

<https://doi.org/10.35336/VA-2021-4-52-56>

# АБЛАЦИЯ ИНЦИЗИОННОГО ТРЕПЕТАНИЯ ПРЕДСЕРДИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ РОБОТИЗИРОВАННОЙ МАГНИТНОЙ НАВИГАЦИИ У ПОДРОСТКА С ГИГАНТСКИМ ПРАВЫМ ПРЕДСЕРДИЕМ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ТЕТРАДЫ ФАЛЛО И АНОМАЛИИ ЭБШТЕЙНА

**А.Б.Романов, А.В.Богачев-Прокофьев, С.М.Иванцов, В.В.Белобородов, И.Л.Михеенко, В.В.Шабанов**  
**ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н.Мешалкина» Минздрава России, Россия, Новосибирск, Речкуновская ул. 15.**

*Представлен клинический случай лечения 17-летнего подростка с врожденным пороком сердца после трех операций на открытом сердце для коррекции тетрады Фалло и аномалии Эбштейна, у которого наблюдалось рефрактерное к медикаментозной терапии персистирующее трепетание предсердий и гигантское правое предсердие (8,2 см по данным трансторакальной эхокардиографии). Успешная процедура аблации двух типов послеоперационного трепетания предсердий была выполнена с использованием роботизированной магнитной навигации без осложнений с временем рентгеноскопии 2,2 минуты. У пациента не были выявлены какие-либо аритмии в течение 12 месяцев послеоперационного наблюдения без применения антиаритмической терапии. Кроме того, было отмечено уменьшение размера правого предсердия до 5,8 см по данным трансторакальной эхокардиографии.*

**Ключевые слова:** врожденные пороки сердца; тетрада Фалло; аномалия Эбштейна; инцизионные тахикардии; трепетание предсердий; детская аритмология; аблация; роботизированная магнитная навигация

**Конфликт интересов:** не заявляется

**Финансирование:** работа выполнена в рамках гранта Президента РФ МД-1997.2020.7

**Рукопись получена:** 31.08.2021 **Исправленная версия получена:** 23.09.2021 **Принята к публикации:** 24.09.2021

**Ответственный за переписку:** Михеенко Игорь Леонидович, E-mail: igor.mikheenko@gmail.com

А.Б.Романов - ORCID ID 0000-0002-6958-6690, А.В.Богачев-Прокофьев - ORCID ID 0000-0003-4625-4631, С.М.Иванцов - ORCID ID 0000-0002-8725-0778, В.В.Белобородов - ORCID ID 0000-0003-1568-9472, И.Л.Михеенко - ORCID ID 0000-0002-3552-7158, В.В.Шабанов - ORCID ID 0000-0001-9066-3227

**Для цитирования:** Романов АБ, Богачев-Прокофьев АВ, Иванцов СМ, Белобородов ВВ, Михеенко ИЛ, Шабанов ВВ. Аблация инцизионного трепетания предсердий с помощью системы роботизированной магнитной навигации у подростка с гигантским правым предсердием после хирургической коррекции тетрады Фалло и аномалии Эбштейна. *Вестник аритмологии*. 2021;28(4): 52-56. <https://doi.org/10.35336/VA-2021-4-52-56>.

## REMOTE MAGNETIC NAVIGATION ABLATION OF INCISIONAL ATRIAL FLUTTERS IN ADOLESCENT WITH A GIANT RIGHT ATRIUM AFTER SURGICAL CORRECTION OF TETRALOGY OF FALLOT AND EBSTEIN'S ANOMALY

**A.B.Romanov, A.V.Bogachev-Prokopiev, S.M.Ivantsov, V.V.Beloborodov, I.L.Mikheenko, V.V.Shabanov**  
**Meshalkin National Medical Research Center, Russian Federation, Novosibirsk, 15 Rechkunovskaya str.**

*We describe a clinical case of a 17-years-old adolescent with congenital heart disease after three open-heart surgery procedures for correction of tetralogy of Fallot and Ebstein's anomaly who presented with drug-resistant, persistent atrial flutter and giant right atrium (8.2 cm by transthoracic echocardiography). The successful ablation procedure of the two types of incisional atrial flutter was performed using remote magnetic navigation without any complications with 2.2 minutes of fluoroscopy. The patient remained free of any arrhythmias without antiarrhythmic drugs during 12 months of follow-up with a reduction of right atrium size (5.8 cm by transthoracic echocardiography).*

**Keywords:** congenital heart disease; tetralogy of Fallot; Ebstein's anomaly; incisional tachycardia; atrial flutter; pediatric arrhythmology; ablation; remote magnetic navigation

**Conflict of Interests:** nothing to declare

**Funding:** Russian President Grant MD-1997.2020.7

**Received:** 31.08.2021 **Revision Received:** 23.09.2021 **Accepted:** 24.09.2021

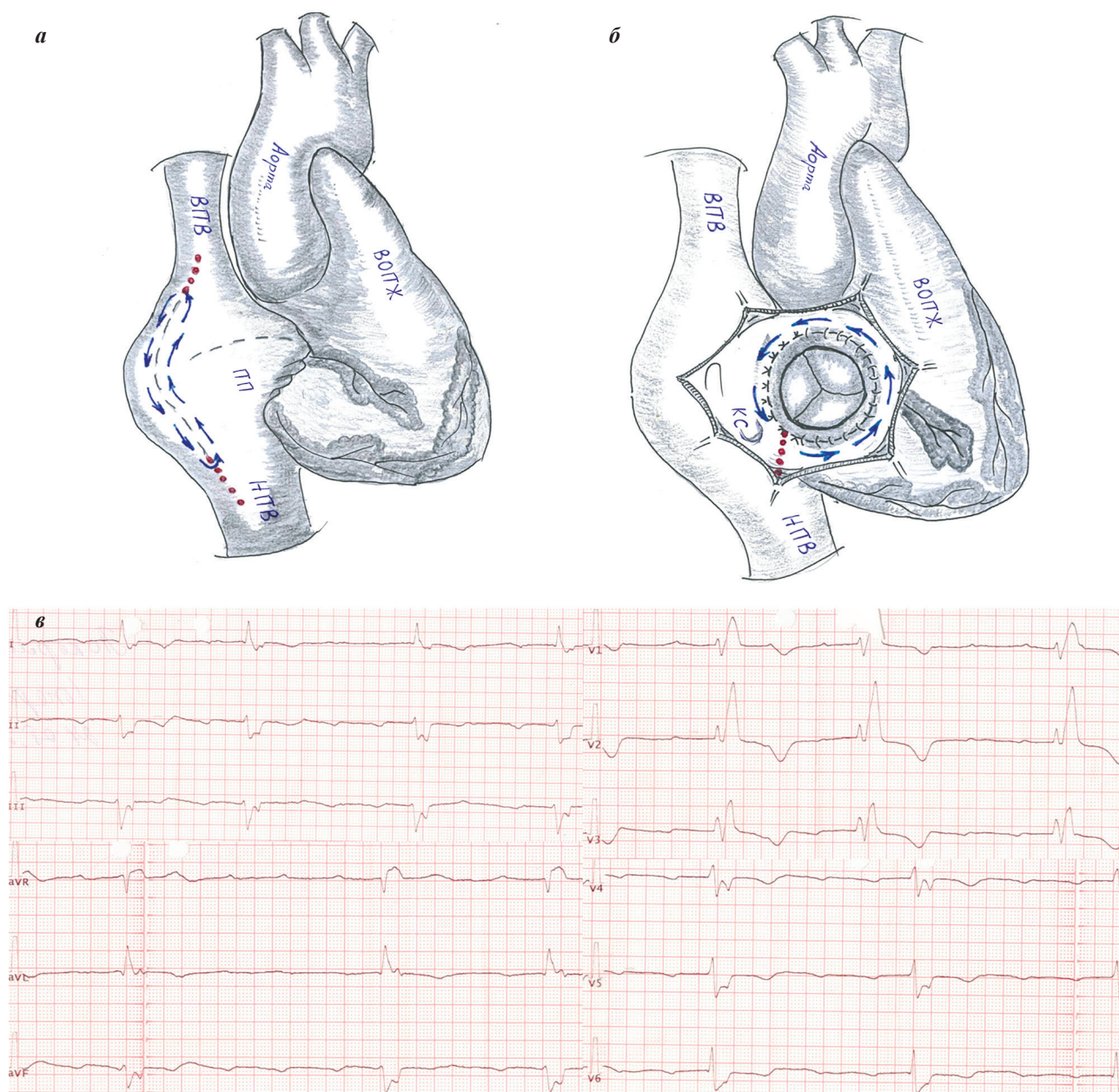
**Corresponding author:** Igor Mikheenko, E-mail: igor.mikheenko@gmail.com

А.Б.Романов - ORCID ID 0000-0002-6958-6690, А.В.Богачев-Прокопьев - ORCID ID 0000-0003-4625-4631, С.М.Иванцов - ORCID ID 0000-0002-8725-0778, В.В.Белобородов - ORCID ID 0000-0003-1568-9472, И.Л.Михеенко - ORCID ID 0000-0002-3552-7158, В.В.Шабанов - ORCID ID 0000-0001-9066-3227

**For citation:** Romanov AB, Bogachev-Prokopiev AV, Ivantsov SM, Beloborodov VV, Mikheenko IL, Shabanov VV. Remote magnetic navigation ablation of incisional atrial flutters in adolescent with a giant right atrium after surgical correction of tetralogy of Fallot and Ebstein's anomaly. *Journal of Arrhythmology*. 2021;28(4): 52-56. <https://doi.org/10.35336/VA-2021-4-52-56>.

Большие трудности в клинической практике представляют пациенты с врожденными пороками сердца (ВПС) после хирургической коррекции, у которых развиваются послеоперационные нарушения ритма сердца [1]. Сложная анатомия, проблемы с сосудистым доступом, увеличенные камеры сердца и предыдущие операции могут способствовать возникновению различных нарушений ритма сердца и создавать потенциальные проблемы при выполнении безопасной и эффективной процедуры аблации [2-4]. По мере

взросления у пациентов могут развиваться поздние осложнения после операций, при этом аритмии являются наиболее частой причиной заболеваемости и смертности у взрослых с врожденными пороками сердца [5, 6]. Катетерная аблация оказалась весьма успешной при лечении аритмий, резистентных к медикаментозному лечению [7, 8]. Катетерные манипуляции часто малоэффективны из-за сложной анатомии или больших размеров предсердий. Использование технологии роботизированной магнитной навигации (РМН) может



**Рис. 1.** Схематическое изображение хирургических разрезов на правом предсердии у пациента после хирургической коррекции тетрады Фалло и аномалии Эбштейна (а, б) и электрокардиограмма пациента с трепетанием предсердий (описание в тексте) (в), где ВПВ - верхняя полая вена; ПП - правое предсердие; НПВ - нижняя полая вена; ВОПЖ - выводной отдел правого желудочка; КС - коронарный синус; пунктирные линии - хирургические разрезы; стрелки - цикл трепетания предсердий; красные точки - очаги абляционного воздействия.



быть предпочтительным вариантом для пациентов педиатрической группы с ВПС и различными тахикардиями. Хотя данных по ВПС по-прежнему мало, РМН рассматривается как безопасная и эффективная технология, предлагающая ряд преимуществ для данной группы пациентов. Связано это с повышенной безопасностью благодаря атравматической конструкции катетера, менее ограниченным и повторимым движением манипулятора и улучшенной стабильностью при абляции [9-12].

Семнадцатилетний подросток с подтвержденным медикаментозно-рефрактерным персистирующим трепетанием предсердий (ТП) была направлена на радиочастотную катетерную абляцию. Из анамнеза известно, что в возрасте четырех лет ей диагностировали тетраду Фалло (ТФ) в сочетании с аномалией Эбштейна. В этом же возрасте ей была проведена радикальная коррекция ТФ. Через девять лет после первой операции, пациентке было выполнено протезирование трикуспидального клапана механическим протезом для коррекции аномалии Эбштейна и повторная операция через два года из-за тромбоза клапана. В общей сложности, пациентке было выполнено 3 открытых оперативных вмешательства на сердце в условиях искусственного кровообращения (схемы доступов к камерам сердца представлена на рис. 1 а,б). При поступлении в клинику пациентка

предъявляла жалобы на сердцебиение, головокружение и одышку, проявившиеся два года назад.

### Результаты обследования

По данным ЭКГ было зафиксировано ТП с проведением 2:1, 3:1 и частотой сокращения желудочков от 55 до 66 ударов в минуту, с отклонением электрической оси влево. Морфология зубца F была отрицательной в отведениях I, II, III и aVF и положительной в V1 и V2, ширина комплекса QRS составляла 140 мс с морфологией полной блокады правой ножки пучка Гиса. Интервал QT составил 440 мс (рис. 1в). По данным трансторакальной эхокардиографии было выявлено гигантское правое и увеличенное левое предсердие (8,0 см и 5,9 см соответственно). Конечнодиастолический размер правого желудочка составил 160 мл, при фракции выброса правого желудочка - 40%. Пиковый систолический градиент "правый желудочек/легочная артерия" - 12 мм рт.ст., пиковый диастолический градиент "правое предсердие/правый желудочек" - 13 мм рт.ст. Трикуспидальная регургитация 1-2 степени. Глобальная систолическая функция левого желудочка не нарушена (фракция выброса левого желудочка - 62%).

По данным компьютерной томографии с контрастированием размер правого предсердия составил - 6,5 на 8,2 см, правого желудочка - 5,4 на 7,1 см. При чреспищеводной эхокардиографии не было

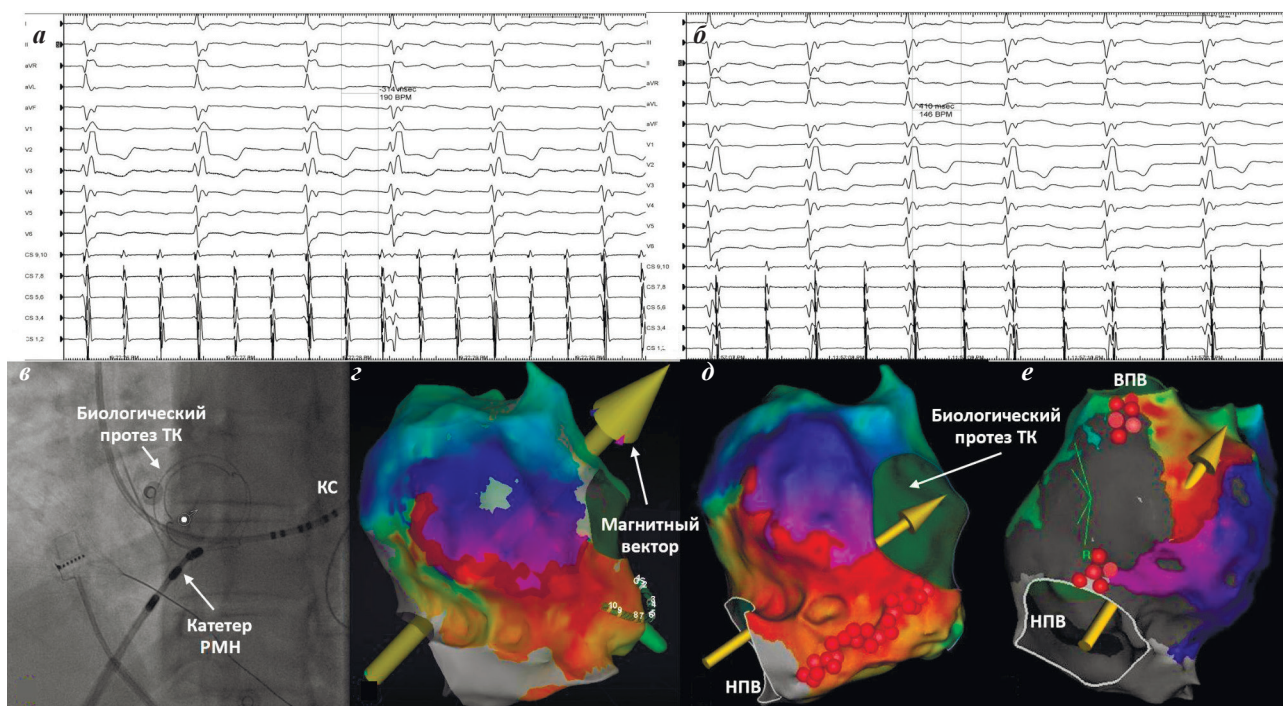


Рис. 2. Внутрисердечная эндограмма с коронарного синуса при двух типах трепетания предсердий (а, б) и процедура абляции с использованием роботизированной магнитной навигацией (в-г): в - рентгеноскопический вид катетера для роботизированной магнитной навигации, установленного в области биологического протеза трикуспидального клапана; г, д - 3D анатомическая реконструкция правого предсердия с активационной картой и абляцией трепетания предсердий с вовлечением протеза трикуспидального клапана (ДЦ 314 мс); е - биполярная карта правого предсердия с трепетанием предсердий в области боковой стенки правого предсердия (ДЦ 410 мс), где красная зона - область наиболее ранней активации; синяя зона - область поздней активации; зона между красным и синим представляет собой целевую область «Early Meets Late»; серая зона - низковольтная область (область рубца); красные точки - абляционное воздействие; РМН - роботизированная магнитная навигация; КС - коронарный синус; ВПВ - верхняя полая вена; НПВ - нижняя полая вена; ТК - трехстворчатый клапан.

обнаружено тромбов в камерах сердца и дисфункции протеза трикуспидального клапана.

#### **Электрофизиологическое исследование и процедура абляции с помощью РМН**

Во время оперативного вмешательства диагностический 10-полюсный электрофизиологический катетер диаметром 6 Fr (Biosense Webster, Inc., Diamond Bar, Калифорния, США) был установлен в коронарный синус. Во время тахикардии была зафиксирована активация предсердий от проксимальных к дистальным полюсам коронарного синуса, что указывает на правопредсердную локализацию источника тахикардии, с длиной цикла (ДЦ) в 314 мс (частота сокращений предсердий - 190 в минуту (рис. 2а).

Роботизированная система магнитной навигации (Niobe® ES, Stereotaxis, Inc., Сент-Луис, Миссури, США), интегрированная с нефлюороскопической системой трехмерного электроанатомического картирования (CARTO-RMT, Biosense Webster, Inc., Diamond Bar, Калифорния, США) была использована для выполнения оперативного вмешательства. На фоне ТП одновременно создавались активационная, биполярная карта и трехмерная анатомическая реконструкция правого предсердия (ПП). Объем ПП составил 290 мл. При активационном картировании была выявлена циркуляция фронта тахикардии против часовой стрелки с вовлечением биологического протеза трикуспидального клапана, что было подтверждено маневром *entrainment*, а также распространением волнового фронта тахикардии вокруг соответствующей области с оптимальной последовательностью самой ранней и поздней областей активации (модуль «Early Meets Late», рис. 2б,в). Оптимальный интервал сцепления во время маневра *entrainment* был на 5 мс меньше, чем ДЦ тахикардии, и локализовался в области между биологическим протезом трикуспидального клапана и нижней полой веной.

По данным биполярного картирования было выявлено несколько низкоамплитудных областей на боковой стенке ПП, около устья верхней и нижней полых вен с наличием двойных и фрагментированных потенциалов. Радиочастотное воздействие (мощность 50 Вт, скорость орошения 17 мл/мин, продолжительностью 60 секунд) было выполнено в данной области с купированием ТП и восстановлением синусового ритма (рис. 2г). Наличие двустороннего блока проведения было подтверждено локальными критериями и стимуляцией (расстояние стимул-А - 192 мс). Во время контрольной *burst* стимуляции предсердий был индуцирован другой тип ТП с ДЦ, равным 410 мс (частота сокращений предсердий - 146 в минуту; рис. 2б), с вовлечением рубцовых областей на боковой стенке ПП между верхней и нижней полыми венами (циркуляция против часовой стрелки, подтвержденная активационным картированием и маневром *entrainment*). Дополнительные воздействия были выполнены между областью рубца и верхней полой веной, а также между областью рубца и нижней полой веной с купированием ТП и восстановлением синусового ритма (рис. 2е). ТП или любые другие аритмии не были индуцированы в конце оперативного вмешательства при всех типах стимуляции (*burst*, учащающая, программная). Общее время проце-

дуры, рентгеноскопии и абляции составили 145, 2,2 и 29 минут, соответственно, без использования рентгеноскопии во время основной процедуры РМН. Никаких осложнений во время процедуры абляции или во время контрольного наблюдения не было выявлено.

В течение 12 месяцев послеоперационного наблюдения у пациентки не было выявлено каких-либо нарушений ритма сердца (по серии ЭКГ и 24-часового ХМ ЭКГ), без применения антиаритмических препаратов. По данным контрольной трансторакальной эхокардиографии отмечено уменьшение размеров правого и левого предсердий (5,8 см и 5,0 см соответственно).

#### **ОБСУЖДЕНИЕ**

В данном клиническом случае у подростка наблюдалась редкая комбинация ВПС с сочетанием тетрады Фалло и аномалии Эбштейна, которая потребовала трех хирургических вмешательств на открытом сердце [13]. В результате нескольких доступов через боковую стенку ПП, развились два типа послеоперационного трепетания предсердий, которые наряду с гигантским правым предсердием могли привести к потенциальным трудностям при стандартном мануальном подходе абляции. Выбор технологии РМН в данном случае был основан на гибкости и маневренности абляционного катетера в гигантском ПП, для стабильного его позиционирования при выполнении абляционного воздействия, а также минимизации времени флюороскопии у пациентки педиатрической группы. Уникальность клинического случая обусловлена тем, что он является первым в России примером применения катетерной абляции с роботизированной магнитной навигацией у пациента педиатрической группы со сложным врожденным пороком и сложной инцизионной аритмией.

РМН зарекомендовала себя как эффективная технология при лечении пациентов со сложными НРС [10]. Предпочтение РМН обусловлено рядом ограничений, которыми обладает мануальный подход: труднодоступность некоторых областей камер сердца, риск недостаточного прижатия из-за неправильного расположения катетера, а также тот факт, что перемещение катетера в некоторых ситуациях способно привести к серьезным осложнениям, включая гемоперикард и тампонаду [9].

Результаты представленного клинического случая подтверждают ранее опубликованные данные других клиник при лечении пациентов с ВПС [2-4]. Точное определение источника нарушения ритма сердца важно для определения стратегии абляции. Именно воздействие методом катетерной абляции в области аномальной проводимости может быть решением в устранении компонента патогенеза аритмии. А использование РМН приводит к повышению точности воздействия, а значит эффективности и безопасности, такого рода операций.

Тем не менее, несмотря на преимущества РМН над мануальным подходом при лечении сложных аритмий, опыт данной технологии у детей после коррекции ВПС и постинцизионными нарушениями ритма сердца ограничен. В нашей клинике с 2014 года прооперировано более 850 пациентов с различными аритмиями



с помощью РМН. Из 38 пациентов с ВПС и постинцизионными аритмиями, 14 пациентов составили педиатрическую когорту. Первоначальные данные продемонстрировали отсутствие осложнений при оперативном вмешательстве и высокую эффективность в среднесрочном периоде наблюдения. Результаты по эффективности будут опубликованы позже.

Ряд работ продемонстрировал, что у пациентов с ВПС чаще выявляется две и более постинцизионных аритмий [7, 8]. Вследствие чего предоперационное понимание возможности вовлечения различных анатомических областей по причине хирургических доступов в циркуляцию фронта тахикардий помогает планировать оперативное лечение для достижения высокой эффективности.

Таким образом РМН, является безопасной и эффективной технологией для лечения сложных ВПС, особенно у педиатрической когорты пациентов. Тем не менее требуется проведение многоцентровых рандомизированных исследований о роли РМН в качестве технологии выбора при аблации постинцизионных аритмий у пациентов с ВПС педиатрической когорты.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный клинический случай продемонстрировал безопасность и эффективность применения роботизированной магнитной навигации для аблации постинцизионных предсердных тахикардий у подростка с врожденными пороками сердца после трех открытых кардиохирургических вмешательств.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Kanter R, Garson A. Atrial Arrhythmias During Chronic Follow-Up of Surgery for Complex Congenital Heart Disease. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 1997; 20(2): 502-511. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.1997.tb06207.x>.
2. Szili-Torok T, Kornyei L, Jordaens L. Transcatheter ablation of arrhythmias associated with congenital heart disease. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2008;22(2): 161-166. <https://doi.org/10.1007/s10840-007-9198-6>.
3. Schwagten B, Jordaens L, Witsenburg M, et al. Initial Experience with Catheter Ablation Using Remote Magnetic Navigation in Adults with Complex Congenital Heart Disease and in Small Children. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2009;32: S198-S201. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2008.02283.x>.
4. Romanov A, Filippenko A, Elesin D, et al. Remote magnetic navigation ablation via the right jugular vein approach in patient with interruption of the inferior vena cava and incessant left atrial flutter. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 2020;44(2): 385-388. <https://doi.org/10.1111/pace.14078>.
5. Engelfriet P, Boersma E, Oechslin E, et al. The spectrum of adult congenital heart disease in Europe: morbidity and mortality in a 5 year follow-up period. *European Heart Journal*. 2005;26(21): 2325-2333. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi396>.
6. Walsh E, Cecchin F. Arrhythmias in Adult Patients With Congenital Heart Disease. *Circulation*. 2007;115(4): 534-545. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.592410>.
7. Abadir S, Khairy P. Electrophysiology and Adult Congenital Heart Disease: Advances and Options. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2011;53(4): 281-292. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2010.07.003>.
8. Gelatt M, Hamilton R, McCrindle B, et al. Arrhythmia and Mortality After the Mustard Procedure: A 30-Year Single-Center Experience. *Journal of the American College of Cardiology*. 1997;29(1): 194-201. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(96\)00424-x](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(96)00424-x).
9. Bauernfeind T, Akca F, Schwagten B, et al. The magnetic navigation system allows safety and high efficacy for ablation of arrhythmias. *Europace*. 2011;13(7): 1015-1021. <https://doi.org/10.1093/europace/eur073>.
10. Faddis M, Chen J, Osborn J, et al. Magnetic guidance system for cardiac electrophysiology: a prospective trial of safety and efficacy in humans. *ACC Current Journal Review*. 2004;13(3): 67. <https://doi.org/10.1016/j.accreview.2004.02.070>.
11. Пономаренко АВ, Елемесов НА, Перегудов ИС, и др. Клинический случай транссептальной пункции через окклюдер в межпредсердной перегородке у пациента с фибрилляцией предсердий для выполнения радиочастотной катетерной аблации с роботизированной магнитной навигацией. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2021;25(1): 114 [Ponomarenko A, Yelemessov N, Peregudov I, Zhizhov R, Baranova V, Fisher E et al. Transseptal puncture through the atrial septal occluder in patient with atrial fibrillation for guided radiofrequency ablation procedure using remote magnetic navigation: A clinical case. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*. 2021;25(1): 114. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2021-1-114-119>.
12. Белобородов ВВ, Елемесов НА, Пономаренко АВ, и др. Роботизированная магнитная навигация при лечении сложных нарушений ритма сердца у пациентов после хирургической коррекции врожденных пороков сердца. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2021;25(1): 32 [Beloborodov V, Elemesov N, Ponomarenko A, Morzhanaev E, Filippenko A, Mikheenko I et al. Remote magnetic navigation for heart rhythm disturbances treatment in patients after surgical correction of congenital heart disease. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya*. 2021;25(1): 32. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2021-1-32-39>.
13. Wei L, Shih J, Wu E, et al. Surgical Correction for a Neonate With Ebstein's Anomaly Associated With Tetralogy of Fallot. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2017;104(1): e79-e81. <https://doi.org/10.1016/j.athorac-sur.2017.01.082>.