

<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2023-38-4-133-140>  
УДК 616.12-008.313.3-089.819.1-089.168.6-053.2

# Поиск предикторов неэффективности радиочастотной катетерной абляции идиопатических желудочковых нарушений ритма сердца у детей

К.А. Чуева, Р.Б. Татарский, Д.С. Лебедев, О.А. Кофейникова,  
Т.С. Ковальчук, О.Л. Перегудина, Е.С. Васичкина

Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
197341, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2

## Аннотация

Желудочковые аритмии (ЖА) у детей в большинстве случаев являются идиопатическими и имеют доброкачественное течение. При выборе метода лечения идиопатических ЖА все чаще отдается предпочтение радиочастотной катетерной абляции (РЧА) перед консервативной терапией. Отдаленная эффективность РЧА у детей с ЖА достигает 87%. У детей с идиопатическими ЖА предикторы риска неэффективной РЧА остаются неизвестными.

**Цель исследования:** выявить предикторы и построить модель прогнозирования неэффективности РЧА у детей с идиопатическими ЖА в отдаленном периоде.

**Материал и методы.** В ретроспективное исследование включены 164 пациента в возрасте от 7 до 17 лет с идиопатическими ЖА, которым была выполнена РЧА в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» с 2011 по 2023 гг. Результаты абляции оценивались в остром периоде и спустя 6 мес. после операции.

**Результаты.** Острая эффективность РЧА составила 92,0%, отдаленная – 88,4%. Построена модель бинарной логистической регрессии, прогнозирующая вероятность неэффективной РЧА в отдаленном периоде ( $p < 0,001$ ). Категориальные предикторы, включенные в модель: наличие полифокусной ЖА (ОШ: 8,814; 95% ДИ: 1,943–39,981;  $p = 0,005$ ), предшествующая эффективность антиаритмической терапии (ААТ) (ОШ: 16,522; 95% ДИ: 1,959–139,374;  $p = 0,010$ ), отсутствие индукции ЖА в ходе РЧА (ОШ: 9,369; 95% ДИ: 1,400–62,684;  $p = 0,021$ ). Чувствительность и специфичность модели составили 73,3 и 74,1% соответственно.

**Выводы.** Нами были выявлены такие независимые предикторы неэффективной катетерной абляции у детей с идиопатическими нарушениями ритма сердца, как наличие полифокусной ЖА, предшествующая эффективность ААТ, отсутствие индукции ЖА в ходе операции. Наличие двух и более зон желудочковой эктопии и эффективность проводимой ААТ могут быть приняты во внимание уже на этапе отбора пациентов для проведения РЧА.

<b>Ключевые слова:</b>	радиочастотная катетерная абляция, идиопатическая желудочковая аритмия, желудочковая тахикардия, желудочковая экстрасистолия, дети.
<b>Конфликт интересов:</b>	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
<b>Прозрачность финансовой деятельности:</b>	авторы заявляют, что при написании статьи финансовая поддержка не оказывалась.
<b>Соответствие принципам этики:</b>	исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России (протокол № 10-21-01С от 18.10.2021 г.).
<b>Для цитирования:</b>	Чуева К.А., Татарский Р.Б., Лебедев Д.С., Кофейникова О.А., Ковальчук Т.С., Перегудина О.Л., Васичкина Е.С. Поиск предикторов неэффективности радиочастотной катетерной абляции идиопатических желудочковых нарушений ритма сердца у детей. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2023;38(4):133–140. <a href="https://doi.org/10.29001/2073-8552-2023-38-4-133-140">https://doi.org/10.29001/2073-8552-2023-38-4-133-140</a> .

# Predictors of unsuccessful radiofrequency catheter ablation of idiopathic ventricular arrhythmias in children

Kseniia A. Chueva, Roman B. Tatarskiy, Dmitry S. Lebedev,  
Olga A. Kofeynikova, Tatiana S. Kovalchuk, Olga L. Peregudina,  
Elena S. Vasichkina

Almazov National Medical Research Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation,  
2, Akkuratova str., Saint-Petersburg, 197341, Russian Federation

## Abstract

Ventricular arrhythmias (VAs) in children are generally idiopathic and have a benign course. Catheter ablation (CA) is increasingly becoming a first-line treatment option in children with idiopathic VAs. Acute ablation success reaches 100% procedures and long-term – 87%. Predictors of outcomes of CA in pediatric patients with idiopathic VAs have not been fully investigated.

**Aim:** To identify predictors of long-term unsuccessful outcomes of CA in pediatric idiopathic VAs.

**Material and Methods.** This retrospective study included 164 children aged 7 to 17 years with idiopathic VAs, who underwent CA from 2011 until 2023 in Almazov National Medical Research Centre. Efficiency was assessed in acute period and 6 months after CA.

**Results.** In this study the acute success was 92% and long-term success was 88,4%. In multivariable models, multifocal VAs (odds ratio: 8,814; 95% CI: 1,943–39,981;  $p = 0,005$ ), effectiveness of antiarrhythmic therapy (odds ratio: 16,522; 95%CI: 1,959–139,374;  $p = 0,010$ ) and noninducibility of VAs during procedure (odds ratio: 9,369; 95% CI: 1,400–62,684; 0,021), become predictors of long-term unsuccessful outcomes of CA in pediatric idiopathic VAs.

**Conclusion.** In our study there were identified independent predictors of long-term noneffective CA in children with idiopathic VAs, such as multifocal VAs, effectiveness of antiarrhythmic therapy, and noninducibility of VAs CA. In patients with presence of two or more ventricular foci and the effectiveness of antiarrhythmic therapy, prolongate drug therapy may be more preferable.

<b>Keywords:</b>	idiopathic ventricular arrhythmia, ventricular tachycardia, premature ventricular contractions, catheter ablation, children, pediatric.
<b>Conflict of interest:</b>	the authors do not declare a conflict of interest.
<b>Financial disclosure:</b>	the authors declare that no funds, grants, or other support were received during the preparation of this manuscript.
<b>Adherence to ethical standards:</b>	the study was approved by the Ethics Committee of Almazov National Medical Research Centre (protocol No. 10-21-01C from 18.10.2021).
<b>For citation:</b>	Chueva K.A., Tatarskiy R.B., Lebedev D.S., Kofeynikova O.A., Kovalchuk T.S., Peregudina O.L., Vasichkina E.S. Predictors of unsuccessful radiofrequency catheter ablation of idiopathic ventricular arrhythmias in children. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2023;38(4):133–140. <a href="https://doi.org/10.29001/2073-8552-2023-38-4-133-140">https://doi.org/10.29001/2073-8552-2023-38-4-133-140</a> .

## Введение

Желудочковые аритмии (ЖА) занимают одно из ведущих мест в структуре нарушений ритма сердца у детей. ЖА могут быть обусловлены наличием структурной патологии сердца, однако, в большинстве случаев являются «идиопатическими», имеют доброкачественное течение и могут спонтанно разрешиться со временем [1]. Тем не менее, в отдельных случаях идиопатические ЖА могут приводить к развитию тахииндуцированной кардиомиопатии (ТКМП) и снижению качества жизни ребенка [2, 3], поэтому подход к выбору тактики ведения и метода лечения педиатрических пациентов с ЖА остается персонифицированным.

В настоящее время в связи накоплением опыта применения радиочастотной катетерной абляции (РЧА) в педиатрии данному методу все чаще отдается предпочтение у детей с различными ЖА. По данным исследований, острая эффективность РЧА у детей с ЖА различной этио-

логии составляет от 71 до 100%, а отдаленная – от 70,6 до 87% [48]. В качестве потенциальных причин отдаленного рецидива ЖА рассматриваются глубокое залегание или обширная зона эктопического очага, нестабильность катетера в ходе РЧА, трудности индукции и картирования [9]. При этом у детей с идиопатическими ЖА независимые предикторы неэффективной РЧА, по данным литературы, нам не встретились.

Цель исследования: выявить предикторы и построить модель прогнозирования неэффективности РЧА у детей с идиопатическими ЖА в отдаленном периоде.

## Материал и методы

В исследование включены пациенты детского возраста с идиопатическими ЖА, которым была выполнена РЧА очага желудочковой эктопии в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» с июня 2011 г. по май 2023 г.

Критерии включения: возраст до 18 лет, идиопатический характер ЖА, проведенная плановая РЧА очага желудочковой эктопии. Диагноз идиопатической ЖА устанавливался при отсутствии у пациента врожденного порока сердца, верифицированной гипертрофической, дилатационной или рестриктивной кардиомиопатий, аритмогенной кардиомиопатии правого желудочка, воспалительного процесса в миокарде, первичного электрического заболевания сердца. Показаниями для проведения РЧА являлось наличие симптомов, ассоциированных с ЖА, а также наличие ТКМП либо высокого риска развития ТКМП у пациента. Под термином ТКМП понимается наличие дилатации и / или снижение фракции выброса ЛЖ, возникшей после манифестации ЖА [10].

В ходе ретроспективного исследования были проанализированы данные медицинских историй болезни, протоколы амбулаторных и телемедицинских консультаций детей с идиопатическими ЖА, которым была проведена РЧА.

### Характеристика пациентов

В исследование включены 164 пациента, 62,2% из которых были мальчики. Медиана возраста составляла 15 лет (от 7 до 17 лет). ЖА в 42,1% случаев была представлена изолированной желудочковой экстрасистолей (ЖЭ), ЖЭ в сочетании с неустойчивыми пароксизмами желудочковой тахикардии (ЖТ) встречалась у 26,8%, а ЖТ у 31,1% пациентов. Острая эффективность РЧА была достигнута в 92,0% ( $n = 151$ ), отдаленная – в 88,4% ( $n = 145$ ) случаев.

### Предоперационное обследование

У всех пациентов был проведен анализ жалоб, анамнеза заболевания, комплексное лабораторно-инструментальное обследование. При проведении трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ) размер левого желудочка (ЛЖ) оценивался с помощью калькулятора z-score Boston Children's Hospital (<https://zscore.chboston.org/>).

### Радиочастотная катетерная абляция

Перед проведением РЧА всем пациентам, получавшим антиаритмическую терапию (ААТ), препараты отменялись не менее чем за 5 периодов полувыведения. Операция выполнялась под местной либо сочетанной анестезией. При отсутствии спонтанной индукции ЖА проводился протокол электрофизиологического исследования (ЭФИ) с программированной стимуляцией с одним, двумя и тремя экстрастимулами. Во всех случаях использовалась система трехмерного навигационного картирования (Carto 3, Biosense Inc, Diamond Bar, CA) и орошаемые катетеры. У 93,9% ( $n = 154$ ) пациентов для выявления области воздействия применялось активационное картирование.

При безуспешной индукции ЖА у 6,1% ( $n = 10$ ) пациентов использовалось стимуляционное картирование, локализация очага определялась при совпадении морфологии стимуляционного и нативного желудочкового эктопического комплекса в 12 отведениях поверхностной электрокардиограммы (ЭКГ). После последнего эффективного воздействия осуществлялось наблюдение в операционной в течение не менее 30 мин, у пациентов с ЖТ повторение протокола ЭФИ с программированной стимуляцией.

### Эффективность РЧА

Острая эффективность определялась по следующим критериям:

– отсутствие индукции ЖТ после последнего эффективного воздействия и отсутствие желудочковой эктопии в течение времени наблюдения в операционной.

Отдаленная эффективность:

– отсутствие документально подтвержденного рецидива ЖТ в течение 6 мес. после РЧА;

– отсутствие ЖЭ исходной морфологии и отсутствие ЖТ по данным суточного мониторирования ЭКГ, выполненного через 6 мес. после РЧА.

### Статистический анализ

Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS STATISTICS v.26 (IBM Corporation). Проверка количественных показателей на соответствие нормальному распределению выполнялась по критерию Шапиро – Уилка. Нормально распределенные количественные показатели описывались средним значением ( $M$ ) и стандартным отклонением ( $SD$ ). Показатели, распределение которых отличалось от нормального, описывались медианой ( $Me$ ) и межквартильным диапазоном ( $Q1-Q3$ ). Номинальные показатели представлены абсолютными ( $n$ ) и относительными (в %) частотами встречаемости. При сравнении средних значений нормально распределенных показателей в двух независимых группах пациентов использовался  $t$ -критерий Стьюдента, при отсутствии нормального распределения количественных показателей для выявления статистически значимых межгрупповых различий применялся  $U$ -критерий Манна – Уитни. Сравнение номинальных данных в двух группах проводилось при помощи  $\chi^2$ -критерия Пирсона или точного критерия Фишера. Пороговый уровень значимости при проверке гипотез составлял 0,05.

Построена модель трехфакторной бинарной логистической регрессии для прогнозирования вероятности неэффективности РЧА в отдаленном периоде, проведен ее ROC-анализ.

### Результаты

С целью поиска предикторов неэффективной РЧА оценивались результаты лечения пациентов в остром периоде и спустя 6 мес. после операции.

На основании отдаленной эффективности РЧА были сформированы 2 группы пациентов. В группу с эффективной абляцией вошли 145 (88,4%), с неэффективной – 19 (11,6%) человек. На первом этапе произведен сравнительный анализ клинико-демографических показателей и данных инструментального обследования между двумя группами (табл. 1).

При сравнении возрастных и гендерных показателей, вида, особенностей клинического течения ЖА статистически значимых различий между исследуемыми группами получено не было. В 75,0% ( $n = 123$ ) случаев проведению РЧА предшествовало назначение ААТ. Эффективность медикаментозного лечения ассоциировалась с неэффективной в последующем РЧА ( $p < 0,001$ ). Полифокусная ЖА встречалась статистически значимо чаще в группе пациентов с неэффективной РЧА ( $p = 0,023$ ). В целом по группе, по данным ЭхоКГ, критерии ТКМП были выявлены у 15,2% ( $n = 25$ ) пациентов. Наличие ТКМП, а также размеры полостей и показатели сократительной способности сердца не имели статистически значимых различий в двух группах.

Результаты сравнительного анализа интраоперационных показателей исследуемых групп представлены в таблице 2.

**Таблица 1.** Сравнительный анализ клинико-демографических характеристик и результатов предоперационного обследования у пациентов с эффективной и неэффективной радиочастотной абляцией в отдаленном периоде

**Table 1.** Comparison of clinical, demographic and perioperative data of patients with successful and unsuccessful catheter ablation

Показатели Parameters	Эффективная РЧА, $n = 145$ Successful CA, $n = 145$	Неэффективная РЧА, $n = 19$ Unsuccessful CA, $n = 19$	$p$
Возраст, лет Age, years	15 (13–16)	15 (12–16)	0,506
Мужской пол, $n$ (%) Male, $n$ (%)	92 (63,4)	10 (52,6)	0,361
Наличие жалоб, $n$ (%) Symptoms, $n$ (%)	94 (64,2)	11 (58,3)	0,554
Вид ЖА Type of VA			0,814
ЖТ, $n$ (%) VT, $n$ (%)	45 (31,0)	6 (31,6)	–
Изолированная ЖЭ, $n$ (%) Only PVCs, $n$ (%)	40 (27,6)	4 (21,1)	–
ЖЭ и неустойчивая ЖТ PVCs and non-sustained VT	60 (41,4)	9 (47,4)	–
Эффективная ААТ, $n$ (%) Effective antiarrhythmic therapy, $n$ (%)	49/108 (45,4)	14/15 (90,0)	< 0,001
Плотность ЖА до лечения, % VCs burden on 24-h Holter electrocardiogram, %	31,0 (24,5–41,9)	33,0 (25,7–41,5)	0,499
Полифокусная ЖА, $n$ (%) Multifocal VA, $n$ (%)	11 (8,2)	6 (25,0)	0,023
КРД ЛЖ, z-score LV EDD, z-score	–0,14 (–0,85...0,34)	–0,12 (–0,83...0,52)	0,750
ФВ Тейхольца, % EF Teichholz, %	66,0 (63,0–70,0)	69,3 (63,5–70,0)	0,368
ФВ Симпсона, % EF Simpson, %	60,0 (54,0–63,0)	63,5 (55,5–65,5)	0,302
ТКМП, $n$ (%) TICMP, $n$ (%)	21/145 (14,5)	4/19 (21,1)	0,496

Примечание: количественные показатели указаны в виде  $Me$  ( $Q_1$ – $Q_3$ ), категориальные –  $n$  (%). Сокращения: РЧА – радиочастотная катетерная абляция, ЖА – желудочковые аритмии, ЖТ – желудочковая тахикардия, ЖЭ – желудочковая экстрасистолия, ААТ – антиаритмическая терапия, КРД – конечно-диастолический размер, ЛЖ – левый желудочек, ФВ – фракция выброса, ТКМП – тахиндуцированная кардиомиопатия.

Note: values are given as  $Me$  ( $Q_1$ – $Q_3$ ) or  $n$  (%). Abbreviations: CA – catheter ablation, VA – ventricular arrhythmia, VT – ventricular tachycardia, PVCs – premature ventricular contractions, LV EDD – left ventricular end-diastolic dimension, EF – ejection fraction, TICMP – tachycardia-induced cardiomyopathy.

**Таблица 2.** Сравнение интраоперационных данных в зависимости от результатов радиочастотной абляции

**Table 2.** Comparison of procedural characteristics of patients with successful and unsuccessful catheter ablation

Показатели Parameters	Эффективная РЧА, $n = 145$ Successful CA, $n = 145$	Неэффективная РЧА, $n = 19$ Unsuccessful CA, $n = 19$	$p$
Локализация очага Site of origin			0,260
Выводной тракт ПЖ, $n$ (%) Right ventricular outflow tract, $n$ (%)	56 (38,6)	5 (26,3)	
Приточный отдел ПЖ, $n$ (%) Peri-tricuspidal, $n$ (%)	18 (12,4)	4 (21,1)	
Синусы Вальсальвы, $n$ (%) Aortic cusp, $n$ (%)	38 (26,2)	3 (15,8)	
Выводной тракт ЛЖ, $n$ (%) Left ventricular outflow tract, $n$ (%)	17 (11,7)	2 (10,5)	
Базальные отделы ЛЖ, $n$ (%) Peri-mitral, $n$ (%)	6 (4,1)	2 (10,5)	
Другие, $n$ (%) Other, $n$ (%)	10 (6,9)	3 (15,8)	
Длительность цикла ЖТ, мс VT cycle length, ms	388,8 ± 73,7	459,9 ± 82,4	0,034
Отсутствие индукции ЖА, $n$ (%) Noninducibility of VA, $n$ (%)	7 (4,8)	3 (15,8)	0,094
Сочетанная анестезия, $n$ (%) Sedation, $n$ (%)	37 (25,5)	5 (26,3)	1,000
Длительность операции, мин Procedure time, min	90,0 (70,0–130,0)	130,0 (90,0–190,5)	0,021
Время флюороскопии, мин Fluoroscopy time, min	9,0 (4,0–17,5)	11,5 (6,0–26,0)	0,046

Окончание табл. 2  
End of table 2

Показатели Parameters	Эффективная РЧА, $n = 145$ Successful CA, $n = 145$	Неэффективная РЧА, $n = 19$ Unsuccessful CA, $n = 19$	$p$
Мощность дозы рентгеновского излучения, мЗв Fluoro dosage, mSv	1,0 (0,5–1,9)	7,4 (3,8–8,0)	0,026
Осложнения, $n$ (%) Complications, $n$ (%)	2 (1,4)	0 (0,0)	1,000

Примечание: количественные показатели указаны в виде  $M \pm SD$  и  $Me (Q_1-Q_3)$ , категориальные –  $n$  (%). Сокращения: РЧА – радиочастотная катетерная абляция, ПЖ – правый желудочек, ЛЖ – левый желудочек, ЖА – желудочковая аритмия, ЖТ – желудочковая тахикардия.

Note: values are given as  $M \pm SD$ ,  $Me (Q_1-Q_3)$  or  $n$  (%). Abbreviations: CA – catheter ablation, VA – ventricular arrhythmia, VT – ventricular tachycardia.

Статистически значимые различия были получены среди следующих показателей: длительность операции, время флюороскопии, мощность дозы рентгеновского излучения и длительность цикла тахикардии у пациентов с ЖТ. Медиана длительности операции составляла 90,0 мин ( $Q_1-Q_3$ : 70,0–130,0 мин) в группе с эффективной РЧА и увеличивалась до 130,0 мин ( $Q_1-Q_3$ : 90,0–190,5 мин) в группе с неэффективной РЧА ( $p = 0,021$ ).

Медиана времени флюороскопии во время операции составляла 9,0 мин ( $Q_1-Q_3$ : 4,0–17,5 мин) в группе с эффективной РЧА и увеличивалась до 11,5 мин ( $Q_1-Q_3$ : 6,0–26,0 мин) в группе с неэффективной РЧА ( $p = 0,046$ ).

Медиана мощности дозы рентгеновского излучения в группе с неэффективной РЧА 7,4 мЗв ( $Q_1-Q_3$ : 3,8–

8,0 мЗв) статистически значимо выше по сравнению с группой с эффективной абляцией 1,0 мЗв ( $Q_1-Q_3$ : 0,5–1,9 мЗв) ( $p = 0,026$ ). Средние значения длительности цикла ЖТ в группе с эффективной РЧА составили  $388,8 \pm 73,7$  мс (95% ДИ: 365,9–411,8) vs.  $459,9 \pm 82,4$  мс (95% ДИ: 373,4–546,4) в группе с неэффективной РЧА ( $p = 0,034$ ).

### Предикторы неэффективной РЧА

В многофакторный анализ были включены показатели, имеющие наибольший прогностический потенциал ( $p < 0,1$ ), рассчитанный методом однофакторной логистической регрессии (табл. 3).

Таблица 3. Взаимосвязь исследуемых факторов и вероятностью неэффективной радиочастотной абляции

Table 3. Predictive value for unsuccessful catheter ablation

Факторы Variables	Однофакторный анализ Univariate analysis		Многофакторный анализ Multivariate analysis	
	ОШ; 95% ДИ OR; 95% CI	$p$	ОШ; 95% ДИ OR; 95% CI	$p$
Полифокусная ЖА Multifocal VA	4,351 (1,321–14,328)	0,016	8,814 (1,943–39,981)	0,005
Эффективная ААТ до РЧА Effective antiarrhythmic therapy before CA	16,857 (2,140–132,767)	0,007	16,522 (1,959–139,374)	0,010
Длительность цикла ЖТ интраоперационно, мс VT cycle length during CA, ms	1,012 (1,0–1,024)	0,046	–	–
Отсутствие индукции ЖА во время РЧА Noninducibility of VA during CA	3,696 (0,869–15,729)	0,077	9,369 (1,400–62,684)	0,021
Длительность операции Procedure time	1,012 (1,004–1,021)	0,006	–	–
Мощность дозы рентгеновского излучения, мЗв Fluoro dosage, mSv	1,646 (1,130–2,397)	0,009	–	–

Примечание: ЖА – желудочковая аритмия, ААТ – антиаритмическая терапия, РЧА – радиочастотная катетерная абляция, ЖТ – желудочковая тахикардия, ОШ – оценка шансов, ДИ – доверительный интервал.

Note: CA – catheter ablation, VA – ventricular arrhythmia, VT – ventricular tachycardia, OR – odds ratio, CI – confidence interval.

Нами была разработана прогностическая модель, которая позволяет определить вероятность  $P$  неэффективности РЧА в отдаленном периоде у детей с идиопатической ЖА на основании клинико-электрофизиологических характеристик по следующей формуле:

$$P = 1 / (1 + \exp(-Z)) \times 100\%, \text{ где}$$

$$Z = -4,702 + 2,176 \times X_{\text{Полифокус}} + 2,805 \times X_{\text{ЭффектААТ}} + 2,237 \times X_{\text{Неиндуцир.}} \quad (1)$$

$X_{\text{Полифокус}}$  – полифокусная ЖА (0 – нет, 1 – да),  
 $X_{\text{ЭффектААТ}}$  – эффективная предшествующая ААТ (0 – нет, 1 – да),  
 $X_{\text{Неиндуцир.}}$  – отсутствие индукции ЖА в ходе РЧА (0 – нет, 1 – да).

Полученная регрессионная модель является статистически значимой ( $p < 0,001$ ). Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, 35,9% дисперсии вероятности неэффективной РЧА определяются факторами, включенными в модель (1). Наличие полифо-



кусной ЖА увеличивает шансы неэффективности РЧА в 8,814 раза (95% ДИ: 1,943–39,981), предшествующая эффективность ААТ в 16,522 раза (95% ДИ: 1,959–139,374), отсутствие индукции ЖА в ходе операции в 9,369 раза (95% ДИ: 1,400–62,684).

На рисунке 1 сопоставлены значения скорректированного отношения шансов с 95% ДИ для изучаемых предикторов неэффективности РЧА.

Пороговое значение логистической функции Р было определено с помощью ROC-анализа. ROC-кривая модели представлена на рисунке 2.

Площадь под ROC-кривой, соответствующая взаимосвязи прогноза неэффективности РЧА и значения регрессионной функции, составила  $0,817 \pm 0,048$  (95% ДИ: 0,724–0,911). Значение логистической функции (1) в точке cut-off составило 14,2%.

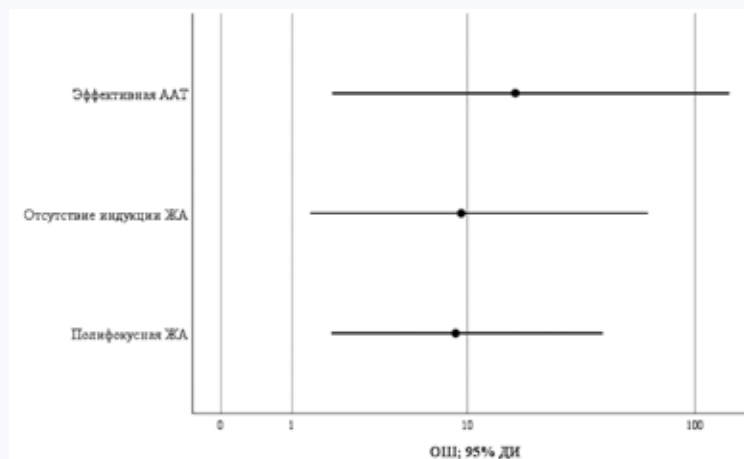


Рис. 1. Оценки отношения шансов с 95% ДИ для изучаемых предикторов неэффективности радиочастотной абляции  
Fig. 1. Odds ratio with 95% confidence interval for predictors of unsuccessful catheter ablation

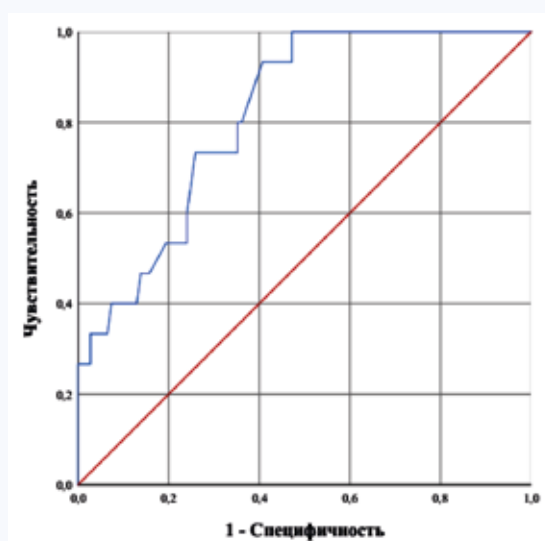


Рис. 2. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности неэффективной радиочастотной абляции от значения прогностической модели (1)  
Fig. 2. ROC-curve for value of the probability of unsuccessful catheter ablation predictive model (1)

При значениях Р, равных или выше 14,2%, определяется высокая вероятность, а при значениях ниже 14,2% – низкая вероятность неэффективной РЧА. При данном пороговом значении чувствительность модели составила 73,3%, специфичность (1) 74,1%.

## Обсуждение

Катетерная абляция зарекомендовала себя как эффективный и безопасный метод лечения ЖА у детей, достигая достаточно высокой эффективности в остром периоде. Отдаленные результаты РЧА ЖА имеют несколько меньшую эффективность. По опубликованным результатам одноцентровых исследований, частота рецидивирования ЖА колеблется в пределах 5,4–14,7% [6,

9]. Наш опыт демонстрирует отдаленную эффективность, составляющую 88,4%.

Таким образом, выявление предикторов эффективности / неэффективности абляции идиопатических ЖА у детей в отдаленном периоде может иметь большую значимость в клинической практике.

По данным литературы, одним из факторов, влияющих на исход лечения, является локализация эктопического очага. У детей с ЖТ вне зависимости от этиологии наиболее высокая общая эффективность РЧА наблюдается при левосторонней локализации эктопического очага [11, 12]. Важно отметить, что как в нашем, так и в серии других исследований не удалось выявить зависимость успешности абляции от локализации эктопического очага [5, 6, 12, 13].

На эффективность РЧА также может влиять количество эктопических очагов. Так, наличие двух и более морфологий ЖЭ являлось предиктором неэффективности абляции как в остром, так и в отдаленном периоде [8, 9]. В ходе нашего исследования было получено подтверждение, что полифокусная ЖА является предиктором неэффективной абляции.

Отсутствие спонтанной или индуцированной эктопии также может увеличивать риск неудовлетворительного результата РЧА [13, 14]. Согласно результатам настоящего исследования, наличие желудочковой эктопии во время процедуры абляции ассоциировалось с успешностью лечения. Влияние анестезии на индукцию и успешность РЧА остается предметом дискуссии. По данным многоцентрового ретроспективного исследования С.М. Janson и соавт., общая анестезия была предиктором отсутствия индукции ЖА в ходе процедуры и неэффективной абляции [15]. Однако в нашем и ряде других исследований не было установлено взаимосвязи между типом анестезии и индукцией ЖА, а также эффективностью РЧА [13, 14].

В литературе имеются ограниченные данные о роли проводимой ААТ перед абляцией в прогнозировании результатов интервенционного лечения. Так, в исследовании S. Gulletta и соавт. предшествующая эффективная ААТ амиодароном ассоциировалась с высоким риском неэффективности абляции [6]. В нашем исследовании предшествующая эффективность ААТ являлась независимым фактором, определяющим более высокий риск неэффективности последующей операции.

Кроме того, в ходе нашего исследования методом многофакторного анализа была получена прогностическая модель, позволяющая оценивать отдаленную неэффективность РЧА у детей с идиопатическими желудочковыми нарушениями ритма сердца. Доля верно предсказанных исходов составила 90,2%, площадь под ROC-кривой, характеризующей зависимость вероятности неэффективной РЧА от значения регрессионной функции,  $0,81 \pm 0,048$ , что позволяет говорить о хорошем качестве прогностической модели.

## Заключение

Несмотря на достигнутый опыт применения РЧА у детей, отдаленные рецидивы ЖА продолжают оставаться проблемой. В результате нашего исследования были выявлены такие независимые предикторы неэффективной катетерной абляции у детей с идиопатическими нарушениями ритма сердца, как наличие полифокусной ЖА, предшествующая эффективность ААТ, отсутствие индукции ЖА в ходе операции.

Наличие двух и более зон желудочковой эктопии и эффективность проводимой ААТ могут быть приняты во внимание уже на этапе отбора пациентов для проведения РЧА.

Безусловно, дальнейшее изучение данного вопроса позволит решить не только проблему выбора РЧА как метода лечения ЖА у детей, но и разработать рекомендации по длительности наблюдения пациентов после успешной ЖА.

## Литература / References

- Crosson J.E., Callans D.J., Bradley D.J., Dubin A., Epstein M., Etheridge S. et al. PACES/HRS expert consensus statement on the evaluation and management of ventricular arrhythmias in the child with a structurally normal heart. *Heart Rhythm*. 2014;11(9):e55–e78. DOI: 10.1016/j.hrthm.2014.05.010.
- Velázquez-Rodríguez E., García-Hernández N., Silva-Oropeza E., Jimenez-Arteaga S., Martinez-sanchez A., Alva-Espinoza C. et al. Idiopathic left fascicular ventricular tachycardia in children and adolescents. *Bol. Med. Hosp. Infant Mex.* 2022;79(4):248–258. DOI: 10.24875/BMHIM.21000222.
- Hasdemir C., Yuksel A., Camli D., Kartal Y., Simsek E., Musayev O. et al. Late gadolinium enhancement CMR in patients with tachycardia-induced cardiomyopathy caused by idiopathic ventricular arrhythmias. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2012;35(4):465–470. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2011.03324.x.
- Krause U., Paul T., Bella P.D., Gulletta S., Gebauer R.A., Paech C. et al. Pediatric catheter ablation at the beginning of the 21st century: Results from the European Multicenter Pediatric Catheter Ablation Registry "EUROPA". *Europace*. 2021;23(3):431–440. DOI: 10.1093/europace/euaa325.
- Dalili M., Kargarfard M., Tabib A., Fathollahi M.S., Brugada P. Ventricular tachycardia ablation in children. *Indian Pacing Electrophysiol. J.* 2023;23(4):99–107. DOI: 10.1016/j.ipej.2023.03.002.
- Gulletta S., Vergara P., Vitulano G., Foppoli L., D'Angelo G., Cirredu M. et al. Etiology is a predictor of recurrence after catheter ablation of ventricular arrhythmias in pediatric patients. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2021;32(5):1337–1345. DOI: 10.1111/jce.14984.
- Wu J., Chen Y., Ji W., Gu B., Shen J., Fu L. et al. Catheter ablation of ventricular tachycardia in the pediatric patients: A single-center experience. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2020;43(1):37–46. DOI: 10.1111/pace.13835.
- Сорокваша О.В., Школьников М.А., Термосесов С.А. Радиочастотная катетерная абляция желудочковых аритмий у детей: оценка эффективности и факторов, влияющих на частоту рецидивов. *Вестник Аритмологии*. 2014;(75):22–28.
- Sorokvasha O.V., Shkolnikova M.A., Termosov S.A. Radiofrequency catheter ablation of ventricular arrhythmias in pediatric patients: assessment of effectiveness and risk factors of recurrence. *Journal of Arrhythmology*. 2014;(75):22–28. URL: <https://vestar.elpub.ru/jour/article/view/672/602> (15.11.2023).
- Im S.I., Voskoboinik A., Lee A., Higuchi S., Moss J.D., Hsia H. et al. Predictors of long-term success after catheter ablation of premature ventricular complexes. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2021;32(8):2254–2261. DOI: 10.1111/jce.15114.
- Khasnis A., Jongnarangsin K., Abela G., Veerareddy S., Reddy V., Thakur R. et al. Tachycardia-induced cardiomyopathy: a review of literature. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2005;28(7):710–721. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2005.00143.x.
- Wang S., Zhu W., Hamilton R.M., Kirsh J.A., Stephenson E.A., Gross G.J. Diagnosis-specific characteristics of ventricular tachycardia in children with structurally normal hearts. *Heart Rhythm*. 2010;7(12):1725–1731. DOI: 10.1016/j.hrthm.2010.07.037.
- Li X.M., Jiang H., Li Y.H., Zhang Y., Liu H.J., Ge H.Y. et al. Effectiveness of radiofrequency catheter ablation of outflow tract ventricular arrhythmias in children and adolescents. *Pediatr. Cardiol.* 2016;37(8):1475–1481. DOI: 10.1007/s00246-016-1460-1.
- Miszczak-Knecht M., Szumowski L., Posadowska M., Brzezinska-Paszkiewicz M., Pregowska K., Walczak F. et al. Idiopathic ventricular arrhythmia in children and adolescents: Early effectiveness of radiofrequency current ablation. *Kardiol. Pol.* 2014;72(11):1148–1155. DOI: 10.5603/KP.a2014.0132.
- Morwood J.G., Triedman J.K., Berul C.I., Khairy P., Alexander M.E., Cecchin F. et al. Radiofrequency catheter ablation of ventricular tachycardia in children and young adults with congenital heart disease. *Heart Rhythm*. 2004;1(3):301–308. DOI: 10.1016/j.hrthm.2004.05.009.
- Janson C.M., Shah M.J., Kennedy K.F., Iyer V.R., Sweeten T.L., Glatz A.C. et al. Comparison of outcomes of pediatric catheter ablation by anesthesia strategy: A report from the NCDR IMPACT Registry. *Circ. Arrhythmia Electrophysiol.* 2021;14(7):E009849. DOI: 10.1161/CIRCEP.121.009849.

## Информация о вкладе авторов

Васичкина Е.С., Татарский Р.Б., Лебедев Д.С. предложили дизайн и разработали протокол исследования.

Чуева К.А., Ковальчук Т.С., Перегудина О.Л., Кофейникова О.А. осуществляли накопление данных, сформировали базу данных пациентов, анализировали и интерпретировали полученные результаты, проводили статистическую обработку результатов, написали черновой вариант рукописи, вместе с Васичкиной Е.С., Татарским Р.Б., Лебедевым Д.С. внесли вклад в доработку исходного варианта рукописи.

Все авторы дали окончательное согласие на подачу рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы, ручаясь за их точность.

## Сведения об авторах

**Чуева Ксения Андреевна**, врач детский кардиолог, отделение сердечно-сосудистой хирургии для детей, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0002-5027-0565.  
E-mail: [kseniia.chueva@gmail.com](mailto:kseniia.chueva@gmail.com).

**Татарский Роман Борисович**, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, научно-исследовательская лаборатория, научно-исследовательский отдел аритмологии; профессор кафедры детских болезней, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0001-6752-3306.  
E-mail: [tatar2002@list.ru](mailto:tatar2002@list.ru).

**Лебедев Дмитрий Сергеевич**, д-р мед. наук, профессор РАН, заслуженный деятель науки РФ, руководитель, главный научный сотрудник научно-исследовательского отдела аритмологии, профессор кафедры сердечно-сосудистой хирургии, факультет подготовки кадров высшей квалификации, Институт медицинского образования, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0002-2334-1663.  
E-mail: [lebedevdmity@mail.ru](mailto:lebedevdmity@mail.ru).

**Кофейникова Ольга Александровна**, младший научный сотрудник, научно-исследовательский центр неизвестных, редких и генетически-обусловленных заболеваний, научный центр мирового уровня «Центр персонализированной медицины», Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0003-4720-9023.  
E-mail: [kofeolyaa@gmail.com](mailto:kofeolyaa@gmail.com).

**Ковальчук Татьяна Сергеевна**, младший научный сотрудник, научно-исследовательский центр неизвестных, редких и генетически-обусловленных заболеваний, научный центр мирового уровня «Центр персонализированной медицины», Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0002-0842-9560.  
E-mail: [tskovalchuk@yandex.ru](mailto:tskovalchuk@yandex.ru).

**Перегудина Ольга Леонидовна**, врач детский кардиолог, отделение детской кардиологии и медицинской реабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова. ORCID 0000-0002-2761-7209.  
E-mail: [olja095@gmail.com](mailto:olja095@gmail.com).

**Васичкина Елена Сергеевна**, д-р мед. наук, руководитель научно-исследовательского центра неизвестных, редких и генетически-обусловленных заболеваний, научный центр мирового уровня «Центр персонализированной медицины»; профессор кафедры детских болезней, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0001-7336-4102.  
E-mail: [vasichkinaelena@mail.ru](mailto:vasichkinaelena@mail.ru).

**Чуева Ксения Андреевна**, e-mail: [kseniia.chueva@gmail.com](mailto:kseniia.chueva@gmail.com).

## Information on author contributions

Vasichkina E.S., Tatarsky R.B. and Lebedev D.S. proposed the design and developed the study protocol.

Chueva K.A., Kovalchuk T.S., Peregudina O.L., Kofeynikova O.A. assessed clinically all patients and collected data, were involved in data analysis and statistics, drafting the article.

Vasichkina E.S., Tatarsky R.B. and Lebedev D.S. were involved in editing and revision of the article.

All authors gave their final consent to the submission of the manuscript and agreed to be responsible for all aspects of the work, vouching for their accuracy and flawlessness.

## Information about the authors

**Kseniia A. Chueva**, Pediatric Cardiologist, Department of Pediatric Cardiovascular Surgery, Almazov National Medical Research Centre. ORCID 0000-0002-5027-0565.  
E-mail: [kseniia.chueva@gmail.com](mailto:kseniia.chueva@gmail.com).

**Roman B. Tatarskiy**, Dr. Sci. (Med.), Leading Research Scientist, Arrhythmology Research Department; Professor, Department of Pediatrics, Institute of Medical Education, Almazov National Medical Research Centre. ORCID 0000-0001-6752-3306.  
e-mail: [tatar2002@list.ru](mailto:tatar2002@list.ru).

**Dmitry S. Lebedev**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Russian Academy of Sciences, Honored Worker of the Russian Federation, Head of Arrhythmology Research Department; Professor, Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Advanced Training, Institute of Medical Education, Almazov National Medical Research Centre. ORCID 0000-0002-2334-1663.  
e-mail: [lebedevdmity@mail.ru](mailto:lebedevdmity@mail.ru).

**Olga A. Kofeynikova**, Junior Research Scientist, Research Department of Unknown, Rare and Genetically Determined Diseases, World-Class Research Centre for Personalized Medicine, Almazov National Medical Research Centre. ORCID 0000-0003-4720-9023.  
E-mail: [kofeolyaa@gmail.com](mailto:kofeolyaa@gmail.com).

**Tatiana S. Kovalchuk**, Junior Research Scientist, Research Department of Unknown, Rare and Genetically Determined Diseases, World-Class Research Centre for Personalized Medicine, Almazov National Medical Research Centre. ORCID 0000-0002-0842-9560.  
E-mail: [tskovalchuk@yandex.ru](mailto:tskovalchuk@yandex.ru).

**Olga L. Peregudina**, Pediatric Cardiologist, Department of Pediatric Cardiology, Almazov National Medical Research Centre. ORCID 0000-0002-2761-7209.  
E-mail: [olja095@gmail.com](mailto:olja095@gmail.com).

**Elena S. Vasichkina**, Dr. Sci. (Med.), Head of Research Centre of Unknown, Rare and Genetically Determined Diseases, World-Class Research Centre for Personalized Medicine; Professor, Department of Pediatrics, Institute of Medical Education, Almazov National Medical Research Centre. ORCID 0000-0001-7336-4102.  
E-mail: [vasichkinaelena@mail.ru](mailto:vasichkinaelena@mail.ru).

**Kseniia A. Chueva**, e-mail: [kseniia.chueva@gmail.com](mailto:kseniia.chueva@gmail.com).

Received October 9, 2023

Поступила 09.10.2023