

ПРЕДИКТОРЫ РЕЦИДИВИРОВАНИЯ ЖЕЛУДОЧКОВЫХ ТАХИАРИТМИЙ В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭНДО-ЭПИКАРДИАЛЬНОЙ АБЛАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ СО СТРУКТУРНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ СЕРДЦА

К.А.Симонова¹, В.С.Оршанская¹, В.К.Лебедева¹, С.В.Гарькина¹, Т.А.Любимцева¹, М.А.Вандер¹, Ю.В.Миллер¹, Р.Б.Татарский¹, А.В.Каменев¹, М.А.Наймушин¹, Д.С.Лебедев^{1,2}, Е.Н.Михайлов^{1,2}
¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2; ²ФГАОУВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)», Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5.

Цель. Выявить предикторы рецидива желудочковой тахикардии (ЖТ) у пациентов со структурной патологией сердца после эндо-эпикардиальной аблации.

Материал и методы. В проспективное наблюдательное исследование включено 39 пациентов со структурными заболеваниями сердца и с показаниями к радиочастотной аблации (РЧА) желудочковых аритмий. Выполнялось эндо- и эпикардиальное электроанатомическое картирование миокарда желудочков и РЧА областей измененной электрической активности. Проводилась оценка вольтажных карт биполярных потенциалов (границы детекции «рубца» <0,5 мВ, нормальной активности >1,5 мВ) и униполярных сигналов (границы <5,0 и >9,0 мВ, соответственно) как на эндо-, так и эпикардиальной поверхностях. В остром периоде процедура считалась эффективной при неиндуцируемости любой ЖТ; частично эффективной - неиндуцируемость клинических ЖТ. Обязательные визиты пациентов или удаленный контроль проводились через 6, 12 и 24 месяца, затем ежегодно.

Результаты. Средний возраст пациентов составил 49,5±15,7 лет (34 мужчины и 5 женщин). Рецидивы ЖТ к 6 месяцу чаще выявлялись при неишемической кардиомиопатии, при наличии непароксизмальной фибрилляции предсердий (42,9% против 7,4%), при меньшей амплитуде QRS в III отведении на фоне ЖТ (0,6 [0,4;1,07] мВ против 1,28 [0,99; 1,53] мВ) и при преобладании площади «рубца» на эпикардиальной поверхности, P<0,05 для перечисленных параметров. К 12 месяцу рецидивы ЖТ чаще регистрировались у пациентов с частично эффективной (33,3% против 5% у пациентов с эффективной РЧА, P=0,02). Был выявлен один фактор, независимо ассоциированный с рецидивом ЖТ - наличие электрического шторма на момент аблации (ОР 4,32; 95% ДИ: 1,06-17,48; P=0,04).

Заключение. В гетерогенной группе пациентов выявлены клинические и электрофизиологические факторы, ассоциированные с рецидивами ЖТ на различных сроках наблюдения после эндо-эпикардиальной аблации. Наличие электрического шторма является независимым предиктором рецидива ЖТ при наблюдении до 5 лет после аблации.

Ключевые слова: эпикардиальная аблация; рецидив желудочковой тахикардии; субэпикардиальный субстрат; радиочастотная аблация; электрический шторм

Конфликт интересов: отсутствует.

Финансирование: работа выполнена при поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (номер соглашения 075-15-2020-800).

Рукопись получена: 25.02.2022 **Исправленная версия получена:** 28.03.2022 **Принята к публикации:** 08.04.2022

Ответственный за переписку: Симонова Ксения Александровна, E-mail: simonova_elphys@mail.ru.

Данная научная работа представлена в рамках конкурса молодых ученых IV Санкт-Петербургского аритмологического форума, проводимого 18-21 мая 2022 года в Санкт-Петербурге.

К.А.Симонова - ORCID ID 0000-0003-2423-1041, В.С.Оршанская - ORCID ID 0000-0003-4287-9597, В.К.Лебедева - ORCID ID 0000-0002-0507-096X, С.В.Гарькина - ORCID ID 0000-0002-5594-6376, Т.А.Любимцева - ORCID ID 0000-0002-8651-7777, М.А.Вандер - ORCID ID 0000-0001-9708-7541, Ю.В.Миллер - ORCID ID 0000-0003-3416-0910, Р.Б.Татарский - ORCID ID 0000-0001-6752-3306, А.В.Каменев - ORCID ID 0000-0001-8780-2601, М.А.Наймушин - ORCID ID 0000-0003-2685-623X, Д.С.Лебедев - ORCID ID 0000-0002-2334-1663, Е.Н.Михайлов - ORCID ID 0000-0002-6553-9141

Для цитирования: Симонова КА, Оршанская ВС, Лебедева ВК, Гарькина СВ, Любимцева ТА, Вандер МА, Миллер ЮВ, Татарский РБ, Каменев АВ, Наймушин МА, Лебедев ДС, Михайлов ЕН. Предикторы рецидивирования желудочковых тахикардий в отдаленном периоде после комбинированной эндо-эпикардиальной аблации у пациентов со структурной патологией сердца. *Вестник аритмологии.* 2022;29(2): 17-29. <https://doi.org/10.35336/VA-2022-2-02>. <https://elibrary.ru/bivvvf>.

PREDICTORS OF LONG-TERM VENTRICULAR TACHYARRHYTHMIA RECURRENCE AFTER COMBINED ENDO-EPICARDIAL ABLATION IN PATIENTS WITH STRUCTURAL HEART DISEASE
K.A.Simonova¹, V.S.Orshanskaya¹, V.K.Lebedeva¹, S.V.Garkina¹, T.A.Lyubimtseva¹, M.A.Vander¹, Yu.V.Miller¹, R.B.Tatarsky¹, A.V.Kamenev¹, M.A.Naymushin¹, D.S.Lebedev^{1,2}, E.N.Mikhaylov^{1,2}
¹*Almazov National Medical Research Centre, Russia, Saint-Petersburg, 2 Akkuratova str;* ²*Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI", Russia, Saint-Petersburg, 5 Professor Popov str.*

Purpose. To identify predictors of ventricular tachycardia (VT) recurrence after endo-epicardial ablation in patients with structural heart disease.

Methods. A prospective observational study included 39 patients with structural heart disease and indications for catheter ablation of ventricular tachyarrhythmia. Endo- and epicardial electroanatomical mapping of the ventricular myocardium and ablation of abnormal electrical activity areas were performed. Clinical, ECG characteristics, and voltage maps of bipolar potentials (limits of scar detection <0.5 mV, normal activity >1.5 mV) and unipolar signals (limits <5.0 and >9.0 mV, respectively) on endo- and epicardial surfaces were evaluated. Intraprocedurally, the procedure was considered effective when no VT was inducible; partially effective - when only clinical VT(s) was/were non-inducible. Scheduled patient visits or remote monitoring were performed at 6, 12 and 24 months, and then annually.

Results. The mean age of the patients was 49.5±15.7 years (34 men and 5 women). VT recurrences at 6 months were more often detected in non-ischemic cardiomyopathy patients, in subjects with non-paroxysmal atrial fibrillation (42.9% vs. 7.4%), with a lower VT-QRS amplitude in lead III (0.6 [0.4;1.07] versus 1.28 [0.99; 1.53] mV), and when epicardial "scar" area prevailed over endocardial, P<0.05 for all listed parameters. At 12-months, VT recurrence was more common in patients with partially effective ablation (33.3% vs. 5.0% in patients with effective ablation, P=0.02). The presence of electrical storm at the time of ablation was independently associated with recurrences (HR 4.32; 95% CI: 1.06-17.48; P=0.04).

Conclusion. In a heterogeneous group of patients, clinical and electrophysiological factors associated with VT recurrence have been identified at various follow-up periods after endo-epicardial ablation. Electrical storm ablation is an independent predictor of VT recurrence in the long-term, up to 5 years of follow-up.

Key words: epicardial ablation; ventricular tachycardia recurrence; subepicardial substrate; radiofrequency ablation; electrical storm

Conflict of Interests: nothing to declare.

Funding: this work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (agreement number 075-15-2020-800).

Received: 25.02.2022 **Revision Received:** 28.03.2022 **Accepted:** 08.04.2022

Corresponding author: Simonova Kseniia, E-mail: simonova_elphys@mail.ru

This work was presented as part of the competition for young scientists of the IV Saint-Petersburg Forum of Arrhythmology, held on May 18-21, 2021 in St. Petersburg.

K.A.Simonova - ORCID ID 0000-0003-2423-1041, V.S.Orshanskaya - ORCID ID 0000-0003-4287-9597, V.K.Lebedeva - ORCID ID 0000-0002-0507-096X, S.V.Garkina - ORCID ID 0000-0002-5594-6376, T.A.Lyubimtseva - ORCID ID 0000-0002-8651-7777, M.A.Vander - ORCID ID 0000-0001-9708-7541, Yu.V.Miller - ORCID ID 0000-0003-3416-0910, R.B.Tatarsky - ORCID ID 0000-0001-6752-3306, A.V.Kamenev - ORCID ID 0000-0001-8780-2601, M.A.Naymushin - ORCID ID 0000-0003-2685-623X, D.S.Lebedev - ORCID ID 0000-0002-2334-1663, E.N.Mikhaylov - ORCID ID 0000-0002-6553-9141

For citation: Simonova KA, Orshanskaya VS, Lebedeva VK, Garkina SV, Lyubimtseva TA, Vander MA, Miller YuV, Tatarsky RB, Kamenev AV, Naymushin MA, Lebedev DS, Mikhaylov EN. Predictors of long-term ventricular tachyarrhythmia recurrence after combined endo-epicardial ablation in patients with structural heart disease. *Journal of Arrhythmology*. 2022;29(2): 17-29. <https://doi.org/10.35336/VA-2022-2-02>.

Радиочастотная катетерная абляция (РЧА) является современным высокоэффективным методом лечения желудочковых тахикардий (ЖТ). В исследовании VANISH было продемонстрировано преимущество катетерной абляции в сравнении с расширением медикаментозной терапии для профилактики рецидивов ЖТ [1, 2]. По мере появления новых научных данных об эффективности и результатов применения новых подходов к интервенционному лечению ЖТ пересматриваются классы показаний к катетерной абляции, расширяются возможности ее применения [3]. Однако, несмотря на достигнутые успехи в лечении ЖТ, в ряде случаев эндо-

кардиальная абляция субстрата ЖТ неэффективна, что может быть обусловлено интрамуральным/субэпикардальным расположением аритмогенного субстрата. В таком случае проводится картирование и абляция субстрата тахикардии со стороны эпикардальной поверхности. Эпикардальный доступ актуален у пациентов с аритмогенной кардиомиопатией правого желудочка (АКПЖ) [4-6], при постмиокардитическом кардиосклерозе, постинфарктных рубцах [7]. Тем не менее, несмотря на комбинированную, эндо-эпикардальную модификацию субстрата ЖТ, рецидивы ЖТ встречаются нередко. Вопрос выявления предикторов рецидива ЖТ,

совершенствования подходов к абляции и повышения ее эффективности, несомненно, актуален.

Целью настоящего исследования явилось выявление предикторов рецидива желудочковой тахикардии у пациентов со структурной патологией сердца после эпикардиальной абляции, а также вероятной связи клинических и электрофизиологических факторов с характеристиками мономорфных желудочковых тахикардий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В проспективное наблюдательное исследование были включены пациенты с устойчивой ЖТ со струк-

турной патологией сердца (с инфарктом миокарда или миокардитом в анамнезе, АКПЖ) и показаниями к РЧА субстрата аритмии, подписавшие форму информированного согласия на проведение эпикардиального доступа помимо стандартной эндокардиальной абляции.

Критерии включения были следующие: подтвержденный перенесенный инфаркт миокарда или перенесенный миокардит, или определенная/пограничная АКПЖ (изменения миокарда визуализированы с помощью трансторакальной эхокардиографии и/или магнитно-резонансной томографии (МРТ)), наличие пароксизмов устойчивой ЖТ (или частой симптомной желудочковой экстрасистолии (ЖЭ)), документированных при помощи ЭКГ и/или при опросе данных имплантированного карди-

Таблица 1.

Клиническая характеристика пациентов

Параметр	Значение
Этиология ЖТ, n	
- ПИКС	15
- АКПЖ	14
- миокардит	6
- неуточненный генез	4
Гипертоническая болезнь, n	21
Сахарный диабет, n	4
ХОБЛ, n	6
Фибрилляция предсердий, n*	6
Электрический шторм, n	11
ИКД/СРТ-Д, n	29
Время наблюдения, мес.	24 [МКД: 6; 33]
Средний возраст, лет**	50±16
Длительность анамнеза аритмии, мес.	19,5 [МКД: 5; 48]
Средняя длина цикла ЖТ, мс	375 [МКД: 332; 471]
Предшествующие процедуры РЧА субстрата	22
- 1 операция	13
- 2 и больше операции	9
«Острый» эффект	32
Частичный эффект	4
Наличие ППЖ на эпикардиальной поверхности	27
Ширина псевдо-дельта волны, мс	72±27
Индекс объема левого предсердия, мл/м ²	45±18
Средняя ФВ ЛЖ, %	46±14
TAPSE, мм	18±5
QTc на синусовом ритме, мс	462 [МКД: 438;513]
Ширина QRS на синусовом ритме	115±33
Амплитуда QRS ЖТ в III отведении	1,23 [МКД: 0,84;1,52]

Примечания здесь и далее: ЖТ - желудочковая тахикардия; ПИКС - постинфарктный кардиосклероз; АКПЖ - аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка; ХОБЛ - хроническая обструктивная болезнь легких; * - персистирующая/постоянная формы; ИКД - имплантированный кардиовертер-дефибриллятор; СРТ-Д - сердечная ресинхронизирующая терапия с функцией дефибрилляции; ** - на момент оперативного вмешательства; РЧА - радиочастотная абляция; ППЖ - поздние потенциалы желудочков; ФВ ЛЖ - фракция выброса левого желудочка.

вертер-дефибриллятора (ИКД), при неэффективности антиаритмической терапии (ААТ). Критериями исключения были следующие: стенозирующий атеросклероз коронарных артерий, требующий реваскуляризации; острый миокардит; наличие в анамнезе открытых операций со вскрытием перикарда; острые или обострившиеся воспалительные заболевания; наличие трехкомпонентной антитромботической терапии без возможности ее прерывания; инфаркт миокарда менее 3 месяцев назад; наличие острого коронарного синдрома в момент скрининга. Пациентам проводилось стандартное обследование: регистрация ЭКГ в покое, эхокардиография, суточное мониторирование ЭКГ (СМЭКГ), коронарография, опрос и настройка имплантированного устройства ИКД/сердечной ресинхронизирующей терапии с функцией дефибрилляции (СРТ-Д), МРТ сердца.

Эндокардиальный и эпикардиальный доступы, электрофизиологическое исследование и катетерная абляция

В условиях рентген-операционной проводилось электрофизиологическое исследование, картирование субстрата тахикардии и РЧА. Анестезиологическое обеспечение осуществлялось с проведением искусственной вентиляции легких.

Эпикардиальный (ЭПИ) доступ осуществлялся при помощи субкостальной пункции, методика выполнения подробно описана в предыдущей публикации [8]. В перикардиальное пространство вводился интродьюсер Preface Multipurpose (Cordis, США). Эндокардиальный (ЭНДО) доступ к правому желудочку осуществлялся путем пункции бедренной вены. ЭНДО доступ к левому желудочку (ЛЖ) осу-

щественно ретроградно трансортально путем пункции бедренной артерии и трассептально. Трансептальная пункция межпредсердной перегородки проводилась под контролем флюорографии иглой Brockenbrough BKR-1 (St. Jude Medical, США). После позиционирования интродьюсера в левых камерах внутривенно болюсно вводился гепарин в дозе 80-100 МЕ на 1 кг массы тела, с дальнейшим поддержанием гипокоагуляции под контролем активированного времени свертывания крови (целевое значение более 250 с).

Процедура проводилась с применением нефлюороскопической системы навигации CARTO 3. Для картирования и аблации использовался 3,5-миллиметровый аблационно-картирующий орошаемый электрод NaviStar Thermocool или SmartTouch (Biosense Webster, США), у части пациентов для картирования применялся многополюсный навигационный электрод Pentaray (Biosense Webster, США).

Сначала выполнялась трехмерная реконструкция ЭНДО поверхности правого и ЛЖ, затем - рекон-

струкция ЭПИ поверхности сердца. При построении вольтажных карт применялись следующие границы детекции рубцовых и измененных зон: 0,5-1,5 мВ при биполярной регистрации сигналов и 5,0-9,0 мВ при униполярной регистрации сигналов. Электроанатомические карты были построены с границей цветового заполнения 5-10 мм при картировании аблационным катетером NaviStarThermocool или SmartTouch (Biosense Webster, США) и 2 мм при картировании многополюсным катетером PentaRay (Biosense Webster, США). На картах отмечали области регистрации поздних потенциалов, фрагментированных потенциалов. С помощью встроенного модуля «Area Measurement» проводился подсчет площади регистрации измененной электрической активности и низкоамплитудного миокарда как на биполярной, так и на униполярной картах на ЭНДО и ЭПИ поверхностях.

Локализацию ЖТ определяли по результатам активационного и стимуляционного картирования, по положительному эффекту от аблации. Проводился

Таблица 2.

Вольтажное картирование эндокардиальной и эпикардиальной поверхностей (см. продолжение)

№ пациента	Эндокардиальная поверхность		Соотношения S (би- и униполярных) на эндокардиальной поверхности		Эпикардиальная поверхность		Соотношения S (биполярных) на эпи- и эндокардиальной поверхностях	
	% S <0,5мВ*	% S <1,5 мВ	<0,5 мВ и <5 мВ*	<1,5 мВ и <9 мВ**	% S <0,5 мВ*	% S <1,5 мВ	<0,5 мВ †	<1,5мВ ††
1	5	8,4	0,57	0,61	12,3	83	0,73	0,92
2	4,2	4,2	0,06	0,85	23,1	24,1	0,90	0,91
3	3	14,2	0,88	0,62	17,2	70,3	0,85	0,82
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	5,4	0,88	0,69	10,9	27,5	0,93	0,78
6	1,4	8,1	0,75	0,63	2,7	4	0,25	0,35
7	8,9	18,6	-0,44	0,12	0	4,3	-1,0	-0,10
8	0	0	1,0	1,0	8,9	14,4	1,0	1,0
9	0	0	1,0	1,0	2,3	8,5	1,0	1,0
10	5,7	6	0,49	0,50	8,4	8,4	0,65	0,63
11	4	87,3	0,73	0,05	3,9	78,1	0,39	0,35
12	14	23,8	0,72	0,61	17,8	25,1	0,14	0,05
13	25,6	50	0,14	0,05	13,9	86,6	0,30	0,71
14	7,9	23,6	-0,62	0,2	11,8	21,8	0,56	0,37
15	3,3	12,2	0,83	0,80	12,9	75,8	0,89	0,91
16	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1,3	7,4	0,47	0,45	-	-	-	-
19	-	-	-	-	88,3	92,1	-	-
20	10,8	65,4	-	-	-	-	-	-
21	14	50,9	0,42	0,17	22,8	83	0,66	0,66
22	8,4	14,9	0,58	0,71	4,5	13,7	-0,19	0,08
23	13,2	62,1	1,0	1,0	19,2	56,8	1,0	1,0
24	13,1	60,9	0,53	0,17	0,3	2,9	-0,90	-0,82
25	28,8	63,3	0,51	0,20	21,6	26,9	0,27	-0,01

стандартный протокол электрофизиологического исследования для индукции ЖТ: программируемая стимуляция с 1, 2, 3 и 4 экстрасимулами из верхушки правого желудочка и выходного тракта правого желудочка или из ЛЖ, частая залповая стимуляция желудочков. В случае индукции устойчивой и гемодинамически переносимой ЖТ проводилось entrainment-картирование.

Перед нанесением радиочастотного воздействия на эпикардиальной поверхности проводилась селективная коронарография для оценки расположения картируемой зоны относительно коронарных артерий. Радиочастотные аппликации наносились на расстоянии не менее 10 мм от коронарной артерии. Выполнялось стимуляционное картирование зоны анатомической проекции левого диафрагмального нерва с целью профилактики его возможного повреждения во время абляции в области боковой стенки ЛЖ.

Радиочастотное воздействие проводилось со следующими параметрами: мощность 40-50 Вт, длительность до 40 секунд, с орошением электрода раствором NaCl 0,9% со скоростью 30 мл/мин. Радиочастотные воздействия наносились в область регистрации поздних

и фрагментированных потенциалов до их исчезновения или значительного снижения амплитуды потенциалов (больше 85%). При картировании зон входа/выхода ЖТ и каналов замедленного проведения внутри рубца в этих зонах также выполнялась абляция. Если проводилось картирование цикла ЖТ, то РЧ-аппликации наносились в области «критического» истмуса тахикардии.

Воздействие считалось эффективным, если при повторном картировании области абляции отсутствовали поздние и фрагментированные потенциалы, отсутствовал захват стимуляции (амплитуда 10 В, длительность стимула 1 мс, цикл 500 мс). По окончании вмешательства проводился повторный протокол стимуляции для индукции ЖТ. Процедура считалась полностью эффективной при отсутствии индукции любой ЖТ; неэффективной - при продолжающейся индукции клинической ЖТ; отсутствие индукции клинической ЖТ оценивалось как частичный эффект. Индукция фибрилляции желудочков не учитывалась в оценке острого эффекта.

В конце процедуры перикардиальный интродьюсер удалялся или заменялся на дренаж, который удаля-

Таблица 2.

Вольтажное картирование эндокардиальной и эпикардиальной поверхностей (продолжение)

№ пациента	Эндокардиальная поверхность		Соотношения S (би- и униполярных) на эндокардиальной поверхности		Эпикардиальная поверхность		Соотношения S (биполярных) на эпи- и эндокардиальной поверхностях	
	% S <0,5 мВ*	% S <1,5 мВ	<0,5 мВ и <5 мВ*	<1,5 мВ и <9 мВ**	% S <0,5 мВ*	% S <1,5 мВ	<0,5 мВ †	<1,5 мВ ††
26	0	7,6	-	0,27	1,1	8,2	1	0,68
27	0	0	-	-	0	0	-	-
28	6,6	9,3	0,44	0,81	18,5	93	0,76	0,93
29	21,6	24,8	0,44	0,43	12,7	14,9	0,40	0,40
30	-	-	-	-	-	-	-	-
31	0	0,5	0,49	0,52	2,4	74,8	0,71	0,66
32	-	-	0,54	0,44	-	-	-	-
33	0	0	-	1,0	4,7	8,4	1,0	1,0
34	1,2	2,9	0,48	0,48	77,2	86,4	1,0	0,98
35	46,5	98,9	0,39	0,15	12,5	17,6	0,43	0,09
36	22,6	77,6	0,49	-0,03	17,1	18,6	0,31	-0,22
37	34	87,9	0,45	0,05	93,3	96,3	0,79	0,54
38	2,3	5,8	0,85	0,87	88,7	88,7	0,86	0,68
39	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего, %	5,4 [1,3;13,4]	13,2 [5,7; 53,4]	0,51 [0,4; 0,8]	0,5 [0,2;0,8]	12,5 [4,2; 18,9]	25,1 [11,1; 80,6]	0,71 [0,3; 0,9]	0,66 [0,4; 0,9]

Примечание: S - площадь сигналов; * - $P < 0,05$; * - по формуле $(S1_{\text{эндо_уни}} - S1_{\text{эндо_би}}) / (S1_{\text{эндо_уни}} + S1_{\text{эндо_би}})$, где $S1_{\text{эндо_би}}$ - площадь регистрации биполярных сигналов $< 0,5 \text{ мВ}$ на эндокардиальной поверхности, $S1_{\text{эндо_уни}}$ - площадь регистрации униполярных сигналов $< 5 \text{ мВ}$ на эндокардиальной поверхности; ** - по формуле $(S2_{\text{эндо_уни}} - S2_{\text{эндо_би}}) / (S2_{\text{эндо_уни}} + S2_{\text{эндо_би}})$, где $S2_{\text{эндо_би}}$ - площадь регистрации биполярных сигналов $< 1,5 \text{ мВ}$ на эндокардиальной поверхности, $S2_{\text{эндо_уни}}$ - площадь регистрации униполярных сигналов $< 9 \text{ мВ}$ на эндокардиальной поверхности; † - по формуле $(S1_{\text{эпи_би}} - S3_{\text{эндо_би}}) / (S1_{\text{эпи_би}} + S3_{\text{эндо_би}})$, где $S1_{\text{эндо_би}}$ - площадь регистрации биполярных сигналов $< 0,5 \text{ мВ}$ на эндокардиальной поверхности, $S3_{\text{эпи_би}}$ - площадь регистрации биполярных сигналов $< 0,5 \text{ мВ}$ на эпикардиальной поверхности; †† - по формуле $(S2_{\text{эпи_би}} - S4_{\text{эндо_би}}) / (S2_{\text{эпи_би}} + S4_{\text{эндо_би}})$, где $S2_{\text{эндо_би}}$ - площадь регистрации биполярных сигналов $< 1,5 \text{ мВ}$ на эндокардиальной поверхности, $S4_{\text{эпи_би}}$ - площадь регистрации биполярных сигналов $< 1,5 \text{ мВ}$ на эпикардиальной поверхности.

ли через 12-24 часа. Перед удалением перикардиально-интродьюсера в перикардиальную полость вводился триамцинолон в дозе 2 мг/кг с целью профилактики образования перикардиальных спаек.

Анализ вольтажных карт желудочков

Площадь картированной эпикардиальной поверхности закономерно преобладала на эндокардиальной, так как картировалась поверхность как левого, так и правого желудочков. При сравнении площади низкоамплитудного миокарда учитывалось не абсолютное значение, а отношение к общей площади соответствующей поверхности. В случае селективного картирования области предполагаемого выхода ЖТ такая вольтажная карта исключалась из обсчета. Оценивалась доля (в %) низкоамплитудного миокарда при би- и униполярном картировании на ЭНДО и ЭПИ поверхностях. В ряде случаев низкоамплитудные зоны обнаруживались изолированно на ЭНДО или ЭПИ поверхности, в связи с чем, соотношение площадей низкоамплитудного миокарда на двух поверхностях оценивали в диапазоне от -1,0 до +1,0 по формуле $(S1-S2)/(S1+S2)$, где S - площадь низкоамплитудной зоны на соответствующей поверхности.

Анализ ЭКГ

Проводился анализ ЭКГ на синусовом ритме и ЖТ. Учитывалась ширина комплекса QRS, продолжительность интервала QTc на синусовом ритме, амплитуда комплекса QRS в стандартных отведениях, ширина псевдо-дельта волны, время внутреннего отклонения в V1, а также длина цикла клинической ЖТ.

Наблюдение и регистрация рецидивов аритмии, критерии эффективности аблации

Регистрация рецидивов ЖТ проводилась при опросе ИКД/СРТ-Д, по результатам суточного мониторинга ЭКГ, а также при опросе по телефону. Пациенты из удаленных регионов присылали протоколы опроса и настройки имплантированных устройств и результаты СМЭКГ по электронной почте. Опрос и настройка имплантированных устройств проводились планомерно 1 раз в год или преждевременно при срабатывании ИКД или рецидиве аритмии. В раннем послеоперационном периоде проводилось СМЭКГ в первые трое суток, далее рекомендовалось проведение СМЭКГ через 1 год или ранее при возникновении жалоб.

Оценка эффективности аблации (отсутствие рецидивов устойчивых ЖТ, длительностью более 30 с. и/или отсутствие шоков имплантированного дефибриллятора) проводилась на 6, 12 и 24 месяцев наблюдения, также оценивалось отсутствие рецидивов аритмии в течение всего периода наблюдения после катетерной аблации. Эффективной также считалась аблация ЖЭ, если количество экстрасистол доминирующей морфологии в сутки сокращалось на 90% от исходного числа ЖЭ по результатам СМЭКГ.

Статистический анализ

Количественные данные представлены как среднее значение \pm стандартное отклонение, сравнивались при помощи t-теста при нормальном распределении данных. При распределении данных, отличном от Гауссовского, переменные выражены в виде медианы с межквартильным диапазоном (МКД), сравнивались непараметрическими тестами (Манна-Уитни U, Фише-

ра). Категориальные переменные выражены в процентах и абсолютных значениях. Кривые Каплана-Майера сравнивались с помощью тестов Краскела-Уоллиса или Кокса. Регрессионный пропорциональный анализ рисков Кокса проводился в два этапа: унивариантный - с оценкой каждого из исследуемых клинических и электрофизиологических параметров; затем мультивариантный - в него включались параметры, имеющие значения P, наиболее близкие к статистической значимости ($\leq 0,07$) в унивариантном анализе. Анализ проводился с использованием программного обеспечения STATISTICA 12.0 (StatSoft, Tulsa, США).

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Клиническая характеристика пациентов

Исследуемую группу составили 39 пациентов, средний возраст $49,5 \pm 15,7$ лет (34 мужчины и 5 женщин). У двух пациентов желудочковые нарушения ритма были представлены клинически значимой ЖЭ.

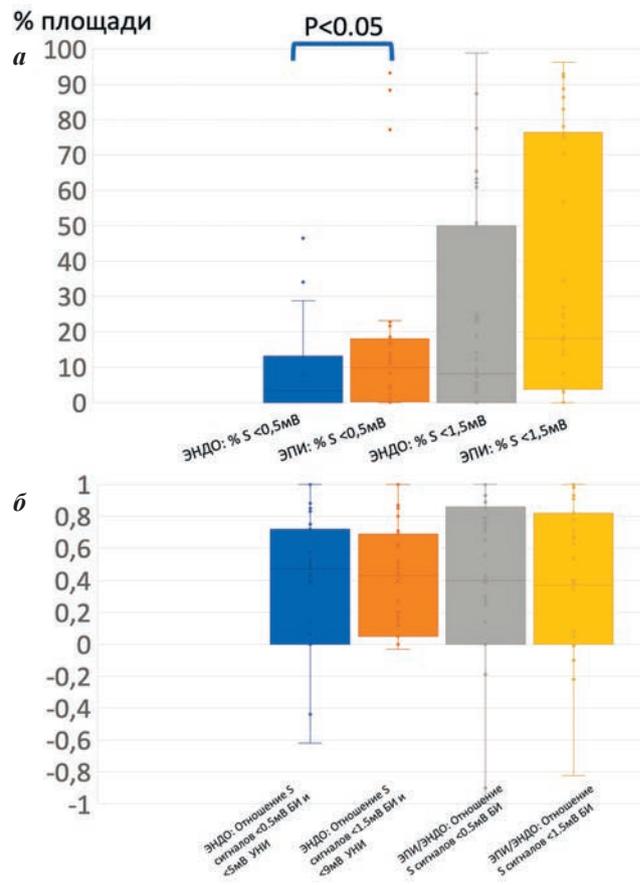


Рис. 1. Гистограммы, характеризующие относительные площади распространения низкоамплитудных электрических сигналов во всей группе пациентов: а - относительная площадь (в процентах от общей площади поверхности) регистрации электрических потенциалов $< 0,5 \text{ mV}$ и $< 1,5 \text{ mV}$ на эндо- и эпикардиальных картах желудочков; б - нормализованное отношение площадей регистрации низкоамплитудных потенциалов на эндокардиальной и эпикардиальной поверхностях. Примечание: S - площадь, БИ - биполярные сигналы, УНИ - униполярные сигналы, ЭНДО - эндокардиальная поверхность, ЭПИ - эпикардиальная поверхность.

Обоим пациентам проводилась МРТ сердца, не выявившая очагов субэпикардального/интрамурального фиброза. Однако, на основании результатов картирования, неэффективности предшествующих попыток эндокардиальной РЧА, а также наличия ЭКГ признаков эпикардального выхода очага эктопии, был сделан вывод о вероятном субэпикардальном расположении аритмогенного субстрата. Клиническая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

В качестве ААТ амиодарон получали 21 пациент, 15 пациентов - в сочетании с бета-блокаторами; 11 пациентов получали только бета-блокаторы; у 4 больных применялся амиодарон в анамнезе, но был отменен из-за развития побочных эффектов. Все пациенты на момент проведения вмешательства получали бета-блокаторы. У 1 пациента возможность ААТ была ограничена клинически значимой синусовой брадикардией на фоне минимальных доз бета-блокаторов (небиво-

Таблица 3.

Клиническая характеристика и характеристики электрофизиологического субстрата у пациентов с рецидивами и без рецидивов ЖТ после индексной абляции

	Рецидив ЖТ (6 мес. наблюдения)		Рецидив ЖТ (12 мес. наблюдения)		Рецидив ЖТ (24 мес. наблюдения)	
	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет
Количество пациентов [@]	7	27	6	14	6	18
Пол (м/ж)	4/3*	25/2*	5/1	11/3	5/1	17/1
ИКМП, n (%)	1 (14)	10 (37)	0	8 (57)	0††	9 (50)††
Гипертоническая болезнь, n (%)	5 (71)	14 (52)	3 (50)	11 (79)	3 (50)	11 (61)
Сахарный диабет, n (%)	2 (29)	2 (7)	1(17)	3 (21)	1 (17)	2 (11)
ХОБЛ, n (%)	2 (29)	3 (11)	2 (33)	3 (21)	1 (17)	3 (17)
Фибрилляция предсердий, n (%)	3 (43)*	2 (7)*	1 (17)	3 (21)	1 (17)	1 (6)
ЭШ в анамнезе, n (%)	1 (14)	4 (15)	3 (50)	5 (36)	2 (33)	1 (6)
Средний возраст [§] , лет (Ме [МКД])	48 [30;62]	53 [38;61]	34 [25;45]	53 [39; 61]	39 [29; 50]	54 [44;64]
ДАА, мес. (Ме [МКД])	37 [18;73]	20 [5;48]	37 [27;54]	20 [5;61]	61 [55; 78]	9 [3; 25]
ФВ ЛЖ, % (Ме [МКД])	38 [32; 49]	48 [38; 59]	40 [29;50]	52[38;60]	49 [46; 53]	55 [42; 60]
ТАРСЕ, мм (Ме [МКД])	19 [16; 21]	18 [15; 21]	17 [16;21]	18 [14;21]	21 [20; 22]	18 [14; 20]
QRS _{СР} , мс (Ме [МКД])	111 [85;151]	104 [92;126]	106 [89; 138]	97 [88; 117]	93 [81; 152]	98 [90; 121]
QTc _{СР} , мс (Ме [МКД])	484 [436;547]	457 [434;485]	411 [402; 488]	461[443; 518]	488 [425; 557]	460 [438; 487]
QRS _{ЖТ} , мс (Ме [МКД])	250 [223;250]	203 [199;240]	223 [202; 250]	204 [194;243]	200 [195; 214]	208 [202; 250]
Длина цикла ЖТ, мс (Ме [МКД])	399 [398;400]	361 [319;482]	355 [299;426]	379 [356;556]	399 [380; 455]	379 [332; 571]
Ширина ПДВ, мс (Ме [МКД])	76 [67;88]	66 [57;89]	67 [66;76]	65 [56;84]	56 [50; 60]	68 [58; 89]
Частичный острый эффект абляции, n (%)	1 (14)	3 (11)	2 (33)†	1 (7)†	1 (17)	2 (11)
Наличие ППЖ на эпикардальной поверхности, n (%)	7 (100)	18 (67)	5 (83)	13 (93)	5 (83)	9 (50)
Амплитуда QRS _{ЖТ} в III отведении, (Ме [МКД])	0,6 [0,4;1,1]*	1,3 [1,0;1,5]*	0,8 [0,4;1,5]	1,2 [0,8;1,4]	0,9 [0,5; 1,9]	0,6 [0,4; 0,8]
Соотношение площадей рубца [#] (Ме [МКД])	0,87 [0,8;0,9]*	0,4 [0,2;0,7]*	0,79 [0,65;0,86]	0,5 [0,2;0,8]	0,8 [0,7;0,9]	0,5 [0,3; 0,9]
Доза бета-блокаторов (в % от целевой дозы) (Ме [МКД])	28,1 [25; 100]	25 [6,25; 62,5]	100 [62,5; 106,25] †	25 [15,6; 50,0] †	50 [40,63; 87,5]	43,75 [34,38; 62,5]
РЧА субстрата ЖТ в анамнезе ^{&} (Ме [МКД])	1 [0,5; 1,5]	1 [0; 1]	1 [0,25; 1]	1 [0; 1]	2 [1; 3,8] ††	0 [0; 1] ††

Примечание: [@] - под наблюдением; ИКМП - ишемическая кардиомиопатия; ЭШ - электрический шторм; [§] - на момент оперативного вмешательства; ДАА - длительность анамнеза аритмии; СР - синусовый ритм; ПДВ - псевдо дельта-волна; [#] - биполярных сигналов <0,5 мВ на эпи- и эндокардиальных поверхностях (среднее); [&] - количество предшествующих попыток; * - P <0,05 между группой с рецидивом и группой без рецидива к 6 месяцу; † - P <0,05 между группой с рецидивом и группой без рецидива к 12 месяцу; †† - P <0,05 между группой с рецидивом и группой без рецидива к 24 месяцу.

дол 2,5 мг/сутки), у 1 пациента терапия целевой дозой бета-блокатора была ограничена тяжелым течением бронхиальной астмы.

У 11 пациентов в анамнезе был электрический шторм, при этом 5 пациентам РЧА субстрата ЖТ была выполнена в течение 1-6 дней после развития электрического шторма, 4 пациентам - в течение 2 недель и 2 пациентам - через 2 месяца после развития электрического шторма.

У 16 пациентов комбинированный эндо-эпикардальный подход применялся первично. У 22 пациентов ранее проводилась эндокардиальная катетерная абляция ЖТ с отсутствием эффекта или с наличием временного эффекта (от 1 до 4-х процедур в анамнезе).

ЭПИ доступ был осуществлен у 37 из 39 пациентов, у 2 пациентов субкисфоидальная пункция была неуспешной. Всего у 5 пациентов в связи с техническими сложностями (отсутствие эпикардальной карты, прицельное картирование области предполагаемой точки выхода тахикардии) не было возможности провести анализ эндо- и эпикардальных карт желудочков. Таким образом, анализ эндо- или эпикардальных карт был проведен у 34 пациентов.

Картирование и абляция

У 27 пациентов регистрировались поздние потенциалы при ЭПИ картировании, выполнена абляция этих участков. Эффективная абляция в остром периоде была отмечена у 32 пациентов (отсутствие индукции любой ЖТ), у 4 пациентов процедура была частично успешной. В 1 случае вмешательство было прекращено в связи с развитием тампонады после неудачной транссептальной пункции. Результаты анализа вольтажных карт представлены в табл. 2.

В 6 случаях аритмогенный субстрат располагался изолированно на ЭПИ поверхности и у трех пациентов субстрат был выявлен только на ЭНДО поверхности. Относительная площадь «рубца» (амплитуда $<0,5\text{ мВ}$) на эпикардальной поверхности преобладала над эндокардиальной: 12,5% [МКД: 4,2 - 18,9] против 5,4% [МКД: 1,3-13,4], $P=0,04$ (рис. 1а). Также отмечено преобладание площади миокарда с амплитудой сигнала менее 0,5 мВ на карте униполярных сигналов по сравнению с картой биполярных сигналов на ЭНДО поверхности: только у 3 пациентов вычисляемый коэффициент был с отрицательным значением (рис. 1б).

Осложнения

Было зарегистрировано 2 тампонады сердца: в одном случае в результате неудачной попытки транссептальной пункции после выполненного эпикардального картирования (потребовала хирургической коррекции), в другом случае - гемоперикард после проведения эндомиокардиальной биопсии в конце вмешательства (выполнено чрескожное дренирование). Не было осложнений, непосредственно связанных с эпикардальным доступом или абляцией.

Отдаленные результаты

В отдаленном послеоперационном периоде оценивали ряд факторов и их взаимосвязь с рецидивом ЖТ через 6, 12 и 24 месяца (табл. 3). На рис. 2 представлена кривая Каплана-Майера, характеризующая свободу от желудочковой тахикардии после индекс-

ной абляции. Обращает на себя внимание, что к 1200 дню наблюдения (40 месяцев) более чем у половины пациентов возникает повтор желудочковой аритмии.

При анализе риска повторения аритмии у пациентов с различной этиологией ЖТ, отмечается значительно меньшее количество рецидивов у лиц с постинфарктным кардиосклерозом (рис. 3а). Значительно более высокий риск рецидивирования ЖТ отмечался у пациентов с электрическим штормом (рис. 3б).

В течение первых 6 месяцев рецидивы ЖТ были зарегистрированы у 7 (18%) пациентов (6 из них с неишемическими кардиомиопатиями), при этом чаще регистрировались рецидивы ЖТ у пациентов с сопутствующей непароксизмальной формой фибрилляцией предсердий (43% рецидивов против 7% рецидивов у пациентов без персистирующей формы, $P=0,03$).

У пациентов с рецидивом ЖТ было более высокое значение нормализованного отношения ЭПИ площади $<0,5\text{ мВ}$ к ЭНДО, чем у пациентов без рецидивов (рис. 4), а также была меньше амплитуда комплекса QRS на фоне ЖТ в III отведении (табл. 3). При этом у пациентов с рецидивами сама по себе относительная площадь «рубца» на ЭПИ поверхности имела тенденцию к превалированию в сравнении с группой без рецидивов (медиана 18% против 12,6%, на границе статистической значимости, $P=0,05$).

К 12-му месяцу наблюдения рецидивы ЖТ чаще регистрировались у пациентов с частичным острым эффектом, чем у лиц с полным эффектом (33% против 7% пациентов с рецидивами, $P=0,02$). Хотя на границе статистической значимости, отмечалась тенденция к более частым рецидивам ЖТ у пациентов со сниженной фракцией выброса (ФВ). Была выявлена тенденция ассоциации более высокой дозы бета-адреноблокаторов (в процентах от целевой дозы как в момент включения в исследование, так и на момент 12-месячного наблюдения) с рецидивом ЖТ в течение года. В течение 24 месяцев после операции чаще встречались рецидивы ЖТ у пациентов с наибольшим количеством предшествующих попыток РЧА субстрата в анамнезе (табл. 3). Также была выявлена значимая прямая корреляция между длиной цикла клинической ЖТ и прева-

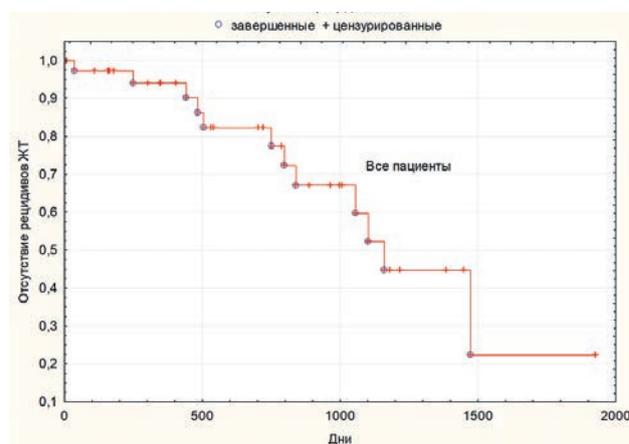


Рис. 2. Кривая выживаемости Kaplan-Meier: свобода от рецидивов желудочковых тахикардий после эндо-эпикардальной абляции в общей группе пациентов.

лированием рубца на эпикардиальной поверхности по сравнению с эндокардиальной ($\rho=0,58$).

Группа пациентов с постинфарктной ЖТ

В группе пациентов с ишемическим генезом ЖТ (15 пациентов) средний возраст составил $59,5 \pm 10,0$ лет, ФВ ЛЖ - 38% [МКД: 31-44%], длина цикла ЖТ - 400мс [МКД: 368-474 мс], индекс объема левого предсердия - 51 мл/м^2 [МКД: 40-63].

Была выявлена прямая корреляция между длиной цикла клинической ЖТ и соотношением площади рубца на униполярной и биполярной картах на ЭНДО поверхности ($\rho=0,57$), а также заметная обратная связь между шириной комплекса QRS на синусовом ритме и соотношением площади «рубца» на униполярной и биполярной картах на ЭНДО поверхности ($\rho=-0,66$). Определялась заметная прямая связь между ФВ ЛЖ и соотношением площади «рубца» на ЭПИ и ЭНДО поверхностях ($\rho=0,58$).

Группа пациентов с ЖТ на фоне неишемической кардиомиопатии

В группе пациентов с ЖТ на фоне неишемической кардиомиопатии (15 пациентов) средний возраст на момент операции составил 45 ± 15 лет, средняя ФВ ЛЖ $51 \pm 13\%$, длина цикла ЖТ 360 [МКД: 332-450] мс. Была продемонстрирована заметная прямая корреляция между длиной цикла ЖТ и соотношением площади рубца на ЭПИ и ЭНДО поверхностях ($\rho=0,57$) и заметная обратная корреляция между шириной комплекса QRS ЖТ и соотношением площади рубца на ЭПИ и ЭНДО поверхностях ($\rho=-0,54$). Также отмечалась прямая корреляция между возрастом на момент операции, шириной псевдо-дельта волны QRS, индексом объема левого предсердия и соотношением площади «рубца» и переходной зоны на уни- и биполярной картах на ЭНДО поверхности ($\rho=0,67$, $\rho=0,64$ и $\rho=0,65$, соответственно). Обращала на себя внимание значимая обратная корреляция между амплитудой комплекса QRS в III отведении на синусовом ритме и соотношением

площади «рубца» уни- и биполярной карт на ЭНДО поверхности ($\rho=-0,7$). Таким образом, чем меньше амплитуда комплекса QRS в III отведении на синусовом ритме, тем больше площадь рубца на униполярной карте по сравнению с биполярной картой на ЭНДО поверхности.

Предикторы рецидивов ЖТ в отдаленном периоде

Средний период времени наблюдения пациентов составил $22,8 \pm 15,2$ месяцев, от 3 месяцев до 5 лет. Унивариантный регрессионный пропорциональный анализ рисков Кокса выявил следующие параметры, ассоциированные с рецидивами ЖТ с наибольшей статистической значимостью: ФВ ЛЖ $<35\%$ (на границе статистической значимости, $P=0,07$) и электрический шторм ($P=0,04$) до аблации. Оба параметра были тестированы в мультивариантной модели, при этом единственным независимо ассоциированным с рецидивом ЖТ фактором был факт электрического шторма на момент аблации (отношение рисков 4,32; 95% ДИ: 1,06-17,48; $P=0,04$) (табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В смешанной группе пациентов, которым выполнялось комбинированное ЭНДО и ЭПИ картирование субстрата ЖТ, рецидивы аритмии возникали преимущественно у лиц с неишемической этиологией заболевания, что может объясняться значимой площадью поражения миокарда и прогрессирующим ремоделированием миокарда при кардиомиопатиях [9]. Важно отметить, что пациенты с электрическим штормом, те у которых наблюдается 3 или более эпизодов ЖТ в течение 24 часов, требующих кардиоверсии или электротерапии ИКД, имеют наибольший риск рецидива тахикардии в течение среднего периода наблюдения 22 месяца. Мы предполагаем, что это может быть связано с экстренной процедурой аблации, часто ограниченной

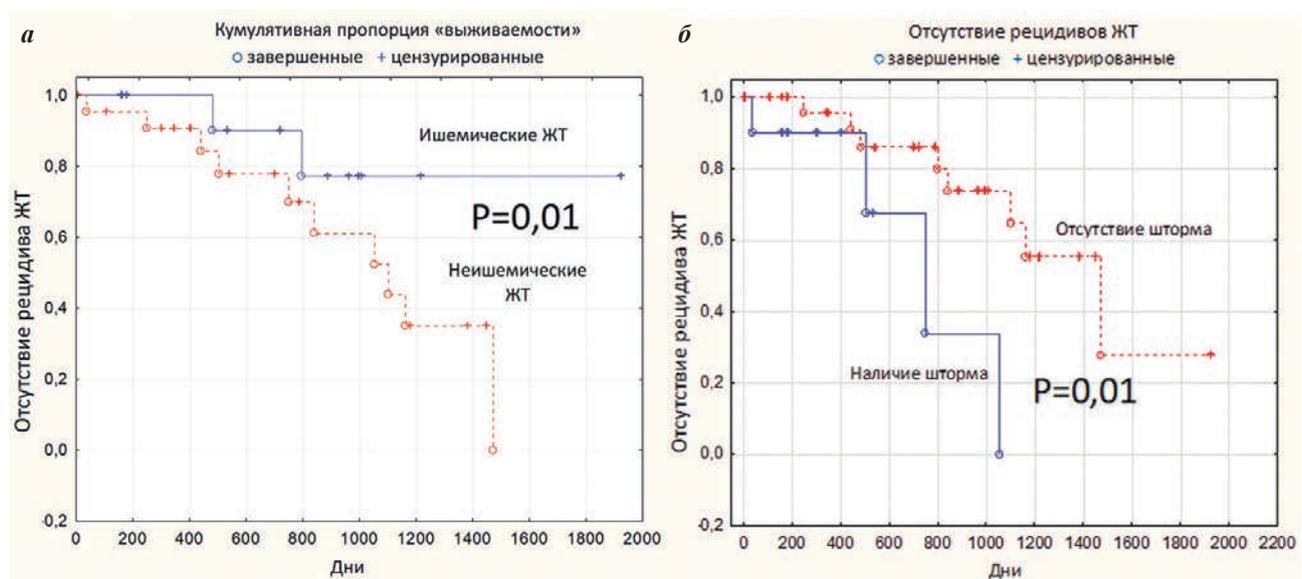


Рис. 3. Кривая выживаемости Карпан-Мейер: а - риск рецидива тахикардии в группе пациентов с ишемическими (постинфарктными) и с неишемическими ЖТ (на фоне неишемической кардиомиопатии), F-тест Кокса - $P=0,01$; б - риск рецидива тахикардии в группе пациентов с наличием электрического шторма и без него на момент аблации ЖТ, F-тест Кокса - $P=0,01$.

модификацией триггера тахикардии или участка субстрата. Впоследствии рецидивы могут быть обусловлены зонами субстрата вне первичной локализации ЖТ. В предыдущих публикациях была показана высокая эффективность катетерной абляции в купировании электрического шторма [10, 11], однако особенности отдаленных рецидивов ЖТ нами показаны в настоящей работе.

Различная эффективность РЧА в лечении «субстратных» ЖТ (при структурном поражении миокарда) во многом обусловлена этиологией субстрата. Так, например, частота рецидивов после абляции субстрата постинфарктной и ишемической ЖТ сопоставима в остром периоде, но значительно отличается спустя 1 год - 57% против 40,7% соответственно [12]. Преимущество комбинированной эндо-эпикардиальной абляции при ишемической кардиомиопатии в сравнении с изолированной эндокардиальной абляцией показано в ряде исследований, однако эффективность абляции все же далека от идеальной и составляет от 59 до 85% [4, 13, 14].

В нашем исследовании выявлена ассоциация наличия персистирующей/постоянной формы фибрилляции предсердий с рецидивом ЖТ в течение первых 6 месяцев. Это может быть обусловлено как более высоким тонусом симпатической нервной системы, так и степенью прогрессирования кардиомиопатии с вовлечением в патологический процесс миокарда предсердий. В литературе имеются данные об ассоциации фибрилляции предсердий и повышенного риска развития ЖТ, как независимом предикторе смерти у пациентов с ЖТ [15, 16].

Интересным представляется более высокий риск рецидивирования ЖТ в течение первых 6 месяцев после операции у пациентов с более низкой амплитудой QRS на фоне ЖТ в III отведении. При анализе других отведений не было выявлено достоверной разницы амплитуды QRS в подгруппах с рецидивом ЖТ и без него. Мы предполагаем, что низкая амплитуда QRS может свидетельствовать о происхождении ЖТ из септальных областей, более рефрактерных к абляции, а также быть результатом распространенного поражения миокарда желудочков, предрасполагая к множественным ЖТ. Ранее было показано наличие ассоциации между шириной QRS ЖТ и ее рецидивом после абляции, что подчеркивает прогностическую важность параметров поверхностной ЭКГ [17] у пациентов со структурным поражением миокарда. Следует отметить, что в соответствии с результатами предыдущих исследований, в нашей когорте пациентов рецидивы ЖТ через 6 месяцев чаще отмечались у пациентов с большей продолжительностью QTc на синусовом ритме [18]. Мы также обнаружили ассоциации между ЭКГ-признаками и характеристиками аритмогенного субстрата. Так, выявлена отрицательная корреляция времени внутреннего отклонения в V5 на синусовом ритме и соотношения площади рубца на ЭНДО поверхности на униполярной и биполярной картах; а также отрицательная связь между амплитудой комплекса QRS в I отведении на фоне ЖТ и соотношением площади рубца и переходной зоны на ЭНДО поверхности. Эта находка, на

наш взгляд, объясняется большей степенью поражения миокарда. В группе пациентов с ишемической кардиомиопатией была заметная прямая связь между шириной псевдо-дельта волны и соотношением площади рубца на ЭНДО поверхности, что соответствует ранее предложенным алгоритмам диагностики ЭПИ ЖТ [19]. Нами отмечена корреляция между длиной цикла ЖТ и шириной комплекса QRS на синусовом ритме, а также площадью аритмогенного субстрата на ЭПИ поверхности. Таким образом, чем больше ширина комплекса QRS, или чем больше субэпикардиальное поражение миокарда, тем меньше длина цикла ЖТ, т.е. тахикардия «быстрее». На основании результатов корреляционного анализа можно сделать предположение, что для пациентов с большей площадью поражения субэпикардиальных слоев миокарда характерна меньшая амплитуда комплекса QRS желудочковой тахикардии и большая вероятность развития рецидива ЖТ в первые 6 месяцев после процедуры.

При этом, в группе пациентов с постинфарктными ЖТ наблюдалось противоположное соотношение: при трансмуральном/субэпикардиальном рубце отмечалась тенденция к большей длине цикла ЖТ, то есть тахикардия была «медленнее», что коррелирует с результатами других исследователей [20]. Такие отличия могут быть обусловлены различной «геометрией» рубца, разницей в его гомогенности, площади «пограничной» зоны, что влияет на длину петли re-entry.

Также на себя обратил внимание тот факт, что в течение 24 месяцев после абляции аритмогенного субстрата чаще регистрировались рецидивы ЖТ у пациентов с большим количеством предшествующих попыток РЧА в анамнезе. Данное наблюдение может быть обусловлено более тяжелым прогрессивным течением заболевания и большей степенью поражения миокарда, что, в свою очередь, неоднократно требовало проведения абляции субстрата аритмии.

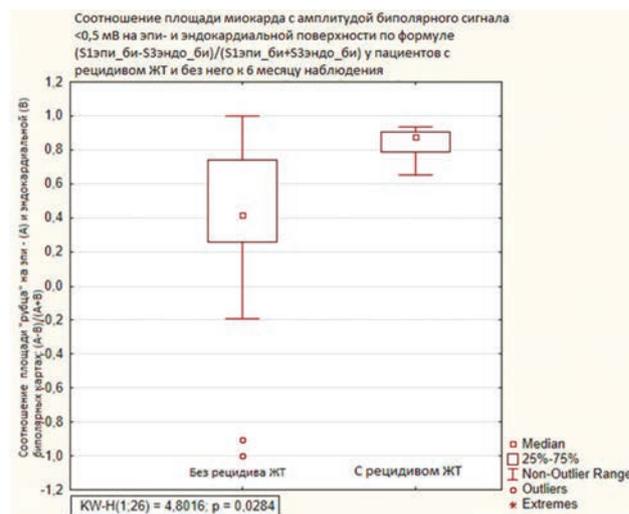


Рис. 4. График, демонстрирующий различия в нормализованном отношении низкоамплитудного сигнала (<math><0,5\text{ мВ}</math>) на эпи- и эндокардиальной поверхности у пациентов с рецидивом ЖТ через 6 месяцев и без него; Median - медиана; Non-outlier range - значения в зоне статистических выбросов; Extremes - экстремумы. Тест Kruskal-Wallis, $P=0,02$.

Площадь картируемого рубца на биполярной и униполярной карте на ЭНДО поверхности рассматривается как критерий оценки распространенности аритмогенного субстрата и как критерий вероятного более глубокого его расположения. A.Müssigbrodt и соавторы [21] показали, что соотношение площадей низкоамплитудного миокарда на би- и униполярной картах $\geq 0,58$ являлось предиктором рецидива ЖТ; также авторы выявили корреляцию между площадью рубца на униполярной ЭНДО карте и на биполярной ЭПИ карте. A.Berguezo и соавторы [22] в исследовании на большей выборке пациентов показали, что пациенты с соотношением низкоамплитудного миокарда на ЭНДО поверхности на биполярной и униполярной картах $>0,23$ имеют небольшую площадь субстрата на ЭПИ поверхности и нуждаются преимущественно в эндокардиальной абляции.

Площадь низкоамплитудного миокарда на униполярной ЭНДО карте является сильным независимым предиктором рецидива ЖТ [23], что мы также учитывали при подсчете площадей. В свою очередь, наличие низкоамплитудного миокарда на униполярной ЭНДО карте при одновременном его отсутствии на биполярной карте говорит об интрамуральном/субэпикардиальном расположении аритмогенного субстрата [24]. В своей работе мы использовали оригинальную формулу соотношения площадей, так как наблюдались случаи изолированного ЭНДО или ЭПИ расположения низкоамплитудного миокарда. Простое отношение привело бы к проблеме деления площади на ноль и, следовательно, к выпадению части наблюдений из анализа. В связи с этим, распространенность низкоамплитудных зон оценивалась в нормализованном диапазоне от -1 до +1. В нашем исследовании у пациентов с преобладанием эпикардиального аритмогенного субстрата над эндокардиальным чаще регистрировались рецидивы ЖТ в течение первых 6 месяцев после операции, что коррелирует с результатами вышеупомянутых публикаций.

В проведенном нами исследовании рецидивы ЖТ через 12 месяцев чаще встречались у пациентов с частичным острым эффектом абляции или при его отсутствии, а также у пациентов с неишемической кардиомиопатией, что соответствует результатам опубликованных работ [25, 26, 27]. По результатам мета-анализа 24 наблюдательных исследований было выявлено, что неиндуцируемость ЖТ после операции

является предиктором отсутствия рецидива ЖТ у пациентов с неишемической кардиомиопатией, а также комбинированная эндо-эпикардиальная абляция снижает риск рецидива ЖТ у этой группы пациентов. Таким образом, наши результаты подтверждают имеющиеся в литературе данные [12, 28, 29].

Мы предполагаем, что выявленная корреляция более высоких доз бета-блокаторов с рецидивами ЖТ через 12 месяцев может быть обусловлена более тяжелым течением заболевания у таких пациентов, частыми рецидивами ЖТ до абляции и после неё.

В группе пациентов с неишемической кардиомиопатией через 12 месяцев после абляции чаще встречались рецидивы у пациентов со снижением ФВ ЛЖ, а также со снижением сократительной способности правого желудочка. В 2017 году были опубликованы результаты проспективного многоцентрового исследования эффективности комбинированной эндо-эпикардиальной абляции у пациентов с АКПЖ, предиктором рецидива ЖТ являлось левожелудочковое поражение миокарда [22].

Ограничения исследования

Проведенное нами наблюдательное исследование, в первую очередь, было ограничено размером исследованной популяции, а также сроком наблюдения пациентов в послеоперационном периоде. Среди скринированных пациентов с ишемическими ЖТ, у части ранее было выполнено аорто-коронарное шунтирование, что исключало возможность выполнения эпикардиального доступа. Еще одним значимым ограничением являлась невозможность выполнения МРТ пациентам до оперативного вмешательства в связи с наличием ранее имплантированных устройств (ИКД/СРТ-Д). Оценка морфологии ЖТ и определение критериев эпикардиального выхода также были не всегда возможны в связи с купированием ЖТ электротерапией ИКД. Другим ограничением работы является тот факт, что часть пациентов не имели ЖТ в анамнезе, клинически значимая аритмия была представлена частой экстрасистолией. При анализе вольтажных карт из обсчетов были исключены карты с неполной реконструкцией поверхности исследуемой камеры. Дополнительным ограничением исследования явилось отсутствие анализа локализации зон низкоамплитудных сигналов, поэтому не проводился анализ связи зональности поражения миокарда с рецидивами ЖТ.

Таблица 4.

Унивариантный и мультивариантный анализ предикторов ЖТ

	Исследуемый эффект	Отношение рисков	Нижний уровень 95% ДИ	Верхний уровень 95% ДИ	Р
Унивариантная модель					
Электрический шторм	Да	4,70	1,20	18,35	0,03
ФВ ЛЖ <35%	Да	3,88	0,87	17,27	0,07
Мультивариантная модель					
Электрический шторм	Да	4,32	1,06	17,48	0,04
ФВ ЛЖ <35%	Да	3,39	0,71	16,02	0,12

Примечание: ДИ - доверительный интервал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в гетерогенной группе пациентов выявлены клинические и электрофизиологические факторы, ассоциированные с рецидивами

желудочковых тахикардий на различных сроках наблюдения после эндо-эпикардиальной абляции. Наличие электрического шторма является независимым предиктором рецидива ЖТ при сроках наблюдения до 5 лет после абляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Deyell MW, Doucette S, Parkash R, et al. Ventricular tachycardia characteristics and outcomes with catheter ablation vs. antiarrhythmic therapy: insights from the VANISH trial. *Europace*. 2022; euab328 <https://doi.org/10.1093/europace/euab328>.
2. Anderson RD, Ariyaratna N, Lee G, et al. Catheter ablation versus medical therapy for treatment of ventricular tachycardia associated with structural heart disease: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and comparison with observational studies. *Heart Rhythm*. 2019;16(10): 1484-149. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2019.05.026>.
3. Priori SG, Blomström-Lundqvist C, Mazzanti A, et al. ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *European Heart Journal*. 2015;36(41): 2793-2867. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv316>.
4. Romero J, Patel K, Briceno D, et al. Endo-epicardial ablation vs endocardial ablation for the management of ventricular tachycardia in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: A systematic review and meta-analysis. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(8): 2022-2031. <https://doi.org/10.1111/jce.14593>.
5. Romero J, Cerrud-Rodriguez RC, Di Biase L, et al. Combined Endocardial-Epicardial Versus Endocardial Catheter Ablation Alone for Ventricular Tachycardia in Structural Heart Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Clin Electrophysiol*. 2019;5(1): 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2018.08.010>.
6. Philips B, te Riele ASJM, Sawant A, et al. Outcomes and ventricular tachycardia recurrence characteristics after epicardial ablation of ventricular tachycardia in arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. *Heart Rhythm*. 2015;12(4): 716-25. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.12.018>.
7. Hendriks AA, Khan M, Geller L, et al. Ventricular tachycardia in ischemic cardiomyopathy; a combined endo-epicardial ablation as the first procedure versus a step-wise approach (EPILOGUE) - study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2015;16: 487. <https://doi.org/10.1186/s13063-015-1005-6>.
8. Симонова КА, Лебедев ДС, Михайлов ЕН. Роль эпикардиального картирования и абляции в лечении желудочковых тахикардий. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2017;6(4): 138-145. [Simonova KA, Lebedev DS, Mikhaylov EN. Epicardial mapping and ablation in management of ventricular tachycardia. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2017;6(4): 138-145. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2017-6-4-138-145>.
9. Kirubakaran S, Bisceglia C, Silberbauer J, et al. Characterization of the arrhythmogenic substrate in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy undergoing ventricular tachycardia ablation. *Europace*. 2017;19(6): 1049-1062. <https://doi.org/10.1093/europace/euw062>.
10. Татарский РБ, Михайлов ЕН, Лебедева ВК, и др. Экстренная катетерная абляция электрического шторма у больных с имплантированными кардиовертерами-дефибрилляторами. *Российский кардиологический журнал*. 2015;11(127): 57-62. Tatarsky RB, Mikhaylov EN, Lebedeva VK, et al. Urgent catheter ablation of the electrical storm in patients with implanted cardioverter-defibrillator. *Russ J Cardiol*. 2015;11(127): 57-62. <http://doi.org/10.15829/1560-4071-2015-11-57-62>.
11. Dinov B, Fiedler L, Schönbauer R, et al. Outcomes in catheter ablation of ventricular tachycardia in dilated nonischemic cardiomyopathy compared with ischemic cardiomyopathy: results from the Prospective Heart Centre of Leipzig VT (HELP-VT) Study. *Circulation*. 2014;129(7): 728-36. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003063>.
12. Лебедев ДС, Михайлов ЕН, Неминуший НМ, и др. Желудочковые нарушения ритма. Желудочковые тахикардии и внезапная сердечная смерть. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(7): 128-189. [Lebedev DS, Mikhaylov EN, Neminushiy NM, et al. Ventricular tachyarrhythmias. Ventricular tachycardia and sudden cardiac death. Guidelines 2020. *Russ J Cardiol*. 2021;26(7): 128-189]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4600>.
13. Bai R, Di Biase L, Shivkumar K, et al. Ablation of ventricular arrhythmias in arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy: arrhythmia-free survival after endo-epicardial substrate based mapping and ablation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2011;4(4): 478-85. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.111.963066>.
14. Shen LS, Liu LM, Zheng LH, et al. Ablation strategies for arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Geriatric Cardiology*. 2020;17: 694-703. <https://doi.org/10.11909/j.issn.1671-5411.2020.11.001>.
15. Kim YG, Choi YY, Han KD, et al. Atrial fibrillation is associated with increased risk of lethal ventricular arrhythmias. *Sci Rep*. 2021;11: 18111. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97335-y>.
16. Behnes M, Rusnak J, Taton G, et al. Atrial Fibrillation Is Associated with Increased Mortality in Patients Presenting with Ventricular Tachyarrhythmias. *Sci Rep*. 2019;9(1): 14291. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49325-4>.
17. Vestal M, Wen MS, Yeh SJ, et al. Electrocardiographic predictors of failure and recurrence in patients with idiopathic right ventricular outflow tract tachycardia and ectopy who underwent radiofrequency catheter ablation.

- Journal of Electrocardiology*. 2003;6(4): 327-332. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2003.0>.
18. Patel SI, Ackerman MJ, Shamoun FE, et al. QT prolongation and sudden cardiac death risk in hypertrophic cardiomyopathy. *Acta Cardiol*. 2019;74(1): 53-58. <https://doi.org/10.1080/00015385.2018.1440905>.
19. Vallès E, Bazan V, Marchlinski FE. ECG criteria to identify epicardial ventricular tachycardia in nonischemic cardiomyopathy. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2010;3(1): 63-71. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.109.859942>.
20. Alexandre J, Saloux E, Lebon A, et al. Scar extent as a predictive factor of ventricular tachycardia cycle length after myocardial infarction: implications for implantable cardioverter-defibrillator programming optimization. *Europace*. 2014;16(2): 220-226. <https://doi.org/10.1093/europace/eut289>.
21. Müssigbrodt A, Bertagnolli L, Efimova E, et al. Myocardial voltage ratio in arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. *Herzschrittmachertherapie + Elektrophysiologie*. 2017;28(2): 219-224. <https://doi.org/10.1007/s00399-017-0508-0>.
22. Berruezo A, Acosta J, Fernandez-Armenta J, et al. Safety, long-term outcomes and predictors of recurrence after first-line combined endoepicardial ventricular tachycardia substrate ablation in arrhythmogenic cardiomyopathy. Impact of arrhythmic substrate distribution pattern. A prospective multicentre study. *Europace*. 2017;9(4): 607-616. <https://doi.org/10.1093/europace/euw212>.
23. Dinov B, Schratte A, Schirripa V, et al. Procedural Outcomes and Survival After Catheter Ablation of Ventricular Tachycardia in Relation to Electroanatomical Substrate in Patients With Nonischemic-Dilated Cardiomyopathy: The Role of Unipolar Voltage Mapping. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2015;26(9): 985-993. <https://doi.org/10.1111/jce.12715>.
24. Hutchinson MD, Gerstenfeld EP, Desjardins B, et al. Endocardial unipolar voltage mapping to detect epicardial ventricular tachycardia substrate in patients with nonischemic left ventricular cardiomyopathy. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2011;4(1): 49-55. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.110.959957>.
25. Dinov B, Arya A, Schratte A, et al. Catheter ablation of ventricular tachycardia and mortality in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy: can noninducibility after ablation be a predictor for reduced mortality? *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2015;8(3): 598-605. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.114.002295>.
26. Yokokawa M, Kim HM, Baser K, et al. Predictive value of programmed ventricular stimulation after catheter ablation of post-infarction ventricular tachycardia. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(18): 1954-9. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.02.058>.
27. Christiansen MK, Haugaa KH, Svensson A, et al. Incidence, Predictors, and Success of Ventricular Tachycardia Catheter Ablation in Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy (from the Nordic ARVC Registry). *Am J Cardiol*. 2020;125(5): 803-811. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.11.026>.
28. Piers SRD, Leong DP, van Huls van Taxis CFB, et al. Outcome of ventricular tachycardia ablation in patients with nonischemic cardiomyopathy: the impact of noninducibility. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2013;6(3): 513-21. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.113.000089>.
29. Hu J, Zeng S, Zhou Q, et al. Can ventricular tachycardia non-inducibility after ablation predict reduced ventricular tachycardia recurrence and mortality in patients with non-ischemic cardiomyopathy? A meta-analysis of twenty-four observational studies. *Int J Cardiol*. 2016;222: 689-695. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.200>.