



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  $61.9 \pm 12.6$  years. The control group consisted of 151 patients with coronary artery disease or cardiomyopathy without clinically significant ventricular arrhythmias, mean age being  $52.4 \pm 18.3$  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  $62.3 \pm 8.4$  mm, and local contractility index decreased to  $1.8 \pm 0.6$  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 тахиаритмии 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 тахиаритмий 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  $\chi^2$  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±8,4       |
| Конечно-систолический диаметр ЛЖ, мм        | 48,2±10,3      |
| Конечно-диастолический объем ЛЖ, мл         | 191,5±58,4     |
| Конечно-систолический объем ЛЖ, мл          | 114,6±53,3     |
| Фракция выброса ЛЖ, %                       | 42,9±11,9      |
| Толщина задней стенки ЛЖ, мм                | 10,5±1,6       |
| Толщина межжелудочковой перегородки, мм     | 10,9±2,0       |
| Индекс локальной сократимости миокарда, ед. | 1,8±0,6        |
| Индекс массы миокарда, г/м <sup>2</sup>     | 120,2±27,6     |

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

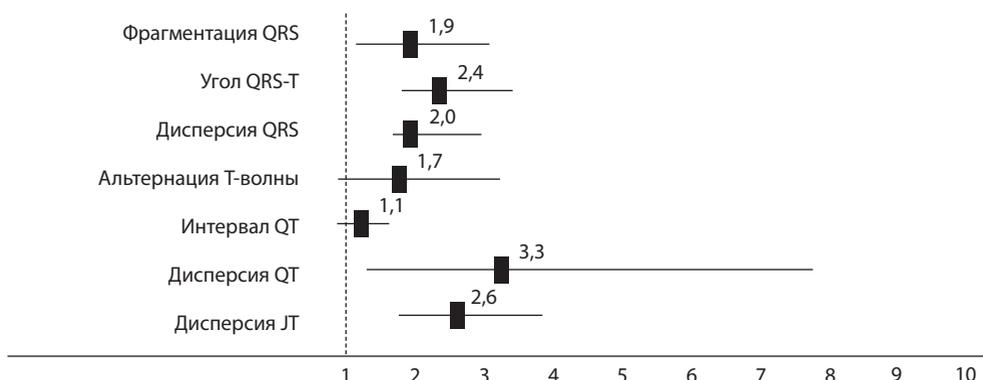
Медиана процента превышения интервала QTкорр. >450 мс составила 35%. Пароксизмы ФП выявлены всего у 4,3% пациентов.

Группа пациентов с ИКД характеризовалась структурно-функциональными нарушениями в виде снижения систолической функции левого желудочка (ЛЖ) со средним значением ФВ 42,9±11,9%, увеличением конечно-диастолического диаметра ЛЖ до 62,3±8,4 мм и снижением индекса локальной сократимости ЛЖ до 1,8±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±4,9%)      | 27 (18±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  $\chi^2$ .

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. | Фрагментация 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              |

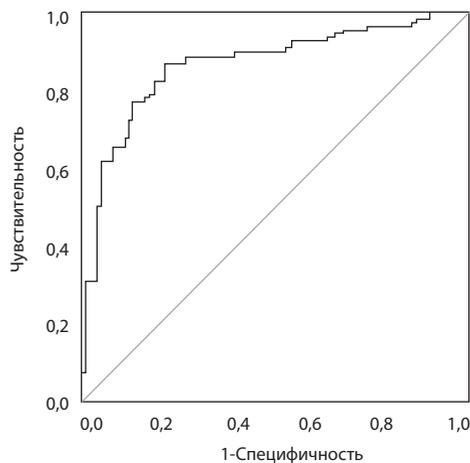


**Рис. 2. Структурная схема регрессионной модели прогноза желудочковых аритмий у пациентов с ИКД**  
**Fig. 2. Structural diagram of the regression model for predicting ventricular arrhythmias in patients with ICD**

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 показания 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 шторм –  $21,8\pm 5,6\%$  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](http://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., Kutiyfa 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