



Фролов А.В. ✉, Гончарик Д.Б., Козлов И.Д., Плащинская Л.И., Воробьев А.П.,
Мельникова О.П., Савченко А.А.
Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Беларусь

Анализ сердечного ритма у пациентов с имплантированными кардиовертерами- дефибрилляторами

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Фролов А.В. – концепция и математическое обоснование; Гончарик Д.Б. – концепция и дизайн исследования; Козлов И.Д. – подготовка текста статьи; Плащинская Л.И. – обследование пациентов; Воробьев А.П. – создание и анализ базы данных; Мельникова О.П. – статистическая обработка данных; Савченко А.А. – обследование пациентов. Исследование выполнено в рамках НИР № 447 подпрограммы «Кардиология и кардиохирургия».

Подана: 16.03.2023

Принята: 05.06.2023

Контакты: frolov.minsk@gmail.com

Резюме

Введение. В сравнении с медикаментозным лечением при имплантации кардиовертеров-дефибрилляторов (ИКД) аритмогенная смертность сокращается на 50%, а общая смертность – на 28%. При этом частота рецидивирующих аритмий и частота ИКД-терапии изучены мало.

Цель. Разработка метода прогнозирования желудочковых аритмий у пациентов с ИКД по данным ЭКГ-маркеров электрической нестабильности миокарда.

Материалы и методы. Обследовано 76 пациентов с ИКД, из них 71 мужчина (93,4%). Средний возраст – $61,9 \pm 12,6$ года. Контрольная группа – 151 пациент с ИБС или кардиомиопатией без клинически значимых желудочковых аритмий, средний возраст – $52,4 \pm 18,3$ года. Контролировали ЭКГ-12, ЭхоКГ, ХМ-ЭКГ и ЭКГ высокого разрешения. Оценивали комплекс следующих ЭКГ-маркеров электрической нестабильности миокарда: фрагментированный комплекс QRS, угол QRS-T $>105^\circ$, интервал QTкорр. >450 мс, дисперсия QRS >40 мс, альтернация Т-волны >45 мкВ, дисперсия QT >70 мс, дисперсия JT >70 мс, дисперсия Tpeak-Tend >103 мс, турбулентность $>0\%$ и замедление сердечного ритма $<4,5$ мс.

Результаты. У 26,1% пациентов с ИКД зарегистрированы пароксизмы желудочковой тахикардии, у 35,0% – превышение QTкорр. >450 мс, у 4,3% – пароксизмы фибрилляции предсердий, увеличение конечно-диастолического диаметра ЛЖ до $62,3 \pm 8,4$ мм и снижение индекса локальной сократимости до $1,8 \pm 0,6$ единицы. Уровень электрической нестабильности миокарда у пациентов с ИКД оказался значимо выше, чем у пациентов контрольной группы. Это зафиксировано по таким ЭКГ-маркерам, как фрагментация комплекса QRS, угол QRS-T, дисперсия QRS, дисперсия QT, альтернация Т-волны и дисперсия Tr-Te ($p < 0,022$). Разработана модель прогноза желудочковых аритмий у пациентов с ИКД, которая обладает чувствительностью 83%, специфичностью 81% и долей корректного прогноза 80,5%.



Обсуждение. У пациентов после имплантации ИКД сохраняется высокая вероятность желудочковых аритмий. У 55,3% пациентов были зафиксированы эпизоды антиаритмической и/или шоковой терапии. В подгруппе с аппаратной терапией ИКД значимо чаще фиксировали электрический шторм (21,8%), сахарный диабет 2-го типа (23,6%) и увеличение конечно-диастолического диаметра левого желудочка ($p < 0,01$).

Заключение. Использование ЭКГ-маркеров электрической нестабильности миокарда повышает точность прогноза желудочковых аритмий у пациентов с ИКД.

Ключевые слова: желудочковая тахикардия, кардиовертер-дефибриллятор, электрическая нестабильность миокарда, электрокардиография

Alexander V. Frolov ✉, Dmitry B. Goncharik, Igor D. Kozlov, Larisa I. Plaschinskaya, Anatoly P. Vorobiev, Olga P. Melnikova, Alexander A. Savchenko
Republican Scientific and Practical Centre "Cardiology", Minsk, Belarus

Heart Rhythm Analysis in Patients with Implanted Cardioverter-Defibrillators

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Alexander V. Frolov – concept and mathematical justification; Dmitry B. Goncharik – study concept and design; Igor D. Kozlov – text writing; Larisa I. Plaschinskaya – patients examination; Anatoly P. Vorobiev – database creation and analysis; Olga P. Melnikova – statistical data processing; Alexander A. Savchenko – patients examination.

The study was carried out within the framework of Research Work No. 447 under the subprogram "Cardiology and Cardiac Surgery".

Submitted: 16.03.2023

Accepted: 05.06.2023

Contacts: frolov.minsk@gmail.com

Abstract

Introduction. Compared to pharmacological treatment during the implantation of cardioverter-defibrillators (ICD), arrhythmic mortality decreases by 50% and overall mortality by 28%. However, the frequency of recurrent arrhythmias and ICD therapy is poorly studied.

Purpose. To elaborate a method for predicting ventricular arrhythmias in patients with ICD according to ECG markers of myocardial electrical instability.

Materials and methods. A total of 76 patients with ICD were examined, 71 of whom were males (93.4%). Mean age was 61.9 ± 12.6 years. The control group consisted of 151 patients with coronary artery disease or cardiomyopathy without clinically significant ventricular arrhythmias, mean age being 52.4 ± 18.3 years. Electrocardiography (ECG-12), echocardiography, Holter monitoring-ECG, and high-resolution ECG were monitored. A complex of ECG markers of myocardial electrical instability was evaluated, including fragmented QRS complex, QRS-T angle $> 105^\circ$, QTc interval > 450 ms, QRS dispersion > 40 ms, T wave alternation $> 45 \mu V$, QT dispersion > 70 ms, JT dispersion > 70 ms, Tpeak-Tend dispersion > 103 ms, turbulence $> 0\%$, and heart rate deceleration < 4.5 ms.

Results. Ventricular tachycardia paroxysms were registered in 26.1% of patients with ICD, QTc interval > 450 ms in 35.0%, and atrial fibrillation paroxysms in 4.3%. Left ventricular

end-diastolic diameter increased to 62.3 ± 8.4 mm, and local contractility index decreased to 1.8 ± 0.6 units. The level of myocardial electrical instability in patients with ICD was significantly higher than in the control group, as indicated by ECG markers such as QRS complex fragmentation, QRS-T angle, QRS dispersion, QT dispersion, T wave alternation, and Tp-Te dispersion ($p < 0.022$). A model for predicting ventricular arrhythmias in patients with ICD was developed having a sensitivity of 83%, specificity of 81%, and an accuracy rate of 80.5%.

Discussion. The probability of ventricular arrhythmias remains high in patients with ICDs. 55.3% of patients experienced episodes of antiarrhythmic and/or shock therapy. In the subgroup with apparatus therapy, electrical storm (21.8%), type 2 diabetes mellitus (23.6%) and increased left ventricular end-diastolic diameter were significantly more frequent ($p < 0.01$).

Conclusion. The use of ECG markers of myocardial electrical instability improves the accuracy of predicting ventricular arrhythmias in patients with ICD.

Keywords: ventricular tachycardia, cardioverter-defibrillator, myocardial electrical instability, electrocardiography

■ ВВЕДЕНИЕ

По итогам многоцентровых рандомизированных исследований MADIT II, SCD-HeFT, MADIT-ICD сформирована убедительная доказательная база о преимуществе аппаратных методов профилактики внезапной сердечной смерти (ВСС) в сравнении с медикаментозным лечением. Имплантация кардиовертеров-дефибрилляторов (ИКД) на 50% снизила аритмогенную смертность ($p = 0,0001$) и на 28% – общую смертность ($p = 0,006$) [1, 2]. Полезный клинический эффект отмечен у пациентов с фракцией выброса (ФВ) левого желудочка от 20 до 35% [3].

Технология ИКД показана пациентам, выжившим после остановки кровообращения, со структурными поражениями сердца и устойчивой желудочковой тахикардией (ЖТ) или фибрилляцией желудочков (ФЖ), фракцией выброса $< 35\%$ и пациентам с обмороками неясного генеза. Однако при принятии решения об имплантации конкретному пациенту сохраняется существенная неопределенность. В частности, будут ли адекватные срабатывания ИКД на желудочковые тахикардии или устройство в длительном периоде будет находиться в «спящем» режиме? В руководящих документах есть указания на определенные классы патологии и клинические симптомы, но в них не учитывается степень коморбидности заболевания и индивидуальный электрофизиологический статус, в частности, электрическая нестабильность миокарда (ЭНМ). Поэтому вероятность рецидива желудочковых тахикардий остается на достаточно высоком уровне. Кроме того, еще не накоплен достаточный клинический опыт о вероятности ВСС после имплантации. Наиболее емкая информация получена в исследовании SCD-HeFT, в рамках которого разработана диагностически ориентированная модель прогноза ВСС у пациентов с ИКД. Среди 803 пациентов в течение 40 месяцев было зафиксировано 14,1% случаев ВСС до шоковой терапии и 6,7% случаев ВСС после шоковой терапии. Среди значимых риск-факторов ВСС/шок оказались сердечная недостаточность ишемической этиологии, сахарный диабет (СД) 2-го типа, повышенный уровень креатинина, III функциональный класс по NYHA,

почечная недостаточность и пожилой возраст [4]. То есть при высокой степени коморбидности клиническая эффективность ИКД может снижаться.

Таким образом, признается наличие «серой зоны» при принятии решения об ИКД и вероятность выбора нереспондеров. Поиск более точных показаний к имплантации идет в двух направлениях: во-первых, продолжается разработка диагностически ориентированных прогностических моделей, во-вторых, ведется поиск новых прогностических маркеров ВСС и шоковой терапии у пациентов с ИКД.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка метода прогнозирования жизнеугрожающих аритмий у пациентов с ИКД по данным ЭКГ-маркеров электрической нестабильности миокарда.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 76 пациентов с имплантированными кардиовертерами-дефибрилляторами, средний возраст которых составил $61,9 \pm 12,6$ года, из них 71 мужчина (93,4%) и 5 женщин (6,6%). С учетом контрольных записей всего выполнено 161 исследование пациентов с ИКД. Распределение по диагнозам: ИБС – 71,1%, АГ – 72,3%, кардиомиопатии – 35,7%, СД 2-го типа – 10,5%; среднее значение ФК по NYHA – $2,2 \pm 0,7$. В табл. 1 приведены клинико-демографические характеристики обследованных пациентов. Во время контрольных обследований с помощью программатора Medtronic Care Link фиксировали случаи антитахикардической и шоковой терапии как реакции устройства на эпизоды желудочковой тахикардии, фибрилляции желудочков и фибрилляции предсердий (ЖТ/ФЖ/ФП) [5].

В контрольную группу включили 151 пациента с коронарными (ИБС, ИБС в сочетании с АГ) и некоронарогенными заболеваниями, из них 71 (47%) мужчина и 80 (53%) женщин, средний возраст $52,4 \pm 18,3$ года. В контрольной группе не были зафиксированы клинически значимые желудочковые аритмии.

Таблица 1

Клинико-демографические характеристики пациентов с имплантированными кардиовертерами-дефибрилляторами

Table 1

Clinical and demographic characteristics of patients with implanted cardioverter-defibrillators

Клинические характеристики	Количество	%
ИБС	54	71,1
Постинфарктный кардиосклероз	19	25,0
Хроническая сердечная недостаточность	66	86,8
Функциональный класс по NYHA (средний)	$2,2 \pm 0,7$	
Артериальная гипертензия	55	72,3
Сахарный диабет 2-го типа	8	10,5
Ишемическая кардиомиопатия	17	22,4
Дилатационная кардиомиопатия	4	5,3
Гипертрофическая кардиомиопатия	1	1,3
Аритмогенная кардиомиопатия	3	3,9
Врожденный порок сердца	2	2,6

У пациентов контролировали ЭКГ в 12 отведениях, ЭхоКГ, 24-часовое холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМ-ЭКГ). С помощью компьютерной программы «Интекард 7.4» (разработка РНПЦ «Кардиология») в соответствии с международными стандартами оценивали комплекс ЭКГ-маркеров, отражающих электрическую нестабильность миокарда [6]. В числе маркеров электрической нестабильности в фазе деполяризации – фрагментированный комплекс QRS, пространственный угол QRS-T $>105^\circ$ и дисперсия комплекса QRS >40 мс. Маркеры электрической нестабильности в фазе реполяризации – альтернация Т-волны >45 мкВ, интервал QTкорр. >450 мс, дисперсии интервалов QT и JT >70 мс и дисперсия интервала Tpeak-Tend >103 мс. Дисфункцию вегетативной нервной регуляции отражали турбулентность (начало) $>0\%$ и замедление сердечного ритма $<4,5$ мс.

Статистический анализ

Обработка данных выполнена с помощью прикладных пакетов Statistica 10.0 (Stat Soft) и SPSS Statistics 23.0 (IBM). Результаты представлены в виде $m \pm \sigma$ или Me (Q25; Q75) в зависимости от вида распределения. Проверку нормальности распределения выполняли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Значения относительного риска определяли с учетом 95%-ного доверительного интервала (ДИ). При анализе значимости различий между группами использовали t-критерий Стьюдента, критерий χ^2 Пирсона или U-критерий Манна – Уитни. Качество прогностической модели оценивали при помощи ROC-анализа, чувствительности, специфичности и предиктивной точности. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевой гипотезы принималось 0,05.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

В течение периода наблюдения 8,3 (6,8; 21,3) месяца проводили контрольные исследования пациентов с ИКД и фиксировали эпизоды аппаратной терапии ИКД. В табл. 2 представлены выявленные с помощью ХМ-ЭКГ нарушения сердечного ритма, а в табл. 3 – результаты эхокардиографического исследования.

Из табл. 2 видно, что у 26,1% пациентов зарегистрированы пароксизмы ЖТ с максимальной длительностью пароксизма от 4 до 4533 комплексов (медиана 6,5) и с максимальной частотой в пароксизме от 87 до 182 комплексов в минуту

Таблица 2
Результаты холтеровского мониторирования ЭКГ у пациентов с ИКД в Me (Q25; Q75)
Table 2
Results of HM-ECG in patients with ICD in Me (Q25; Q75)

Нарушения сердечного ритма	Me (Q25; Q75) или абс. (%)
Общая эктопическая желудочковая активность	532 (64; 2145)
Частота выявления ЖТ	18 (26,1%)
Наибольшая длительность пароксизма ЖТ, комплексов	6,5 (4,0; 13,5)
Наибольшая ЧСС в пароксизме ЖТ, уд/мин	134 (98; 166)
Количество комплексов в куплетах и триплетах	3,5 (0; 78)
Частота выявления пароксизмов ФП	3 (4,3%)
Частота интервала QTкорр. >450 мс, %	35 (6; 98)
Среднее квадратичное отклонение SDNN, мс	143 (129; 183)

Таблица 3
Значения показателей эхокардиографии у пациентов с ИКД в $m \pm \sigma$
Table 3
Values of echocardiography parameters in patients with ICD in $m \pm \sigma$

Показатели эхокардиографии	$m \pm \sigma$
Конечно-диастолический диаметр ЛЖ, мм	62,3 $\pm$ 8,4
Конечно-систолический диаметр ЛЖ, мм	48,2 $\pm$ 10,3
Конечно-диастолический объем ЛЖ, мл	191,5 $\pm$ 58,4
Конечно-систолический объем ЛЖ, мл	114,6 $\pm$ 53,3
Фракция выброса ЛЖ, %	42,9 $\pm$ 11,9
Толщина задней стенки ЛЖ, мм	10,5 $\pm$ 1,6
Толщина межжелудочковой перегородки, мм	10,9 $\pm$ 2,0
Индекс локальной сократимости миокарда, ед.	1,8 $\pm$ 0,6
Индекс массы миокарда, г/м ²	120,2 $\pm$ 27,6

(медиана 134). Количество комплексов в куплетах и триплеттах колебалось от 0 до 20 281 (медиана 3,5).

Медиана процента превышения интервала QTкорр. >450 мс составила 35%. Пароксизмы ФП выявлены всего у 4,3% пациентов.

Группа пациентов с ИКД характеризовалась структурно-функциональными нарушениями в виде снижения систолической функции левого желудочка (ЛЖ) со средним значением ФВ 42,9 $\pm$ 11,9%, увеличением конечно-диастолического диаметра ЛЖ до 62,3 $\pm$ 8,4 мм и снижением индекса локальной сократимости ЛЖ до 1,8 $\pm$ 0,6 единицы.

Проведено сравнение значений ЭКГ-маркеров электрической нестабильности миокарда у пациентов с ИКД и пациентов контрольной группы. В табл. 4 отражены результаты измерений. Проверка уровня значимости статистических различий выполнена с использованием U-критерия Манна – Уитни.

Таблица 4
Сравнение ЭКГ-маркеров электрической нестабильности миокарда у пациентов с ИКД и контрольной группы в Me (Q25; Q75) или абс. (%)
Table 4

Comparison of the ECG-markers of electrical myocardial instability in patients with ICD and in control group in Me (Q25; Q75) or abs. (%)

ЭКГ-маркеры	Группа с ИКД	Контрольная группа	p-уровень
ЧСС, уд/мин	65 (60; 74)	67 (60; 75)	0,0651
Фрагментация QRS	49 (33 $\pm$ 4,9%)	27 (18 $\pm$ 3,1%)	0,0211
Угол QRS-T, градусы	104 (68; 135)	63 (36; 96)	0,0000
Дисперсия QRS, мс	43 (35; 54)	34 (27; 42)	0,0000
Интервал QTкорр., мс	451 (431; 464)	450 (430; 469)	0,7489
Дисперсия QT, мс	38 (20; 52)	18 (8; 36)	0,0000
Дисперсия JT, мс	55 (42; 62)	38 (32; 52)	0,0000
Дисперсия Tr-Te, мс	60 (36; 116)	50 (10; 93)	0,0187
Альтернация T, мкВ	29 (21; 35)	25 (20; 31)	0,0076
% патолог. альтернации T	25 (0; 37)	0 (0; 25)	0,0021
Турбулентность (начало), %	7,1 (-33,7; 23,3)	1,1 (-3,9; 14,3)	0,9283
Замедление ритма, мс	11,1 (4,5; 30,8)	9,9 (5,8; 17)	0,6268

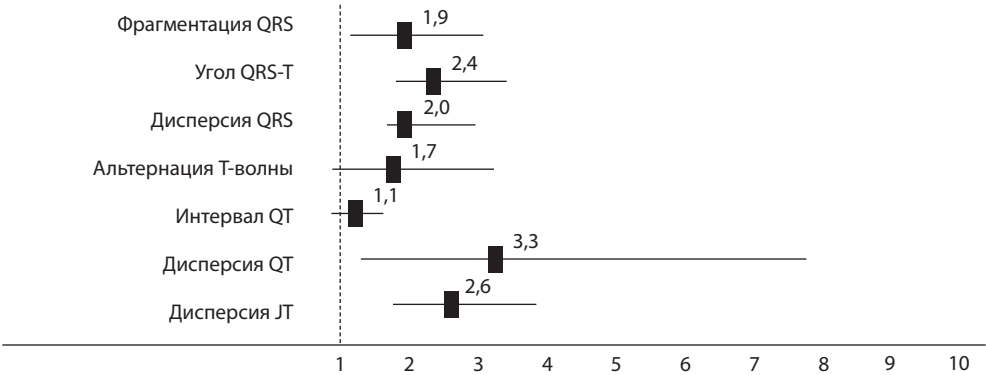


Рис. 1. Значения относительного риска RR при 95% ДИ для ЭКГ-маркеров, прогнозирующих желудочковые аритмии у пациентов с ИКД
Fig. 1. Relative risk values with 95% CI for ECG-markers predicting ventricular arrhythmias in patients with ICD

Из табл. 4 следует, что уровень электрической нестабильности миокарда у пациентов с ИКД статистически значимо выше, чем у пациентов контрольной группы. Это видно по таким ЭКГ-маркерам, как фрагментация QRS, угол QRS-T, дисперсия QRS, дисперсия QT, дисперсия JT, альтернация Т-волны и дисперсия интервала Tr-Te ($p<0,022$).

Отбор независимых переменных для прогноза аритмий проводился на основании значений относительного риска (RR), распределение которых изображено на рис. 1, и применения метода пошаговой прямой селекции с использованием статистики Вальда. Статистическая значимость модели определялась с помощью критерия χ^2 .

Из всех возможных комбинаций были выбраны следующие ЭКГ-маркеры: фрагментация комплекса QRS, угол QRS-T, дисперсия комплекса QRS, дисперсия интервала QT и патологическая альтернация Т-волны. Статистическая значимость модели: Max likelihood (MS-err. scaled to 1) Final loss: 97,8, $\chi^2=87,7$ $p=0,000$. В табл. 5 приведены значения регрессионных коэффициентов для соответствующих аргументов модели прогноза рецидивирующих аритмий с их стандартными ошибками и значениями уровня p .

Таблица 5 демонстрирует, что все аргументы, включенные в модель, имеют уровень значимости $p<0,05$, кроме показателя «альтернация Т-волны». Но при

Таблица 5
Значения регрессионных коэффициентов прогностической модели
Table 5
Regression coefficients of the prognostic model

Параметры	Const.	Фрагмента- ция QRS	Угол QRS-T	Дисперсия QRS	Дисперсия QT	Альтернация Т-волны
Коэффициент	4,96	-1,25	-0,02	-0,05	-0,02	-0,01
Стандартная ошибка	0,74	0,39	0,00	0,01	0,01	0,01
t (156)	6,68	-3,22	-3,96	-3,84	-2,36	-1,20
p-уровень	0,000	0,0015	0,0001	0,0002	0,0190	0,2325



Рис. 2. Структурная схема регрессионной модели прогноза желудочковых аритмий у пациентов с ИКД
Fig. 2. Structural diagram of the regression model for predicting ventricular arrhythmias in patients with ICD

исключении данного показателя из уравнения процент корректной классификации будет уменьшаться, поэтому было решено сохранить этот показатель в регрессионной прогностической модели.

На рис. 2 представлена структурная схема синтезированной регрессионной модели прогноза желудочковых аритмий у пациентов с ИКД. Подставляя в модель конкретные значения ЭКГ-маркеров электрической нестабильности миокарда, получаем значение вероятности события P . Диапазон допустимых значений P от 0 до 1. Чем оно ближе к 1, тем вероятнее событие рецидива аритмии.

Качество прогностической модели оценивалось исходя из значения площади под ROC-кривой со стандартной ошибкой, 95% ДИ и уровнем статистической значимости p . ROC-кривая разработанной модели приведена на рис. 3.

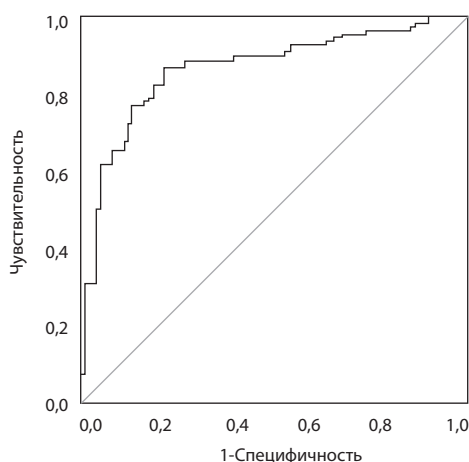


Рис. 3. ROC-кривая модели прогноза желудочковых аритмий у пациентов с ИКД
Fig. 3. ROC-curve of the predictive model of ventricular arrhythmias in patients with ICD

Площадь под ROC-кривой составила 0,865 при 95% ДИ (0,814–0,917), $p=0,000$. Чувствительность – 83%, специфичность – 81%. При практическом применении прогностической модели рационально диапазон значений Р разбить на квантили:

- 1-й квантиль (0–0,25) – вероятность желудочковых аритмий низкая;
- 2-й квантиль (0,26–0,50) – вероятность желудочковых аритмий средняя;
- 3-й квантиль (0,51–0,75) – вероятность желудочковых аритмий высокая;
- 4-й квантиль (0,76–1,00) – вероятность желудочковых аритмий очень высокая.

Таким образом, качество модели прогноза желудочковых аритмий, полученное на обучающей выборке из 76 пациентов с ИКД, хорошее.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

В фокусе многих клинических исследований до сих пор находится задача повышения точности показаний к ИКД и СРТ-Д. В частности, в качестве показателя не оправдал себя популярный критерий низкой ФВ. Предполагается, что электрофизиологическая нестабильность миокарда проявляется намного раньше, чем гемодинамически значимая дисфункция левого желудочка [7]. Поэтому в современных Guidelines 2022 года он не используется. Новыми показаниями к ИКД признаны ожидаемая продолжительность жизни более 1 года, документированная ФЖ или ЖТ при гемодинамически значимой патологии (класс показаний I, уровень доказательности A) [8].

Тем не менее, неопределенность при принятии решений до сих пор сохраняется. Признается, что около половины пациентов не получают ИКД-терапию в течение всего срока службы прибора. Как показано в исследованиях Ontario и MADIT-ICD, охвативших более 8 тысяч пациентов, клиническая эффективность ИКД зафиксирована в 82% случаев, а сомнительная – в 3% [9, 10]. Максимальная польза заключается в снижении смертности при активной аппаратной терапии, а минимальная – в повышении смертности при «спящем» режиме ИКД. Известный исследователь В. Maron (2021) подчеркнул, что задача прогноза срабатываний ИКД оказалась более сложной, чем прогнозирование ВСС, и до сих пор удовлетворительное решение не найдено [11].

Наше исследование показало, что у 42 пациентов из 76 (55,3%) в течение 8,3 месяца (медиана) зафиксированы случаи аппаратного лечения ИКД. Такие анамнестические данные, как диагнозы ИБС, АГ, функциональный класс по NYHA, уровень ФВ, в анамнезе значимо не различались в подгруппах пациентов с аппаратным лечением ИКД и без него. Однако у пациентов с аппаратным лечением в анамнезе значимо чаще диагностировали электрический штурм – $21,8 \pm 5,6\%$ против $11,0 \pm 3,3\%$ и сахарный диабет 2-го типа – $23,6 \pm 5,7\%$ против $12,1 \pm 3,4\%$ ($p < 0,01$). Кроме того, у пациентов с аппаратным лечением статистически значимо был увеличен конечно-диастолический диаметр ($p < 0,001$). Тем не менее, такие факторы, как относительно небольшой объем выборки и срок наблюдения, пока не позволяют сформулировать убедительные статистические выводы в отношении предикторов аппаратной терапии.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов после ИКД сохраняется высокий риск желудочковых аритмий. Разработанная математическая модель по данным ЭКГ-маркеров электрической нестабильности миокарда прогнозирует аритмии с чувствительностью 83%, специфичностью 81% и долей корректных решений 80,5%.



Эпизоды аппаратной терапии в течение срока наблюдения 8,3 (6,8; 21,3) месяца зафиксированы у 55,3% пациентов. У пациентов с аппаратным лечением ИКД обнаружены значимо высокие частота электрического шторма и частота сахарного диабета 2-го типа в анамнезе ($p < 0,01$), а также более высокий конечно-диастолический диаметр левого желудочка ($p < 0,001$), чем у пациентов без срабатывания ИКД.

Таким образом, использование ЭКГ-маркеров электрической нестабильности миокарда повышает точность прогноза желудочковых аритмий. При этом поиск более точных показаний к имплантации кардиовертеров-дефибрилляторов и новых предикторов аппаратной терапии желательно продолжить.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Mass A., Zareba W., Hall J. Prophylactic implantation of defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction (MADIT II). *New Engl. J Med.* 2002;346(12):377–388. Available at: www.neim.org
2. Burdy G., Lee K., Mark D. Sudden cardiac death in heart failure trial (SCD-HeFT) investigators: amiodoron or a cardioverter-defibrillator for congestive heart failure. *New Engl. J Med.* 2005;352(3):225–237. doi: 10.1056/NEJMoa043399
3. Al-Khatib S., Stevenson W., Ackerman M. Guideline for management of patients with ventricular arrhythmias and prevention of sudden cardiac death. *Circulation.* 2018;138(10):272–391. doi: 10.1161/CIR.0000000000000548
4. Reeder H., Shen C., Buxton A. A joint shock/death risk prediction model for patients considering ICD: A secondary analysis of the SCD-HeFT. *Circ. Cardiovasc. Qual Outcomes.* 2019;12(8):e005675. doi: 10.1161/CIRCOUTCOMES.119.005675
5. *Manual for operation and programming of the digital two-chamber D364DRG cardioverter-defibrillator.* Medtronic. 2017; 553 p. (in Russian)
6. Frolov A.V., Vaikhanskaya T.G., Melnikova O.P. Myocardial electrical instability score: clinical and prognostic significance. *Russian Journal of Cardiology.* 2019;24(12):55–61. doi: 10.15829/1560-4071-2019-55-61. (in Russian)
7. Postol A.S., Neminushchiy N.M., Antipov G.N. The necessity of an ICD-therapy in patients with indications for primary prevention of sudden cardiac death. One center experience. *Kardiology.* 2021;61(4):24–31. doi: 10.18087/cardio.2021.4.n1335. (in Russian)
8. Zeppenfeld K., Tfelt-Hansen J., De Riva M. Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Europ. Heart J.* 2022;43(40):3997–4126. doi: 10.1093/eurheartj/ehac.262
9. Lee D., Hardy J., Yee R. Clinical risk stratification for primary prevention implantable cardioverter-defibrillator. *Circ. Heart Failure.* 2015;8:927–937. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.115.2414
10. Yonis A., Goldberger J., Kutyla V. Predicted benefit of an implantable cardioverter-defibrillator MADIT-ICD benefit score. *Europ. Heart J.* 2021;42:1676–1684. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa.1057
11. Maron B., Rowin E., Maron M. Evaluation on risk stratification and sudden death prevention in hypertrophic cardiomyopathy: 20 years with implantable cardioverter-defibrillator. *Heart Rhythm.* 2021;19:1012–1023. doi: 10.1016/j.hrthm.2021.01.019