

# ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЯ ИНДЕКСА АБЛЯЦИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛЯЦИИ «ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ» У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКИМИ ЖЕЛУДОЧКОВЫМИ ТАХИКАРДИЯМИ

Королев С.В.\*<sup>1</sup>, Сапильников О.В.<sup>2</sup>, Колмаков Э.А.<sup>1</sup>,  
Иплевич Ю.А.<sup>1</sup>, Хабазов Р.И.<sup>1</sup>, Троицкий А.В.<sup>1</sup>

DOI: 10.25881/20728255\_2022\_17\_4\_2\_25

<sup>1</sup> ФГБУ Федеральный Научно-клинический центр ФМБА  
России, Москва

<sup>2</sup> ФГБУ Национальный Медицинский Исследовательский  
Центр Кардиологии им. акад. Е.И. Чазова, Москва

**Резюме.** Обоснование. Радиочастотная катетерная абляция (РЧА) — рутинный метод хирургического лечения желудочковых нарушений ритма. Критерий оценки эффективности радиочастотного (РЧ) воздействия при таких процедурах не определен. В статье описывается использование параметра Индекса Абляции (ИА) для оценки оптимального повреждения аритмогенного субстрата при выполнении РЧА «высокой мощностью» РЧ воздействия у больных с желудочковыми тахикардиями (ЖТ).

Цель исследования: определить эффективный показатель Индекса Абляции при РЧА с мощностью воздействия 50 Вт. у пациентов с ЖТ и структурной патологией сердца.

Методы. Пациентам со структурной патологией сердца и рефрактерной к консервативной терапии ЖТ производилось РЧА с мощностью воздействия РЧ-энергией 50 Вт. При картировании субстрата выполнялось биполярное картирование со стандартными настройками (нормальная ткань >1,5 мВ и рубцовая ткань <0,5 мВ) и в ряде случаев дополнялось активационным картированием и картированием с применением феномена «интريمант».

Результаты. Пролечено было 63 пациента с симптомными ЖТ, мужчин было 66,7% (n = 42). Средний возраст пациента составил 58,8 лет. Длительность анамнеза ЖТ составила в среднем 35,1 месяц. Реваскуляризация в анамнезе была у 36,5% (n = 23) больных. Осложнений в процессе операции и в послеоперационном периоде не было. Общая эффективность операции через 12 мес. составила 82,6% (n = 52). Среднее значение ИА у больных с ремиссиями ЖТ после операции в течение 12 мес. составило 494,9. Среднее значение ИА у больных с рецидивом ЖТ составило — 383,2.

Заключение. Показатель ИА может быть использован как критерий оценки эффективности повреждения аритмогенного миокарда у больных с ЖТ.

**Ключевые слова:** радиочастотная абляция, желудочковая тахикардия, индекс абляции.

## Обоснование

В настоящее время РЧА является «золотым стандартом» хирургического лечения мономорфной ЖТ и рекомендована при неэффективности антиаритмической терапии или когда антиаритмические препараты противопоказаны [1].

Катетерная абляция ЖТ направлена на устранение поздних диастолических потенциалов или воздействие на «истмус» замедленной проводимости рубцовой ткани, который поддерживает развитие механизма re-entry. За последнее десятилетие произошли значительные успехи

## CHARACTERISTICS OF THE ABLATION INDEX WHEN PERFORMING «HIGH POWER» RADIOFREQUENCY ABLATION IN PATIENTS WITH ISCHEMIC VENTRICULAR TACHYCARDIAS

Korolev S.V.\*<sup>1</sup>, Sapilnikov O.V.<sup>2</sup>, Iplevich Y.A.<sup>1</sup>, Kolmakov E.A.<sup>1</sup>, Khabazov R.I.<sup>1</sup>, Troitsky A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Research and Clinical Center of the FMBA of Russia, Moscow

<sup>2</sup> National Medical Research Center of Cardiology, Moscow

**Abstract.** Introduction. Radiofrequency catheter ablation (RFA) is a routine method of surgical treatment of ventricular arrhythmias. The criterion for evaluating the effectiveness of RF exposure in such procedures is not defined. The article describes the use of the "Ablation Index" (AI) parameter to assess the optimal damage to the arrhythmogenic substrate during RFA with "high power" radiofrequency exposure in patients with ventricular tachycardias (VT).

Aim: to determine the effective Ablation Index in RFA with an exposure power of 50 watts. in patients with VT and structural heart disease.

Methods. Patients with structural heart disease and VT refractory to conservative therapy underwent RFA with RF energy exposure power of 50 W. When mapping the substrate, bipolar mapping was performed with standard settings (normal tissue >1.5 mV and scar tissue <0.5 mV) and, in some cases, was supplemented by activation mapping and mapping using the "intrinant" phenomenon.

Results. 63 patients with symptomatic VT were treated, 66.7% were men (n = 42). The mean age of the patient was 58.8 years. The duration of history of VT was 35.1 months on average. History of revascularization was in 36.5% (n = 23) of patients. There were no complications during the operation and in the postoperative period. The overall effectiveness of the operation after 12 months. was 82.6% (n = 52). The average value of AI in patients with remissions of VT after surgery for 12 months. amounted to 494.9. The average value of AI in patients with remissions of VT after surgery for 12 months. amounted to 494.9. The mean value of AI in patients with recurrent VT was 383.2.

Conclusion. The AI indicator can be used as a criterion for evaluating the effectiveness of arrhythmogenic myocardial damage in patients with VT.

**Keywords:** radiofrequency ablation, ventricular tachycardia, ablation index.

в картировании и лечении ЖТ [2; 3]. Тем не менее, несмотря на эти достижения, в долгосрочной перспективе показатель успешной РЧА, измеренный с точки зрения свободы от любой рецидивирующей ЖТ, остается неоптимальным [4]. Важным фактором рецидива ЖТ может являться недостаточная редукция аритмогенного миокарда РЧ энергией. Одним из критериев оценки такого повреждения является ИА — интегральная величина, которая автоматически рассчитывается по формуле при выполнении абляции на системе CARTO 3 (Biosense Webster Inc, США), включающая в себя параметры силы

\* e-mail: sergejkorolev@yandex.ru

контакта абляционного катетера с тканью, изменение сопротивления ткани, подаваемую мощность РЧ тока и время воздействия. Иными словами, ИА отражает степень повреждения миокарда в результате воздействия на него РЧ энергий. Этот показатель хорошо зарекомендовал себя при РЧА по поводу фибрилляции предсердий [5] и может быть использован в качестве контроля эффективности РЧА у больных с ЖТ. Однако, оптимальные параметры эффективности ИА для лечения желудочковых аритмий неизвестны. В этой статье мы приводим оценку показателя ИА во время РЧА «высокой мощности» у пациентов с ЖТ.

**Цель исследования:** определить эффективный показатель Индекс Абляции при РЧА с мощностью воздействия 50 Вт. у пациентов с ЖТ и структурной патологией сердца.

## Методы

В проспективном обсервационном, случай — контроль исследовании, в период с 2019 по 2020 гг. включено 63 пациента. Критерием включения являлось наличие рецидивирующих симптомных ЖТ, на фоне приема антиаритмических препаратов (ААТ) (табл. 1) и отсутствие РЧА в анамнезе. Подробная характеристика пациентов представлена в табл. 2.

Пациенты были оперированы с использованием навигационной системы CARTO 3 (Biosense Webster Inc, США). Всем пациентам было выполнено биполярное субстратное картирование со стандартными настройками (нормальная ткань >1,5 мВ и рубцовая ткань <0,5 мВ) и в ряде случаев дополнялось активационным картированием и картированием с применением феномена «интрейммент» (табл. 3). РЧА выполнялось при помощи катетера ThermoCool SmartTouch® с параметрами мощности воздействия 50 Вт, отсечкой воздействия являлось стабильное время абляции 60 с, либо падение импеданса на 30% процентов от исходного показателя. Орошение радиочастотного катетера производилось изотоническим раствором NaCl со скоростью подачи раствора при нанесении воздействия — 30 мл/мин. Конечной точкой операции являлось неиндуцируемость клинической ЖТ и отсутствие позднедиастолических патенциалов. Общая характеристика операций отображена в таблице 3. После операции пациенты наблюдались в течение 12 месяцев. Контроль бремени ЖТ

Табл. 1. Характеристика антиаритмической терапии до операции

Препараты	По отношению ко всем пациентам N = 63
Класс 1	14,3%
Класс 2	23,3%
Амиодарон	30,2%
Соталол	11,1%
Класс 4	0%
Сочетание препаратов	11,1%

Табл. 2. Общая характеристика больных, включенных в исследования

Характеристика	N = 63	
Пол		
Ж	21 (33,3%)	
М	42 (66,7%)	
Возраст		
Среднее (СтО)	58,8 (12,3)	
Медиана (ИКР)	61,0 (51,0-66,5)	
Мин-Макс	32,0-83,0	
ИМТ		
Среднее (СтО)	28,1 (4,2)	
Медиана (ИКР)	28,0 (25,3-31,1)	
Мин-Макс	16,0-38,0	
Кол-во морфологий ЖТ		
0	2 (3,2%)	
1	55 (87,3%)	
2	6 (9,5%)	
Длительность анамнеза ЖТ		
Среднее (СтО)	35,1 (41,2)	
Медиана (ИКР)	24,0 (5,5-48,0)	
Мин-Макс	0,0-192,0	
ГБ	34 (54,0%)	
ХСН		
Нет	23 (36,5%)	
I	7 (11,1%)	
II	11 (17,5%)	
III	13 (20,6%)	
IV	9 (14,3%)	
ИБС	32 (50,8%)	
ФП	10 (15,9%)	
СД тип 2	8 (12,7%)	
Инсульт/ТИА	2 (3,2%)	
Ишемическая КМП	22 (34,9%)	
Реваскуляризация в анамнезе	23 (36,5%)	
Кол-во госпитализаций		
Среднее (СтО)	2,5 (2,3)	
Медиана (ИКР)	2,0 (1,0-4,0)	
Мин-Макс	0,0-12,0	
Кол-во вызовов СМП		
1	47 (74,6%)	
2	9 (14,3%)	
3	6 (9,5%)	
6	1 (1,6%)	
ФВ ЛЖ		
Среднее (СтО)	48,7 (14,7)	
Медиана (ИКР)	54,0 (38,5-59,5)	
Мин-Макс	0,0-74,0	
ИКД	20 (31,7%)	
Шоки	9 (14,3%)	
АТС	8 (12,7%)	
РЧА в анамнезе	16 (25,4%)	
МРТ/КТ	17 (27,0%)	
ВСС в анамнезе	1 (1,6%)	
ААТ	47 (74,6%)	

Табл. 3. Общая характеристика операций

Характеристика	N = 63	
Тип анестезии		
Propofol, Fentanyl	31 (49,2%)	
местная	32 (50,8%)	
Индукция ЖТ до абляции	44 (69,8%)	
Локализация субстрата аритмии		
Базальные отделы ЛЖ	15 (23,8%)	
Верхушечная область ЛЖ	7 (11,1%)	
Саммит ЛЖ	14 (22,2%)	
Выводной отдел ЛЖ	5 (7,9%)	
Папиллярная мышца ЛЖ	2 (3,2%)	
Перегородочная область ЛЖ	8 (12,7%)	
МК перегородочная область	3 (4,8%)	
Передняя стенка ЛЖ	9 (14,3%)	
Время процедуры		
Среднее (СтО)	3,1 (1,6)	
Медиана (ИКР)	2,5 (2,0-4,0)	
Мин-Макс	1,0-8,9	
Время флюороскопии (мин.)		
Среднее (СтО)	7,5 (13,8)	
Медиана (ИКР)	0,0 (0,0-10,8)	
Мин-Макс	0,0-65,0	
Индукция клинической ЖТ	9 (14,3%)	
Индукция любой ЖТ	6 (9,5%)	

выполнялся с помощью ЭКГ, ХМ-КГ, опроса имплантированных устройств (при наличии) и субъективных ощущений пациентов.

### Методы статистического анализа

Статистический анализ и визуализация полученных данных проводилось с использованием среды для статистических вычислений R 4.1.0 (R Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия).

Описательные статистики представлены в виде наблюдаемого числа наблюдений (относительная частота) для качественных переменных и среднего (стандартное отклонение) и медианы (1-ый и 3-ий квартили) — для количественных, описательные статистики для количественных переменных с выраженной асимметрией представлены в виде медианы [минимум, максимум].

Для сравнения количественных переменных использовался тест Манна-Уитни. Для изучения динамики категориальных переменных использовался тест МакНемара и тест Уилкоксона. Сравнение порядковых переменных проводилось с использованием смешанных моделей пропорциональных шансов. Ассоциацию считали статистически значимой при  $p < 0,05$ .

Для анализа ассоциации количественного предиктора с риском возврата ЖТ использовали логистическую регрессию (в качестве оценки размера эффекта выступало отношение шансов (ОШ) с соответствующим 95% ДИ).

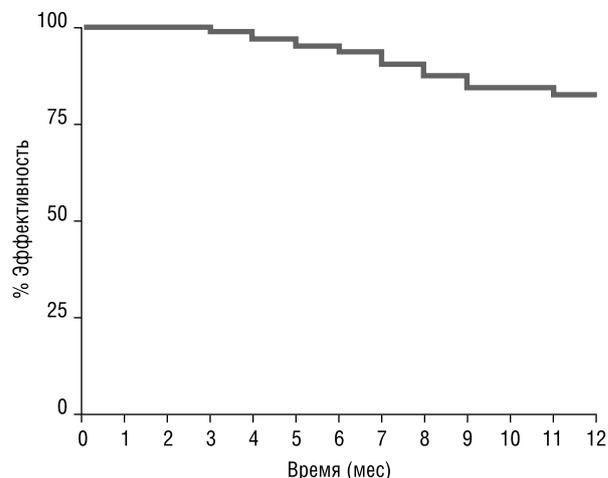


Рис. 1. Графическое изображение свободы от желудочковых аритмий после абляции. Эффективность операции через 12 мес. составила 82,6%.

### Результаты

Средний возраст пациента составил 58,8 лет. Мужчин было 66,7% ( $n = 42$ ), женщин 33,3% ( $n = 21$ ). У исследуемых больных превалировала одна морфология ЖТ, длительность анамнеза ЖТ составила в среднем 35,1 месяц. Реваскуляризация в анамнезе была у 36,5% ( $n = 23$ ) больных. Среднее количество госпитализаций в течение одного года предшествующего операции составило 2,5 раз. Фракция выброса ФВ ЛЖ составила 48,7. У больных превалировал II и III класс ХСН.

Общая эффективность операции через 12 мес. составила 82,6% ( $n = 52$ ), (Рис. 1). Осложнений хирургического лечения не было.

При сравнительном анализе нами было выявлено, что пациенты без возврата ЖТ имели статистически значимо ( $p < 0,0001$ ) больший уровень среднего Индекса Абляции (среднее значение составило 494,9 (73,3), медианное значение — 497,9 (439,8-542,5)) по сравнению с пациентами, у которых наблюдался возврат ЖТ (среднее значение — 383,2 (44,3), медианное значение — 393,8 (373,0-410,6)), (Рис. 2).

Увеличение mean ИА на 10 было ассоциировано с уменьшением шансов возврата ЖТ в 1,37 [95% ДИ: 1,16; 1,77] раз ( $p = 0,0025$ ), (Рис. 3).

Было отмечено статистически значимое снижение числа госпитализаций (с 2 [размах: 0-12] до 0 [размах: 0-3],  $p < 0,0001$ ) (Рис. 4) и вызовов СМП (с 1 [размах: 1-6,0] до 0 [размах: 0-6],  $p = 0,004$ ) (Рис. 5) после проведения процедуры РЧА.

### Обсуждение

В настоящее время существуют единичные сообщения об анализе показателя ИА при проведении стандартной РЧА желудочковых нарушений ритма, однако показатель эффективности такой РЧА в свою очередь остается не оптимальным. В этом исследовании

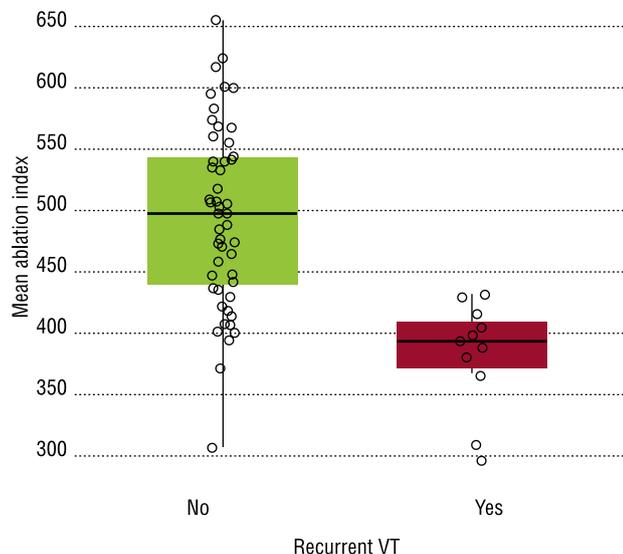


Рис. 2. Средний ablation index у пациентов в зависимости от возврата ЖТ.

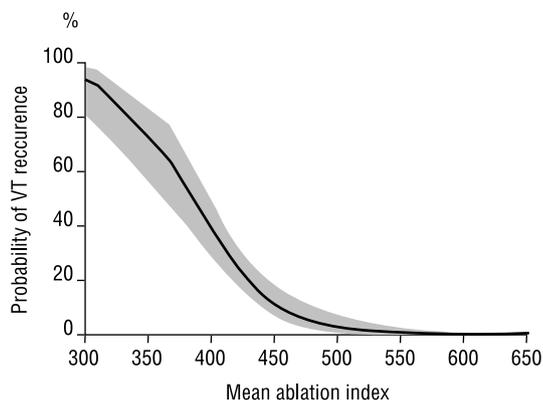


Рис. 3. Вероятность возврата ЖТ в зависимости от mean ablation index.

мы изучили новый маркер качества РЧА «высокой мощности» - ИА у больных с ЖТ. Мы показали достоверную корреляцию ИА с показателями клинической ремиссии аритмии. Применение РЧА с «высокой мощностью» воздействия позволяет эффективно и безопасно модифицировать субстрат аритмии располагающийся в миокарде ЛЖ, ориентируясь на показатель индекса абляции более 550.

### Недостатки

Следует отметить, что точный расчет ИА зависит от точного расчета силы контакта катетера на миокард. Это было показано в исследовании Bourrier et al. [6], где описано, что уровень точности определения силы контакта катетера SmartTouch Surround Flow (Biosense Webster, Inc.) зависит от расположения его кончика отно-

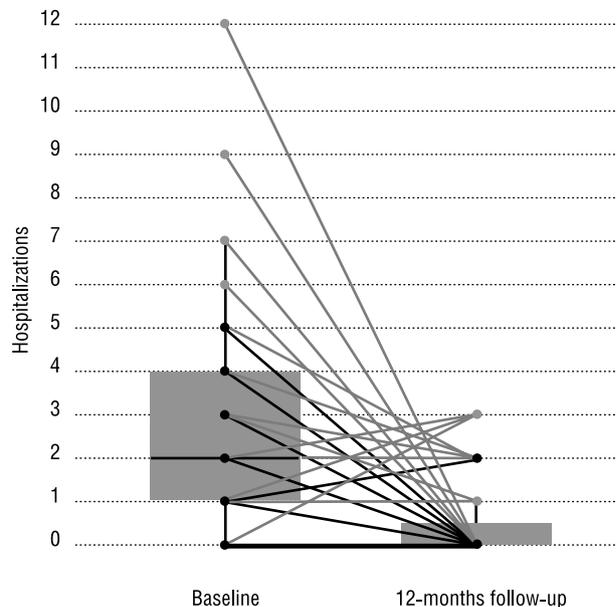


Рис. 4. Количество госпитализаций до и после проведения процедуры РЧА.

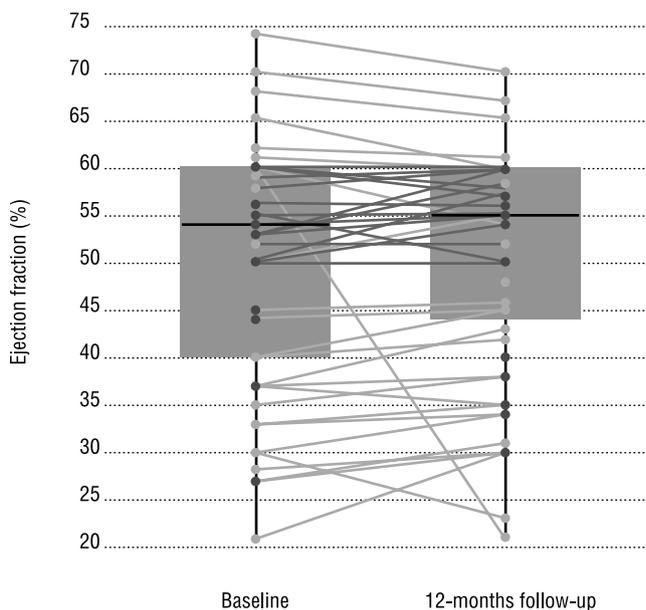


Рис. 5. Количество вызовов СМП до и после проведения процедуры РЧА.

сительно ткани. Оптимальный угол контакта определен в диапазоне от 30° до 60°. При параллельном расположении кончика точность показателя «сила контакта» снижается, и это может привести к недооценке контактной силы и неправильному расчету ИА, следовательно, при небольшом опыте работы хирурга этот показатель может быть неинформативным.

## Заключение

Показатель Индекс Абляции может быть использован как новый показатель качества абляции у больных с ЖТ.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Aliot EM, Stevenson WG, Almendral-Garrote JM, et al. EHRA/HRS expert consensus on catheter ablation of ventricular arrhythmias. *Heart Rhythm* 2009; 6: 886-933. doi: 10.1016/j.hrthm.2009.04.030.
2. Mallidi J, Nadkarni G, Berger R, et al. Meta-analysis of catheter ablation as an adjunct to medical therapy for treatment of ventricular tachycardia in patients with structural heart disease. *Heart Rhythm*. 2011; 8(4): 503-10. doi: 10.1016/j.hrthm.2010.12.015.
3. Phillip S, Cuculich, MD, Matthew R, Schill MD, Rojano Kashani, et al. Non-invasive Cardiac Radiation for Ablation of Ventricular Tachycardia. *N Engl J Med*. 2017; 377: 2325-2336. doi: 10.1056/NEJMoa1613773.
4. Robinson CG, Samson PP, Moore KMS et al. Phase I/II Trial of Electrophysiology-Guided Noninvasive Cardiac Radioablation for Ventricular Tachycardia. *Circulation*. 2019; 139(3): 313-321. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038261.
5. Das M, Loveday J, Wynn G, et al. Ablation index, a novel marker of ablation lesion quality: prediction of pulmonary vein reconnection at repeat electrophysiology study and regional differences in target values. *EP Europace*. 2017; 19(5): 775-783. doi: 10.1093/europace/euw105.
6. Bourier F, Hessling G, Ammar-Busch S, et al. Electromagnetic contact-force sensing electrophysiological catheters: how accurate is the technology. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2016; 27: 347-50. doi: 10.1111/jce.12886.