Кардиологический вестник
2023, Т. 18, №2, с. 72–79
https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20231802172

Russian Cardiology Bulletin
2023, Vol. 18, No. 2, pp. 72–79
https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20231802172

Новые маркеры развития фатальных желудочковых тахиаритмий по данным спекл-трекинг эхокардиографии и холтеровского мониторирования электрокардиограммы у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и сниженной фракцией выброса левого желудочка

© Е.В. ГУСЕВА[1], Н.Б. ШЛЕВКОВ[1], Г.С. ТАРАСОВСКИЙ[1], В.Н. ШИТОВ[1], Х.Ф. САЛАМИ[1], В.Г. КИКТЕВ[1], К.В. БЕЛИК[2], С.Ф. СОКОЛОВ[1], М.А. САИДОВА[1], С.П. ГОЛИЦЫН[1]

[1]ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва, Россия;
[2]ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

В настоящее время основным маркером высокого риска развития желудочковых тахиаритмий (ЖТА) и внезапной сердечной смерти (ВСС) у больных со структурной патологией сердца является значение фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) <35% по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) менее 35%. Низкие чувствительность и специфичность этого показателя диктуют необходимость поиска дополнительных методов стратификации риска ЖТА и ВСС.

Цель исследования. Изучить возможности параметров спекл-трекинг ЭхоКГ и холтеровское мониторирование электрокардиограммы (ХМЭКГ) у пациентов со структурной патологией сердца и хронической сердечной недостаточностью (ХСН) со сниженной ФВ ЛЖ в оценке риска возникновения ЖТА.

Материал и методы. В исследование было включено 60 пациентов с ХСН I—III функционального класса с ФВ ЛЖ менее 35% на фоне оптимальной медикаментозной терапии в течение более 3 мес. Период наблюдения составил 27 [21; 36] мес. Проводился однофакторный, ROC- и многофакторный анализы различий между группами с ЖТА и без ЖТА по показателям спекл-трекинг ЭхоКГ (механическая дисперсия (МД), глобальная и сегментарная продольная деформация ЛЖ) и ХМЭКГ с определением параметров желудочковой эктопической активности, вариабельности ритма сердца, поздних потенциалов, микроальтернации зубца Т, длительности комплекса QRS.

Результаты. По результатам однофакторного анализа группа пациентов с ЖТА (n=30) достоверно отличалась от группы без ЖТА (n=30) значением МД ЛЖ (p<0,001) и параметрам продольной деформации базального сегмента передне-перегородочной стенки ЛЖ (p=0,03), базального сегмента задне-перегородочной стенки ЛЖ (p=0,01), а также среднего сегмента нижней стенки ЛЖ (p=0,04). Значение МД ЛЖ ≥120 мс принято за оптимальную пороговую величину в отношении риска развития ЖТА (площадь под ROC-кривой 0,817, чувствительность — 73,3%, специфичность — 80%). По результатам многофакторного анализа наличие двух из трех признаков — значение МД ЛЖ более 120 мс, продольной деформации базального сегмента задне-перегородочной стенки ЛЖ ≤(–)8% по спекл-трекинг ЭхоКГ, а также значение стандартного отклонения длительности комплекса QRS в ночные часы ≥3 мс, по ХМЭКГ, позволяет прогнозировать ЖТА с точностью 77% (чувствительность — 73%, специфичность — 80%).

Заключение. Показатели механической дисперсии и продольной деформации ЛЖ по данным спекл-трекинг ЭхоКГ в комбинации с оценкой стандартного отклонения длительности комплекса QRS в ночные часы, по данным ХМЭКГ, могут быть использованы в качестве дополнительных маркеров риска возникновения ЖТА у пациентов с ХСН и сниженной ФВ ЛЖ.

Ключевые слова: *внезапная сердечная смерть, желудочковая тахикардия, спекл-трекинг эхокардиография, механическая дисперсия, глобальная продольная деформация, QRS-комплекс.*

Информация об авторах:
Гусева Е.В. — https://orcid.org/0000-0001-6500-3649
Шлевков Н.Б. — https://orcid.org/0000-0003-3956-1860
Тарасовский Г.С. — https://orcid.org/0000-0002-2143-8912
Шитов В.Н. — https://orcid.org/0000-0002-8878-7340
Салами Х.Ф. — https://orcid.org/0000-0001-9751-7767
Киктев В.Г. — https://orcid.org/0000-0002-2628-3796
Белик К.В. — https://orcid.org/0000-0004-6396-0727
Соколов С.Ф. — https://orcid.org/0000-0001-5418-7796
Саидова М.А. — https://orcid.org/0000-0002-3233-1862
Голицын С.П. — https://orcid.org/0000-0001-9913-9974
Автор, ответственный за переписку: Гусева Е.В. — e-mail: gev1994@list.ru

Как цитировать:
Гусева Е.В., Шлевков Н.Б., Тарасовский Г.С., Шитов В.Н., Салами Х.Ф., Киктев В.Г., Белик К.В., Соколов С.Ф., Саидова М.А., Голицын С.П. Новые маркеры развития фатальных желудочковых тахиаритмий по данным спекл-трекинг эхокардиографии и холтеровского мониторирования электрокардиограммы у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и сниженной фракцией выброса левого желудочка. *Кардиологический вестник*. 2023;18(2):72–72. https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20231802172

New markers of malignant ventricular tachyarrhythmias in speckle-tracking echocardiography and 24-hour ECG monitoring in patients with chronic heart failure and reduced left ventricular ejection fraction

© E.V. GUSEVA[1], N.B. SHLEVKOV[1], G.S. TARASOVSKIY[1], V.N. SHITOV[1], H.F. SALAMI[1], V.G. KIKTEV[1], K.V. BELIK[2], S.F. SOKOLOV[1], M.A. SAIDOVA[1], S.P. GOLITSYN[1]

[1]Chazov National Medical Research Centre of Cardiology, Moscow, Russia;
[2]Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Abstract

Objective. To assess the possibilities of speckle-tracking and 24-hour ECG monitoring in patients with structural heart disease and chronic heart failure (CHF) with reduced LV EF in predicting the risk of malignant ventricular tachyarrhythmias (VTA).

Material and methods. The study included 60 patients with CHF class I—III with LVEF <35% under optimal drug therapy for more than 3 months. The follow-up period was 27 [21; 36] months. Univariate, ROC and multivariate analyses of groups with and without VTA were carried out with assessing speckle-tracking (mechanical dispersion (MD), global and segmental longitudinal strain (LS)) and 24-hour ECG monitoring data (ventricular ectopic activity, heart rate variability, late potentials, T-wave microalternation, duration of QRS-complex).

Results. Patients with VTA (n=30) significantly differed from those without VTA (n=30) by LV MD (p<0.001) and LS of basal segment of anterior septum wall (p=0.03), basal segment of inferior septum wall (p=0.01) and middle segment of inferior LV wall (p=0.04). The optimal cut-off value of LV MD regarding VTA was ≥120 ms (AUC 0.817, sensitivity 73.3%, specificity 80%). Multifactorial analysis revealed 3 independent markers of VTA: LV MD ≥120 ms, LS of basal segment of posterior septum wall ≤–8% and standard deviation of QRS complex duration at night ≥3 ms. Two out of three these variables can predict VTA with accuracy of 77% (sensitivity 73%, specificity 80%).

Conclusion. Left ventricle mechanical dispersion and LS combined with standard deviation of QRS-complex duration at night were the independent risk factors of VTA in patients with CHF and reduced LVEF.

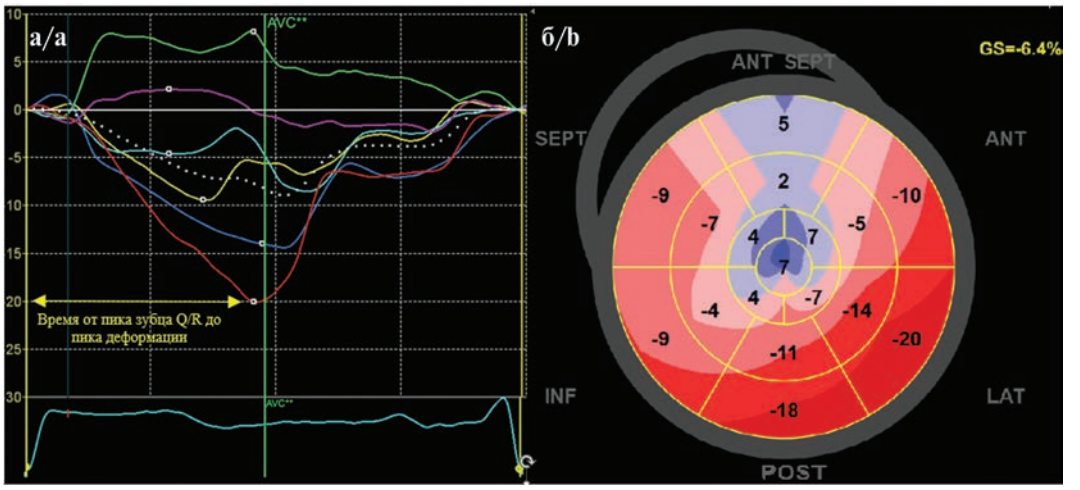
Keywords: *sudden cardiac death, ventricular tachycardia, speckle-tracking echocardiography, mechanical dispersion, global longitudinal strain, QRS complex*

Information about the authors:
Guseva E.V. — https://orcid.org/0000-0001-6500-3649
Shlevkov N.B. — https://orcid.org/0000-0003-3956-1860
Tarasovskiy G.S. — https://orcid.org/0000-0002-2143-8912
Shitov V.N. — https://orcid.org/0000-0002-8878-7340
Salami H.F. — https://orcid.org/0000-0001-9751-7767
Kiktev V.G. — https://orcid.org/0000-0002-2628-3796
Belik K.V. — https://orcid.org/0000-0004-6396-0727
Sokolov S.F. — https://orcid.org/0000-0001-5418-7796
Saidova M.A. — https://orcid.org/0000-0002-3233-1862
Golitsyn S.P. — https://orcid.org/0000-0001-9913-9974
Corresponding author: Guseva E.V. — e-mail: gev1994@list.ru

To cite this article:
Guseva EV, Shlevkov NB, Tarasovskiy GS, Shitov VN, Salami HF, Kiktev VG, Belik KV, Sokolov SF, Saidova MA, Golitsyn SP. New markers of malignant ventricular tachyarrhythmias in speckle-tracking echocardiography and 24-hour ECG monitoring in patients with chronic heart failure and reduced left ventricular ejection fraction. *Russian Cardiology Bulletin*. 2023;18(2):72–79. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20231802172

Введение

Внезапная сердечная смерть (ВСС) является одной из важнейших проблем современного здравоохранения [1]. Пациенты с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) ишемической и неишемической этиологии представляют собой основную группу риска развития ВСС [2, 3]. В основе возникновения ВСС в большинстве случаев лежат фатальные желудочковые тахиаритмии (ЖТА) — желудочковая тахикардия и фибрилляция желудочков. Нарушение сократительной функции левого желудочка (ЛЖ) в виде снижения значения фракции выброса (ФВ) ЛЖ менее 35%



Оценка показателей механической дисперсии и продольной деформации миокарда ЛЖ.
а — время от пика зубца Q/R до пика деформации каждого сегмента ЛЖ, использующееся в расчете механической дисперсии ЛЖ; б — параметры посегментарной и глобальной (GS) деформации миокарда ЛЖ, представленные в виде «бычьего глаза» (зоны нормальной деформации представлены красным цветом, нарушенной деформации — розовым и синими цветами). ЛЖ — левый желудочек.

Evaluation of mechanical dispersion and longitudinal strain of the LV myocardium.
a — period between Q/R wave peak and peak strain of each LV segment used in calculating mechanical dispersion of the LV; b — parameters of LV myocardial segmental and global strain («bull's eye») (zones of normal strain are represented in red, impaired strain — pink and blue). LV — left ventricle.

является основным маркером повышенного риска возникновения ЖТА и ВСС у пациентов со структурной патологией сердца [4]. Недостаточно высокие чувствительность и специфичность данного показателя диктуют необходимость поиска дополнительных признаков, ассоциированных с возникновением ЖТА и ВСС. Данные ряда исследований [5, 6] показали, что параметры глобальной продольной деформации (GLS) и механической дисперсии (МД) ЛЖ, оцененные с помощью спекл-трекинг эхокардиографии (ЭхоКГ), позволяют точнее, чем оценка ФВ ЛЖ, выявлять больных высокого риска возникновения фатальных желудочковых аритмий. Параллельно продолжаются исследования параметров холтеровского мониторирования электрокардиограммы (ХМЭКГ), включая оценку вариабельности ритма сердца, анализ сигнал-усредненной ЭКГ, параметров микроальтернации зубца Т, а также динамики QRS-интервалов. Основной задачей нашей работы являлся поиск дополнительных маркеров ЖТА у больных со сниженной ФВ ЛЖ при помощи совокупного анализа комплекса показателей спекл-трекинг ЭхоКГ и ХМЭКГ.

Цель исследования — изучение возможностей параметров спекл-трекинг ЭхоКГ и ХМЭКГ у пациентов со структурной патологией сердца различной этиологии и ХСН со сниженной ФВ ЛЖ в прогнозировании риска возникновения ЖТА.

Материал и методы

Исследование проведено на базе ФГБУ «НМИЦК им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России и одобрено локальным этическим комитетом. Письменное информированное согласие на участие в исследовании было получено у всех пациентов до момента включения в исследование. Критерии включения в исследование: возраст пациентов старше 18 лет, наличие структурной патологии сердца с явлениями ХСН I—III функционального класса по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA) и снижение ФВ ЛЖ ⩽35% по данным ЭхоКГ на фоне оптимальной медикаментозной терапии в течение не менее 3 мес [7], а также наличие ранее имплантированного кардиовертера-дефибриллятора (КВД) или устройства для сердечной ресинхронизирующей терапии с функцией дефибриллятора (СРТ-Д). Критерии исключения: пациенты с острой соматической патологией либо находящиеся в состоянии декомпенсации хронических заболеваний, с выполненными оперативными вмешательствами менее чем за 90 дней до момента включения в исследование, а также с иными состояниями, ограничивающими участие пациентов в исследовании и их динамическое наблюдение.

Эхокардиография. Эхокардиографические исследования выполнялись на ультразвуковом аппарате General Electric Vivid E9 (Норвегия) с использованием датчика M5Sc-D и электрокардиографической синхронизацией. Все исследования сохранялись в цифровом формате и обрабатывались с использованием специального программного обеспечения (EchoPac version 6.1, General Electric Medical Health). Проводился расчет ФВ ЛЖ (biplane Simpson), конечно-диастолического объема ЛЖ, конечно-систолического объема ЛЖ, оценка параметров спекл-трекинг ЭхоКГ (глобальная и сегментарная продольная деформация ЛЖ и МД ЛЖ). Под продольной деформацией подразумевается уменьшение длины миокарда во время систолы вследствие движения основания желудочка к верхушке. В отношении данного параметра прилагательные «более» и «менее» будут использованы в соответствии с абсолютными величинами. МД ЛЖ рассчитывалась как стандартное отклонение времени от пика зубца Q/R до пика отрицательной деформации каждого из 17 сегментов **(рис. 1)**.

Холтеровское мониторирование электрокардиограммы. 12-канальное холтеровское мониторирование проводилось в течение 24 ч с последующей обработкой записи на установке Astrocard HF-2 (ЗАО «Медитек» Москва). Исследуемыми параметрами являлись: желудочковая эктопическая

активность, вариабельность ритма сердца, поздние потенциалы желудочков (оценка сигнал-усредненной ЭКГ), показатели микроальтернации зубца Т (спектральный анализ и метод скользящей кривой), стандартное отклонение среднего значения длительности комплекса QRS.

Тесту 6-минутной ходьбы подвергались все пациенты с целью оценки их функционального класса ХСН по NYHA.

Определение концентрации NT-proBNP проводилось в сыворотке крови на автоматическом электрохемилюминесцентном анализаторе Cobas e 411 Roche HITACHI (Япония) с набором proBNP II (Cobas Roche Diagnostics, Германия).

Оценка аритмических событий осуществлялась на основании данных полученных при проверке параметров работы имплантированных КВД и СРТ-Д. За устойчивую ЖТА принималась любая желудочковая тахикардия, потребовавшая проведение антитахистимуляции, либо нанесения шока прибором с функцией дефибриллятора, а также наличие желудочковой тахикардии длительностью более 30 с по данным анамнеза пациента на фоне отсутствия значимой острой патологии, способствующей развитию ЖТА (например, острого инфаркта миокарда, острой декомпенсации ХСН, выраженного нарушения электролитного баланса, гипертиреоза и др.). Проводился анализ каждого эпизода ЖТА, полученного при проверке устройств с функцией дефибриллятора для исключения наджелудочковой тахикардии или неадекватного срабатывания устройства.

Статистический анализ данных проводился с использованием Statistica 7,0 и SPSS 22,0. Значения изучаемых параметров представлены в виде медиан и интерквартильного размаха: 25 и 75 перцентили. Для сравнительного анализа применялся *U* тест Манна—Уитни и точный двусторонний тест Фишера. За уровень статистической значимости принят показатель $p<0,05$. Для оценки диагностической ценности показателей проводился ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic) с расчетом площади под ROC-кривой. С целью определения независимых предикторов ЖТА был выполнен множественный регрессионный анализ признаков.

Результаты

В исследование включено 60 пациентов (58 мужчин и 2 женщины, средний возраст — 63±12 лет). У 45 пациентов диагностирован постинфарктный кардиосклеоз, у 15 — неишемическая кардиомиопатия. Длительность наблюдения составила 27 [21; 36] мес. В зависимости от наличия или отсутствия устойчивых ЖТА по данным анамнеза и результатам наблюдения пациенты были разделены на две группы — с ЖТА ($n=30$) и без ЖТА ($n=30$). Как показано в **табл. 1**, исследуемые группы значимо не различались по возрасту, полу, этиологии заболевания сердечно-сосудистой системы, принимаемой медикаментозной терапии, а также степени выраженности ХСН (на основании данных NT-proBNP и теста 6-минутной ходьбы).

Сравнительный анализ показателей ЭхоКГ пациентов в зависимости от наличия или отсутствия ЖТА

Исследуемые группы пациентов были сопоставимы по основным ЭхоКГ-параметрам (значению ФВ ЛЖ, размерам полостей сердца, уровню систолического давления в легочной артерии, параметрам диастолической функции ЛЖ), а также по глобальной продольной деформации ЛЖ **(табл. 2)**. В то же время, по данным сравнительного анализа, достоверного различия продольной деформации внутри каждого сегмента апикального отдела левого желудочка среди исследуемых групп не выявлено ($p>0,05$). Пациенты с ЖТА отличались от больных без ЖТА меньшими значениями продольной деформации базального сегмента передне-перегородочной стенки ЛЖ (–3 [–6; 2] и –6,5 [–9,8; –3,3] соответственно, $p=0,03$), базального сегмента задне-перегородочной стенки ЛЖ (–6 [–8; –3] и –8 [–11; –5,3] соответственно, $p=0,01$), а также среднего сегмента нижней стенки ЛЖ (–3 [–6; 2] и –6 [–9; –1,5] соответственно, $p=0,04$).

При сравнении пациентов 2 групп в наибольшей степени обращали внимание различия МД ЛЖ. У пациентов с ЖТА значение МД ЛЖ было достоверно больше, чем у пациентов без ЖТА (143,1 [116,5; 182,6;] и 90,2 [77,59; 118,24] соответственно, $p<0,001$). По результатам ROC-анализа диагностической значимостью в отношении развития ЖТА обладала величина МД ЛЖ, превышающая 120 мс (площадь под ROC-кривой — 0,817, чувствительность — 73,3%, специфичность — 80%).

Таким образом, результатом этого раздела работы явилось выявление маркеров, предрасполагающих к развитию ЖТА, а именно МД ЛЖ, продольной деформации базального сегмента перегородочной стенки и среднего сегмента нижней стенки ЛЖ.

Сравнительный анализ показателей 12-канального суточного мониторирования ЭКГ пациентов в зависимости от наличия или отсутствия ЖТА

По результатам однофакторного анализа показателей вариабельности сердечного ритма статистически значимые различия между группами пациентов с наличием и отсутствием ЖТА были выявлены исключительно по показателю TINN (триангулярный индекс) (311 [35; 471] и 438 [316; 613], соответственно, $p=0,04$) **(табл. 3)**. Параметры суточной частоты сердечных сокращений, а также все остальные показатели вариабельности сердечного ритма у пациентов исследуемых групп значимо не различались. Несмотря на отсутствие различий между исследуемыми группами пациентов по средним значениям продолжительности комплекса QRS, величина стандартного отклонения среднего значения длительности комплекса QRS в ночные часы была большей в группе пациентов с ЖТА (2 [2; 3]), по сравнению с пациентами без ЖТА (2 [1; 2]), $p=0,049$. Показатель стандартного отклонения среднего значения длительности комплекса QRS в дневные часы, также как и оценка желудочковой эктопической активности, сигнал-усредненной ЭКГ (поздние потенциалы желудочков), показатели микроальтернации зубца Т статистически не различались в исследуемых группах ($p>0,05$). Таким образом, были определены 2 показателя (TINN и стандартное отклонение среднего значения длительности комплекса QRS в ночные часы), оценка которых возможна для более точной стратификации риска.

Многофакторный анализ показателей эхокардиографии и 12-канального суточного мониторирования ЭКГ пациентов в зависимости от наличия или отсутствия ЖТА

На основании однофакторного анализа и определенных по данным ROC-анализа оптимальных отрезных значений **(табл. 4)**, методом логистической регрессии проведен однофакторный анализ с последующим выявлением многофакторной модели: МД ⩾120 мс, продольная дефор-

Таблица 1. **Основная характеристика исследуемых групп**

Table 1. **Patient characteristics**

Параметры	Пациенты с ЖТА (*n*=30)	Пациенты без ЖТА (*n*=30)	*p* value
Возраст, годы	66,0 [61; 71]	64 [58,3; 67,5]	0,35
Пол (мужской), *n* (%)	30 (100)	28 (93,3)	0,66
ПИКС, *n* (%)	25 (83,3)	20 (66,7)	0,34
ПИКС передней стенки ЛЖ, *n* (%)	14 (46,7)	10 (33,3)	0,72
ПИКС нижней стенки ЛЖ, *n* (%)	18 (60)	11 (36,7)	0,37
ПИКС боковой стенки ЛЖ, *n* (%)	14 (46,7)	10 (33,3)	0,72
ДКМП/декомпенсированное ГС, *n* (%)	4/1 (13,3/3,3)	9/1 (30/3,3)	0,23/0,18
Постоянная форма ФП, *n* (%)	7 (23,3)	6 (20)	0,43
NT-proBNP	1234,0 [660,1; 2499,5]	1279,4 [591; 2748,5]	0,9
Тест 6-минутной ходьбой, м	370,0 [280; 400]	382,5 [296,3; 407,5]	0,53
Лекарственная терапия			
Бета-блокаторы, *n* (%)	24 (80)	27 (90)	0,31
ИАПФ или сартаны, *n* (%)	28 (93,3)	30 (100)	0,66
АМКР, *n* (%)	28 (93,3)	27 (90)	0,67
Амиодарон, *n* (%)	16 (53,3)	12 (40)	0,5

Примечание. ЖТА — желудочковые тахиаритмии; ПИКС — постинфарктный кардиосклероз; ЛЖ — левый желудочек; ДКМП — дилатационная кардиомиопатия; ГС — гипертоническое сердце; ФП — фибрилляция предсердий; NT-proBNP — *N*-концевой предшественник мозгового натрийуретического пептида; ИАПФ — ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента; АМКР — антагонисты минералокортикоидных рецепторов.
Note. GTA — ventricular tachyarrhythmias; PIX — postinfarction cardiosclerosis; LV — left ventricle; DCMP — dilated cardiomyopathy; GS — hypertensive heart; AF — atrial fibrillation; NT-proBNP — N-terminal precursor of the cerebral natriuretic peptide; ACE inhibitors of angiotensin—converting enzyme; AMCR — antagonists mineralocorticoid receptors.

Таблица 2. **Основные параметры ЭхоКГ и спекл-трекинг ЭхоКГ исследуемых групп**

Table 2. **Parameters of echocardiography and speckle tracking in both groups**

Параметры	Пациенты с ЖТА (*n*=30)	Пациенты без ЖТА (*n*=30)	Значение *p*
ФВ ЛЖ, %	29,5 [27; 32,8]	27 [25; 32,3]	0,35
КДО, мл	251,0 [210; 298,8]	237,5 [192,8; 283]	0,45
КСО, мл	191,0 [158,3; 240]	172,0 [140; 205]	0,59
МД ЛЖ, мс	143,1 [116,5; 182,6]	90,2 [77,59; 118,24]	<0,001
GLS, %	–5,7 [–6,9; –3,6]	–6,5 [–8,3; –4,8]	0,28
Продольная деформация базального сегмента передне-перегородочной стенки ЛЖ, %	–3 [–6; 2]	–6,5 [–9,8; –3,3]	0,03
Продольная деформация базального сегмента задне-перегородочной стенки ЛЖ, %	–6 [–8; –3]	–8 [–11; –5,3]	0,01
Продольная деформация среднего сегмента нижней стенки ЛЖ, %	–3 [–6; 2]	–6 [–9; –1,5]	0,04

Примечание. ЖТА — желудочковые тахиаритмии; ФВ — фракция выброса; ЛЖ — левый желудочек; КДО — конечно-диастолический объем; КСО — конечно-систолический объем; МД — механическая дисперсия; GLS — глобальная продольная деформация.
Note. VTA — ventricular tachyarrhythmias; PV — ejection fraction; LV — left ventricle; KDO — finite diastolic volume; CSR — finite systolic volume; MD — mechanical dispersion; GLS — global longitudinal deformation.

мация базального сегмента задне-перегородочной стенки ЛЖ ⩽(–)8%, стандартное отклонение среднего значение QRS в ночные часы ⩾3 мс, имеющей наибольшую статистическую значимость в прогнозировании ЖТА **(табл. 5)**. Наличие 2 и более вышеуказанных признаков было ассоциировано с возникновением ЖТА с точностью 77% (чувствительность — 73%, специфичность — 80%).

Обсуждение

По результатам нашего исследования, показатель МД ЛЖ вызвал наибольший интерес в отношении возможности его применения для оценки риска возникновения ЖТА. Данный параметр не однократно изучался в различных исследованиях, в том числе в крупном метаанализе 2017 г. [5], в котором МД ЛЖ также выражалась в большем численном значении в группах пациентов со структурной патологией сердца различной этиологии с наличием ЖТА по сравнению с пациентами без ЖТА. В результате метаанализа было выявлено, что в 5 из 7 исследований оптимальное пороговое значение МД ЛЖ составляло более 60 мс для пациентов с ЖТА. Однако стоит отметить, что пациенты, анализировавшиеся в данном метаанализе,vb обладали более сохранными по сравнению с пациентами нашего исследования значениями ФВ ЛЖ (среднее значение от 31,4±9,9 до 54,8±11,2), что может объяснять полученное нами более высокое пороговое значение МД ЛЖ у пациентов с ЖТА, а именно ⩾120 мс.

Интерес представляют результаты, полученные F. Guerra и соавт. [6], характеризующие вклад GLS в оценку ри-

Таблица 3. **Основные параметры 12-канальной ХМЭКГ исследуемых групп**

Table 3. **Parameters of 12-channel ECG monitoring in both groups**

Параметры	Пациенты с ЖТА (*n*=30)	Пациенты без ЖТА (*n*=30)	*p*
Количество ЖЭ в сутки	1071 [128,5; 4973]	735 [311; 4150,1]	0,76
Наличие парной ЖЭ, *n* (%)	19 (63,3)	29 (86,7)	0,32
Наличие пробежек ЖТ, *n* (%)	17 (56,7)	16 (53,3)	0,82
Вариабельность сердечного ритма			
Общая мощность спектра, мс^2	11010 [6100; 17174]	13562 [8594; 18287,5]	0,46
SDANN, мс	96 [60; 102]	88 [73; 127]	0,52
SDNN, мс	107,0 [78; 135]	119 [95; 148,5]	0,39
TINN, мс	311 [35; 471]	438,0 [316; 613]	0,04
Сигнал-усредненная ЭКГ			
QRS фильтрованный, мс	142 [130; 160]	120 [107; 139]	0,05
L40, мс	64 [57; 81]	40 [33; 73]	0,39
A40, мВ	5,9 [2,5; 11,6]	10,5 [6,9; 27,9]	0,19
Среднее значение QRS			
Среднее значение QRS в дневные часы, мс	131 [119,5; 161]	130,5 [112; 160]	0,57
Стандартное отклонение среднего значение QRS в дневные часы, мс	3 [2; 4]	2 [2; 3]	0,34
Среднее значение QRS в ночные часы, мс	132 [119; 165]	130,0 [114; 161,8]	0,52
Стандартное отклонение среднего значение QRS в ночные часы, мс	2 [2; 3]	2 [1; 2]	0,049

Примечание. ЖТА — желудочковые тахиаритмии; ЖЭ — желудочковые экстрасистолы; ЖТ — желудочковая тахикардия; SDNN — стандартное отклонение всех нормальных синусовых интервалов R-R; TINN — треугольная интерполяция гистограммы NN-интервалов.
Note. ZHTA — ventricular tachyarrhythmias; ZHE — ventricular extrasystoles; ZHT — ventricular tachycardia; SDNN — standard deviation of all normal sinus intervals R-R; TINN — triangular interpolation of the histogram of NN intervals.

Таблица 4. **ROC-анализ клинико-инструментальных показателей в отношении наличия ЖТА у исследованных пациентов**

Table 4. **ROC-analysis of clinical and instrumental parameters regarding VTA**

Параметры	Площадь под ROC-кривой	Чувствительность	Специфичность
МД ЛЖ ⩾120 мс	0,817 (ДИ 0,705—0,928)	73,3%	80%
Продольная деформация базального сегмента передне-перегородочной стенки ЛЖ ⩽(–)4,5%	0,666 (ДИ 0,524—0,808)	65,5%	66,7%
Продольная деформация базального сегмента задне-перегородочной стенки ЛЖ ⩽(–)8%	0,693 (ДИ 0,558—0,827)	72,4%	66,7%
Продольная деформация среднего сегмента нижней стенки ЛЖ ⩽(–)5,5%	0,654 (ДИ 0,513—0,795)	69%	63,3%
TINN ⩽350 мс	0,692 (ДИ 0,528—0,856)	73,9%	58,8%
Стандартное отклонение среднего значение QRS в ночные часы ⩾3 мсек	0,676 (ДИ 0,514—0,838)	44%	100%

Примечание. ЖТА — желудочковые тахиаритмии; МД — механическая дисперсия; ЛЖ — левый желудочек; TINN — треугольная интерполяция гистограммы NN-интервалов; ДИ — доверительный интервал.
Note. VTA — ventricular tachyarrhythmias; MD — mechanical dispersion; LV — left ventricle; TINN — triangular interpolation of the histogram of NN intervals; DI — confidence interval.

ска возникновения ЖТА. Значение GLS было достоверно меньше в группе пациентов с последующими срабатываниями устройств с функцией дефибриллятора. Однако показатель МД ЛЖ не показал статистически значимых различий в группе пациентов с ЖТА и без ЖТА, что может быть связано с дизайном исследования, согласно которому за наличие или отсутствие ЖТА принимались эпизоды срабатывания устройств с функцией дефибриллятора за период наблюдения без учета анамнестических данных о наличии ЖТА. Результаты, приведенные в метаанализе H. Kawakami и соавт. [5] также, как и наше исследование, сообщают об отсутствующей статистической значимости параметра GLS как маркера риска развития ЖТА.

Общеизвестно, что постинфарктный кардиосклероз нижней стенки левого желудочка в большей степени предрасполагает к развитию ЖТА, нежели поражение передней стенка ЛЖ [8]. Это соответствует результату, полученному в нашем исследовании, указывающему на достоверно меньшее значение продольной деформации среднего сегмента нижней стенки ЛЖ в развитии ЖТА. Существуют данные о роли автономной нервной системы в патогенезе ЖТА и ВСС [9]. В нашем исследовании выявлены досто-

Таблица 5. **Однофакторный и многофакторный анализ показателей ЭхоКГ и 12-канального суточного мониторирования ЭКГ**
Table 5. **Univariate and multivariate analysis of echocardiography and 12-channel ECG monitoring data**

Параметры	Однофакторный анализ			Многофакторный анализ		
	ОШ	ДИ	Значение *p*	ОШ	ДИ	Значение *p*
МД ЛЖ ⩾120 мс	6,4	2,0—19,7	0,001	11,4	1,8—72,3	0,01
Продольная деформация базального сегмента передне-перегородочной стенки ЛЖ ⩽(–)4,5%	3,3	1,1—9,5	0,029			
Продольная деформация базального сегмента задне-перегородочной стенки ЛЖ ⩽(–)8%	6,3	2,0—19,7	0,002	6,8	1,1—40,6	0,035
Продольная деформация среднего сегмента нижней стенки ЛЖ ⩽(–)5,5%	4,6	1,5—13,7	0,007			
TINN ⩽350 мс	4,0	1,0—15,5	0,041			
Стандартное отклонение среднего значение QRS в ночные часы ⩾3 мс	7,9	1,4—42,5	0,016	9,1	1,2—66,9	0,03

Примечание. Многофакторная модель: МД ⩾120 мс, продольная деформация базального сегмента задне-перегородочной стенки ЛЖ ⩽–8%, стандартное отклонение среднего значение QRS в ночные часы ⩾3 мсек. ОШ — отношение шансов; ДИ — доверительный интервал; ЖТА — желудочковые тахиаритмии; МД — механическая дисперсия; ЛЖ — левый желудочек; TINN — треугольная интерполяция гистограммы NN интервалов.

верно более низкие значения показателя вариабельности сердечного ритма — TINN у пациентов с ЖТА. В то же время выявленное при помощи спекл-трекинг ЭхоКГ статистически значимое различие параметров продольной деформации базального сегмента перегородочной стенки ЛЖ может быть связано как с наличием полной блокады одной из ножек пучка Гиса и связанной с ней диссинхронии миокарда, так и с более обширной постинфарктной рубцовой зоной. Выявленный чаще встречающийся у пациентов с ЖТА в ночные часы показатель стандартного отклонения среднего значения длительности комплекса QRS требует дальнейшего изучения. Вероятнее всего речь идет о более выраженной частотно-зависимой изменчивости длительность комплекса QRS у пациентов с благоприятным прогнозом.

Интерес представляет дальнейшее исследование данной темы с использованием трехмерной спекл-трекинг ЭХОКГ, а именно изучение возможностей в оценке риска возникновения ЖТА у пациентов со структурной патологией сердца параметра площади глобальной деформации, который отражает суммарную региональную и глобальную деформацию миокарда ЛЖ [10].

Ограничением нашего исследования является небольшой объем выборки обследованных пациентов. Несмотря на то, что были использованы непараметрические методы статистического анализа, позволяющие проводить расчеты даже на относительно небольших группах, различия в показателях 12-канального ХМЭКГ, а именно вариабельности ритма сердца, поздних потенциалов желудочков, микроальтернации зубца Т, можно упустить в связи с наличием ограничений в применении данных методов диагностики риска развития ЖТА, таких как наличие постоянной формы фибрилляции предсердий, атриовентрикулярной блокады II—III степени, наличия полных блокад ножек пучка Гиса. При этом особую роль приобретает анализ МД ЛЖ именно у лиц с вышеописанными нарушениями ритма и проводимости сердца, в связи с отсутствием зависимости данного показателя от указанных состояний. Кроме того, МД ЛЖ в отличие от общепринятых параметров ЭхоКГ, используемых для определения систолической и диастолической функции ЛЖ является показателем, имеющим низкую зависимость от оператора.

Заключение

Новый показатель МД ЛЖ по данным спекл-трекинг ЭхоКГ может быть прогностически значимым для более точной стратификации риска ВСС и ЖТА у пациентов со структурной патологией сердца, ХСН и сниженной ФВ ЛЖ. У данной категории больных совместное использование параметров спекл-трекинг ЭхоКГ и 12-канального ХМЭКГ также может повысить эффективность индивидуальной оценки риска ВСС и ЖТА у пациентов исследуемой нами группы. Однако для дальнейшего внедрения в клиническую практику требуется продолжение исследований в этом направлении.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Stecker EC, Reinier K, Marijon E, Narayanan K, Teodorescu C, Uy-Evanado A, Gunson K, Jui J, Chugh SS. Public health burden of sudden cardiac death in the United States. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology*. 2014;7(2):212-217. https://doi.org/10.1161/CIRCEP.113.001034
2. Tseng ZH, Olgin JE, Vittinghoff E, Ursell PC, Kim AS, Sporer K, Yeh C, Colburn B, Clark NM, Khan R, Hart AP, Moffatt E. Prospective County-wide Surveillance and Autopsy Characterization of Sudden Cardiac Death: POST SCD Study. *Circulation*. 2018;137(25):2689-2700. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.033427
3. Fox CS, Evans JC, Larson MG, Kannel WB, Levy D. Temporal trends in coronary heart disease mortality and sudden cardiac death from 1950 to 1999: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2004;110(5):522-527. https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000136993.34344.41

4. Shen L, Jhund PS, Petrie MC, Claggett BL, Barlera S, Cleland JGF, Dargie HJ, Granger CB, Kjekshus J, Køber L, Latini R, Maggioni AP, Packer M, Pitt B, Solomon SD, Swedberg K, Tavazzi L, Wikstrand J, Zannad F, Zile MR, McMurray JJV. Declining Risk of Sudden Death in Heart Failure. *New England Journal of Medicine*. 2017;377(1):41-51. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1609758
5. Kawakami H, Nerlekar N, Haugaa KH, Edvardsen T, Marwick TH. Prediction of Ventricular Arrhythmias With Left Ventricular Mechanical Dispersion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2020;13(2 Pt 2):562-572. https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.03.025
6. Guerra F, Malagoli A, Contadini D, Baiocco E, Menditto A, Bonelli P, Rossi L, Sticozzi C, Zanni A, Cai J, Maitra P, Villani GQ, Capucci A. Global Longitudinal Strain as a Predictor of First and Subsequent Arrhythmic Events in Remotely Monitored ICD Patients With Structural Heart Disease. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2020;13(1 Pt 1):1-9. https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.12.020
7. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, Burri H, Butler J, Čelutkienė J, Chioncel O, Cleland JGF, Coats AJS, Crespo-Leiro MG, Farmakis D, Gilard M, Heymans S, Hoes AW, Jaarsma T, Jankowska EA, Lainscak M, Lam CSP, Lyon AR, McMurray JJV, Mebazaa A, Mindham R, Muneretto C, Francesco Piepoli M, Price S, Rosano GMC, Ruschitzka F, Kathrine Skibelund A; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal*. 2021;42(36):3599-3726. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368
8. Pascale P, Schlaepfer J, Oddo M, Schaller MD, Vogt P, Fromer M. Ventricular arrhythmia in coronary artery disease: limits of a risk stratification strategy based on the ejection fraction alone and impact of infarct localization. *Europace*. 2009;11(12):1639-1646. https://doi.org/10.1093/europace/eup314
9. Boogers MJ, Borleffs CJ, Henneman MM, van Bommel RJ, van Ramshorst J, Boersma E, Dibbets-Schneider P, Stokkel MP, van der Wall EE, Schalij MJ, Bax JJ. Cardiac sympathetic denervation assessed with 123-iodine metaiodobenzylguanidine imaging predicts ventricular arrhythmias in implantable cardioverter-defibrillator patients. *Journal of the American College of Cardiology*. 2010;55(24):2769-2777. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.12.066
10. Саидова М.А., Сохибназарова В.Х., Авалян А.А., Терещенко С.Н.. Сравнительная оценка применения технологий спекл-трекинг эхокардиографии в двухмерном и трехмерном режимах у больных с хронической сердечной недостаточностью с сохранной и сниженной систолической функцией левого желудочка. Кардиологический вестник. 2020; Том XV, №1, 2020, стр. 64-71
Saidova MA, Sokhibnazarova VH, Avalyan AA, Tereshchenko SN. Comparative evaluation of speckle tracking echocardiography technologies in twodimensional and three-dimensional modes in patients with chronic heart failure with preserved and reduced systolic function of the left ventricle. Russian Cardiology Bulletin. 2020;15(1):64–71. (In Russ.). https://doi.org/10.36396/MS.2020.16.1.009

Поступила 27.03.2023
Received 27.03.2023
Принята к печати 03.04.2023
Accepted 03.04.2023