

## Возможности использования системы удаленного мониторинга имплантированных кардиовертеров-дефибрилляторов для прогнозирования желудочковых тахикардий

© Г.С. ТАРАСОВСКИЙ<sup>1</sup>, Н.Б. ШЛЕВКОВ<sup>1</sup>, Т.В. ЕЖОВА<sup>2</sup>, Т.А. МАЛКИНА<sup>1</sup>, К.В. БЕЛИК<sup>3</sup>, Х.Ф. САЛАМИ<sup>1</sup>, В.Г. КИКТЕВ<sup>1</sup>, С.П. ГОЛИЦЫН<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>2</sup>ООО «Премиум Клиник-2», Московская область, Химки, Россия;

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

### Резюме

В настоящее время система удаленного мониторинга (СУМ) рекомендована для более эффективного наблюдения за пациентами с имплантированными кардиовертерами-дефибрилляторами (ИКД).

**Цель исследования.** Изучить возможности использования СУМ для прогнозирования возникновения желудочковых тахикардий (ЖТ) у пациентов с ИКД.

**Материал и методы.** В исследование включены 104 пациента (69 мужчин и 35 женщин, возраст 60±15 лет) с ишемической ( $n=73$ ) или неишемической кардиомиопатией, у которых за время наблюдения (медиана 41 мес) были зарегистрированы устойчивые приступы ЖТ ( $n=86$ ). За 1, 2 и 4 нед, а также за 3 мес до каждого эпизода ЖТ при помощи СУМ ИКД ретроспективно оценивались следующие параметры состояния больных: изменения ежедневной активности, динамика средних значений частоты сердечных сокращений (ЧСС) днем и ночью, вариабельность сердечного ритма (SDNN), изменения процента предсердной и желудочковой стимуляции, наличие неустойчивых и/или устойчивых (>30 с) эпизодов ЖТ, приступов фибрилляции предсердий (ФП), а также эпизодов антитахикардической стимуляции/электрошоковой терапии. Методами однофакторного, ROC- и многофакторного анализов выявляли параметры СУМ, ассоциированные с возникновением двух типов устойчивых ЖТ: ЖТ с ЧСС до 180 уд/мин и так называемых быстрых ЖТ/ФЖ (фибрилляция желудочков) (ЖТ с ЧСС >180 уд/мин или ФЖ). В качестве группы контроля анализировали аналогичные параметры у пациентов без аритмических событий ( $n=80$ ).

**Результаты.** Тип ЖТ не имел значимой связи с возрастом и полом пациентов, этиологией кардиомиопатии, антиаритмической терапией и длительностью наблюдения, а также с параметрами СУМ. Предикторами любых устойчивых ЖТ являлись: 1) наличие ИКД-терапии в течение последних 3 мес; 2) наличие неустойчивой ЖТ за последние 3 мес; 3) наличие неустойчивой ЖТ за последние 7 сут; 4) увеличение средней ночной ЧСС на более чем 5 уд/мин в течение последних 7 сут; 5) наличие колебаний показателя SDNN за последние 7 сут. Выявление 3 из 5 вышеуказанных признаков позволяло прогнозировать возникновение ЖТ с точностью 82% (чувствительность 90%, специфичность 76%).

**Заключение.** Разработан алгоритм, позволяющий прогнозировать возникновение устойчивых ЖТ при помощи СУМ ИКД. Полученные результаты могут быть использованы для своевременного назначения либо коррекции противоритмической и иной терапии.

**Ключевые слова:** система удаленного мониторинга, имплантированный кардиовертер-дефибриллятор, желудочковая тахикардия, внезапная сердечная смерть.

### Информация об авторах:

Тарасовский Г.С. — <https://orcid.org/0000-0002-2143-8912>

Шлевков Н.Б. — <https://orcid.org/0000-0003-3956-1860>

Ежова Т.В. — <https://orcid.org/0009-0004-0965-6775>

Малкина Т.А. — <https://orcid.org/0000-0003-4773-8080>

Белик К.В. — <https://orcid.org/0000-0004-6396-0727>

Салами Х.Ф. — <https://orcid.org/0000-0001-9751-7767>

Киктев В.Г. — <https://orcid.org/0000-0002-2628-3796>

Голицын С.П. — <https://orcid.org/0000-0001-9913-9974>

Автор, ответственный за переписку: Тарасовский Г.С. — e-mail: gena80@yandex.ru

### Как цитировать:

Тарасовский Г.С., Шлевков Н.Б., Ежова Т.В., Малкина Т.А., Белик К.В., Салами Х.Ф., Киктев В.Г., Голицын С.П. Возможности использования системы удаленного мониторинга имплантированных кардиовертеров-дефибрилляторов для прогнозирования желудочковых тахикардий. *Кардиологический вестник*. 2024;19(1):47–55. <https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20241901147>

## Prediction of ventricular tachyarrhythmias by using of remote monitoring system for implantable cardioverter-defibrillators

© G.S. TARASOVSKIY<sup>1</sup>, N.B. SHLEVKOV<sup>1</sup>, T.V. EZHOVA<sup>2</sup>, T.A. MALKINA<sup>1</sup>, K.V. BELIK<sup>3</sup>, H.F. SALAMI<sup>1</sup>, V.G. KIKTEV<sup>1</sup>, S.P. GOLITSYN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chazov National Medical Research Centre of Cardiology, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>LLC «PREMIUM CLINIC-2», Khimki, Russia;

<sup>3</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

### Abstract

Currently, a remote monitoring system is recommended for more effective monitoring of patients with implanted cardioverter defibrillators (ICDs).

**Objective.** To analyze the feasibility of remote monitoring system for prediction of ventricular tachyarrhythmias in patients with ICD.

**Material and methods.** The study included 104 patients (69 men/35 women), aged 60±15 years with ischemic ( $n=73$ ) or non-ischemic cardiomyopathy and sustained VT ( $n=86$ ) throughout the follow-up period (median 41 months). We retrospectively assessed the following parameters 1, 2 and 4 weeks, as well as 3 months before each episode of VT using remote monitoring system: daily activity, mean heart rate, heart rate variability (SDNN), percentage of atrial and ventricular pacing, non-sustained and/or sustained (>30 sec) episodes of VT, atrial fibrillation and episodes of anti-tachycardia pacing/electroconvulsive therapy. Univariate, ROC and multivariate analyses identified the following parameters of remote monitoring system associated with VT: VT ≤180 beats/min and so-called «fast VT/VF» (VT >180 beats/min or ventricular fibrillation). The control group included patients without arrhythmic events ( $n=80$ ).

**Results.** VT type had no significant relationship with age and gender of patients, etiology of cardiomyopathy, antiarrhythmic therapy and follow-up, as well as parameters of remote monitoring system. Predictors of any VT: 1) ICD therapy within the last 3 months; 2) non-sustained VT over the past 3 months; 3) non-sustained VT over the past 7 days; 4) nighttime heart rate increase by more than 5 beats per minute during the last 7 days; 5) SDNN variations over the last 7 days. Identification of 3 out of 5 signs made it possible to predict VT with accuracy of 82% (sensitivity 90%, specificity 76%).

**Conclusion.** We developed an algorithm for prediction of VT using remote monitoring system. These results can be used for timely prescription or correction of antiarrhythmic and other therapy.

**Keywords:** remote monitoring system, implantable cardioverter-defibrillator, ventricular tachycardia, sudden cardiac death.

### Information about the authors:

Tarasovskiy G.S. — <https://orcid.org/0000-0002-2143-8912>

Shlevkov N.B. — <https://orcid.org/0000-0003-3956-1860>

Ezhova T.V. — <https://orcid.org/0009-0004-0965-6775>

Malkina T.A. — <https://orcid.org/0000-0003-4773-8080>

Belik K.V. — <https://orcid.org/0000-0004-6396-0727>

Salami H.F. — <https://orcid.org/0000-0001-9751-7767>

Kiktev V.G. — <https://orcid.org/0000-0002-2628-3796>

Golitsyn S.P. — <https://orcid.org/0000-0001-9913-9974>

**Corresponding author:** Tarasovskiy G.S. — e-mail: gena80@yandex.ru

### To cite this article:

Tarasovskiy GS, Shlevkov NB, Ezhova TV, Malkina TA, Belik KV, Salami HF, Kiktev VG, Golitsyn SP. Prediction of ventricular tachyarrhythmias by using of remote monitoring system for implantable cardioverter-defibrillators. *Russian Cardiology Bulletin*. 2024;19(1):47–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20241901147>

## Введение

Система удаленного мониторинга (СУМ) рекомендована для более эффективного наблюдения за пациентами с имплантированными кардиовертерами-дефибрилляторами (ИКД) и устройствами сердечной ресинхронизирующей терапии с функцией дефибриллятора (СРТ-Д) [1]. СУМ — метод, основанный на использовании специального монитора, осуществляющего беспроводной опрос имплантированного устройства и передающего информацию на сервер, что дает врачу возможность изучить полученные данные удаленно при помощи сети Интернет. Дистанционная передача информации в рамках СУМ значительно сокращает время диагностики аритмических событий, что особенно важно у пациентов, относящихся к высоко-

му риску внезапной сердечной смерти (ВСС). В то же время возможность использования показателей СУМ для прогнозирования возникновения желудочковых тахикардий (ЖТ) не исследована. Целью настоящей работы было изучить возможности прогнозирования возникновения устойчивых ЖТ при помощи СУМ у пациентов с ИКД и СРТ-Д.

## Материал и методы

### Характеристика исследуемой группы пациентов

В исследование, одобренное локальным Этическим комитетом, были включены 104 пациента (78 мужчин и 26 женщин в возрасте 60±15 лет) с ишемической ( $n=73$ ) или

Таблица 1. Характеристика групп

Table 1. Patient characteristics

| Параметр                          | Пациенты с ЖТ (n=63) | Пациенты без ЖТ (n=41) |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| Возраст пациентов, годы           | 59 (±15)             | 62 (±14)               |
| Пол, м/ж                          | 43/20                | 26/15                  |
| Первичная профилактика ВСС, n (%) | 30 (48)              | 28 (68)                |
| Вторичная профилактика ВСС, n (%) | 33 (52)              | 13 (32)                |
| ИКД, n (%)                        | 52 (82)              | 31 (76)                |
| СРТ-Д, n (%)                      | 11 (18)              | 10 (24)                |
| ПИКС, n (%)                       | 45 (71)              | 28 (68)                |
| ДКМП, n (%)                       | 18 (29)              | 13 (32)                |
| ФВ, %                             | 39 (±5)              | 40 (±5)                |
| Пароксизмальная МА, n (%)         | 27 (43)              | 20 (49)                |
| БЛНПГ, n (%)                      | 19 (30)              | 16 (39)                |

Примечание. Здесь и далее: ЖТ — желудочковая тахикардия; ВСС — внезапная сердечная смерть; ИКД — имплантированный кардиовертер-дефибрилятор; СРТ-Д — сердечная ресинхронизирующая терапия с функцией дефибрилятора; ПИКС — постинфарктный кардиосклероз; ДКМП — дилатационная кардиомиопатия; ФВ — фракция выброса; МА — мерцательная аритмия; БЛНПГ — блокада левой ножки пучка Гиса.



Рис. 1. Система удаленного мониторинга имплантированных устройств.

Fig. 1. Remote monitoring system for implantable devices.

неишемической (n=31) кардиомиопатией, которые находились под наблюдением ФГБУ «НМИЦК им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России с 2013 по 2023 г. Критерием включения в исследование являлось наличие ранее имплантированных ИКД/СРТ-Д для первичной (n=58) или вторичной (n=46) профилактики ВСС, оснащенных СУМ. Все пациенты перед имплантацией устройств находились на оптимальной медикаментозной терапии согласно имеющимся рекомендациям (табл. 1).

У 63 пациентов за время наблюдения (30—56 мес, в среднем 41 мес) было зарегистрировано 86 устойчивых эпизодов ЖТ, потребовавших обоснованной терапии имплантированным устройством. При этом в 44 случаях регистрировались ЖТ с ЧСС <180 уд/мин (группа «ЖТ»), а в 42 — ЖТ с ЧСС >180 уд/мин, включая фибрилляцию желудочков (ФЖ) — группа «быстрые ЖТ/ФЖ». Был выполнен ретроспективный анализ данных, полученных при помощи СУМ фирмы «Medtronic — CareLink system» (Min-

neapolis, MN, США). Принципы работы СУМ представлены на рис. 1.

Согласно протоколу исследования, в анализ брался каждый документированный в СУМ устойчивый приступ ЖТ/ФЖ, который был купирован ИКД-терапией, включающей антитахикардическую стимуляцию (АТС) и/или нанесение шока ИКД (рис. 2). Минимальный период между приступами ЖТ/ФЖ составил 3 мес. Для каждого случая, взятого для анализа, за 1, 2, 4 нед, а также за 3 мес до приступа ЖТ/ФЖ ретроспективно оценивали состояние больных по нижеперечисленным параметрам, полученным из протоколов СУМ:

- изменение суммарного времени ежедневной физической активности (на 10 мин и более);
- динамика средних значений частоты сердечных сокращений (ЧСС) днем и ночью (на 5 уд/мин и более);
- изменение среднесуточной вариабельности сердечного ритма (изменение значения параметра стандартного

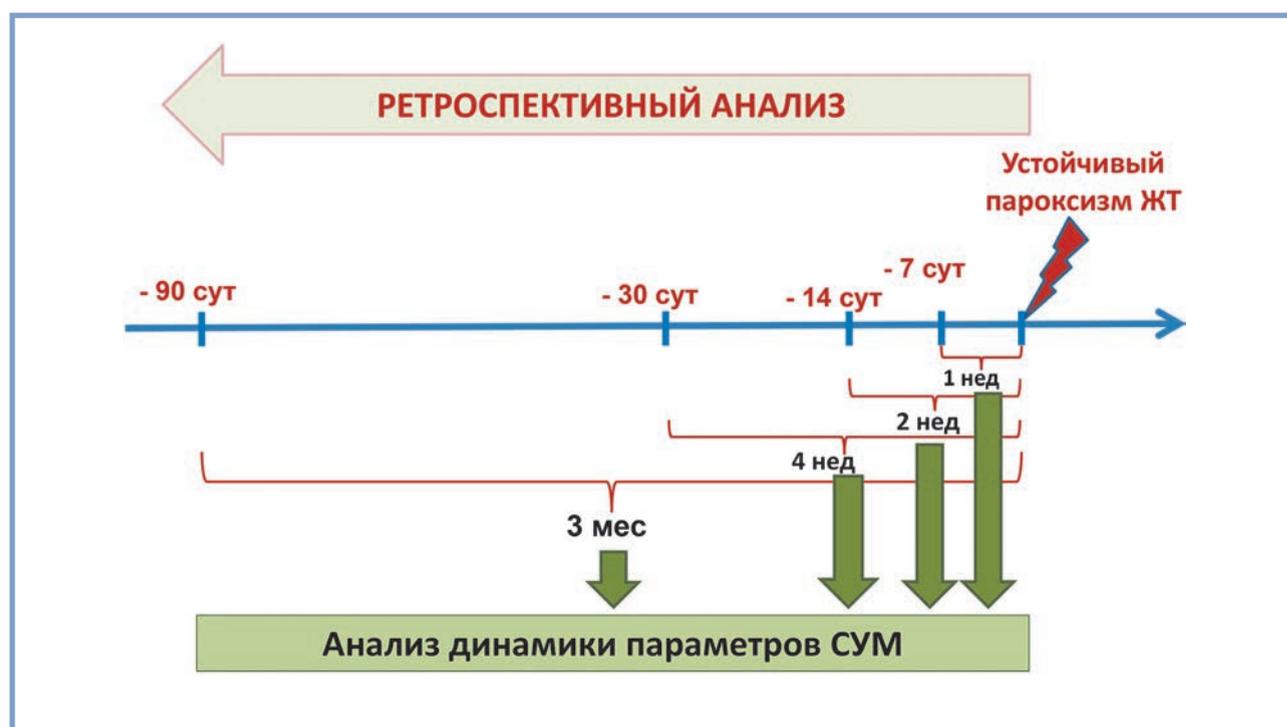


Рис. 2. Принцип анализа параметров СУМ, предшествующих устойчивому пароксизму ЖТ.

Fig. 2. Analysis of parameters preceding paroxysmal ventricular tachycardia.

отклонения средних интервалов RR (SDNN) на 10 мс и более);

- изменение процента предсердной, желудочковой и бивентрикулярной стимуляции (на 5% и более в сутки);
- наличие неустойчивых и/или устойчивых (>30 с) эпизодов ЖТ;
- наличие устойчивых пароксизмов фибрилляции предсердий (ФП) — для пациентов с отсутствием хронической ФП;
- наличие эпизодов обоснованного применения антитахикардической стимуляции желудочков или электрошоковой терапии.

При формировании контрольной группы (группа «Без ЖТ») аналогичные параметры оценивали у пациентов без устойчивых приступов ЖТ. В эту группу был включен 41 пациент. Точки отсчета для ретроспективного анализа выбирались случайным образом. Пациенты с длительным сроком наблюдения (более 24 мес) могли быть взяты в контрольную группу повторно, но не чаще, чем 1 раз за 12 мес наблюдения. Таким образом, в исследование было включено 80 анализируемых эпизодов без ЖТ (рис. 3).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакетов программ Statistica 12,0 и SPSS 26,0. Для определения факторов, ассоциированных с возникновением ЖТ, применялся трехэтапный статистический анализ данных. Значения изучаемых параметров представлены в виде медиан и интерквартильного размаха: 25-й и 75-й перцентили. Методом однофакторного анализа (критерий Манна—Уитни для непрерывных величин и двусторонний тест Фишера для дискретных величин) определялись показатели, имеющие статистически значимые различия между группами пациентов с наличием и отсут-

ствием ЖТ. За уровень статистической значимости принят показатель  $p < 0,05$ . При последующем ROC-анализе (*Receiver Operating Characteristic*) признаков, продемонстрировавших статистически значимые различия между группами, определялись наиболее сильные диагностические признаки и их «отрезные» значения. При помощи многофакторного логистического регрессионного анализа определялись независимые признаки, предрасполагающие к возникновению ЖТ.

## Результаты

### Однофакторный анализ параметров СУМ между группами с наличием и отсутствием ЖТ

По результатам однофакторного анализа тип ЖТ не имел значимой связи с возрастом и полом пациентов, этиологией кардиомиопатии, антиаритмической терапией, длительностью наблюдения и большинству параметров СУМ. В то же время группы «ЖТ» и «Быстрая ЖТ/ФЖ» различались между собой лишь по частоте встречаемости неустойчивых ЖТ (НУЖТ) за 3 мес до события (табл. 2). При этом было выявлено 18 статистически значимых различий между группами «ЖТ» и «Без ЖТ», а также 19 — между группами «Быстрая ЖТ/ФЖ» и «Без ЖТ». В частности, перед обоими типами ЖТ отмечалось увеличение средней ЧСС в ночное время на 5 уд/мин и более за 1, 2 и 4 нед до аритмического приступа, тогда как увеличение средней ЧСС в дневные часы регистрировалось за 1 нед до ЖТ. Интересно, что всем типам ЖТ предшествовали особенности вариабельности ритма сердца в виде колебаний показателя SDNN на

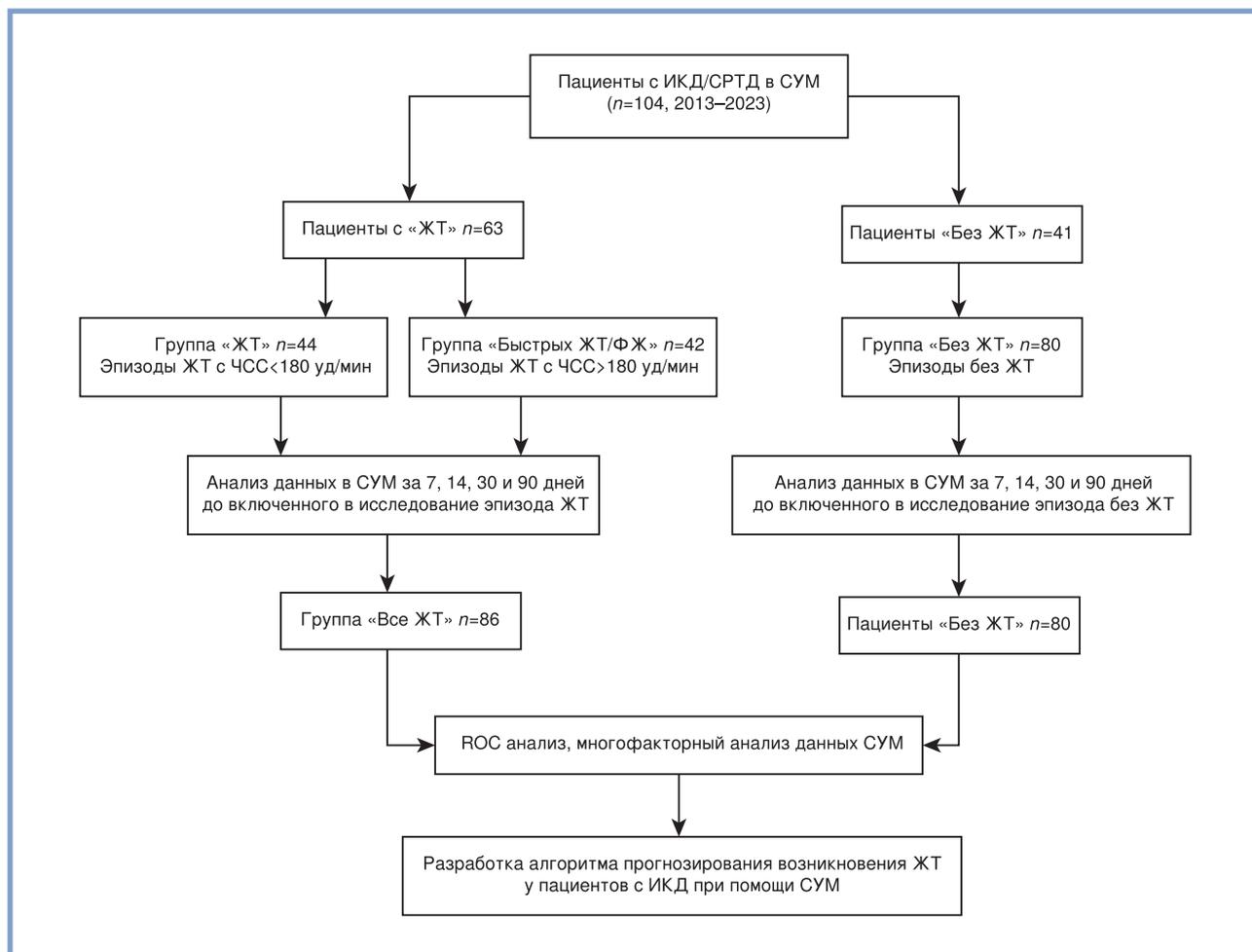


Рис. 3. Дизайн исследования.

Fig. 3. Study design.

10 мс и более, но только за 1 нед до устойчивой ЖТ. Наличие НУЖТ во всех временных интервалах предрасполагало к возникновению обоих типов устойчивых ЖТ. Точно также пациенты с обоими типами ЖТ отличались от группы контроля более частым наличием во всех 4 временных интервалах, предшествующих аритмическому событию, эпизодов антитахистимуляции или нанесенного шока для купирования устойчивого пароксизма ЖТ. Такие параметры СУМ, как изменение процента предсердной, желудочковой и бивентрикулярной стимуляции, не показали четкой связи с возникновением ЖТ.

#### Сравнение диагностической ценности параметров в СУМ для объединенной группы пациентов с ЖТ (результаты ROC-анализа)

Отсутствие значимых различий между группами пациентов «ЖТ» и «Быстрые ЖТ/ФЖ» по результатам однофакторного анализа явилось основанием для их объединения в общую группу пациентов «Все ЖТ» ( $n=86$ ). По результатам ROC-анализа общей группы пациентов, наибольшее значение площади под ROC-кривой (0,680) среди всех сопоставляемых показателей дневной и ночной ЧСС являлось

увеличение средней ЧСС ночью на  $\geq 5$  уд/мин — за 7 сут до ЖТ (чувствительность 46%, специфичность 90%) (рис. 4).

Другими наиболее ценными диагностическими признаками, предрасполагающими к возникновению ЖТ, являлись: регистрация НУЖТ за 90 сут до аритмического события (площади под ROC-кривой 0,665, чувствительность 55%, специфичность 78%) (рис. 5), а также снижение суточной активности пациента  $< 5,4$  ч/сут за 30 дней до развития ЖТ (площади под ROC-кривой 0,678, чувствительность 36%, специфичность 90%) (рис. 6).

#### Определение независимых СУМ-признаков, свойственных объединенной группе пациентов с ЖТ (результаты многофакторного анализа)

По результатам многофакторного анализа независимыми признаками, ассоциированными с возникновением устойчивых ЖТ являлись:

- 1) наличие ИКД-терапии в течение последних 3 мес;
- 2) наличие эпизодов неустойчивой ЖТ за последние 3 мес;
- 3) наличие эпизодов неустойчивой ЖТ за последние 7 сут;
- 4) увеличение средней ночной ЧСС на более чем 5 уд/мин в течение последних 7 сут;

Таблица 2. Параметры СУМ, ассоциированные с разными ЖТ (однофакторный анализ)

Table 2. Parameters of remote monitoring system associated with various ventricular tachyarrhythmias (univariate analysis)

| Время перед событием               | Параметры СУМ                                       | Тип аритмического события |           | Группа без ЖТ (n=80) |
|------------------------------------|---|---------------------------|-----------|----------------------|
|                                    |   | быстрая ЖТ/ФЖ (n=42)      | ЖТ (n=44) |                      |
| 3 мес                              | Устойчивая ЖТ, купированная терапией ИКД, % случаев | 24*                       | 42*       | 0                    |
|                                    | Наличие неустойчивой ЖТ, % случаев                  | 41**                      | 67*       | 22                   |
|                                    | Средняя активность пациента, ч/сут                  | 2,8*                      | 3,9       | 4,0                  |
| 1 мес                              | Средняя активность пациента, ч/сут                  | 2,7*                      | 3,5*      | 5,0                  |
|                                    | Увеличение средней ЧСС ночью на 5 уд/мин, % случаев | 45*                       | 44*       | 12                   |
|                                    | Устойчивая ЖТ, купированная терапией ИКД, % случаев | 17*                       | 35*       | 0                    |
| 2 нед                              | Наличие неустойчивой ЖТ, % случаев                  | 36*                       | 54*       | 10                   |
|                                    | Эпизоды устойчивой ФП до события, % случаев         | 26*                       | 14*       | 0                    |
|                                    | Средняя активность пациента, ч/сут                  | 2,5*                      | 3,0*      | 4,3                  |
| 1 нед                              | Увеличение средней ЧСС ночью на 5 уд/мин, % случаев | 43*                       | 37*       | 17                   |
|                                    | Устойчивая ЖТ, купированная терапией ИКД, % случаев | 17*                       | 28*       | 0                    |
|                                    | Наличие неустойчивой ЖТ, % случаев                  | 33*                       | 42*       | 10                   |
|                                    | Увеличение средней ЧСС днем на 5 уд/мин, % случаев  | 33*                       | 47*       | 15                   |
|                                    | Увеличение средней ЧСС ночью на 5 уд/мин, % случаев | 43*                       | 49*       | 10                   |
|                                    | Изменения средней SDNN на 10 мс, % случаев          | 83*                       | 85*       | 55                   |
|                                    | Наличие неустойчивой ЖТ, % случаев                  | 24*                       | 30*       | 5                    |
| Средняя активность пациента, ч/сут | 2,9*  | 3,6*                      | 4,1       |                      |
| 1 нед                              | Устойчивая ЖТ, купированная терапией ИКД, % случаев | 14*                       | 26*       | 0                    |
|                                    | Эпизоды устойчивой ФП до события, % случаев         | 26*                       | 19*       | 0                    |

Примечания. \* —  $p < 0,05$  по сравнению с группой «Без ЖТ»; \*\* —  $p < 0,05$  в сравнении между группами «ЖТ» и «Быстрая ЖТ/ФЖ».

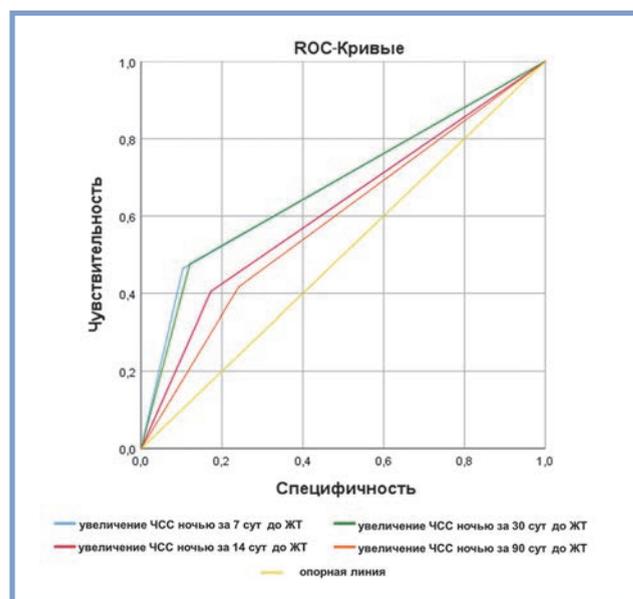


Рис. 4. Сопоставление диагностической ценности значений ночной ЧСС в различные временные интервалы, предшествующие возникновению ЖТ (результаты ROC-анализа).

Fig. 4. Diagnostic value of nighttime heart rate at various time intervals preceding VT (ROC analysis).

- 5) наличие колебаний показателя SDNN  $>10$  мс за последние 7 сут.

Выявление 3 из 5 вышеуказанных признаков позволяло прогнозировать возникновение устойчивых ЖТ с точ-

ностью 82% (чувствительность 90%, специфичность 76%). По результатам работы был создан алгоритм прогнозирования приступов ЖТ у пациентов с ИКД/СРТ-Д при помощи СУМ (рис. 7).

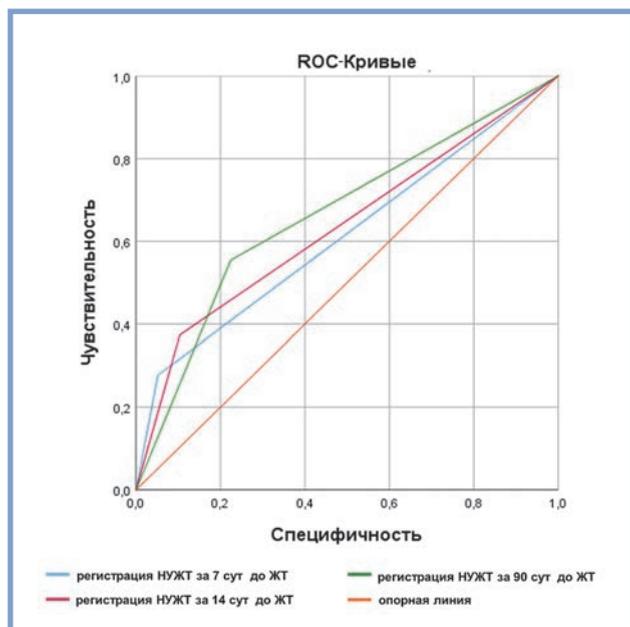
## Обсуждение

### Устойчивая ЖТ, купированная ИКД

Наличие документированной устойчивой ЖТ у пациентов с различным органическим поражением сердца является известным фактором повышенного риска ВСС вследствие рецидивов ЖТ. Этот факт лег в основу имплантации противоаритмических устройств для вторичной профилактики ВСС [2]. Ранее выполненное исследование К. Kuck и соавт. показало, что профилактическая абляция устойчивой ЖТ способна значительно продлевать время до рецидива ЖТ у пациентов с ишемической кардиопатией [3].

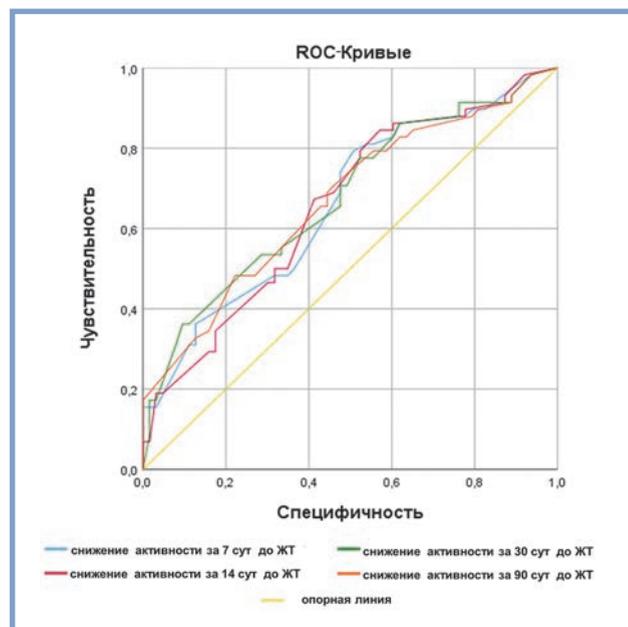
### Неустойчивые ЖТ

По результатам нашей работы, другим показателем СУМ, предрасполагавшим к возникновению устойчивых ЖТ, стало наличие НУЖТ. Хотя некоторые исследования показали, что НУЖТ не увеличивает риск ВСС и общей смертности [4], большинство работ по оценке факторов риска возникновения ВСС и/или устойчивой ЖТ определило НУЖТ в качестве независимого фактора этих неблагоприятных событий [5–8]. Полностью созвучными нашим результатам являются данные исследования Y. Zhou



**Рис. 5.** Сопоставление диагностической ценности признака «Наличие неустойчивых ЖТ» в различные временные интервалы, предшествующие возникновению устойчивых ЖТ (результаты ROC-анализа).

**Fig. 5.** Diagnostic value of non-sustained VT at various time intervals preceding sustained VT (ROC analysis).



**Рис. 6.** Сопоставление диагностической ценности значений признака «Длительность активности пациента» в различные временные интервалы, предшествующие возникновению ЖТ (результаты ROC-анализа).

**Fig. 6.** Diagnostic value of duration of patient activity in various time intervals preceding VT (ROC analysis).

и соавт., показавших, что почти у  $1/4$  пациентов с обоснованными срабатываниями ИКД в течение 3 сут до ЖТ регистрировались НУЖТ, а еще у каждого 5-го пациента НУЖТ встречались за 21 день до аритмического события [9]. Можно выделить два наиболее вероятных механизма патогенетической взаимосвязи между наличием НУЖТ и устойчивыми приступами ЖТ. Прежде всего, наличие НУЖТ может указывать на более выраженную электрическую неоднородность миокарда, что чаще встречается при тяжелом и/или прогрессирующем его структурном поражении. Кроме того, частая и множественная желудочковая эктопическая активность являются основными триггерными факторами устойчивых ЖТ. В связи с этим немаловажной является своевременная коррекция лекарственной терапии и электролитного дисбаланса, а у пациентов с ишемической болезнью сердца — реваскуляризация миокарда вместе с оптимизацией параметров программирования ИКД, что способно снизить вероятность не только НУЖТ, но и устойчивых ЖТ [10].

### Повышение ночной ЧСС

В нашей работе была выявлена тенденция к увеличению значений ночной ЧСС у исследованных пациентов за 1 нед до возникновения устойчивой ЖТ. По аналогии с нашими результатами в исследовании Sh. Zhao и соавт. было показано, что за 30 дней до события повышение ночной ЧСС на 4 уд/мин и более было связано не только с повышенной вероятностью развития ЖТ, но и с увеличением риска смерти от всех причин у пациентов с ИКД [11]. Ряд предшествовавших исследований также показал связь между изменениями ЧСС и возникновением ЖТ, ФЖ и ВСС

пациентов. Так, A. Younis и соавт. показали, что значения среднесуточной ЧСС  $>75$  уд/мин ассоциированы с увеличением риска частых рецидивов устойчивых ЖТ/ФЖ у пациентов с ИКД [7].

Как известно, ЧСС доминирующим образом контролируется вегетативной нервной системой, и увеличение ночной ЧСС может говорить о дисбалансе в ее работе: увеличении тонуса симпатической и/или снижении тонуса парасимпатической нервной системы. И то и другое связано с более высоким риском возникновения ЖТ и ВСС, особенно в ранние утренние часы [12].

### Лабильность SDNN

Интересным результатом нашей работы явилось то, что одним из независимых маркеров повышенного риска ЖТ были колебания значений SDNN, являющегося одним из временных параметров variability ритма сердца (ВРС). По мнению ряда исследователей, показатели ВРС позволяют не только более точно, чем значения суточной ЧСС, изучать вегетативную регуляцию сердечной деятельности, но и прогнозировать возникновение ЖТ и ВСС [13, 14]. Влияние ВРС на возникновения ЖТ ранее неоднократно изучалось. Так, в работе Y. Shirakawa и соавт. более высокая разность от исходного уровня значений SDNNi и  $\min \Delta SDNNi$  за 7 и 28 сут до возникновения ЖТ были значимыми фактором, располагающим к повторным рецидивам желудочковых аритмических событий [14]. Перспективным считается изучение других показателей ВРС для выявления пациентов с более высоким риском рецидивов ЖТ/ФЖ и ВСС. В работе L. Daniłowicz-Szymałowicz и соавт. было показано значение таких показателей,

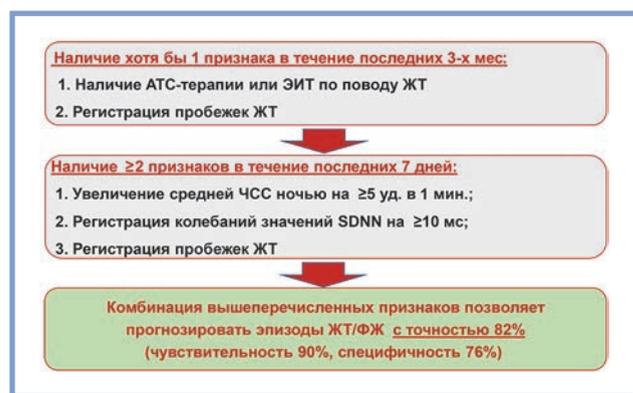


Рис. 7. Алгоритм прогнозирования возникновения ЖТ у пациентов с ИКД при помощи СУМ.

АТС — антитахистимуляция; ЭИТ — электроимпульсная терапия; ЖТ — желудочковые тахикардии; ЧСС — частота сердечных сокращений; ФЖ — фибрилляция желудочков.

Fig. 7. Algorithm for prediction of VT in patients with ICD.

как микровольтная альтернатива Т-волны (MTWA), спонтанная барорефлекторная чувствительность (BRS) и низкочастотная амплитуда нормализованных интервалов RR (LFnu) в выявлении пациентов с относительно низким риском злокачественных желудочковых аритмий среди пациентов с ишемической систолической дисфункцией левого желудочка. Для этой группы пациентов имплантация ИКД может быть безопасно отложена [13].

Все эти исследования указывают на то, что показатели ВРС являются неинвазивными индикаторами сбалансированной работы вегетативной нервной системы и могут быть также полезны для оценки риска возникновения ЖТ и ВСС.

## Ограничения исследования

Ограничениями настоящего исследования являются его ретроспективный характер, а также гетерогенная груп-

па включенных пациентов (по этиологии структурного заболевания сердца, по степени дисфункции миокарда левого желудочка). Нестандартизированный анализ полученных протоколов СУМ.

## Заключение

Независимыми факторами, ассоциированными с возникновением устойчивых ЖТ, являлись следующие параметры в СУМ: 1) наличие эпизодов ИКД-терапии в течение последних 3 мес до развития аритмического события; 2) наличие эпизодов неустойчивой желудочковой тахикардии за последние 3 мес; 3) наличие эпизодов неустойчивой желудочковой тахикардии за последние 7 дней; 4) увеличение средней ночной ЧСС более чем на 5 уд/мин в течение последних 7 сут; 5) наличие колебаний показателя SDNN за последние 7 сут. Выявление 3 из 5 вышеуказанных признаков позволяло прогнозировать возникновение ЖТ/ФЖ с точностью 82% (чувствительность 90%, специфичность 76%).

Разработан алгоритм, позволяющий заблаговременно прогнозировать возникновение устойчивых ЖТ при помощи системы удаленного мониторинга ИКД/СРТ-Д. Полученные результаты могут быть использованы для своевременного назначения либо коррекции противоаритмической терапии.

Перспективы дальнейших исследований применения СУМ для прогнозирования возникновения ЖТ видятся в создании более совершенных алгоритмов, максимально учитывающих индивидуальные особенности пациентов (этиологию, значение ФВ ЛЖ и др.) и в режиме реально-го времени мониторирующих наиболее значимые параметры СУМ с возможностью своевременного оповещения лечащего врача и пациента об их изменениях, указывающих на повышенный риск возникновения или рецидива ЖТ.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Slotwiner D, Varma N, Akar J, Annas G, Beardsall M, Fogel RI, Galizio NO, Glotzer TV, Leahy RA, Love CJ, McLean RC, Mittal S, Morichelli L, Patton KK, Raitt MH, Ricci RP, Rickard J, Schoenfeld MH, Serwer GA, Shea J, Varosy P, Verma A, Yu CM. HRS Expert Consensus Statement on remote interrogation and monitoring for cardiovascular implantable electronic devices. *Heart Rhythm*. 2015;12:e69-100. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.05.008>
- Ursaru AM, Petris AO, Costache II, Nicolae A, Crisan A, Tesloianu ND. Implantable Cardioverter Defibrillator in Primary and Secondary Prevention of SCD-What We Still Don't Know. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2022;9(4):120. <https://doi.org/10.3390/jcdd9040120>
- Kuck KH, Schaumann A, Eckardt L, Willems S, Ventura R, Delacréz E, Pitschner HF, Kautzner J, Schumacher B, Hansen PS; VTACH study group. Catheter ablation of stable ventricular tachycardia before defibrillator implantation in patients with coronary heart disease (VTACH): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2010;375(9708):31-40. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61755-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61755-4)
- Yokoshiki H, Shimizu A, Mitsuhashi T, Furushima H, Sekiguchi Y, Manaka T, Nishii N, Ueyama T, Morita N, Okamura H, Nitta T, Hirao K, Okumura K; Members of the Implantable Cardioverter-Defibrillator (ICD) Committee of the Japanese Heart Rhythm Society. Prognostic significance of nonsustained ventricular tachycardia in patients receiving cardiac resynchronization therapy for primary prevention: analysis of the Japan cardiac device treatment registry database. *Journal of Arrhythmia*. 2018;34(2):139-147. <https://doi.org/10.1002/joa3.12023>
- Clementy N, Bisson A, Challal F, Andre C, Pierre B, Fauchier L, Babuty D. Nonsustained ventricular tachycardia at the time of implantation predicts appropriate therapies on rapid ventricular arrhythmia in primary prevention patients with nonischemic cardiomyopathy: Results from the Very-High-Rate Registry. *JACC: Clinical Electrophysiology*. 2017;3:1338-1339. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2017.04.016>
- Makimoto H, Zielke S, Clasen L, Lin T, Gerguri S, Müller P, Schmidt J, Bejinariu A, Kurt M, Brinkmeyer C, Stern M, Kelm M, Fürnkranz A. Clinical significance of precedent asymptomatic non-sustained ventricular tachycardias on subsequent ICD interventions and heart failure hospitalization in primary prevention ICD patients. *European Journal of Medical Research*. 2020;25:5. <https://doi.org/10.1186/s40001-020-0401-x>
- Younis A, Goldberger JJ, Kutuyifa V, Zareba W, Polonsky B, Klein H, Aktas MK, Huang D, Daubert J, Estes M, Cannom D, McNitt S, Stein K, Goldenberg I. Predicted benefit of an implantable cardioverter-defibrillator: the MADIT-ICD benefit score. *European Heart Journal*. 2021;42(17):1676-1684. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa1057>

8. Xie E, Mayer K, Capps MF, Barth AS, Love CJ, Coronel R, Ashikaga H. Mechanism of spontaneous initiation of ventricular fibrillation in patients with implantable defibrillators. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2020;31(9):2415-2424. <https://doi.org/10.1111/jce.14648>
9. Zhou Y, Zhao Sh, Chen K, Hua W, Su Y, Chen S, Liang Z, Xu W, Zhang S. Predictive value of rapid-rate non-sustained ventricular tachycardia in the occurrence of appropriate implantable cardioverter-defibrillator therapy. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2020;57(3):473-480. <https://doi.org/10.1007/s10840-019-00557-4>
10. Stiles MK, Fauchier L, Morillo CA, Wilkoff BL. 2019 HRS/EHRA/APHRS/LAHRS focused update to 2015 expert consensus statement on optimal implantable cardioverter-defibrillator programming and testing. *Heart Rhythm*. 2020;17:e220-e228. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2019.02.034>
11. Zhao Sh, Chen K, Su Ya, Hua W, Pu J, Li H, Dai Y, Tang M, Fan X, Zhao Y, Zheng X, Cai C, Li Z, Zhang S. The role of variability in night-time mean heart rate on the prediction of ventricular arrhythmias and all-cause mortality in implantable cardioverter defibrillator patients. *Europace*. 2015;17:ii76-ii82. <https://doi.org/10.1093/europace/euv209>
12. Black N, D'Souza A, Wang Y, Piggins H, Dobrzynski H, Morris G, Boyett MR. Circadian rhythm of cardiac electrophysiology, arrhythmogenesis, and the underlying mechanisms. *Heart Rhythm*. 2019;16(2):298-307. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.08.026>
13. Daniłowicz-Szymanowicz L, Kaufmann D, Rozwadowska K, Kempa M, Lewicka E, Raczak G. Microvolt T-wave alternans and autonomic nervous system parameters can be helpful in the identification of low-arrhythmic risk patients with ischemic left ventricular systolic dysfunction. *PLoS One*. 2018;13(5):e0196812. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196812>
14. Shirakawa Yu, Niwano Sh, Saito D, Sato T, Matsuura G, Arakawa Y, Kobayashi S, Nishinarita R, Horiguchi A, Ishizue N, Kishihara J, Fukaya H, Ako J. Prediction of Lethal Arrhythmic Events Through Remote Monitoring Using Heart Rate Variability Analysis in Patients with an Implantable Cardioverter Defibrillator. *International Heart Journal*. 2020;61:927-935. <https://doi.org/10.1536/ihj.20-152>

Поступила 17.10.2023

Received 17.10.2023

Принята к публикации 15.01.2024

Accepted 15.01.2024