https://doi.org/10.35336/VA-1358 https://elibrary.ru/PNBYKH

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАТЕТЕРНОЙ АБЛАЦИИ ОЧАГОВЫХ ПРЕДСЕРДНЫХ ТАХИКАРДИЙ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА: ДАННЫЕ ОДНОЦЕНТРОВОГО РЕГИСТРОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Т.С.Ковальчук[1], Р.Б.Татарский[1], Д.Ю.Алексеева[1], Е.Н.Михайлов[1], Д.С.Лебедев[1], С.В.Гуреев[1], К.А.Чуева[1], О.Л.Перегудина[1], Д.И.Марапов[2], Е.С.Васичкина[1]

[1]ФГБУ «НМИЦ им. В.А.Алмазова МЗ РФ, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д.2;
[2]Казанская государственная медицинская академия - филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» МЗ РФ, Россия, Казань, ул. Бутлерова, д. 36.

Цель. Выявить факторы, ассоциированные с эффективностью в отдаленном периоде радиочастотной катетерной абляции (РЧА) очаговой предсердной тахикардии (ПТ) у пациентов школьного возраста.

Материал и методы исследования. Группу исследования составили 57 детей в возрасте от 11 до 17 лет 11 месяцев (Me 15,83, IQR 14,63-17,0), которым была выполнена РЧА, в том числе повторная, по поводу очаговой ПТ в ФГБУ «НМИЦ им. В.А.Алмазова» в период с декабря 2009 до апрель 2023 года. В качестве анализируемых ковариант оценивались клинические и демографические данные, результаты лабораторных исследований, параметры тахиаритмии, электрофизиологические особенности ПТ, а также параметры аблации. Структурные заболевания сердца были у 13 детей, идиопатическая форма аритмии - у 44 пациентов. Критерием интраоперационной эффективности считалось отсутствие аритмии по окончании периода ожидания в рентген-операционной, отсроченной - в течение 12 месяцев после процедуры.

Результаты. Интраоперационная эффективность РЧА была достигнута у 51 пациента (89,5%), отдаленная - у 32 пациентов (56,1%). На основании полученных данных была разработана прогностическая модель отсроченной эффективности РЧА очаговой ПТ у детей школьного возраста ($p<0,001$). Предикторы, включенные в модель: плотность аритмии (отношение шансов (ОШ): 0,981; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,962-0,999; $p=0,043$), наличие жалоб на пресинкопе (ОШ: 0,177; 95% ДИ 0,035-0,903; $p=0,037$), количество эктопических очагов (ОШ: 0,289; 95% ДИ 0,128-0,649; $p=0,003$), наличие очага в правом предсердии (ОШ: 0,097; 95% 0,013-0,699; $p=0,021$). Площадь под ROC-кривой, соответствующей ассоциации отсутствия аритмии после аблации и значениям логистической регрессионной функции, составила 0,843±0,54 с 95% ДИ: 0,738-0,938. Чувствительность метода составила 81,3%, специфичность - 76,0%. Достоверной ассоциации способа индукции аритмии, использования медикаментозной седации с эффективностью РЧА получено не было.

Заключение. Установлено, что такие факторы как плотность аритмии, наличие пресинкопе, количество эктопических очагов и наличие эктопического очага в правом предсердии имели обратную связь с вероятностью развития эффективного исхода РЧА.

Ключевые слова: предсердная тахикардия; дети; радиочастотная катетерная аблация; плотность аритмии; пресинкопе

Конфликт интересов: отсутствует.
Финансирование: отсутствует.
Рукопись получена: 10.04.2024 **Исправленная версия получена:** 23.07.2024 **Принята к публикации:** 12.08.2024
Ответственный за переписку: Ковальчук Татьяна Сергеевна, E-mail: tskovalchuk@yandex.ru

Т.С.Ковальчук - ORCID ID 0000-0002-0842-9560, Р.Б.Татарский - ORCID ID 0000-0001-6752-3306, Д.Ю.Алексеева - ORCID ID 0000-0003-1751-1424, Е.Н.Михайлов - ORCID ID 0000-0002-6553-9141, Д.С.Лебедев - ORCID ID 0000-0002-2334-1663, С.В.Гуреев - ORCID ID 0000-0003-2416-5304, К.А.Чуева - ORCID ID 0000-0002-5027-0565, О.Л.Перегудина - ORCID ID 0000-0002-2761-7209, Д.И.Марапов - ORCID ID 0000-0003-2583-0599, Е.С.Васичкина - ORCID ID 0000-0001-7336-4102

Для цитирования: Ковальчук ТС, Татарский РБ, Алексеева ДЮ, Михайлов ЕН, Лебедев ДС, Гуреев СВ, Чуева КА, Перегудина ОЛ, Марапов ДИ, Васичкина ЕС. Прогностические факторы эффективности катетерной аблации очаговых предсердных тахикардий у детей школьного возраста: данные одноцентрового регистрового исследования. *Вестник аритмологии.* 2024;31(3): 41-50. https://doi.org/10.35336/VA-1358.

© Коллектив авторов 2024 CC BY 4.0

PROGNOSTIC FACTORS FOR THE EFFECTIVENESS OF CATHETER ABLATION OF FOCAL ATRIAL TACHYCARDIA IN SCHOOL-AGE CHILDREN: DATA FROM A SINGLE-CENTER REGISTRY STUDY

T.S.Kovalchuk[1], R.B.Tatarsky[1], D.Yu.Alekseeva[1], E.N.Mikhailov[1], D.S.Lebedev[1], S.V.Gureev[1], K.A.Chueva[1], O.L.Peregudina[1], D.I.Marapov[2], E.S.Vasichkina[1]

[1]Almazov NMRC, Russia, Saint-Petersburg, 2 Akkuratova str.; [2]Kazan State Medical Academy - branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education", Russia, Kazan, 36 Butlerova str.

Aim. To identify factors associated with the effectiveness of radiofrequency catheter ablation (RFA) of focal atrial tachycardia (AT) in school-aged patients in the long-term period.

Methods. The study group consisted of 57 children aged 11 to 17 years 11 months (Me 15.83, IQR 14.63-17.0), who underwent catheter ablation, including repeated, for focal AT in the Almazov National Medical Research Centre from December 2009 until April 2023. We analyzed clinical and demographic data, laboratory data, parameters of tachyarrhythmia, electrophysiological study and RFA. Structural heart diseases were present in 13 children, and idiopathic arrhythmia was present in 44 patients. The criterion for intraoperative effectiveness were the absence of arrhythmia at the end of the waiting period in the X-ray operating room, delayed - within 12 months after the procedure.

Results. Intraoperative effectiveness of RFA was achieved in 51 patients (89.5%), long-term - in 32 patients (56.1%). Based on the data obtained, a prognostic model of the delayed effectiveness of RFA of focal AT in school-age children was developed ($p<0.001$). Predictors included in the model: percentage of arrhythmia during the day (odds ratio (OR): 0.981; 95% confidence interval (CI) 0.962-0.999; p=0.043), presyncope (OR: 0.177; 95% CI 0.035-0.903; p=0.037), number of ectopic foci (OR: 0.289; 95% CI 0.128-0.649; p=0.003), right atrium localization (OR: 0.097; 95% 0.013-0.699; p=0.021). The area under the ROC curve corresponding to the association of the absence of arrhythmia after ablation and the values of the logistic regression function was 0.843±0.54 with 95% CI: 0.738-0.938. The sensitivity was 81.3%, specificity - 76.0%. No significant association with effectiveness of RFA was found between the method of arrhythmia induction and the use of drug sedation.

Conclusion. It was established that factors such as percentage of arrhythmia during the day, the presence of presyncope, the number of ectopic foci and the presence of an ectopic foci in the right atrium had an inverse relationship with the effective outcome of RFA.

Key words: atrial tachycardia; children; radiofrequency catheter ablation; arrhythmia burden; presyncope

Conflict of Interest: none.
Funding: none.
Received: 10.04.2024 **Revision received:** 23.07.2024 **Accepted:** 12.08.2024
Corresponding author: Kovalchuk Tatyana, E-mail: tskovalchuk@yandex.ru

T.S.Kovalchuk - ORCID ID 0000-0002-0842-9560, R.B.Tatarsky - ORCID ID 0000-0001-6752-3306, D.Yu.Alekseeva - ORCID ID 0000-0003-1751-1424, E.N.Mikhailov - ORCID ID 0000-0002-6553-9141, D.S.Lebedev - ORCID ID 0000-0002-2334-1663, S.V.Gureev - ORCID ID 0000-0003-2416-5304, K.A.Chueva - ORCID ID 0000-0002-5027-0565, O.L.Peregudina - ORCID ID 0000-0002-2761-7209, D.I.Marapov - ORCID ID 0000-0003-2583-0599, E.S.Vasichkina - ORCID ID 0000-0001-7336-4102

For citation: Kovalchuk TS, Tatarsky RB, Alekseeva DYu, Mikhailov EN, Lebedev DS, Gureev SV, Chueva KA, Peregudina OL, Marapov DI, Vasichkina ES. Prognostic factors for the effectiveness of catheter ablation of focal atrial tachycardia in school-age children: data from a single-center registry study. *Journal of Arrhythmology.* 2024;31(3): 41-50. https://doi.org/10.35336/VA-1358.

Очаговые предсердные тахикардии (ПТ) у детей занимают третье место по частоте встречаемости среди всех суправентрикулярных тахикардий (СВТ). По данным литературы на их долю приходится около 14-25% независимо от возраста, но истинная распространенность достоверно неизвестна, так как имеет место большой процент бессимптомных форм и вероятность спонтанного разрешения [1, 2]. Однако с возрастом ребенка вероятность спонтанного разрешения аритмии снижается и у детей старше трех лет составляет около 25-34% [3-5]. Учитывая особенности клинических проявлений, предсердные тахикардии являются самой частой причиной кардиомиопатии, ассоциированной с аритмией (КАА) у детей [6].

Следует отметить, что на сегодняшний день отсутствует единый алгоритм выбора тактики ведения пациентов с ПТ. Из возможных вариантов рассматривается динамическое наблюдение за естественным течением аритмии, применения медикаментозных и интервенционных методов лечения [3, 5, 7, 8]. Эффективность медикаментозной терапии по данным литературы варьирует от 50 до 74% и снижается с возрастом [3-5].

В последние десятилетия радиочастотная катетерная аблация (РЧА) приобретает все более широкое применение в педиатрической практике и является методом выбора лечения у пациентов с гемодинамически значимыми пароксизмами, развитием КАА и/или при

рефрактерности к медикаментозной терапии, либо развитии побочных эффектов от ее назначения, а также может быть рассмотрена у пациентов с отсутствием приверженности к медикаментозному лечению [5, 9]. Эффективная процедура РЧА также повышает качество жизни детей школьного возраста [10].

Тем не менее, в случае предсердных нарушений ритма сердца (НРС), согласно данным Европейского многоцентрового регистра по катетерной аблации у детей (European Multicenter Pediatric Catheter Ablation Registry 'EUROPA'), к данному методу лечения прибегали только в 4,9% случаев (из них очаговая ПТ - 2,9%), что реже, чем при иных видах суправентрикулярных тахикардий [11]. Эффективность интервенционного лечения при ПТ у детей ниже, чем при других типах аритмий [8]. По результатам вышеприведенного регистра острая эффективность данного метода лечения составила 95,6% для всех типов аритмий и только 80% в случае ПТ, из которых в течение 1 года наблюдения после РЧА рецидив отмечался у 11% пациентов [11].

Целью нашего исследования было выявление факторов, ассоциированных с эффективностью РЧА очаговой ПТ в отдаленном периоде у пациентов школьного возраста.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен анализ базы данных пациентов с очаговой ПТ, которым в нашем Центре проводилась РЧА с декабря 2009 года по апрель 2023 года. Критериями включения были возраст пациента на момент проведения аблации (от 11 до 18 лет), проведение последней РЧА в ФГБУ НМИЦ им. В.А.Алмазова. Критериями исключения был анамнез операций на открытом сердце (3/60, 5%). Группу исследования составили 57 детей в возрасте от 11 до 17 лет 11 месяцев (Me 15,83, IQR 14,63-17,0).

Данные объективного осмотра, лабораторного мониторинга, электрокардиограмм (ЭКГ), суточного мониторирования ЭКГ (СМЭКГ), эхокардиографии (ЭхоКГ), протоколов эндоваскулярного электрофизиологического исследования (эндоЭФИ) и РЧА были получены из электронных историй болезней пациентов, протоколов амбулаторных или телемедицинских консультаций. Параметры ЭхоКГ оценивались с использованием калькулятора z-score Boston Children's Hospital (https://zscore.chboston.org/). КАА диагностировалась при наличии дилатации камер сердца (z-score более 2,0) и/или снижения сократительной способности миокарда левого желудочка.

Предполагаемая локализация эктопического очага определялась по морфологии зубца Р на ЭКГ согласно алгоритму, предложенному P.M.Kistler et al., а точное расположение - во время эндоЭФИ в соответствии с зоной ранней активации по данным электроанатомического картирования [1, 12, 13]. Тахикардии были разделены на правосторонние и левосторонние. К правосторонним относились тахикардии с локализацией эктопического очага в области ушка правого предсердия (ПП), стенок ПП, crista terminalis, области

Таблица 1.

Результаты сравнительного анализа групп пациентов с эффективной и неэффективной радиочастотной аблацией в отдаленном периоде (количественные признаки, Me [IQR])

Показатели	Группы по результату РЧА		p
	Эффективна (n=32)	Неэффективна (n=25)	
Возраст появления жалоб, годы	12,0[7,3;14,5]	9,75[7,6;14,9]	0,590
Возраст на момент проведения РЧА, годы	16,1[14,8;16,8]	15,8[14,6;17,1]	0,949
Срок наблюдения от дебюта до РЧА, мес	47[14;73]	60[13;96]	0,568
Эхокардиография			
Поперечный размер ЛП, z-score	-0,93[-1,41;-0,49]	-0,76[-1,13;0,3]	0,240
Продольный размер ЛП, z-score	-1,42[-1,8;-0,99]	-1,13[-1,67;-0,45]	0,383
ЛП в парастернальной позиции, z-score	-0,03[-0,58;0,61]	-0,38[-1,01;0,07]	0,307
Поперечный размер ПП, z-score	-1,66[-2,18;-1,19]	-1,5[-2,36;-0,39]	0,473
Продольный размер ПП, z-score	-2,44[-3,25;-2,02]	-1,45[-3,09;-0,91]	0,275
КДР ЛЖ, z-score	-0,36[-1,32;-0,08]	-0,7[-1,45;-0,03]	0,825
ФВ ЛЖ, Simpson, %	51,0[47,0;58,0]	52,0[47,5;61,5]	0,886
ФВ ЛЖ, Teicholz, %	63,0[57;70,3]	63,0[60,0;68,5]	0,993
ФВ ЛЖ, Teicholz, % (на НРС)	58,0[51,0;60,3]	58,0[56,4;60,5]	0,612
Электрокардиограмма на тахикардии			
Плотность аритмии, %	37,7[10,4;91,3]	57,7[8,2;98,0]	0,386
РЧА			
Время флюороскопии, мин	10,0[5,5;13,5]	10,0[5,0;13,0]	0,968
Время операции, мин,	105,0[90;140]	135,5[100;190]	0,127

Примечания: здесь и далее РЧА - радиочастотная аблация; ЛП - левое предсердие; ПП - правое предсердие; КДР - конечно-диастолический размер; ЛЖ - левый желудочек; ФВ - фракция выброса; НРС - нарушения ритма сердца.

трикуспидального клапана, каватрикуспидального истмуса, межпредсердной перегородки (МПП) со стороны ПП, устья коронарного синуса (КС); к левосторонним - в области ушка левого предсердия (ЛП), стенок ЛП, области легочных вен, МПП со стороны ЛП, области митрального клапана, митрального истмуса.

К критериям неэффективности антиаритмического препарата (ААП) относились наличие пароксизмов тахикардии клинически и/или по данным СМЭКГ, у пациентов с хронической ПТ - отсутствие восстановления синусового ритма или сохраняющиеся значения ЧСС выше 95‰ для возраста пациента, признаки КАА на фоне проводимой терапии [14, 15].

Всем пациентам на 1-2 сутки после РЧА проводилась 12-канальная ЭКГ и ЭхоКГ с оценкой сократительной способности миокарда и наличия жидкости в полости перикарда, на 2-4 сутки - СМЭКГ, при подозрении на пневмоторакс - рентгенография органов грудной клетки.

Законными представителями пациентов и пациентами в возрасте старше 15 лет были подписаны добровольные информированные согласия на проведение обследования и процедуры РЧА.

Перед РЧА, в соответствии с общепринятой стратегией [5], прием ААП был прекращен не менее чем за пять периодов полувыведения за исключением 2 пациентов, которым в связи с развитием устойчивых симптомных гемодинамически значимых приступов тахикардии с высокой ЧСС медикаментозная терапия отменялась за 12-16 часов до операции. У всех пациентов использовалась система трехмерного электроанатомического картирования: Carto®3 (Biosense Webster, США) у 55 пациентов (96,5%) и Rhythmia (Boston Scientific, США) - у 2 (3,5%). Процедура про-

Таблица 2.

Результаты сравнительного анализа групп пациентов с эффективной и неэффективной радиочастотной аблацией в отдаленном периоде (категориальные признаки)

Показатели	Группы по результату РЧА		p
	Эффективна (n=32)	Неэффективна (n=25)	
Мальчики, n (%)	24 (75,0)	16 (64,0)	0,37
Жалобы			
Учащенное сердцебиение, n (%)	20 (62,5)	20 (80,0)	0,152
Головокружение, n (%)	9 (28,1)	11 (44,0)	0,213
Снижение толерантности к физической нагрузке, n (%)	9 (28,1)	10 (40,0)	0,345
Слабость*, n (%)	5 (15,6)	11 (44,0)	0,018
Пресинкопе*, n (%)	4 (12,5)	9 (36,0)	0,036
Электрокардиограмма на тахикардии			
Длительность цикла тахикардии минимальная, мс, M (SD)	368,7±77,9	362,0±84,2	0,824
Длительность цикла тахикардии максимальная, мс, M (SD)	403,3±82,9	429,7±85,2	0,398
Характер аритмии			
Пароксизмальная, n (%)	9 (28,1)	8 (32,0)	0,751
Постоянно-возвратная >50%, n (%)	8 (25,0)	10 (40,0)	0,227
Постоянно-возвратная <50%, n (%)	8 (25,0)	2 (8,0)	0,094
Хроническая, n (%)	7 (21,9)	5 (20,0)	0,863
Эхокардиография			
Структурная патология*, n (%)	4 (12,5)	9 (36,0)	0,036
РЧА			
Спровоцированная манипуляциями ФП*, n (%)	9 (28,1)	14 (56,0)	0,033
Индукция ФП без восстановления СР через ФП*, n (%)	4 (12,5)	11 (44,0)	0,01
Правосторонняя локализация*, n (%)	20 (62,5)	22 (88,0)	0,030
Левосторонняя локализация*, n (%)	10 (31,3)	2 (8,0)	0,028
Наличие более 1 эктопического очага*, n (%)	6 (18,8)	14 (56,0)	0,003
Общая/сочетанная анестезия, n (%)	9 (28,1)	8 (32,0)	0,751
Исходно НРС, индукция не требовалась, n (%)	22 (68,8)	14 (56,0)	0,322
Медикаментозная индукция НРС, n (%)	6 (18,8)	8 (32,0)	0,249
Повторные процедуры РЧА, n (%)	6 (18,8)	4 (16,0)	0,786
Трудности при индукции/картировании, n (%)	3 (9,4)	4 (16,0)	0,450

Примечания: * - различия показателей статистически значимы (p<0,05); СР - синусовый ритм; ФП - фибрилляция предсердий.

водилась либо под местной анестезией (40 пациентов, 70,2%), либо под общей/сочетанной анестезией (17 пациентов, 29,8%).

Всем пациентам проводилась пункция правой бедренной вены, а также при необходимости дополнительно правой подключичной (n=24, 42,1%) или яремной вены (n=1, 1,8%), диагностический электрод располагался в КС, а аблационный - в ПП. Для левосторонних очагов доступ к ЛП осуществлялся через открытое овальное окно или пункцию МПП, проводимую под флюороскопическим контролем с использованием контрастного вещества. В ЛП вводился транссептальный интродьюсер (Preface, Biosense Webster, США или Agilis™ NxT, St. Jude Medical, США). Далее проводилось построение анатомической и активационной карты предсердия, в ходе которого определялась локализация эктопического очага в соответствии с зоной ранней активации. При отсутствии ПТ для индукции применялся протокол программированной стимуляции предсердий и желудочков с определением эффективного рефрактерного периода, точки Венкебаха, при необходимости - использование учащающей стимуляции предсердий, а также медикаментозной провокации (введение адреномиметиков, либо атропина в дозе 1 мг).

Таблица 3.

Распределение пациентов в зависимости от характера и плотности аритмии

Показатель	n, %
Характер аритмии	
Пароксизмальная	17 (29,8)
Хроническая	40 (70,2)
В том числе постоянная	17 (42,5)
В том числе постоянно-возвратная	23 (57,5)
Плотность аритмии	
90-100%	17 (42,5)
50-89%	13 (32,5)
30-49%	4 (10)
≤29%	6 (15)

Таблица 4.

Пациенты со структурной патологией сердца

Структурная патология сердца	n (%)
Миокардит	7 (53,8)
Первичная генетически детерминированная КМП	
Мутации в гене *TTN*	1 (7,7)
Мутации в генах *TTN* и *SCNB1*	1 (7,7)
Мутации в генах *MYH6* и *BRAF*	1 (7,7)
ВПС без хирургической коррекции	1 (7,7)
Сочетание ВПС и хронического миокардита	1 (7,7)
КМП в структуре нейромышечной патологии (миопатия Эмери-Дрейфусса, мутация в гене *EMD*)	1 (7,7)
Всего	13 (22,8)

Примечание: КМП - кардиомиопатия; ВПС - врожденный порок сердца.

Аблация проводилась с использованием 3,5-мм катетера с открытым контуром орошения (NaviStar ThermoCool; Biosense Webster, США или IntellaNav, Boston Scientific, США). Параметры РЧА: мощность 20-40 Вт, температура до 39 °С, ирригация катетера с помощью насоса CoolFlow (Biosense Webster, США) со скоростью 17-30 мл/мин.

В ходе исследования оценивалась интраоперационная и отсроченная эффективность РЧА. У пациентов, которым выполнялись повторные операции, оценка эффективности проводилась по последней выполненной процедуре. Критерием интраоперационной эффективности считалось отсутствие индукции тахикардии по окончании периода ожидания в рентгенооперационной, отсроченной - через 12 месяцев после процедуры. Для оценки отсроченного эффекта от операции выполнялась регистрация стандартной ЭКГ и СМЭКГ через 3, 6 и 12 месяцев, а при наличии КАА - выполнялась ЭхоКГ на этих же сроках [16]. В качестве прогнозируемого фактора оценивалась отсроченная эффективность РЧА, заключающаяся в отсутствии эпизодов ПТ в течение 12 месяцев после операции, которая определялась как отношение шансов (ОШ) в прогностической модели.

Настоящее одноцентровое ретроспективное когортное исследование было одобрено этическим комитетом ФГБУ НМИЦ им. В.А. Алмазова.

Статистический анализ

Для статистической обработки использовались методы параметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2019. Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics v.26 (разработчик - IBM Corporation, США).

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с использованием критерия Шапиро-Уилка или критерия Колмогорова-Смирнова. Нормально распределенные количественные показатели описывались средним значением (M) и стандартным отклонением (SD). Показатели, распределение которых отличалось от нормального, описывались с помощью медианы (Me) и межквартильного диапазона (IQR). Категориальные данные описывались с помощью абсолютных значений и процентных долей.

Для сравнения нормально распределенных количественных показателей использовался t-критерий Стьюдента, при отсутствии нормального распределения - U-критерий Манна-Уитни. Сравнение категориальных данных выполнялось с помощью критерия Хи-квадрат или точного критерия Фишера. Для построения прогностической модели использовался метод бинарной логистической регрессии с определением порогового значения и показателей прогностической значимости с помощью ROC-анализа. Для каждого предиктора, вошедшего в модель, были рас-

считаны значения отношения шансов (ОШ). Статистически значимыми признавались различия при p<0,05.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Для поиска прогностических факторов эффективности РЧА очаговой ПТ у детей школьного возраста были использованы данные 57 пациентов школьного возраста, разделённых на группы в зависимости от окончательной эффективности: 32 пациента в группе «эффективной» и 25 пациентов в группе «неэффективной» РЧА. Интраоперационная эффективность РЧА была достигнута у 51 пациента (89,5%), отдаленная, с учетом повторных вмешательств - у 32 пациентов (56,1%).

У 6 пациентов (10,5%) РЧА была исходно неэффективна: у 4 пациентов (7%) имели место трудности картирования аритмии (у 2 - трудности индукции, у 2 - реиндукция фибрилляции предсердий (ФП), требующая неоднократного проведения электроимпульсной терапии и медикаментозного купирования), у 2 пациентов (3,5%) - полифокусный характер НРС, требующий нанесения большого количества РЧ-воздействий. У 19 пациентов (33,3%) имел место рецидив аритмии.

Всего исследуемым пациентам суммарно было проведено 70 процедур РЧА. Из 57 процедур РЧА, включенных в анализ, 10 были повторными (17,5%): у 7 пациентов (12,3%) - две процедуры, у 3 (5,3%) - три. Двоим пациентам интервенционное лечение ранее проводилась в другом Центре. Временной промежуток между процедурами составил от 2 недель до 22 месяцев (Me 6,75 месяцев, IQR 0,5-15 месяцев). Интраоперационная эффективность была достигнута у всех 10 пациентов, однако у 4 имел место рецидив аритмии (у 3 - в первые сутки, а у 1 пациента с пароксизмальной ПТ - через 11 месяцев после РЧА). Таким образом, у 6 (60%) из них была достигнута окончательная эффективность. В ходе последней абляции ПТ исходно регистрировалась у 8 пациентов, а у 2 требовалась медикаментозная провокация, при предшествующей процедуре - у 6 и 4 пациентов соответственно. Локализация эктопического очага значимо не различалась, однако в ходе повторных операций у 4 пациентов были определены дополнительные зоны эктопической активности, подвергнутые абляции. Клинико-инструментальная характеристика и результаты сравнительного анализа групп «эффективной» и «неэффективной» РЧА представлены в табл. 1, 2.

Распределение пациентов согласно клинико-электрофизиологической классификации суправентрикулярных тахикардий у детей [1], представлено в табл. 3. Следует отметить, что термин «хронический» не до конца достоверно отражает характер аритмии у пациентов с постоянно-возвратной тахикардией и представленностью аритмии менее 50% в течение суток, мы посчитали целесообразным разделить пациентов из данной группы в зависимости от плотности аритмии (представленности аритмии в течение суток по данным СМЭКГ) до проведения РЧА.

Восемь (14%) пациентов не предъявляли жалоб, показаниями к РЧА послужило развитие КАА (n=1), неэффективность ААП при высокой представленности аритмии (n=2), желание ребенка заниматься спортом / профориентация (n=3), низкая приверженность к приему медикаментов (n=2). У 13 пациентов (22,8%) при проведении стандартного кардиологического обследования было подтверждено наличие структурной патологии сердца (табл. 4). У остальных 44 пациентов (77,2%) явных причин возникновения аритмии выявлено не было и такие аритмии считались «идиопатическими». Признаки КАА были выявлены у 19 пациентов (33,3%): снижение фракции выброса левого желудочка отмечалось у 17 (29,8%), дилатация левого желудочка - у 5 (8,8%), дилатация предсердий - у 2 (3,5%). Симптомы сердечной недостаточности у пациентов соответствовали 1-2 функциональному классу (NYHA).

Сорок один пациент (71,9%) до проведения РЧА получал от 1 до 6 различных схем антиаритмической терапии с использованием как одного препарата единовременно, так и различных комбинаций (бета-блока-

Таблица 5.

Локализация эктопических очагов (n, % от числа РЧА)

Локализация эктопических очагов	Всего	РЧА эффективна	РЧА неэффективна
Crista terminalis	22 (38,6)	11 (34,4)	11 (44,0)
Стенка предсердия	12 (21)	6 (18,8)	6 (24,0)
Коронарный синус	10 (17,5)	8 (22,9)	2 (8,0)
Межпредсердная перегородка	9 (15,8)	5 (15,6)	4 (16,0)
Ушки предсердий	7 (12,3)	2 (6,3)	5 (20,0)
Область клапанов	6 (10,5)	1 (3,1)	5 (20,0)
Кавотрикуспидальный истмус	5 (8,8)	3 (9,4)	2 (8,0)
Область легочных вен	5 (8,8)	3 (9,4)	2 (8,0)
Перешеек между ЛВЛВ и УЛП	2 (3,5)	2 (6,3)	0 (0,0)
Область митрального истмуса	1 (1,8)	1 (3,1)	0 (0,0)

Примечания: ЛВЛВ - левая верхняя легочная вена; УЛП - ушко левого предсердия.

Таблица 6.

Характеристики предикторов эффективного исхода радиочастотной аблации

Предиктор	ОШ	95% ДИ	p-value
Плотность аритмии	0,981	0,962-0,999	0,043
Жалобы на пресинкопе	0,177	0,035-0,903	0,037
Количество очагов	0,289	0,281-0,649	0,003
Наличие очага в ПП	0,097	0,013-0,699	0,021

Примечания: ДИ - доверительный интервал; ОШ - отношение шансов

торы + ААП IC класса, ААП IC + III классов, дигоксин + бета-блокаторы, ивабрадин + ААП III класса).

В ходе оцениваемых 57 процедур РЧА была проведена аблация 79 эктопических очагов. Правосторонняя локализация имела место у 42 пациентов (73,7%), левосторонняя - у 12 (21,1%), а у троих (5,2%) эктопические очаги локализовались в обоих предсердиях. Более подробные данные представлены в табл. 5. У 20 пациентов (35%) в ходе картирования было выявлено более 1 эктопического очага.

В группе пациентов, у которых РЧА была неэффективна, статистически достоверным было преобладание жалоб на слабость (p=0,018) и пресинкопальные состояния (p=0,036), а также наличие структурной патологии сердца (p=0,036). У пациентов с левосторонней локализацией эктопических очагов по данным эндоЭФИ статистически значимо чаще РЧА была эффективной (p=0,046), при этом достоверных различий по уточненной локализации получено не было. Наиболее часто процедура была неэффективна при наличии более 1 эктопического очага (p=0,003).

Не получено статистически значимой разницы в эффективности РЧА в зависимости от характеристик процедуры (время операции, лучевая нагрузка, время флюороскопии), вида анестезиологического пособия, особенностей индукции и картирования эктопического очага. У пациентов в группе «неэффективной» РЧА статистически значимо чаще отмечалась спровоцированная манипуляциями индукция ФП интраоперационно (p=0,033), однако, достоверной связи индукции ФП с локализацией эктопического очага, полифокусным характером аритмии не получено.

По результатам предварительного анализа данных нами были выделены следующие потенциальные факторы риска неэффективности РЧА: наличие структурной патологии сердца, высокая представленность аритмии по данным СМЭКГ, наличие более одного

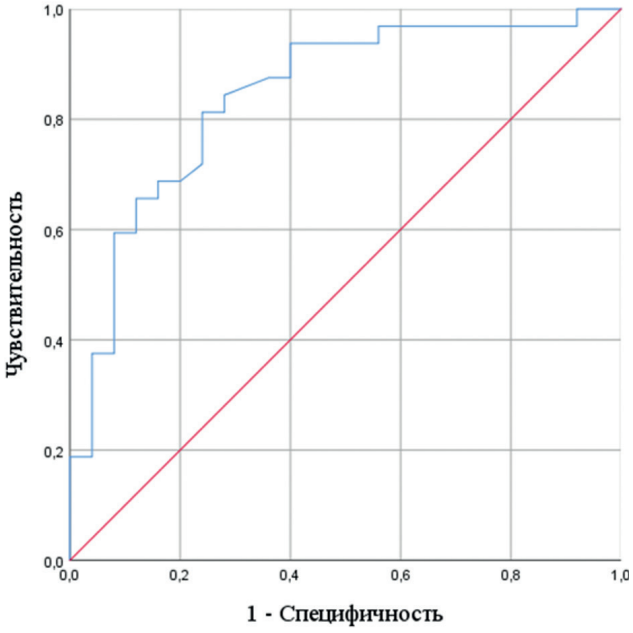

Рис. 1. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности неэффективной радиочастотной аблации от значения прогностической модели.

аритмического очага, локализация аритмического субстрата, индукция ФП во время РЧА и клинически более тяжелое течение заболевания.

При включении в пошаговый регрессионный анализ клинико-анамнестических и инструментальных данных методом исключения была разработана прогностическая модель для определения вероятности эффективного исхода РЧА, включающая 4 независимых предиктора. Наблюдаемая зависимость описывается уравнением:

$p=1 / (1 + e^{-z}) * 100\%$

z=5,4 - 0,02*Хплотаритм - 1,734*Хпрес - 1,23*Хкол.оч - 2,34*Хлокправ (1)

где p - вероятность наличия эффективной РЧА (%), Хплотаритм - плотность аритмии (%), Хпрес - наличие пресинкопе (0 - нет, 1 - есть), Хкол.оч - количество очагов (1 - один, 2 - два, 3 - три и более), Хлокправ - наличие очага в правом предсердии (0 - нет, 1 - есть).

Полученная на обучающей выборке регрессионная модель является статистически значимой (p<0,001). В соответствии со значением коэффициента детерминации Найджелкерка, модель (1) определяет 44,9% дисперсии вероятности развития эффективного исхода РЧА.

Исходя из значений регрессионных коэффициентов, плотность аритмии, наличие пресинкопе, наличие очага в правом предсердии и количество очагов имеют обратную связь с вероятностью развития эффективного исхода РЧА. Так, наличие жалоб на пресинкопе, снижает шансы эффективного исход РЧА в 5,65 раза (ОШ: 0,177; 95% ДИ 0,035-0,903; p=0,037), наличие очага в правом предсердии - в 10,3 раза (ОШ: 0,097; 95% 0,013-0,699; p=0,021). При увеличении представленности аритмии по данным СМЭКГ до операции на 1% шансы эффективного исхода РЧА снижаются в 1,02 раза (ОШ: 0,981; 95% ДИ 0,962-0,999; p=0,043), а при наличии более 1 эктопического очага - в 3,46 раза на каждый аритмический субстрат (ОШ: 0,289; 95% ДИ 0,128-0,649; p=0,003). Характеристики предикторов представлены в табл. 6. Площадь под ROC-кривой, соответствующей взаимосвязи прогноза эффективной РЧА и значения логистической регрессионной функции, составила 0,843±0,54 с 95% ДИ: 0,738-0,938. Пороговое значение функции P (1) в точке cut-off составляло 0,5. Значения функции, равные или превышающие данное значение соответствовали прогнозу эффективной РЧА. ROC-кривая модели представлена на рис. 1. Чувствительность метода составила 81,3%, специфичность - 76,0%.

В 1 случае (1,8%) при проведении РЧА наблюдались осложнения от пункции сосудов (пневмоторакс, не требовавший пункции и дренирования).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящее время предсердные НРС у детей являются наиболее малочисленной группой в структуре всех аритмий, подвергаемых интервенционному лечению. Так, в частности, по нашим результатам в ФГБУ «НМИЦ им. В.А.Алмазова» на долю ПТ при-

ходится около 5,5% всех проводимых процедур РЧА, что сопоставимо данными других крупных аритмологических центров.

Одним из факторов, осложняющих принятие решения об интервенционном лечении ПТ, является субъективность в определении неэффективности и непереносимости медикаментозной терапии, которая основана на мнении лечащего врача и пациента / его законных представителей [5]. Особую группу пациентов также составляют подростки, занимающиеся профессиональным спортом, у которых наличие клинически значимой аритмии является противопоказанием к допуску до занятий и участия в соревнованиях [16, 17]. Указанные примеры свидетельствуют о необходимости создания способа прогнозирования эффективности процедуры РЧА у пациентов детского возраста с ПТ.

В нашем исследовании мы сравнили группы пациентов школьного возраста в зависимости от эффективности РЧА очаговой ПТ с целью оптимизации алгоритма отбора пациентов для проведения данной процедуры, направленного на повышение эффективности вмешательства и снижение количества рецидивов. Показатели интраоперационной эффективности аблации ПТ в нашем исследовании составили 89,5%, что сопоставимо с данными литературы, по которым она варьирует от 62,5% до 100%. Показатели «окончательного» успеха составляют 63,6-96,6%, что несколько выше, чем результат, полученный в нашем Центре [18-25].

Считается, что эффективность интервенционного лечения и частота осложнений зависит от многих факторов, в том числе от наличия структурной патологии сердца, характера аритмии, веса пациента, количества радиочастотных воздействий [26]. В исследовании C.E.Balla et al. (2019) при сравнении между группой с эффективной РЧА и группой с рецидивом очаговой ПТ у детей и молодых пациентов в возрасте <30 лет не было получено статистически значимых различий по локализации и количеству эктопических очагов [25]. В анализе литературы, проведенном S.A.Chen et al (1998) было показано, что правосторонняя локализация эктопического очага является единственным независимым предиктором эффективности РЧА, а наличие полифокусной тахикардии - предиктором рецидива тахикардии [27]. Также I.Anguera et al. (2001) отметили, что более низкие показатели интраоперационной эффективности имели место у пациентов, с постоянно-возвратными формами ПТ и наличием нескольких очагов [28].

Часть предикторов, полученных в нашем исследовании, совпадают с данными литературы. Так, клинически более тяжелое течение, сопровождающееся жалобами на слабость, пресинкопальные состояния, наличие структурной патологии сердца, наличие более 1 эктопического очага и наличие очага в правом предсердии достоверно были связаны с неэффективностью интервенционного лечения. Кроме того, в ходе нашего исследования методом многофакторного анализа была получена модель, позволяющая прогнозировать отдаленную эффективность РЧА у детей с очаговой ПТ.

Полученные нами результаты соответствуют распределению эктопических очагов, описанному ранее для взрослых пациентов и подростков [5, 8, 9]. Наиболее частой являлась область crista terminalis (38,6%). В группе «неэффективной» РЧА отмечалось некоторое относительное количественное преобладание локализации в области клапанов и ушек предсердий, однако, статистически значимой разницы эффективности РЧА в зависимости от более точной локализации получено не было, что, вероятно, может быть связано с небольшим количеством наблюдений.

По данным P.C.Lee et al. (2007) в 20-30% случаев очаговой ПТ определяется два и более источника эктопического автоматизма [29]. В нашем исследовании наличие более 1 эктопического очага отмечалось у 20 (35%) пациентов со статистически значимым преобладанием в группе «неэффективной» РЧА. В исследованиях с наиболее высокой интраоперационной и отдаленной эффективностью процедуры аблации количество пациентов с полифокусным характером аритмии было ниже и составило 3-8,3% [3, 18, 25].

Интраоперационная неэффективность РЧА также может быть связана с трудностью индукции и картирования ПТ. Одной из причин может быть проведение медикаментозной седации [11, 30]. По результатам обзора современной литературы о влиянии наиболее часто используемых анестетиков для седации и анестезии во время эндоЭФИ, выполненного G.Vladinov et al. (2018), включавшего в себя также 7 исследований у детей, не было показано связи трудностей при индукции аритмии с введением фентанила. В исследовании L.P.Lai et al. (1999) у четырех из семи детей с очаговой ПТ тахикардия прекратилась после инфузии пропофола и не могла быть вызвана инфузией изопротеренола, в связи с чем РЧА не могла быть выполнена, на основании чего исследователи заключили, что в/в анестезия пропофолом возможна во время РЧА при большинстве тахиаритмий, за исключением очаговой ПТ [31, 32]. B.Kast et al. (2022) отметили, что у детей с очаговой ПТ отмечается тенденция к более низкой вероятности индукции при в/в анестезии по сравнению с ингаляционной (64% vs 88%) [33]. В нашем исследовании трудности при индукции и картировании наблюдались у 7 пациентов (12,3%), а у 3 из них стали причиной отсутствия интраоперационного эффекта от аблации (12% от общего числе «неэффективных» РЧА), однако, достоверной связи, как трудностей при индукции, так и использования медикаментозной седации с эффективностью РЧА получено не было.

Дополнительными причинами неудовлетворительных результатов РЧА, описанными в литературе, являются эпикардиальное расположение очагов и широкое аритмогенное поле в стенке предсердий [11, 18]. Широкое аритмогенное поле по данным протоколов операций было описано у 7 пациентов (12,3%), у 5 из которых отмечался рецидив тахикардии в первые сутки после операции. Пациентов с эпикардиальной локализацией очагов в исследуемой группе не было. Также в нашем исследовании было выявлено, что у пациентов с «неэффективной» РЧА более часто отмечалась индукция ФП интраоперационно, что, по нашему мнению,

может быть связано с большей анизотропией тканей миокарда в этой группе.

Одним из факторов достижения более высокой кумулятивной отдаленной эффективности РЧА является проведение повторных процедур [3, 18, 21]. В нашем случае более низкий процент «отсроченной» эффективности также может быть связан с отказом пациентов и их законных представителей от повторных процедур РЧА и их выбором в пользу медикаментозного лечения.

В исследовании C.E.Balla et al. (2018) показано, что практически все рецидивы очаговой ПТ после РЧА проявляются в течение 6 месяцев после абляции, однако, среди наших пациентов у 2 пациентов появились жалобы через 10 и 11 месяцев после абляции, что согласуется с рекомендациями экспертов по контролю СМЭКГ также и через 12 месяцев после операции [16, 25].

Прогнозирование риска неэффективности РЧА у пациентов с очаговой ПТ является весьма актуальным, так как выявление предикторов недостаточного эффекта РЧА позволит персонализировать стратегию ведения детей с данной нозологией.

Ограничения исследования

К ограничениям исследования можно отнести немногочисленную выборку, что в первую очередь обосновано редким выбором в пользу интервенционного лечения изучаемой патологии. Кроме того, отсутствие проверки разработанной прогностической модели не позволяет оценить ее работоспособность в клинической практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования была разработана прогностическая модель отсроченной эффективности РЧА очаговой ПТ у детей школьного возраста, которая показала, что такие факторы как плотность аритмии, наличие пресинкопе, количество эктопических очагов и наличие эктопического очага в правом предсердии, имели обратную связь с вероятностью развития эффективного исхода РЧА. Использование предложенной модели в совокупности с оценкой клинической картины заболевания позволит оптимизировать алгоритм принятия решения о тактике ведения пациентов школьного возраста при наличии относительных показаний к интервенционному лечению аритмии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кручина ТК. Егоров ДФ. Синусовые и предсердные тахикардии. В кн. Суправентрикулярные тахикардии у детей: клиника, диагностика, методы лечения. Санкт-Петербург 2011: 65-112 [Kruchina TK, Egorov DF. Sinus and atrial tachycardias. In Supraventricular tachycardias in children: manifestation, diagnosis, treatment. Saint-Petersburg 2011: 65-112. (In Russ)] ISBN 978-5-93339-174-6.

2. Ko JK, Deal BJ, Strasburger JF, Benson DW Jr. Supraventricular tachycardia mechanisms and their age distribution in pediatric patients. *Am J Cardiol*. 1992;69(12): 1028-1032. https://doi.org/10.1016/0002-9149(92)90858-v.

3. Kang KT, Etheridge SP, Kantoch MJ, et al. Current management of focal atrial tachycardia in children: a multicenter experience. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2014;7(4): 664-670. https://doi.org/10.1161/CIRCEP.113.001423.

4. Salerno JC, Kertesz NJ, Friedman RA, et al. Clinical course of atrial ectopic tachycardia is age-dependent: results and treatment in children < 3 or > or =3 years of age. *J Am Coll Cardiol.* 2004;43(3): 438-444. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.09.031.

5. Philip Saul J, Kanter RJ, Asirvatham S, et al. PACES/HRS expert consensus statement on the use of catheter ablation in children and patients with congenital heart disease: Developed in partnership with the Pediatric and Congenital Electrophysiology Society (PACES) and the Heart Rhythm Society (HRS). Endorsed by the governing bodies of PACES, HRS, the American Academy of Pediatrics (AAP), the American Heart Association (AHA), and the Association for European Pediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Heart Rhythm*. 2016;13(6): e251-e289. https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.02.009.

6. Moore JP, Patel PA, Shannon KM, et al. Predictors of myocardial recovery in pediatric tachycardia-induced cardiomyopathy. *Heart Rhythm*. 2014;11(7): 1163-1169. https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.04.023.

7. Benatar A, Dewals W. Incessant Ectopic Atrial Tachycardia in the Pediatric Age: Clinical Presentation and Therapeutic Options. *Ann Cardiol Cardiovasc Med*. 2018;2(2): 1016.

8. Brugada J, Katritsis DG, Arbelo E, et al. 2019 ESC Guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardiaThe Task Force for the management of patients with supraventricular tachycardia of the European Society of Cardiology (ESC) [published correction appears in Eur Heart J;41(44):4258]. *Eur Heart J*. 2020;41(5): 655-720. https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz467.

9. Brugada J, Blom N, Sarquella-Brugada G, et al. Pharmacological and non-pharmacological therapy for arrhythmias in the pediatric population: EHRA and AEPC-Arrhythmia Working Group joint consensus statement. *Europace*. 2013;15(9): 1337-1382. https://doi.org/10.1093/europace/eut082.

10. Abo-Haded HM. Radiofrequency ablation changes the quality of life of children with supraventricular tachycardias. *Arch Dis Child*. 2015;100(8): 754-757. https://doi.org/10.1136/archdischild-2014-306466.

11. Krause U, Paul T, Bella PD, 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. https://doi.org/10.1093/europace/euaa325.

12. Kistler PM, Roberts-Thomson KC, Haqqani HM, et al. P-wave morphology in focal atrial tachycardia: development of an algorithm to predict the anatomic site of origin. *J Am Coll Cardiol.* 2006;48(5):1010-1017. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.03.058.

13. Свинцова ЛИ, Джаффарова ОЮ, Плотникова ИВ. Прогнозирование эффективности антиаритмической терапии у детей. *Российский кардиологический журнал,* 2019;7: 75-82. [Svintsova LI, Dzhaffarova OYu, Plotnikova IV. Prediction of antiarrhythmic therapy ef-

fectiveness in children. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;7:75-82 (In Russ)]. https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-7-75-82.
14. Fleming S, Thompson M, Stevens R, et al. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies. *Lancet.* 2011;377(9770): 1011-1018. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62226-X.
15. Конев АВ, Желяков ЕГ, Ардашев АВ. К вопросу о стандартизации проведения интервенционных вмешательств в аритмологии. В кн. Клиническая аритмология. / под ред. проф. А.В. Ардашева. Москва 2009: 1107-1159 [Konev AV., Jelyakov EG., Ardashev AV. On the issue of standardization of interventional interventions in arrhythmology. In Clinical arrhythmology. Moscow 2009: 1107-1159 (In Russ)] ISBN 978-5-98803-198-7.
16. Ковалёв ИА, Хамнагадаев ИА, Свинцова ЛИ, и др. Суправентрикулярные (наджелудочковые) тахикардии у детей. *Педиатрическая фармакология*. 2019;16(3): 133-143. [Kovalev IA., Khamnagadaev IA., Svintsova LI., et al. Supraventricular Tachycardia in Children. *Pediatric pharmacology*. 2019;16(3):133-143 (In Russ)] https://doi.org/10.15690/pf.v16i3.2024.
17. Бойцов СА, Колос ИП, Лидов ПИ, и др. Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2011;7(6):4-60 [Boytsov SA, Kolos IP, Lidov PI, et al. National recommendations on the admission of athletes with cardiovascular system deviations to the training and competition process]. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2011;7(6): 4-60. (In Russ)].
18. Dieks JK, Müller MJ, Schneider HE, et al. Catheter Ablation of Pediatric Focal Atrial Tachycardia: Ten-Year Experience Using Modern Mapping Systems. *Pediatr Cardiol*. 2016;37(3): 459-464. https://doi.org/10.1007/s00246-015-1299-x.
19. Sahin GT, Kafali HC, Ozturk E, et al. Catheter ablation of focal atrial tachycardia in children using three-dimensional electroanatomic mapping system: a 6-year single-centre experience. *Cardiol Young*. 2021;31(5): 744-750. https://doi.org/10.1017/S1047951120004527.
20. Hiippala A, Happonen JM. Population-based single-center outcome for pediatric catheter ablation of common supraventricular tachycardias. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2015;38(1): 115-119. https://doi.org/10.1111/pace.12511.
21. Kubuš P, Vít P, Gebauer RA, et al. Long-term results of paediatric radiofrequency catheter ablation: a population-based study. *Europace*. 2014;16(12): 1808-1813. https://doi.org/10.1093/europace/euu087.
22. Ge H, Li X, Zhang Y, et al. Clinical course and treatment of ectopic atrial tachycardia in 144 children. *Chinese Journal of Pediatrics*. 2015;53(3): 214-219. https://doi.org/ 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2015.03.012.
23. Jiang H, Li XM, Li MT, et al. Clinical characteristics and radiofrequency ablation of focal atrial tachycardia in 125 children. *Chinese Journal of Pediatrics.* 2020;58(11): 900-904. https://doi.org/ 10.3760/cma.j.cn112140-20200308-00199.
24. Ponnusamy SS, Muthu G, Kumar M, et al. Safety, Efficacy, and Intermediate-Term Outcomes of Radiofrequency Catheter Ablation for Pediatric Arrhythmias. *Cureus*. 2020;12(9): e10488. Published 2020 Sep 16. https://doi.org/10.7759/cureus.10488.
25. Balla C, Foresti S, Ali H, et al. Long-term follow-up after radiofrequency ablation of ectopic atrial tachycardia in young patients. *J Arrhythm*. 2019;35(2): 290-295. Published 2019 Mar 7. https://doi.org/10.1002/joa3.12172.
26. Page RL, Joglar JA, Caldwell MA, et al. 2015 ACC/AHA/HRS Guideline for the Management of Adult Patients With Supraventricular Tachycardia: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society [published correction appears in Circulation. 2016 Sep 13;134(11): e234-5]. *Circulation*. 2016;133(14):e506-e574. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000311.
27. Chen SA, Tai CT, Chiang CE, Ding YA, Chang MS. Focal atrial tachycardia: reanalysis of the clinical and electrophysiologic characteristics and prediction of successful radiofrequency ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 1998;9(4): 355-365. https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.1998.tb00924.x
28. Anguera I, Brugada J, Roba M, et al. Outcomes after radiofrequency catheter ablation of atrial tachycardia. *Am J Cardiol*. 2001;87(7):886-890. https://doi.org/10.1016/s0002-9149(00)01531-9.
29. Lee PC, Hwang B, Chen SA, et al. The results of radiofrequency catheter ablation of supraventricular tachycardia in children. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2007;30(5):655-661. https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2007.00727.x.
30. Toyohara K, Fukuhara H, Yoshimoto J, et al. Electrophysiologic studies and radiofrequency catheter ablation of ectopic atrial tachycardia in children. *Pediatr Cardiol*. 2011;32(1): 40-46. https://doi.org/10.1007/s00246-010-9809-3.
31. Vladinov G, Fermin L, Longini R. et al. Choosing the anesthetic and sedative drugs for supraventricular tachycardia ablations: A focused review. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2018;41(11): 1555-1563. https://doi.org/10.1111/pace.13511.
32. Lai LP, Lin JL, Wu MH, et al. Usefulness of intravenous propofol anesthesia for radiofrequency catheter ablation in patients with tachyarrhythmias: infeasibility for pediatric patients with ectopic atrial tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol*. 1999;22(9): 1358-1364. https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.1999.tb00629.x.
33. Kast B, Balmer C, Gass M, et al. Inducibility of atrioventricular nodal reentrant tachycardia and ectopic atrial tachycardia in children under general anesthesia. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2022;45(9): 1009-1014. https://doi.org/10.1111/pace.14566.