,1%.

**Заключение.** Проведенное исследование позволило оценить возможности результатов трансторакальной ЭхоКГ в прогнозировании вероятности возникновения ЖТ у больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ неишемического генеза. Были выявлены прогностически значимые показатели, которые можно использовать для проведения стратификации аритмического риска у исследуемой когорты больных.

**Ключевые слова:** хроническая сердечная недостаточность; желудочковые тахикардии; прогностические модели; трансторакальная эхокардиография.

**Для цитирования:** Илов Н.Н., Стомпель Д.Р., Бойцов С.А., Пальникова О.В., Нечепуренко А.А. Перспективы использования результатов трансторакальной эхокардиографии для прогнозирования желудочковых тахикардий у больных неишемической кардиомиопатией. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии* 2022;18(3):251-260. DOI:10.20996/1819-6446-2022-06-01.

## Perspectives on the Use of Transthoracic Echocardiography Results for the Prediction of Ventricular Tachyarrhythmias in Patients with Non-ischemic Cardiomyopathy

Ilov N.N.<sup>1,2\*</sup>, Stompel D.R.<sup>2</sup>, Boytsov S.A.<sup>3</sup>, Palnikova O.V.<sup>2</sup>, Nepochurenko A.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

<sup>2</sup> Federal Center for Cardiovascular Surgery, Astrakhan, Russia

<sup>3</sup> National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia

**Aim.** To perform a comparative analysis of indicators of transthoracic echocardiography (TE), to establish echocardiographic predictors and their predictive role in the occurrence of stable ventricular tachyarrhythmia (VT) paroxysms in patients with nonischemic chronic heart failure (HF) and cardioverter-defibrillator (ICD) implanted for primary prevention of sudden cardiac death.

**Material and Methods.** A prospective study was carried out, which included 166 patients with nonischemic HF at the age of 54 (49; 59) years with the left ventricle ejection fraction (LV EF)  $\leq 35\%$  and an ICD implanted. The observation time was 24 months. The primary endpoint was the first-ever stable paroxysm of VT (lasting for  $\geq 30$  seconds), detected in the «monitor» zone of VT, or paroxysm of VT, which required ICD therapy.

A total of 34 TE indicators were evaluated. Chi-square, Fischer, Manna-Whitney, single-factor logistic regression (LR), and multi-factor LR were used for data processing and analysis and for predictive modelling. Model accuracy was estimated using 4 metrics: ROC curve area (AUC), sensitivity, specificity and diagnostic efficiency.

**Results.** During the two-year observation, 32 patients (19.3%) had a primary endpoint. The average time of occurrence of a stable VT episode was  $21.6 \pm 0.6$  months (95% confidence interval [CI] 20.5-22.8 months). The value of LV end-systolic dimension was the only parameter independently associated with VT (odds ratio 2.8 per unit increase, 95% CI 1.04-7.5;  $p=0.042$ ). The complex analysis of echocardiographic indicators made it possible to identify 5 factors with the greatest predictive potential, which are linearly and nonlinearly related to occurrence of VT. These included the LV end-diastolic and end-systolic volumes, LV mass, index of relative LV wall thickness, upper-lower size of the right atrium. The metrics of the best predictive model were: AUC –  $0.710 \pm 0.069$  with 95% CI 0.574-0.843; specificity 50%, sensitivity 90.9%; diagnostic efficiency 57.1%.

**Conclusion.** The study made it possible to evaluate the possibilities of the results of TE in predicting the probability of VT occurrence in patients with nonischemic HF and reduced LV EF. Predictive indicators have been identified that can be used to stratify the arrhythmic risk in the exposed cohort of patients.

**Keywords:** chronic heart failure; ventricular tachyarrhythmia; prognostic models; transthoracic echocardiography.

**For citation:** Ilov N.N., Stoppel D.R., Boytsov S.A., Palnikova O.V., Nechepurenko A.A. Perspectives on the Use of Transthoracic Echocardiography Results for the Prediction of Ventricular Tachyarrhythmias in Patients with Non-ischemic Cardiomyopathy. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2022;18(3):251-260. DOI:10.20996/1819-6446-2022-06-01.

\*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): nikolay.ilov@gmail.com

Received/Поступила: 28.02.2022

Accepted/Принята в печать: 23.03.2022

## Введение

Известно, что возникновение желудочковых тахикардий (ЖТ) и фибрилляции желудочков (ФЖ) является жизнеугрожающим состоянием, которое может привести к внезапной сердечной смерти (ВСС) [1]. В основе манифестации этих нарушений ритма лежит электрофизиологическое ремоделирование сердца, развивающееся при появлении морфологического субстрата и предрасполагающего к электрической нестабильности миокарда (рубец, фиброз) [2]. Согласно современным представлениям в группу высокого аритмического риска относятся больные сердечной недостаточностью со сниженной фракцией выброса левого желудочка (СНнФВ) [3]. В ряде крупных исследований было доказано, что установка имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов (ИКД) является эффективной мерой первичной профилактики ВСС у этой категории больных [4].

В соответствии с действующими клиническими рекомендациями величина фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ), рассчитываемая во время трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ), является определяющей в принятии решения об имплантации ИКД больным СНнФВ, не имеющим документированных устойчивых пароксизмов ЖТ и анамнестических данных за перенесенный эпизод ВСС [3,5]. Между тем лишь 20-25% больных хронической сердечной недостаточностью (ХСН) с ФВ ЛЖ  $\leq 35\%$ , которым был имплантирован ИКД с целью первичной профилактики ВСС, получают оправданную жизнеспасующую терапию [6,7]. Большая же часть пациентов обречена на череду реимплантаций (замен устройств в связи с истощением заряда), каждая из которых, с одной стороны, увеличивает финансовые затраты государства, с другой стороны, может осложниться инфицированием ложа имплантированного устройства. Целесообразность установок ИКД особенно остро стоит для больных СНнФВ неишемического генеза, которые имеют еще меньшую частоту возникновения ЖТ [8], а значит, требуют еще более тщательного отбора [9]. Таким образом, определение показаний для имплантации ИКД только на основании ФВ ЛЖ явно нуждается в пересмотре и разработке новых подходов к стратификации аритмического риска больных СНнФВ [10].

Эхо-КГ на протяжении последних десятилетий является одним из ведущих методов диагностики патологии сердечно-сосудистой системы. Неоспоримыми преимуществами методики является неинвазивный характер исследования, относительно недорогая стоимость и доказанная высокая информативность результатов. Этот метод является рутинным в плане обследовании больных СНнФВ и позволяет не только оценить глобальную сократимость миокарда ЛЖ и определить величину ФВ ЛЖ, но и предоставить дополнительную диагностическую информацию о структуре сердца, которая может иметь самостоятельный прогностический потенциал при определении вероятности возникновения ЖТ [11].

Цель работы – провести сравнительный анализ показателей трансторакальной ЭхоКГ, установить эхокардиографические предикторы и их прогностическую роль в возникновении устойчивых пароксизмов ЖТ, либо пароксизмов ЖТ/ФЖ, потребовавших применения электротерапии (антитахикардической стимуляции или шоковой терапии) у пациентов ХСН неишемического генеза с ФВ ЛЖ  $\leq 35\%$  без синкопальных состояний, либо устойчивых желудочковых нарушений ритма в анамнезе.

## Материал и методы

Данное исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинской Декларации. Дизайн исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО Астраханского ГМУ Минздрава России (Протокол № 3 заседания ЛЭК от 30.12.2021 г.). Все пациенты, подвергнутые наблюдению, подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

## Отбор больных

Набор больных проводился в период с 2013 по 2021 гг. Было отобрано 540 больных СНнФВ, которым планировалась имплантация ИКД в качестве средства первичной профилактики ВСС. Всем пациентам был выставлен диагноз «дилатационная кардиомиопатия» после исключения других заболеваний, которые могут приводить к ХСН. Полный протокол послеопе-

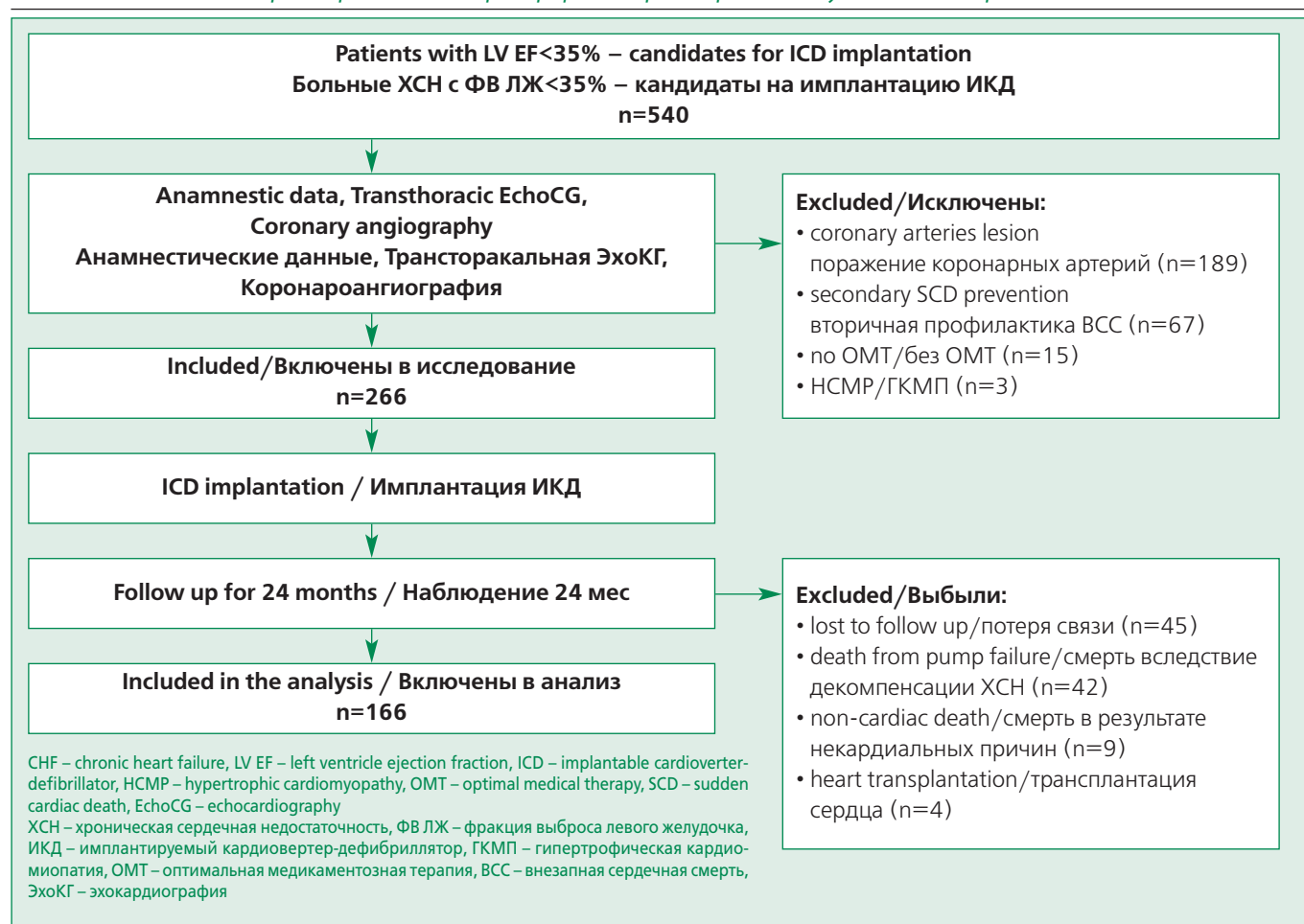


Figure 1. Flowchart diagram representing the study design

Рисунок 1. Поточная диаграмма процесса (flow chart), отражающая дизайн исследования

рационального наблюдения прошло 166 пациентов (рис. 1).

Критерии включения в исследование: ФВ ЛЖ  $\leq$  35%; ХСН NYHA 3-4 функционального класса на фоне оптимальной медикаментозной терапии в течение последних 6 мес; отсутствие документированных устойчивых пароксизмов ЖТ/ФЖ, анамнестических данных за перенесенный эпизод ВСС.

Критерии исключения из исследования: наличие гемодинамически значимого поражения коронарного русла по данным коронароангиографии; гипертрофическая кардиомиопатия; аритмогенная дисплазия правого желудочка; клапанная болезнь сердца; верифицированные наследственные каналопатии.

### Имплантация и программирование ИКД

Всем включенным в исследование пациентам в качестве средства первичной профилактики ВСС был имплантирован ИКД [3,4]. В связи с наличием выраженных нарушений внутрижелудочковой проводимости в 55% случаев (n=91) имплантировался ИКД с функцией сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ-Д). Имплантация устройств проводилась согласно при-

нятым методикам [12,13]. Биполярный или квадripолярный левожелудочковый электрод имплантировался при помощи системы доставки в одну из вен коронарного синуса. Предпочтительной для имплантации была боковая вена сердца, обычно располагающаяся над зоной поздней активации ЛЖ у больных с полной блокадой левой ножки пучка Гиса.

Программирование ИКД проводилось интраоперационно, на 4-5-е сут и через 3 мес после имплантации устройства, далее 1 раз в 12 мес. Для проведения процедуры использовались программаторы, разработанные фирмами-производителями имплантируемых электронных устройств.

Параметры, устанавливаемые для стимуляции, выбирались исходя из необходимости лечения брадикардии (у больных с ИКД без функции СРТ). В случае имплантации СРТ-Д для обеспечения стимуляции ЛЖ выбирался вектор с меньшим порогом стимуляции и отсутствием стимуляции диафрагмального нерва. Подбор предсердно-желудочковой задержки осуществлялся таким образом, чтобы обеспечить максимальный (приближенный к 100%) процент бивентрикулярной стимуляции. Межжелудочковая задержка определялась

**Table 1. Echocardiographic parameters defined as dichotomous indicators (labelled as "pat")**

**Таблица 1. Значения исследуемых эхокардиографических параметров, используемые для определения дихотомических показателей (маркировка «pat»).**

Значение	ИКДР <sub>pat</sub>		ИКСП <sub>pat</sub>		ТЗСЛЖ <sub>pat</sub>		ТМЖП <sub>pat</sub>		иОТСЛЖ <sub>pat</sub>
	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины	
	>3,1 см/м <sup>2</sup>	>3,2 см/м <sup>2</sup>	>2,1 см/м <sup>2</sup>	>2,1 см/м <sup>2</sup>	>1 см	>0,9 см	>1 см	>0,9 см	>0,42
ИКДР <sub>pat</sub> – величина индекса конечно-диастолического размера, превышающая верхний порог референтного диапазона; ИКСП <sub>pat</sub> – величина индекса конечно-систолического размера, превышающая верхний порог референтного диапазона; ТЗСЛЖ <sub>pat</sub> – толщина задней стенки левого желудочка, превышающая верхний порог референтного диапазона; ТМЖП <sub>pat</sub> – толщина межжелудочковой перегородки, превышающая верхний порог референтного диапазона; иОТСЛЖ <sub>pat</sub> – индекс относительной толщины стенок левого желудочка, превышающий верхний порог референтного диапазона									

по минимальной продолжительности стимулированного желудочкового комплекса на ЭКГ. При наличии возможности для подбора задержек использовались автоматические алгоритмы производителей [14].

Для детекции желудочковых нарушений ритма сердца (первичная конечная точка) применялось двухзонное программирование (зона ЖТ=160 уд/мин, зона ФЖ=200 уд/мин) с активацией алгоритмов дискриминации наджелудочковых тахикардий. Программирование ИКД осуществлялось таким образом, чтобы свести к минимуму вероятность необоснованных срабатываний ИКД и, по возможности, заменить высоковольтные разряды на антитахикардическую стимуляцию (АТС). В соответствии с экспертным консенсусом по оптимальному программированию и тестированию ИКД [15] у части пациентов зона ЖТ программировалась как «мониторная», то есть, при регистрации спонтанной активности в этой зоне проводилась детекция желудочковых нарушений ритма, но электротерапия (АТС или шоковая терапия) не применялась.

### Послеоперационное наблюдение

Включенные в исследование пациенты наблюдались в течение 2-х лет. При выборе продолжительности наблюдения мы руководствовались результатами ранее опубликованных исследований, указывающих на то, что в большинстве случаев первый эпизод обоснованной электротерапии у больных СНнФВ с ИКД, имплантированными с целью первичной профилактики ВСС, происходит в период 1-2 года после имплантации устройства [6, 16].

Пациенты приглашались на визит в клинику через 3-12-24 мес после имплантации. В ходе наблюдения у пациентов на визитах программирования ИКД фиксировались события, обнаруженные имплантированным устройством, входящие в различные зоны детекции. В зависимости от установленной программы имплантированного устройства при соблюдении условий частоты ритма, устойчивости тахикардии и применения алгоритмов дискриминации тахикардий, применялась соответствующая электротерапия с занесением эпизода в память ИКД, что позволяло детально оценить каждый

эпизод с учетом сохраненных электрограмм. Оценивалась дата возникновения эпизода ЖТ/ФЖ, адекватность работы дискриминаторов ритма, целесообразность применения электротерапии.

Половине больных (n=80) осуществлялся удаленный мониторинг за ИКД (Medtronic Carelink, Biotronik Home Monitoring). Удаленные оповещения были настроены для информирования врача-исследователя о возникновении признаков возможной дисфункции электродов и регистрации пароксизмов аритмий, в том числе, потребовавших применения электротерапии.

### Анализ эхокардиограммы

Всем пациентам двумя экспертами перед или непосредственно после имплантации проводилась трансторакальная ЭхоКГ на ультразвуковом аппарате экспертного класса Philips EPIQ 5 по стандартному протоколу с использованием следующих методик: двухмерная ЭхоКГ, М-режим, доплеровская ЭхоКГ (режим импульсного и постоянно-волнового доплера), режим цветного доплеровского картирования кровотока. У всех пациентов получали стандартные трансторакальные проекции и сечения. С целью определения фаз сердечного цикла использовалась синхронная запись с электрокардиограммой. При обследовании пациентов производилась запись на жесткий диск ультразвукового аппарата для последующего просмотра и кадрового анализа различных параметров работающего сердца больного в реальном масштабе и времени. В процессе ЭхоКГ определялись форма и размеры камер сердца, внутрисердечных структур, аорты и легочной артерии, исключалось наличие врожденных и приобретенных аномалий структур сердца.

Определялись размеры левого предсердия: передне-задний (ЛП<sub>пз</sub>), медиально-латеральный (ЛП<sub>шир</sub>) и верхне-нижний (ЛП<sub>дл</sub>), объем ЛП (VЛП); правого предсердия: медиально-латеральный (ПП<sub>шир</sub>) и верхне-нижний (П<sub>дл</sub>); правого желудочка; толщины межжелудочковой перегородки (ТМЖП); задней стенки ЛЖ (ЗСЛЖ); линейные размеры ЛЖ: конечно-систолический (КСР) ЛЖ и конечно-диастолический (КДР); объемные характеристики ЛЖ: конечно-систолический

объем (КСО) и конечно-диастолический объем (КДО); индексированные показатели линейных и объемных измерений ЛЖ: иКСР, иКДР, иКСО, иКДО; ФВ ЛЖ [17]. Отличными от нормы (маркировка «pat») считались показатели при значениях, превышающих нормативы (табл. 1).

На основании данных о систолическом градиенте давления на трикуспидальном клапане (СГдТК) и давлении в правом предсердии (ДПП) проводился расчет уровня систолического давления в легочной артерии (СДЛА) по формуле:  $СДЛА = СГдТК + ДПП$ . ДПП определялось с учетом диаметра и степени коллабироваия нижней полой вены: 0-5 мм рт.ст. при нормальном диаметре нижней полой вены и коллапсе вены на вдохе >50%; 10 мм рт.ст. при дилатации вены и сохраненном коллабироваии; 15 мм рт.ст. при расширении вены и коллапсе <50%; 20 мм рт.ст., когда вена дилатирована, а ее диаметр на вдохе не меняется.

Среднюю толщину стенок ЛЖ (СрТСЛЖ) рассчитывали по формуле:  $СрТСЛЖ = (ТМЖП + ТЗСЛЖ) / 2$ . Индекс относительной толщины стенок ЛЖ (иОТСЛЖ) рассчитывали по формуле:  $иОТСЛЖ = (2 \times ТЗСЛЖ) / КДР$ . Массу миокарда ЛЖ (ММЛЖ) рассчитывали по формуле:  $ММЛЖ = 0,8 \times (1,04 \times [(КДР + ТЗСЛЖ + ТМЖП)^3 - (КДР)^3]) + 0,6$  и индексировали к площади поверхности тела (иММЛЖ). Значения иММЛЖ > 115 г/м<sup>2</sup> у мужчин и > 95 г/м<sup>2</sup> у женщин рассматривались как признаки гипертрофии ЛЖ. При данных значениях иММЛЖ и иОТСЛЖ > 0,42 (иОТСЛЖ<sub>pat</sub>) диагностировали концентрическую гипертрофию, а при иОТСЛЖ ≤ 0,42 – эксцентрическую гипертрофию, в случае нормальных значений иММЛЖ и иОТСЛЖ > 0,42 верифицировалось наличие концентрического ремоделирования ЛЖ [17].

Увеличение ЛП (ЛП<sub>pat</sub>) устанавливали при ЛП<sub>дл</sub> > 5 см и ЛП<sub>шир</sub> > 4 см, ПП считали увеличенным (ПП<sub>pat</sub>) при ПП<sub>дл</sub> > 4,6 см и ПП<sub>шир</sub> > 3,9 см.

Оценивалась функция митрального, трикуспидального и аортального клапанов. Патологическими считалось наличие регургитации любой степени на аортальном клапане (АР<sub>pat</sub>), второй и более высокой степени на митральном и трикуспидальном клапанах (МР<sub>pat</sub> и ТР<sub>pat</sub>, соответственно).

### Конечные точки исследования

В качестве первичной конечной точки выступал впервые возникший устойчивый пароксизм ЖТ (продолжительностью ≥ 30 секунд), детектированный в «мониторной» зоне ЖТ, либо пароксизм ЖТ/ФЖ, потребовавший электротерапии (АТС или шоковой терапии).

### Статистический анализ

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов па-

раметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов проводилась в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2010. Статистический анализ осуществлялся с использованием программы IBM SPSS Statistics 23 (IBM, США). Описание и сравнение количественных показателей выполнялось с учетом распределения, соответствие которого нормальному оценивалось с помощью критерия Колмагорова-Смирнова. При подтверждении нормальности распределения данные описывались с помощью средней арифметической (M) и стандартного отклонения (SD). Сравнение выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента. При отсутствии нормальности распределения указывались значения медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>), показатели сравнивались с помощью критерия Манна-Уитни. Сравнение показателей, измеренных в номинальной шкале, проводилось при помощи критерия χ<sup>2</sup> Пирсона. В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей нами использовался показатель отношения шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (ДИ). Значимость фактора считалась доказанной в случае нахождения доверительного интервала за пределами границы отсутствия эффекта, принимаемой за 1. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Построение многофакторной прогностической модели для определения двухлетней вероятности возникновения ЖТ у больных СНнФВ на основании исследуемых ЭхоКГ показателей выполнялось при помощи метода бинарной логистической регрессии.

**Table 2. Clinical and demographic characteristics of included patients**

**Таблица 2. Клинико-демографическая характеристика пациентов, включенных в исследование**

Клинический показатель	Значение
Возраст, лет	54 (49; 59)
Мужской пол, n (%)	125 (75)
АГ, n (%)	76 (46)
Сахарный диабет, n (%)	22 (13)
Ожирение, n (%)	66 (40)
Мозговой инсульт, n (%)	13 (8)
ХБП, n (%)	76 (46)
Неустойчивые ЖТ, n (%)	10 (6)
ФП (пароксизмальная/персистирующая форма), n (%)	38 (23)
ФП (постоянная форма), n (%)	8 (5)
Данные представлены в виде Me (Q1; Q3), если не указано иное	
АГ – артериальная гипертензия, ХБП – хроническая болезнь почек, ЖТ – желудочковые тахикардии, ФП – фибрилляция предсердий	

Table 3. Echocardiographic parameters measured in the study groups

Таблица 3. Изучаемые эхокардиографические показатели в зависимости от достижения конечной точки

Эхокардиографические показатели	Все пациенты (n=166)	Пациенты без ЖТ (n=134)	Пациенты с ЖТ (n=32)	p*
КДО, мл	240 (204; 299)	238 (205; 296)	234 (208; 298)	0,72
иКДО, мл/м <sup>2</sup>	124 (102; 147)	117 (100; 147)	125 (105; 154)	0,25
КСО, мл	165 (139; 211)	162 (139; 208)	173 (137; 208)	0,61
иКСО, мл/м <sup>2</sup>	83 (69; 106)	82 (67; 106)	96 (78; 119)	0,29
КДР, см	6,8 (6,3; 7,4)	6,7 (6,2; 7,4)	6,7 (6,4; 7,3)	0,34
иКДР, см/м <sup>2</sup>	3,5 (3,0; 3,9)	3,5 (3,0; 3,8)	3,6 (3,3; 4,0)	0,11
КСР, мм	5,9 (5,6; 6,5)	6 (5,3; 6,5)	5,9 (5,8; 6,3)	0,37
иКСР, см/м <sup>2</sup>	3,1 (2,7; 3,4)	2,9 (2,6; 3,3)	3,1 (2,9; 3,5)	0,042
ТМЖП, см	1,0 (0,8; 1,2)	1,0 (0,8; 1,2)	1,0 (0,9; 1,2)	0,98
ТЭСЛЖ, см	1,1 (1,0; 1,2)	1,1 (0,9; 1,2)	1,0 (1,0; 1,2)	0,93
СрТЭСЛЖ, см	0,9 (1,0; 1,2)	1,0 (0,9; 1,2)	1,0 (0,9; 1,2)	0,88
иОТЭСЛЖ, см	0,31 (0,26; 0,36)	0,31 (0,25; 0,36)	0,30 (0,26; 0,33)	0,56
ФВ Simpson, %	29 (25; 34)	29 (25; 35)	27 (22; 31)	0,42
ММЛЖ, гр	333 (276; 377)	319 (257; 371)	350 (276; 409)	0,43
иММЛЖ, гр/м <sup>2</sup>	168 (141; 196)	167 (136; 185)	169 (156; 232)	0,16
ЛП <sub>дл</sub> , см	6,0 (5,4; 6,5)	6,0 (5,4; 6,6)	5,9 (5,4; 6,5)	0,93
ЛП <sub>шир</sub> , см	4,7 (4,3; 5,4)	4,8 (4,4; 5,4)	4,6 (4,3; 5)	0,53
ЛП <sub>пз</sub> , см	4,7 (4,3; 5,2)	4,7 (4,3; 5,3)	4,7 (4; 5,2)	0,47
ВЛП, мл	103 (78; 127)	105 (81; 127)	79 (70; 119)	0,22
ПП <sub>дл</sub> , см	5,2 (4,5; 6,0)	5,6 (4,7; 6,0)	4,8 (4,4; 5,5)	0,06
ПП <sub>шир</sub> , см	4,0 (3,6; 4,4)	4,1 (3,7; 4,6)	3,8 (3,3; 4,4)	0,09
СДЛА, мм рт.ст.	45 (36; 57)	47 (39; 59)	38 (30; 55)	0,26
Концентрическая гипертрофия ЛЖ, n (%)	22 (13)	17 (13)	5 (16)	0,92
Эксцентрическая гипертрофия ЛЖ, n (%)	144 (87)	117 (87)	27 (84)	0,92
ПП <sub>пат</sub> , n (%)	82 (49)	68 (51)	14 (44)	0,61
ЛП <sub>пат</sub> , n (%)	129 (78)	105 (78)	24 (75)	0,72
АР <sub>пат</sub> , n (%)	3 (2)	1 (1)	2 (6)	0,41
МР <sub>пат</sub> , n (%)	118 (71)	96 (72)	22 (69)	0,53
ТР <sub>пат</sub> , n (%)	55 (33)	47 (35)	8 (25)	0,43
иКДР <sub>пат</sub> , n (%)	125 (75)	95 (71)	30 (94)	0,07
иКСР <sub>пат</sub> , n (%)	161 (97)	129 (96)	32 (100)	0,9
ТЭСЛЖ <sub>пат</sub> , n (%)	97 (58)	76 (57)	21 (66)	0,78
ТМЖП <sub>пат</sub> , n (%)	84 (51)	67 (50)	17 (53)	0,83
иОТЭСЛЖ <sub>пат</sub> , n (%)	22 (13)	17 (13)	5 (16)	0,55

\* - при сравнении пациентов без ЖТ с пациентами с ЖТ

Данные представлены в виде Me (Q1; Q3), если не указано иное

КДО – конечно-диастолический объем, иКДО – индексированный КДО, КСО – конечно-систолический объем, иКСО – индексированный КСО, КДР – конечно-диастолический размер, иКДР – индексированный КДР, КСР – конечно-систолический размер, иКСР – индексированный КСР, ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки, ТЭСЛЖ – толщина задней стенки ЛЖ, СрТЭСЛЖ – средняя толщина стенки левого желудочка, иОТЭСЛЖ – индекс относительной толщины стенки левого желудочка, ФВ – фракция выброса, ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка, иММЛЖ – индекс массы миокарда левого желудочка, ЛП<sub>пз</sub> – передне-задний размер левого предсердия, ЛП<sub>шир</sub> – медиально-латеральный размер левого предсердия, ЛП<sub>дл</sub> – верхне-нижний размер левого предсердия, ВЛП – объем левого предсердия, ПП<sub>шир</sub> – медиально-латеральный размер правого предсердия, ПП<sub>дл</sub> – верхне-нижний размер правого предсердия, АР<sub>пат</sub> – патологическая регургитация на аортальном клапане, МР<sub>пат</sub> – патологическая регургитация на митральном клапане, ТР<sub>пат</sub> – патологическая регургитация на трикуспидальном клапане, иКДР<sub>пат</sub>, иКСР<sub>пат</sub>, ТЭСЛЖ<sub>пат</sub>, ТМЖП<sub>пат</sub>, иОТЭСЛЖ<sub>пат</sub> – значения соответствующих показателей, превышающих верхний порог референтного диапазона (см. табл. 2). ЛП<sub>пат</sub> устанавливали при ЛП<sub>дл</sub> > 5 см и ЛП<sub>шир</sub> > 4 см, ПП<sub>пат</sub> определяли при ПП<sub>дл</sub> > 4,6 см и ПП<sub>шир</sub> > 3,9 см.

Отбор независимых переменных производился методом пошаговой обратной селекции с использованием в качестве критерия исключения статистики Вальдовского. Статистическая значимость полученной модели

определялась с помощью критерия  $\chi^2$ . Мерой определенности, указывающей на ту часть дисперсии, которая может быть объяснена с помощью логистической регрессии, служил показатель  $R^2$  Найджелкерка. Для

**Table 4. Relationship between the investigated factors and the study endpoint**  
**Таблица 4. Взаимосвязь между исследуемыми факторами и конечной точкой**

Факторы	Однофакторный анализ			Многофакторный анализ		
	ОШ	95% ДИ	р	ОШ	95% ДИ	р
иКСР	2,80	1,04-7,50	0,042	-	-	-
иКДР <sub>pat</sub>	2,40	0,94-5,90	0,070	-	-	-
ПП <sub>дл</sub>	0,54	0,29-1,03	0,060	0,17	0,04-0,70	0,014
КДО	1,002	0,99-1,01	0,420	0,93	0,88-0,98	0,011
КСО	1,003	0,99-1,01	0,360	1,10	1,01-1,14	0,034
иОТСЛЖ	0,024	0,001-17,6	0,270	0,0001	0,0001-0,74	0,046
ММЛЖ	1,004	0,99-1,01	0,180	1,02	1,00-1,03	0,016

ОШ – отношение шансов, ДИ – доверительный интервал, иКСР – индекс конечно-систолического размера, иКДР<sub>pat</sub> – величина индекса конечно-диастолического размера, превышающая верхний порог референтного диапазона (см. табл. 2); КДО – конечно-диастолический объем, КСО – конечно-систолический объем, иОТСЛЖ – индекс относительной толщины стенки левого желудочка, ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка, ПП<sub>дл</sub> – верхне-нижний размер правого предсердия

оценки прогностической значимости модели и нахождения порогового значения полученной функции в точке cut-off проводился ROC-анализ с расчетом площади под кривой (AUC).

### Результаты

Основные клинико-демографические показатели включенных в исследование больных представлены в табл. 2.

В целом для изучаемой когорты больных было характерно увеличение линейных и объемных размеров ЛЖ и значительное снижение ФВ ЛЖ (табл. 3). Преобладало патологическое ремоделирование ЛЖ по типу эксцентрической гипертрофии (n=144; 87%). Примерно у половины включенных в исследование больных регистрировалось увеличение толщины ТМЖП и ТЗСЛЖ (51% и 58% соответственно). На фоне атриомегалии чаще определялась патологическая митральная регургитация (71% против 33% больных с трикуспидальной регургитацией).

В ходе двухлетнего наблюдения первичная конечная точка была зарегистрирована у 32 больных (19,3%). Среднее время возникновения устойчивого эпизода ЖТ составило 21,6±0,6 мес (95% ДИ 20,5-22,8 мес).

Сформированные в зависимости от достижения конечной точки группы статистически значимо различались по величине иКСР (p=0,042). Различия между группами по значениям иКДР<sub>pat</sub>, ПП<sub>дл</sub> и ПП<sub>шир</sub> имели уровни значимости, близкие к критическому (p=0,07; p=0,06; p=0,09, соответственно).

Однофакторный анализ показал, что увеличение величины иКСР на каждую единицу повышает шансы возникновения ЖТ почти в 3 раза (ОШ=2,8; 95% ДИ 1,04-7,5; p=0,042).

Прогностические модели, составленные на основании только линейных, объемных и дихотомических характеристик ЛЖ, имели низкую чувствительность (не выше 6%). При добавлении в многофакторную

модель размеров ЛП и ПП, УЛП, СДЛА и дихотомических показателей AP<sub>pat</sub>, MP<sub>pat</sub>, TP<sub>pat</sub> была получена прогностическая модель, которую можно описать следующим уравнением (1):

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

$$z = 13,1 - 0,8 \times X_{\text{КДО}} + 0,7 \times X_{\text{КСО}} - 15,4 \times X_{\text{иОТСЛЖ}} - 1,8 \times X_{\text{ПП}_{\text{дл}}} + 0,02 \times X_{\text{ММЛЖ}} \quad (1),$$

где p – двухлетняя вероятность возникновения ЖТ, X<sub>КДО</sub> – КДО ЛЖ, X<sub>КСО</sub> – КСО ЛЖ, X<sub>иОТСЛЖ</sub> – величина индекса относительной толщины стенок ЛЖ, X<sub>ПП<sub>дл</sub></sub> – размер ПП<sub>дл</sub>, X<sub>ММЛЖ</sub> – ММЛЖ, e – математическая константа, приблизительно равная 2,71828.

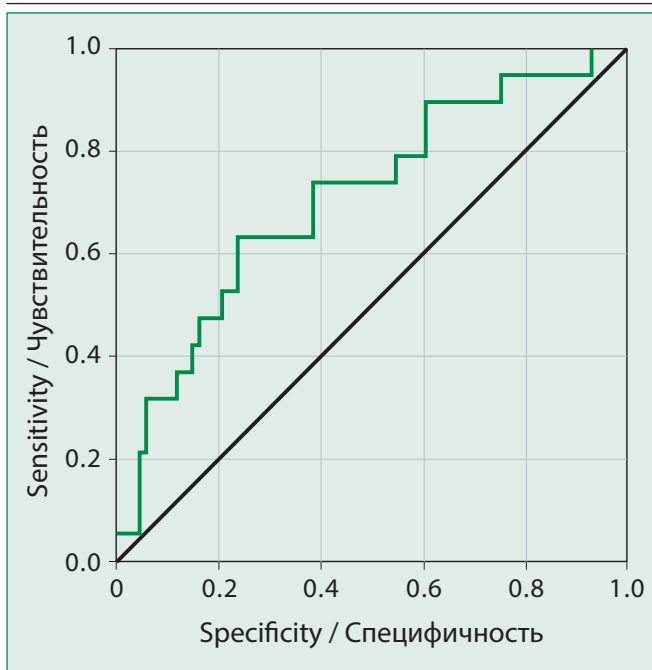
Исходя из значений регрессионных коэффициентов, эхокардиографические параметры КСО ЛЖ, ММЛЖ имеют прямую связь, а показатели КДО ЛЖ, иОТСЛЖ, ПП<sub>дл</sub> – обратную связь с двухлетней вероятностью возникновения ЖТ. Полученная регрессионная модель является статистически значимой (p=0,003), равно как и каждый из включенных в модель параметров, имеет статистический уровень значимости (табл. 4).

Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель (1) учитывает 41,8% факторов, определяющих двухлетнюю вероятность возникновения ЖТ у больных СНнФВ ишемического генеза. Диагностическая эффективность составила 88,9% (чувствительность – 45,5%, специфичность – 98,1%).

Площадь под ROC-кривой, соответствующей взаимосвязи двухлетнего прогноза ЖТ и значения регрессионной функции, составила 0,71±0,069 с 95% ДИ 0,574-0,843 (рис. 2).

Пороговое значение функции (1) в точке cut-off составило 0,0521. Значения равные или превышающие данное значение соответствовали прогнозу возникновения ЖТ в течение ближайших 2 лет. Чувствительность и специфичность метода составили 78,9% и 54,4% соответственно.

После корректировки порога классификации, исходя из результатов анализа ROC-кривой, диагностическая



**Figure 2. Receiver operating characteristic curve (ROC) for prediction of ventricular tachyarrhythmias based on the prognostic model (1)**

**Рисунок 2. ROC-кривые, отображающие взаимосвязь между полученной прогностической моделью (1) и вероятностью возникновения ЖТ**

эффективность полученной прогностической модели составила 57,1% (чувствительность 90,9% специфичность 50%).

## Обсуждение

Следует отметить, что работы, посвященные поиску эхокардиографических показателей, ассоциированных с аритмическим риском у больных СНнФВ, немногочисленны. В большинстве из них в качестве предикторов ЖТ исследуются параметры новейших эхокардиографических методов исследования движения миокарда в реальном времени (тканевого доплера, технологии двумерной деформации), которые, несомненно, улучшают точность диагностики субстрата ЖТ/ФЖ. Между тем в нашей стране традиционная ЭхоКГ остается самым доступным методом кардиовизуализации, что делает потенциальное применение рутинных эхокардиографических характеристик для стратификации аритмического риска актуальным и востребованным в клинике.

Полученные до имплантации ИКД данные ЭхоКГ продемонстрировали, что у всех включенных в исследование больных СНнФВ был инициирован процесс ремоделирования камер сердца со значительным увеличением линейных и объемных показателей ЛЖ и предсердий, диффузным гипокинезом и значительным снижением ФВ ЛЖ. Вопреки этой общей тенденции степень аритмического риска у исследуемых больных

в течение периода наблюдения оказалась неодинаковой. В ходе проведенного проспективного исследования частота регистрации конечной точки в течение двухлетнего наблюдения составила 19%, что указывает на низкую чувствительность ФВ ЛЖ как критерия отбора на имплантацию ИКД.

Было показано, что группы, сформированные в зависимости от достижения конечной точки, не различались по широко используемым в практике эхокардиографическим параметрам: КДО, КСО, ТМЖП, ТСЛЖ, ММЛЖ, ФВ ЛЖ. Единственным параметром, выступающим в качестве независимого предиктора ЖТ, оказалась величина иКСР, увеличение которой на каждую единицу повышало шансы возникновения ЖТ почти в 3 раза (ОШ=2,8; 95% ДИ 1,04-7,5;  $p=0,042$ ). Между тем в группе больных с ЖТ отмечалась тенденция к более высоким значениям иКСР и  $ИКДР_{pat}$  – ЭхоКГ показателям, индексированным по площади поверхности тела, необходимость использования которых отмечается в действующих регламентирующих документах [18]. К похожим результатам пришли J.N. Catanzaro и соавт., продемонстрировавшие, что увеличение КСР более 4 см в 2 раза увеличивало шансы возникновения ЖТ (ОШ=2,5;  $p=0,02$ ) [11]. Можно предположить, что большие линейные размеры ЛЖ в систолу могут указывать на более выраженную внутрижелудочковую механическую диссинхронию, которую многие исследователи рассматривают в качестве независимого предиктора индукции ЖТ/ФЖ [19].

В одном из исследований, посвященных изучению рассматриваемого вопроса, был сделан вывод о том, что частота желудочковых аритмий выше в случае диагностирования гипертрофии ЛЖ, верифицированной при ТМЖП и ЗСЛЖ  $\geq 1,2$  см, или увеличении ММЛЖ, индексированной по росту  $\geq 163$  г/м у мужчин и  $\geq 121$  г/м для женщин (в 2 и 3 раза соответственно) [20]. Эти показатели часто включаются в многофакторные модели [21]. Согласно нашим результатам ММЛЖ и иОТСЛЖ оказались значимыми факторами в составе прогностической модели ( $p=0,016$  и  $p=0,046$  соответственно). Вероятно, требует внимания тот факт, что почти все подвергнутые наблюдению больные имели значения ММЛЖ и иОТСЛЖ, позволяющие интерпретировать геометрию ЛЖ как эксцентрическую гипертрофию ( $n=144$ ; 87%). Считается, что эксцентрическая и концентрическая гипертрофия (диагностирована у 13% больных) могут указывать на высокий аритмический риск, и ассоциированы с ВСС [22]. В наше исследование были включены больные со значительным снижением систолической функции ЛЖ, и, возможно, требуется разработка иных диагностических критериев, либо описание новых типов ремоделирования, более чувствительных к риску ВСС у больных СНнФВ.



Интересной находкой стало определение возможного прогностического потенциала размеров ПП. Взаимосвязь между верхне-нижним размером и вероятностью возникновения ЖТ имела обратный характер и высокий уровень статистической достоверности (при однофакторном анализе  $p=0,06$ ; при многофакторном анализе  $p=0,014$ ). Несмотря на то, что в группе больных без ЖТ как медиально-латеральный, так и верхне-нижний размеры ПП были выше ( $p<0,1$ ), частота атриомегалии в обеих группах была сопоставима (51% и 45% соответственно,  $p=0,6$ ). Можно предположить, что клинической манифестацией ремоделирования предсердий у больных СНнФВ неишемического генеза является возникновение и персистенция фибрилляции предсердий (ФП), которая имеет тесную связь с аритмогенным вариантом ВСС [23]. Согласно ранее полученным нами результатам ФП почти в 3 раза увеличивала риск возникновения фатальных желудочковых тахикардий у больных СНнФВ, не имеющих поражения коронарных артерий [8]. В данном исследовании статистически значимой линейной корреляции между частотой ЖТ/ФЖ и размерами ЛП и ПП выявлено не было, однако исключение этих показателей во время проведения логистической регрессии значительно снижало диагностическую ценность результатов.

В ходе исследования была получена многофакторная прогностическая модель, включающая только показатели ЭхоКГ, при этом важно, что для нее была характерна высокая чувствительность (90,9%), что позволяет с большой точностью верифицировать высокий риск возникновения ЖТ/ФЖ. Площадь под ROC-кривой, соответствующей взаимосвязи двухлетнего прогноза ЖТ и значения регрессионной функции, составила  $0,710 \pm 0,069$ , что соответствует хорошему качеству прогностической модели.

Представленные в публикации данные являются промежуточными результатами продолжающегося одноцентрового проспективного исследования, в которое будет включено не менее 450 больных СНнФВ. Несомненно, увеличение количества наблюдений по мере включения новых больных может повысить значимость будущих результатов. Одним из главных выводов, имеющих практическое значение, может стать гипотеза о том, что для больных СНнФВ неишемического генеза двухлетняя вероятность возникновения желудочковых тахикардий может прогнозироваться не только на основании линейных и объемных размеров ЛЖ, но, вероятно, важное значение имеют и эхокардиографические характеристики предсердий.

## Ограничение исследования

Данное исследование имеет несколько ограничений: помимо небольшого числа включенных пациентов, к ним можно отнести одноцентровый характер исследования.

Конечная точка оценивалась на основании данных опроса имплантированных ИКД. Ограничением идентификации эпизодов ЖТ была величина нижней частоты детектируемых устройством желудочковых событий (для всех пациентов это желудочковая аритмия с частотой менее 160/мин). По этой причине эпизоды ЖТ с более низкой частотой могли быть не диагностированы.

Половине включенных в исследование пациентов (55%) был имплантирован СРТ-Д. Характер ответа на эту терапию в данном исследовании не изучался. Несмотря на примерно одинаковое распределение устройств в группах, сформированных в зависимости от возникновения первичной конечной точки, проводимая кардиоресинхронизирующая терапия потенциально могла модифицировать первичный субстрат ВСС у отдельных наблюдаемых пациентов.

## Заключение

Эхокардиографическая картина больных СНнФВ неишемического генеза, помимо диффузного гипокинеза и снижения глобальной сократимости ЛЖ, включает ремоделирование камер сердца со значительным увеличением линейных и объемных показателей ЛЖ и предсердий. Величина ФВ ЛЖ не позволяет проводить стратификации аритмического риска внутри группы больных СНнФВ. Согласно полученным результатам, индексированный по площади поверхности тела КСР ЛЖ является единственным независимым предиктором желудочковых тахикардий. Использование эхокардиографических характеристик предсердий в составе многофакторных прогностических моделей может оказаться перспективным для улучшения выявления пациентов СНнФВ с высоким аритмическим риском.

**Отношения и Деятельность.** Нет.

**Relationships and Activities.** None.

**Финансирование:** Исследование проведено при поддержке Астраханского государственного медицинского университета, Федерального центра сердечно-сосудистой хирургии, Национального медицинского исследовательского центра кардиологии.

**Funding:** The study was performed with the support of the Astrakhan State Medical University, Federal Center for Cardiovascular Surgery, National Medical Research Center of Cardiology.

## References / Литература

- Shlyakhto EV, Arutyunov GP, Belenkov YuN, et al. National recommendations on risk estimation and sudden cardiac death prevention (2-nd edition). Moscow: MedPraktika-M; 2018. (In Russ.) Шляхто Е.В., Арутюнов Г.П., Беленков Ю.Н., и др. Национальные рекомендации по определению риска и профилактике внезапной сердечной смерти (2-е издание). М.: МедПрактика-М; 2018.
- Disertori M, Masè M, Ravelli F. Myocardial fibrosis predicts ventricular tachyarrhythmias. Trends Cardiovasc Med. 2017;27(5):363-72. DOI:10.1016/j.tcm.2017.01.011.
- Al-Khatib SM, Stevenson WG, Ackerman MJ, et al. 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death: Executive Summary. Circulation. 2018;138(13):e210-71. DOI:10.1161/CIR.0000000000000548.
- Revishvili ASH, Shlyakhto EV, Popov SV, et al. Clinical recommendations for the use of electrophysiological study, catheter ablation and implantable cardiac electronic devices. Moscow: GEOTAR-Media; 2017 (In Russ.) [Ревишвили А.Ш., Шляхто Е.В., Попов С.В., и др. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических устройств. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2017].
- McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. Eur Heart J. 2021;42(36):3599-726. DOI:10.1093/eurheartj/ehab368.
- Amara N, Boveda S, Defaye P, et al. Implantable cardioverter-defibrillator therapy among patients with non-ischaemic vs. ischaemic cardiomyopathy for primary prevention of sudden cardiac death. Europace. 2017;20(1):65-72. DOI:10.1093/europace/euw379.
- Ilov NN, Surikova ON, Boytsov SA, et al. Possibilities for predicting ventricular tachyarrhythmias in patients with heart failure with reduced ejection fraction based on surface electrocardiography. First results from a single-center prospective study. Russ J Cardiol. 2021;26(12):4661 (In Russ.) [Илов Н.Н., Сурикова О.Н., Бойцов С.А., и др. Возможности прогнозирования риска возникновения желудочковых тахикардий у больных хронической сердечной недостаточностью со сниженной фракцией выброса левого желудочка на основе анализа поверхностной электрокардиограммы. Первые результаты одноцентрового проспективного исследования. Российский Кардиологический Журнал. 2021;26(12):4661]. DOI:10.15829/1560-4071-2021-4661.
- Ilov NN, Palnikova OV, Stompel DR, et al. Clinical predictors of occurrence of ventricular tachyarrhythmias in patients with reduced left ventricle ejection fraction. Results of single-center prospective study. Kardiologia. 2021;61(5):32-40. (In Russ.) [Илов Н.Н., Пальникова О.В., Стомпель Д.Р., и др. Клинические предикторы возникновения желудочковых тахикардий у больных со сниженной систолической функцией левого желудочка. Результаты одноцентрового проспективного исследования. Кардиология. 2021;61(5):32-40]. DOI:10.18087/CARDIO.2021.5.N1480.
- Halliday BP, Cleland JGF, Goldberger JJ, et al. Personalizing Risk Stratification for Sudden Death in Dilated Cardiomyopathy: The Past, Present, and Future. Circulation. 2017;136(2):215-31. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.116.027134.
- Ilov NN, Palnikova OV, Stompel DR, et al. Risk stratification of sudden cardiac death in heart failure patients: is left ventricular ejection fraction alone sufficient? Russian Journal of Cardiology. 2021;26(1):3959. (In Russ.) [Илов Н.Н., Пальникова О.В., Стомпель Д.Р., и др. Стратификация риска внезапной сердечной смерти у пациентов с сердечной недостаточностью: достаточно ли одной фракции выброса левого желудочка? Российский Кардиологический Журнал. 2021;26(1):3959]. DOI:10.15829/1560-4071-2021-3959.
- Catanzaro JN, Makaryus JN, Makaryus AN, et al. Echocardiographic Predictors of Ventricular Tachycardia. Clin Med Insights Cardiol. 2015;8(suppl 4):37-42. DOI:10.4137/CMC.S18499.
- Schmitt C, Alt E, Plewan A, Schomig A. Initial experience with implantation of internal cardioverter/defibrillators under local anaesthesia by electrophysiologists. Eur Heart J. 1996;17(11):1710-6. DOI:10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a014755.
- Daubert J-C, Saxon L, Adamson PB, et al. 2012 EHRA/HRS expert consensus statement on cardiac resynchronization therapy in heart failure: implant and follow-up recommendations and management: A registered branch of the European Society of Cardiology (ESC), and the Heart Rhythm Society; and in col. Europace. 2012;14(9):1236-86. DOI:10.1093/europace/eus222.
- Covino G, Volpicelli M, Capogrosso P. Automatic Continuous CRT Optimization to Improve Hemodynamic Response: An Italian Single-Center Experience. Int J Vasc Med. 2020;1-6. DOI:10.1155/2020/7942381.
- Stiles MK, Fauchier L, Morillo CA, et al. 2019 HRS/EHRA/APHS/LAHS focused update to 2015 expert consensus statement on optimal implantable cardioverter-defibrillator programming and testing. Europace. 2019;21(9):1442-3. DOI:10.1093/europace/euz065.
- Strickberger SA, Hummel JD, Bartlett TG, et al. Amiodarone versus implantable cardioverter-defibrillator: randomized trial in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy and asymptomatic nonsustained ventricular tachycardia - AMIOVIRT. J Am Coll Cardiol. 2003;41(10):1707-12. DOI:10.1016/S0735-1097(03)00297-3.
- Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification. Eur J Echocardiogr. 2006;7(2):79-108. DOI:10.1016/j.euje.2005.12.014.
- Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American society of echocardiography and the European association of cardiovascular imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2015;16(3):233-71. DOI:10.1093/ehjci/jev014.
- Malhotra S, Pasupula DK, Sharma RK, et al. Relationship between left ventricular dyssynchrony and scar burden in the genesis of ventricular tachyarrhythmia. J Nucl Cardiol. 2018;25(2):555-69. DOI:10.1007/s12350-017-1095-5.
- Ghali JK, Kadakia S, Cooper RS, et al. Impact of left ventricular hypertrophy on ventricular arrhythmias in the absence of coronary artery disease. J Am Coll Cardiol. 1991;17(6):1277-82. DOI:10.1016/S0735-1097(10)80135-4.
- Falsing MM, Brainin P, Andersen DM, et al. Usefulness of echocardiography for predicting ventricular tachycardia detected by implantable loop recorder in syncope patients. Int J Cardiovasc Imaging. 2021;37(11):3157-66. DOI:10.1007/s10554-021-02295-z.
- Giamouzis G, Dimos A, Xanthopoulos A, et al. Left ventricular hypertrophy and sudden cardiac death. Heart Fail Rev. 2022;27(2):711-24. DOI:10.1007/s10741-021-10134-5.
- Chao TF, Liu CJ, Tuan TC, et al. Risk and Prediction of Sudden Cardiac Death and Ventricular Arrhythmias for Patients with Atrial Fibrillation-A Nationwide Cohort Study. Sci Rep. 2017;7:46445. DOI:10.1038/srep46445.

### About the Authors / Сведения об авторах:

**Илов Николай Николаевич** [Nikolay N. Ilov]  
eLibrary SPIN 7426-3796, ORCID 0000-0003-1294-9646  
**Стомпель Динара Рафаиловна** [Dinara R. Stompel]  
eLibrary SPIN 5451-9926, ORCID 0000-0002-2400-8045  
**Бойцов Сергей Анатольевич** [Sergey A. Boytsov]  
eLibrary SPIN 7961-5520, ORCID 0000-0001-6998-8406

**Пальникова Олеся Викторовна** [Olesya V. Palnikova]  
eLibrary SPIN 3215-7250, ORCID 0000-0002-4476-5174  
**Нечепуренко Анатолий Анатольевич** [Anatoly A. Nechepurenko]  
eLibrary SPIN 5582-8428, ORCID 0000-0001-5722-9883