

Анналы Аритмологии

2025 • Т. 22 • № 4

Annaly Aritmologii

2025 • Vol. 22 • No. 4



Основан в 2004 г.
Established in 2004

Рецензируемый научно-практический журнал
Peer-reviewed scientific journal

Выходит один раз в три месяца
Publication frequency: quarterly

Журнал входит в перечень периодических рецензируемых научных изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора медицинских наук

Журнал индексируется в следующих базах данных:
Российский индекс научного цитирования
Ulrich's Periodicals Directory
Directory of Open Access Journals
CiteFactor Academic Scientific Journals

Journal is indexed in the following databases:
Russian Science Citation Index
Ulrich's Periodicals Directory
Directory of Open Access Journals
CiteFactor Academic Scientific Journals



ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр
сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России
Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery
Ministry of Health of the Russian Federation

Учредитель и издатель
ФГБУ «Национальный медицинский
исследовательский
центр сердечно-сосудистой
хирургии им. А.Н. Бакулева»
Минздрава России

www.bakulev.ru

Лицензия на издательскую деятельность
ИД № 03847 от 25.01.2001 г.

Анналы аритмологии

www.arrhythmology.pro

Свидетельство о регистрации средства
массовой информации
ПИ № 77-1807 от 28.02.2000 г.

Ответственный секретарь
Ле Т.Г.

E-mail: arrhythmology.post@mail.ru

Адрес редакции:

119049, Москва, Ленинский пр-т, 8
ФГБУ «Национальный медицинский
исследовательский центр
сердечно-сосудистой хирургии
им. А.Н. Бакулева» Минздрава России,
отдел интеллектуальной собственности

Лит. редактор, корректор
Антонова И.В.

Техн. редактор электронной версии
журнала
Шварц В.А.

Компьютерная верстка и обработка
графического материала
Комарова Е.Ю.

Рисунок для обложки журнала
защищен как промышленный
образец. Патент RU № 91829

Номер подписан в печать 29.12.2025

Отпечатано в ФГБУ «Национальный
медицинский исследовательский
центр сердечно-сосудистой хирургии
им. А.Н. Бакулева» Минздрава России
119049, Москва, Ленинский пр-т, 8

Формат 60×88 1/8

Печ. л. 7,25

Усл. печ. л. 7,12

Уч.-изд. л. 6,49

Печать офсетная

Тираж 500 экз.

Анналы аритмологии
2025. Т. 22. № 4. 211–268

ISSN 1814-6791 (Print)
ISSN 2307-6313 (Online)

Главный редактор

Бокерия Л.А., академик РАН
и РАМН (Россия, Москва)

Зам. главного редактора

Бокерия О.Л., чл.-корр. РАН
(Россия, Москва)

Ответственный секретарь

Ле Т.Г. (Россия, Москва)

Редакционный совет

Абдраманов К.А., д. м. н., профессор
(Киргизия, Бишкек)
Белов Ю.В., академик РАН
(Россия, Москва)
Гудашева Т.А., чл.-корр. РАН
(Россия, Москва)
Сох J.L. (США)
Карпов Р.С., академик РАН (Россия, Томск)
Киселев В.И., чл.-корр. РАН
(Россия, Москва)
Попов С.В., чл.-корр. РАН (Россия, Томск)
Ревিশвили А.Ш., академик РАН
(Россия, Москва)
Тутельян В.А., академик РАН
(Россия, Москва)
Ющук Н.Д., академик РАН
(Россия, Москва)

Редакционная коллегия

Базаев В.А., д. м. н. (Россия, Саранск)
Безручко Б.П., д. ф.-м. н., профессор
(Россия, Саратов)
Берсенева М.И., к. м. н. (Россия, Москва)
Джорджия Р.К., д. м. н., профессор
(Россия, Казань)
Камбаров С.Ю., д. м. н. (Россия, Москва)
Киселев А.Р., д. м. н. (Россия, Саратов)
Кислицина О.Н., к. м. н. (США)
Ковалев С.А., д. м. н., профессор
(Россия, Воронеж)
Левант А.Д., д. м. н. (Россия, Москва)
Лебедев Д.С., д. м. н. (Россия,
Санкт-Петербург)
Меликулов А.Х., д. м. н. (Россия, Москва,
США)
Неминуший Н.М., д. м. н. (Россия, Москва)
Полякова И.П., д. б. н. (Россия, Москва)
Прохоров М.Д., д. ф.-м. н. (Россия, Саратов)
Сабиров Б.Н., д. м. н. (Россия, Москва)
Сергеев А.В., к. м. н. (Россия, Москва)
Сергуладзе С.Ю., д. м. н. (Россия, Москва)
Синёв А.Ф., д. м. н. (Россия, Москва)
Филатов А.Г., д. м. н. (Россия, Москва)
Чернявский А.М., д. м. н., профессор
(Россия, Новосибирск)
Шварц В.А., д. м. н. (Россия, Москва)
Шварц Ю.Г., д. м. н., профессор
(Россия, Саратов)
Школьников М.А., д. м. н., профессор
(Россия, Москва)

Editor-in-Chief

Bockeria L.A., MD, PhD, Dr. Med. Sci.,
Professor, RAS & RAMS Academician
(Russia, Moscow)

Vice-Editor

Bockeria O.L., MD, PhD, Dr. Med. Sci.,
RAS Corresponding Member (Russia, Moscow)

Executive Secretary

Le T.G., MD (Russia, Moscow)

Advisory Board

Abdramanov K.A., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor
(Kyrgyzstan, Bishkek)
Belov Yu.V., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor,
RAS Academician (Russia, Moscow)
Gudasheva T.A., MD, PhD, Dr. Med. Sci.,
RAS Corresponding Member (Russia, Moscow)
Cox J.L., MD (USA, Duke University, Washington
University, Georgetown University)
Karpov R.S., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor,
RAS Academician (Russia, Tomsk)
Kiselev V.I., MD, PhD, Dr. Med. Sci., RAS
Corresponding Member (Russia, Moscow)
Popov S.V., MD, PhD, Dr. Med. Sci., RAS
Corresponding Member (Russia, Tomsk)
Revishvili A.Sh., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor,
RAS Academician (Russia, Moscow)
Tutelyan V.A., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor,
RAS Academician (Russia, Moscow)
Yuschuk N.D., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor,
RAS Academician (Russia, Moscow)

Editorial Board

Bazaev V.A., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia, Saransk)
Bezruchko B.P., PhD, Dr. Phys.-math. Sci., Professor
(Russia, Saratov)
Berseneva M.I., MD, PhD (Russia, Moscow)
Djordjikia R.K., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor
(Russia, Kazan)
Kambarov S.Yu., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia,
Moscow)
Kiselev A.R., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia, Saratov)
Kisilitsina O.N., MD, PhD (USA)
Kovalev S.A., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor
(Russia, Voronezh)
Levant A.D., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia, Moscow)
Lebedev D.S., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia,
St. Petersburg)
Melikulov A.Kh., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia, Moscow,
USA)
Neminuschiy N.M., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia, Moscow)
Polyakova I.P., PhD, Dr. Biol. Sci. (Russia, Moscow)
Prokhorov M.D., PhD, Dr. Phys.-math. Sci. (Russia, Saratov)
Sabirov B.N., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia, Moscow)
Sergeev A.V., MD, PhD (Russia, Moscow)
Serguladze S.Yu., MD, PhD, Dr. Med. Sci.
(Russia, Moscow)
Sinev A.F., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia, Moscow)
Filatov A.G., MD, PhD, Dr. Med. Sci.
(Russia, Moscow)
Chernyavskii A.M., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor
(Russia, Novosibirsk)
Shvartz V.A., MD, PhD, Dr. Med. Sci. (Russia, Moscow)
Shvartz Yu.G., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor
(Russia, Saratov)
Shkol'nikova M.A., MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor
(Russia, Moscow)

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

*Хирургическая аритмология**Surgical arrhythmology*

Рубцов П.П., Ле Т.Г., Бокерия Л.А. Аритмии у взрослых пациентов с дефектом межжелудочковой перегородки: современное состояние проблемы 214

Rubtsov P.P., Le T.G., Bockeria L.A. Arrhythmias in adults with ventricular septal defects: current evidence

Тетвадзе И.В., Донаканян С.А., Рубцов П.П., Ле Т.Г., Фатулаев З.Ф., Санакоев М.К., Бокерия Л.А. От фибрилляции предсердий – к синусовому ритму: от многокомпонентной угрозы – к стабильному отдаленному исходу 220

Tetvadze I.V., Donakanyan S.A., Rubtsov P.P., Le T.G., Fatulaev Z.F., Sanakoev M.K., Bockeria L.A. From atrial fibrillation to sine rhythm: from a multiple threat to a stable long-term outcome

*Клиническая электрофизиология**Clinical electrophysiology*

Абдулрахман Б.М., Филатов А.Г., Фомина Д.С. Современные методы лечения атипичного трепетания предсердий 225

Abdulrahman B.M., Filatov A.G., Fomina D.S. Current approaches to the treatment of atypical atrial flutter

Сатинбаев З.И. Долгосрочная эффективность катетерной абляции фибрилляции предсердий: данные 10-летнего наблюдения 237

Satinbaev Z.I. Long-term efficacy of catheter ablation for atrial fibrillation: data from a 10-year follow-up

Батчаев А.А., Фомина Д.С., Шалов Р.З. Успешное лечение атипичного левопредсердного трепетания после интервенционного лечения фибрилляции и трепетания предсердий 246

Batchaev A.A., Fomina D.S., Shalov R.Z. Successful treatment of atypical left atrial flutter after interventional treatment of atrial fibrillation and flutter

Смазнов Ф.В., Филатов А.Г., Аванесян Г.А., Мартынов Д.С. Успешная радиочастотная абляция атипичного трепетания предсердий у пациента после операции Сеннинга 252

Smaznov F.V., Filatov A.G., Avanesyan G.A., Martynov D.S. Successful radiofrequency ablation of atypical atrial flutter in a patient after Senning's procedure

*Неинвазивная аритмология**Non-invasive arrhythmology*

Сижжажев Э.М., Кручинова С.В., Гулиев М.А., Шварц Е.Н., Энгиноев С.Т., Сокольская М.А., Данилов В.В., Шварц В.А. Оценка влияния краткосрочной чрескожной электростимуляции аурикулярной ветви блуждающего нерва на параметры вариабельности ритма сердца: рандомизированное контролируемое исследование 259

Sizhazhev E.M., Kruchinova S.V., Guliev M.A., Shvartz E.N., Enginoyev S.T., Sokolskaya M.A., Danilov V.V., Shvartz V.A. The effect of short-term transcutaneous electrical stimulation of auricular vagus nerve on parameters of heart rate variability: randomised controlled trial

Рубрика: хирургическая аритмология

© П.П. РУБЦОВ, Т.Г. ЛЕ, Л.А. БОКЕРИЯ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.318.1+616.124.6

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.4.1

АРИТМИИ У ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТОМ МЕЖЖЕЛУДОЧКОВОЙ ПЕРЕГОРОДКИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Тип статьи: обзорная статья

П.П. Рубцов, Т.Г. Ле, Л.А. Бокерия

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Рубцов Павел Петрович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург;
orcid.org/0000-0002-5756-9332

Ле Татьяна Георгиевна, мл. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-9523-0172,
e-mail: tanya_co@mail.ru

Бокерия Лео Антонович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, президент; orcid.org/0000-0002-6180-2619

Аритмии являются одним из ключевых долгосрочных осложнений у взрослых с дефектом межжелудочковой перегородки (ДМЖП). Частота нарушений ритма, по данным крупных когорт, достигает 12–45% и определяется длительностью шунта, степенью дилатации камер сердца, уровнем лёгочной гипертензии и наличием рубцовых изменений. Наиболее распространёнными являются предсердные тахикардии, включая фибрилляцию и трепетание предсердий. Желудочковые тахикардии диагностируются реже, однако имеют значительно более высокий прогностический риск, особенно при наличии постоперационного рубца или фиброза миокарда, выявляемого по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ). Нарушения проводимости, включая блокаду правой ножки пучка Гиса и АВ-блокады, встречаются преимущественно при перимембранозных дефектах и после хирургического закрытия. Применение длительного ЭКГ-мониторирования, электрофизиологического исследования и МРТ с отсроченным контрастированием существенно улучшило стратификацию риска. Катетерная абляция и имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы являются эффективными методами лечения при рефрактерных или угрожающих жизни аритмиях.

Проведён целенаправленный обзор публикаций, посвящённых аритмиям у взрослых с врождёнными пороками сердца, включая ДМЖП. Поиск выполнялся в базах PubMed, Scopus, Web of Science и eLIBRARY (РИНЦ). Период охватывал публикации с января 2000 г. по октябрь 2025 г. В анализ включались исследования, содержащие данные о частоте, структуре, механизмах, диагностике и лечении аритмий у пациентов 18 лет и старше. Отбор осуществлялся на основе критериев релевантности, исключались детские исследования без выделения взрослых групп и работы с недостаточными методологическими данными. В итоговый анализ вошли 20 наиболее значимых публикаций.

Ключевые слова: дефект межжелудочковой перегородки, аритмии, желудочковые тахикардии, фибрилляция предсердий, врождённые пороки сердца, МРТ сердца

ARRHYTHMIAS IN ADULTS WITH VENTRICULAR SEPTAL DEFECTS: CURRENT EVIDENCE

P.P. Rubtsov, T.G. Le, L.A. Bockeria

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Pavel P. Rubtsov, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5756-9332

Tatyana G. Le, Junior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9523-0172, e-mail: tanya_co@mail.ru

Leo A. Bockeria, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, President;
orcid.org/0000-0002-6180-2619

Arrhythmias represent one of the most clinically significant long-term complications in adults with ventricular septal defect (VSD). According to major cohort studies, their prevalence ranges from 12% to 45% and depends on shunt duration, chamber dilation, pulmonary hypertension, and postoperative or spontaneous myocardial scarring. Atrial arrhythmias, including atrial fibrillation and flutter, are the most common types and are strongly associated with right atrial enlargement and chronic volume overload. Ventricular tachycardias occur less frequently but carry a substantially higher risk of adverse outcomes, particularly in the presence of postoperative scar or myocardial fibrosis detected by late gadolinium enhancement cardiac MRI. Conduction disturbances including right bundle branch block and varying degrees of atrioventricular block are frequently observed in perimembranous VSDs and after surgical repair. Advances in extended ECG monitoring, electrophysiological testing, and cardiac MRI have significantly improved risk stratification. Catheter ablation and implantable cardioverter-defibrillators serve as effective therapeutic options in patients with refractory or life-threatening arrhythmias.

A targeted literature review was performed focusing on arrhythmias in adults with congenital heart disease, including VSD. Searches were conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, and the Russian eLIBRARY (RINC) database. The search period covered publications from January 2000 to October 2025. Studies were included if they reported data on prevalence, mechanisms, diagnostic evaluation, or treatment of arrhythmias in patients aged ≥ 18 years. Exclusion criteria were pediatric-only studies without separate adult analysis, insufficient methodological detail, or lack of arrhythmia-related outcomes. A total of 20 key publications were selected for detailed synthesis.

Keywords: ventricular septal defect, arrhythmias, ventricular tachycardia, atrial fibrillation, congenital heart disease, cardiac MRI

Введение

В последние десятилетия наблюдается существенный рост числа взрослых пациентов с врождёнными пороками сердца (ВПС), что связано с прогрессом кардиохирургии, развитием визуализирующих технологий и улучшением детской кардиологической помощи [1, 2]. Более 90% детей с ВПС достигают взрослого возраста, формируя новую когорту пациентов – взрослых с врождёнными пороками сердца (adult congenital heart disease, ACHD) [3]. Дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП) остаётся одним из наиболее распространённых пороков, составляя до 20–30% случаев среди детей и 10–15% – среди взрослых с ACHD [1, 4].

Несмотря на относительную простоту анатомии, ДМЖП ассоциирован с риском отдалённых осложнений, среди которых нарушения ритма занимают центральное место. Частота аритмий у взрослых с ACHD в 10–20 раз превышает показатели общей популяции, а наличие ДМЖП связано как с предсердными, так и с желудочковыми формами нарушений ритма [5–8]. Российские исследования также демонстрируют высокую распространённость аритмий – до 40–60% случаев среди взрослых с ВПС [9, 10].

Наиболее частыми типами нарушений ритма являются фибрилляция и трепетание предсердий, суправентрикулярные тахикардии, желу-

дочковые тахикардии (ЖТ) и атриовентрикулярные (AV) блокады [6, 11–13]. Механизмы аритмогенеза включают дилатацию правых отделов сердца вследствие длительного шунта, развитие лёгочной гипертензии, рубцовые изменения миокарда после хирургических вмешательств и фиброз перегородки, выявляемый по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) с отсроченным контрастированием [12, 14]. Особое значение имеют желудочковые тахикардии – ведущая причина внезапной сердечной смерти у взрослых с ВПС [7, 15]. Рубцовый субстрат и участки фиброза формируют основу для re-entry, что повышает риск жизнеугрожающих аритмий даже спустя десятилетия после операции [12, 16].

Значимыми факторами риска поздних аритмий являются тип дефекта, метод и сроки хирургического закрытия, возраст пациента на момент вмешательства и длительность послеоперационного наблюдения. У взрослых, перенесших коррекцию ДМЖП в зрелом возрасте, риск аритмий выше по сравнению с пациентами, оперированными в детстве [17, 18]. У неоперированных больных длительное существование шунта приводит к прогрессирующей перегрузке объёмом и электрической нестабильности.

Целью настоящего обзора является анализ актуальной литературы, посвящённой эпидемиологии, механизмам, диагностике и стратегиям лечения аритмий у взрослых с ДМЖП.

Методы

Для подготовки обзора был проведён целенаправленный анализ научных публикаций, посвящённых аритмиям у взрослых пациентов с врождёнными пороками сердца, в том числе с ДМЖП. Поиск литературы выполнялся в базах PubMed, Scopus, Web of Science и eLIBRARY (РИНЦ). В анализ включались публикации, вышедшие в период с января 2000 г. по октябрь 2025 г., что обеспечило охват ключевых данных последних десятилетий.

Критерии включения: взрослые пациенты (≥ 18 лет); наличие ДМЖП (оперированного или неоперированного) либо выделенная подгруппа ДМЖП в исследованиях по АСНД; представленные данные о частоте, механизмах, диагностике или лечении аритмий; оригинальные исследования, когортные наблюдения, регистры, систематические обзоры.

Критерии исключения: исследования только детской популяции, публикации без описания методов диагностики аритмий, единичные наблюдения (кроме описаний редких механизмов аритмий), недостаточная методологическая прозрачность.

Первичный поиск выявил 312 публикаций. После удаления дубликатов и скрининга аннотаций было отобрано 78 работ. В итоговый обзор вошли 20 ключевых источников, отражающих наиболее значимые данные по эпидемиологии, механизмам, диагностике и лечению аритмий у взрослых с ДМЖП.

Отбор и синтез данных выполнялись вручную двумя независимыми авторами. Информация структурировалась по основным направлениям: распространённость аритмий, механизмы аритмогенеза, типы нарушений ритма, методы диагностики и стратегии ведения пациентов.

Результаты

Современные публикации демонстрируют, что аритмии являются одним из наиболее распространённых и клинически значимых осложнений у взрослых пациентов с дефектом межжелудочковой перегородки (табл. 1). По данным крупных регистров и когортных исследований, частота нарушений ритма у взрослых с врождёнными пороками сердца, включая ДМЖП, составляет от 12 до 45% и определяется возрастом пациента, фактом и сроками хирургической коррекции, степенью дилатации камер сердца, наличием лёгочной гипертензии и формированием электрического субстрата re-entry [5, 7, 8].

Наджелудочковые аритмии. Наджелудочковые аритмии являются наиболее частыми у взрослых пациентов с ДМЖП. Фибрилляция предсердий (ФП) встречается у 12–25% больных и чаще развивается при выраженной дилатации правого предсердия (ПП), длительном шунте слева направо и посткапиллярной лёгочной гипертензии [4, 7, 11]. Трепетание предсердий (ТП) выявляется у 8–15% пациентов, особенно после хирургической коррекции порока, что связывают с нарушением анатомии и проведения в предсердиях [10, 14]. Суправентрикулярные тахикардии формируются как вследствие анатомических особенностей, так и при ремоделировании и растяжении предсердных структур, выступая ранним признаком электрической нестабильности [8, 18].

Желудочковые аритмии. Желудочковые аритмии (ЖА) имеют особое прогностическое значение, поскольку ассоциированы с риском внезапной сердечной смерти. По данным литературы, частота ЖТ у взрослых с ДМЖП составляет 6–18%, причём риск возрастает у пациентов, перенесших хирургическое лечение порока

Таблица 1

Частота аритмий у взрослых пациентов с ДМЖП согласно данным литературы

Источник	Дизайн исследования	Популяция	Общая частота аритмий	Преобладающие аритмии
N. Schamroth Pravda et al., 2024 [5]	Национальный регистр	45 820 пациентов с ВПС	12–45%	ФП, ЖЭ, ЖТ
J. Francisco-Pascual et al., 2024 [4]	Обзор	АСНД	15–35%	ФП, ТП
D. Ntiloudi et al., 2023 [7]	Когортное	ВПС	18–40%	ФП, ТП
S. Ünlütürk et al., 2025 [6]	43-летнее наблюдение	После коррекции ДМЖП	10% симптомных аритмий	НЖТА, редкие ЖТ
F. Bessière et al., 2023 [8]	Обзор	АСНД	До 30%	ЖТ
Л.А. Бокерия, П.П. Рубцов, 2021 [9]	Российская когорта	1200 взрослых	40–60%	ФП, ЖА

Примечание. НЖТА – наджелудочковые тахикардии.

[6, 12]. Формирование рубцового субстрата в области выводного тракта правого желудочка или межжелудочковой перегородки создаёт условия для re-entry механизмов, лежащих в основе устойчивых ЖТ [11, 12]. Это объясняет отмечаемые в клинической практике поздние аритмические осложнения, возникающие спустя многие годы после успешного закрытия дефекта.

Данные МРТ с отсроченным контрастированием подтверждают значимую связь между наличием локального фиброза и повышенным риском желудочковых аритмий. Степень позднего контрастирования рассматривается как независимый предиктор электрической нестабильности и повышенной вероятности развития ЖТ [14].

Желудочковая экстрасистолия (ЖЭ) высоких градаций встречается у 15–35% пациентов и рассматривается как ранний маркер потенциальной аритмогенности и ремоделирования миокарда при ДМЖП [5, 8].

Нарушения проводимости. У значительной части пациентов с ДМЖП выявляются нарушения проводящей системы сердца. Наиболее характерным нарушением для перимембранозных дефектов является блокада правой ножки пучка Гиса, регистрируемая у 25–55% больных. Это связано с анатомической близостью проводящих структур к зоне дефекта и их возможным повреждением как самим пороком, так и в результате хирургического вмешательства [6, 13].

Частота АВ-блокад I–III степени после хирургического закрытия ДМЖП достигает 12–30%, причём риск возрастает при перимембранозной локализации дефекта, использовании агрессивных шовных техник и у пациентов старшего возраста [10, 17]. Эти данные подчёркивают необходимость длительного наблюдения с оценкой риска имплантации электрокардиостимулятора в отдалённые сроки после коррекции.

Механизмы аритмогенеза. Механизмы аритмогенеза при ДМЖП многофакторны (табл. 2). Длительный шунт слева направо вызывает пере-

грузку объёмом и дилатацию правых отделов сердца, что приводит к растяжению предсердной проводящей ткани и формированию суправентрикулярных тахикардий, включая ФП и ТП [7, 11, 18]. После хирургической коррекции основным субстратом аритмий становится постоперационный рубец, чаще в области мембранозного сегмента или выводного тракта правого желудочка (ПЖ), формирующий условия для re-entry и возникновения ЖТ [6, 12]. Дополнительным фактором риска служит фиброз миокарда, определяемый по данным МРТ с отсроченным контрастированием, степень которого тесно коррелирует с электрической нестабильностью и вероятностью устойчивых желудочковых аритмий [14, 16].

Диагностика. Современные методы диагностики аритмий у взрослых пациентов с ДМЖП включают:

- длительное ЭКГ-мониторирование (холтеровское мониторирование 24–72 ч, длительные внешние или имплантируемые луп-рекордеры);
- электрофизиологическое исследование (ЭФИ) у пациентов с подозрением на желудочковые тахикардии;
- МРТ сердца с отсроченным контрастированием, позволяющую выявить рубцовые зоны и фиброз, являющиеся потенциальными субстратами аритмий [12, 14, 15].

Применение высокоточных методов визуализации существенно улучшило стратификацию риска и позволило выявлять скрытые зоны фиброза, недоступные стандартным методам диагностики, что особенно важно при прогнозировании ЖТ.

Обсуждение

Анализ современных исследований подтверждает, что аритмии у взрослых пациентов с дефектом межжелудочковой перегородки остаются весьма распространённым и клинически значимым осложнением. Даже при успешной коррекции порока в детском возрасте долгосроч-

Таблица 2

Основные механизмы и факторы риска аритмий у взрослых пациентов с ДМЖП

Механизм	Клиническая значимость	Преобладающие аритмии	Источники
Дилатация ПП и ПЖ	Растяжение миокарда, нарушение однородности проведения	ФП, ТП	[7, 11]
Длительное существование шунта	Перегрузка объёмом	НЖТА	[4, 7]
Постоперационный рубец	Формирование re-entry	ЖТ	[6, 12]
Фиброз миокарда (МРТ)	Электрическая нестабильность	ЖТ	[14, 16]
Поражение проводящей системы	АВ-блокада, блокады ножек пучка Гиса	Брадикардии, АВ-блокада	[13, 17]

ные электрические последствия сохраняют влияние на прогноз. Эти наблюдения отражены как в международных регистрах, так и в российских данных, которые демонстрируют высокую частоту нарушений ритма и их связь с remodelированием камер сердца [5, 7, 9, 10].

Наиболее частыми остаются предсердные аритмии. Длительный шунт слева направо приводит к объёмной перегрузке правых отделов, дилатации предсердий и формированию субстрата для фибрилляции и трепетания предсердий [4, 7, 11]. Это подтверждают исследования J. Francisco-Pascual et al. и D. Ntiloudi et al., подчёркивающие роль структурных изменений предсердий в развитии суправентрикулярных тахикардий [4, 7]. Российские когортные наблюдения также показывают, что наджелудочковые аритмии являются одним из ведущих клинических проявлений у взрослых с ВПС, включая ДМЖП [9, 10].

Желудочковые тахикардии встречаются реже, однако имеют значительно более высокую прогностическую значимость. Исследования показывают, что риск ЖТ существенно возрастает при наличии постоперационного рубца, локального фиброза или зон неоднородного проведения миокарда [6, 12, 14]. МРТ сердца с отсроченным контрастированием играет ключевую роль в выявлении таких изменений, а объём позднего контрастирования тесно связан с вероятностью устойчивых желудочковых аритмий [14, 16]. Эти данные согласуются с наблюдениями о сохранении риска re-entry ЖТ спустя десятилетия после закрытия ДМЖП [6, 12]. Дополнительно показано, что сочетание желудочковых аритмий и сердечной недостаточности у взрослых с ВПС ухудшает долгосрочный прогноз и требует комплексного ведения [19].

Нарушения проводимости также являются характерным компонентом течения ДМЖП, особенно перимембранозных форм, при которых близость дефекта к проводящей системе увеличивает вероятность повреждения пучка Гиса как вследствие порока, так и после хирургической коррекции [6, 13]. Выявление блокад ножек пучка Гиса, АВ-блокад и других проводниковых нарушений подчёркивает необходимость длительного наблюдения и своевременного решения вопроса об имплантации электрокардиостимулятора [20]. Показано, что электрофизиологическое remodelирование может прогрессировать даже при отсутствии выраженных симптомов,

что диктует необходимость регулярной оценки электрической стабильности пациентов.

Диагностические возможности в последние десятилетия существенно расширились. Холтеровское мониторирование, ЭФИ и особенно МРТ сердца с отсроченным контрастированием позволяют более точно стратифицировать риск аритмий и выявлять пациентов с потенциальной электрической нестабильностью [12, 14, 15]. Важную роль играет мультидисциплинарный подход, включающий участие АСНД-кардиолога, аритмолога и специалистов по визуализации, что особенно важно при сложных формах врождённых пороков сердца.

Катетерная абляция рассматривается как эффективный метод лечения и предсердных, и желудочковых аритмий у пациентов с ДМЖП, однако её успех во многом зависит от локализации постоперационного рубца, выраженности remodelирования и наличия фиброза [11, 12, 21]. В тяжёлых случаях показано применение имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов, особенно при сниженной фракции выброса или документированной устойчивой желудочковой тахикардии. Модернизированные подходы к ведению пациентов с септальными дефектами, описанные в современных работах, подтверждают важность понимания взаимосвязи структурных изменений перегородки и развития аритмий [22, 23].

Таким образом, представленные данные подчёркивают необходимость пожизненного наблюдения взрослых пациентов с ДМЖП, даже при успешной ранней хирургической коррекции. Регулярная оценка электрической стабильности сердца, своевременное применение современных методов визуализации, индивидуальный выбор тактики лечения и интервенционных методов являются ключевыми факторами улучшения прогноза и качества жизни пациентов данной категории.

Заключение

Аритмии у взрослых пациентов с дефектом межжелудочковой перегородки представляют собой частое и клинически значимое осложнение, связанное как с длительным гемодинамическим remodelированием, так и с постоперационными изменениями миокарда. Наиболее распространёнными являются предсердные тахикардии, тогда как желудочковые нарушения ритма и АВ-блокады определяют риск тяжёлых исходов. Наличие рубца и фиброза существенно повышает вероятность электрической неста-

бильности, что подчёркивает необходимость регулярного наблюдения, своевременной диагностики и применения современных методов интервенционного лечения. Индивидуализированный подход и пожизненное ведение в специализированных центрах остаются основой оптимизации прогноза у данной категории пациентов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список / References

1. Alahmadi M.H., Oliver T.I. Ventricular septal defect. [Updated 2024 Oct 16]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470330/>
2. Eckerström F., Nyboe C., Maagaard M. et al. Survival of patients with congenital ventricular septal defect. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (1): 54–61. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac618
3. Baumgartner H., De Backer J., Babu-Narayan S.V. et al. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (6): 563–645. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa554
4. Francisco-Pascual J., Mallofré Vila N., Santos-Ortega A., Rivas-Gándara N. Tachyarrhythmias in congenital heart disease. *Front. Cardiovasc. Med.* 2024; 11: 1395210. DOI: 10.3389/fcvm.2024.1395210
5. Schamroth Pravda N., Kalter-Leibovici O., Nir A. et al. Arrhythmia burden among adult patients with congenital heart disease: a population-based study. *J. Am. Heart Assoc.* 2024; 13 (9): e031760.
6. Ünlütürk S., Kauling R.M., Cuypers J.A.A.E. et al. Long-term outcome after surgical ventricular septal defect closure: longitudinal follow-up into the fifth decade. *Int. J. Cardiol. Congenit. Heart Dis.* 2025; 22: 100624.
7. Ntiloudi D., Rammos S., Karakosta M. et al. Arrhythmias in patients with congenital heart disease: an ongoing morbidity. *J. Clin. Med.* 2023; 12 (22): 7020.
8. Bessière F., Waldmann V., Combes N. et al. Ventricular arrhythmias in adults with congenital heart disease, Part II: JACC state-of-the-art review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2023; 82 (11): 1121–1130. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.06.036
9. Самсонов В.Б., Гаджиева А.Ш., Смутьская Ю.А. Удаление инфицированных эпикардальных желудочковых электродов у больного с многоэтапным хирургическим лечением аномалии Эбштейна. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2022; 23 (4): 452–457. DOI: 10.24022/1810-0694-2022-23-4-452-457 Samsonov V.B., Gadzhieva A.Sh., Smul'skaya Y.A. Removal of infected epicardial ventricular electrodes in a patient with multi-stage surgical treatment of Ebstein's anomaly. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2022; 23 (4): 452–457 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2022-23-4-452-457
10. Рубцов П.П., Бокерия Л.А. Эпидемиология аритмий у взрослых пациентов с врожденными пороками сердца. *Анналы аритмологии.* 2021; 18 (4): 223–229. DOI: 10.15275/annaritm.2021.4.3 Rubtsov P.P., Bockeria L.A. Arrhythmias prevalence in adult patients with congenital heart disease. *Annaly Aritmologii.* 2021; 18 (4): 223–229 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritm.2021.4.3
11. Jacquemart E., Bessière F., Combes N. et al. Incidence, risk factors, and outcomes of atrial arrhythmias in adult patients with atrioventricular septal defect. *J. Am. Coll. Cardiol. EP.* 2022; 8 (3): 331–340.
12. Кваша Б.И., Сергуладзе С.Ю., Проничева И.В. и др. Оценка влияния различных факторов на прогноз катетерного лечения инцизионных предсердных тахикардий. *Креативная кардиология.* 2023; 17 (1): 124–139. DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-1-124-139 Kvasha B.I., Serguladze S.Yu., Pronicheva I.V. et al. Assessment of the influence of various factors on the prognosis of catheter treatment of incisional atrial tachycardias. *Creative Cardiology.* 2023; 17 (1): 124–139 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-1-124-139
13. Gatzoulis M.A., Freeman M.A., Siu S.C. et al. Atrial arrhythmia after surgical closure of atrial septal defects in adults. *N. Engl. J. Med.* 1999; 340 (11): 839–846. DOI: 10.1056/NEJM199903183401103
14. Chivulescu M., Aabel E.W., Gjertsen E. et al. Electrical markers and arrhythmic risk associated with myocardial fibrosis in mitral valve prolapse. *Europace.* 2022; 24 (7): 1156–1163. DOI: 10.1093/europace/euac017
15. Khairy P. Arrhythmias in adults with congenital heart disease: what the practicing cardiologist needs to know. *Can. J. Cardiol.* 2019; 35 (12): 1698–1707. DOI: 10.1016/j.cjca.2019.07.009
16. Small A.J., Dai M., Halpern D.G., Tan R.B. Updates in arrhythmia management in adult congenital heart disease. *J. Clin. Med.* 2024; 13 (15): 4314.
17. Liu W., Bu H. Suturing strategies for reducing the risk of the conduction disorders after perimembranous ventricular septal defect closure. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2022; 62 (1): ezac057. DOI: 10.1093/ejcts/ezac057
18. Moore J.P., Khairy P. Adults with congenital heart disease and arrhythmia management. *Cardiol. Clin.* 2020; 38 (3): 417–434.
19. Moore J.P., Marelli A., Burchill L.J. et al. Management of heart failure with arrhythmia in adults with congenital heart disease: JACC state-of-the-art review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 80 (23): 2224–2238.
20. Бокерия Л.А., Семенова Л.Д. Применение клеточных технологий в кардиохирургии. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2021; 22 (5): 485–491. DOI: 10.24022/1810-0694-2021-22-5-485-491 Bockeria L.A., Semenova L.D. Application of cellular technologies in cardiac surgery. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2021; 22 (5): 485–491 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2021-22-5-485-491
21. Самсонов В.Б., Гаджиева А.Ш., Смутьская Ю.А. Удаление инфицированных эпикардальных желудочковых электродов у больного с многоэтапным хирургическим лечением аномалии Эбштейна. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2022; 23 (4): 452–457. DOI: 10.24022/1810-0694-2022-23-4-452-457 Samsonov V.B., Gadzhieva A.Sh., Smul'skaya Yu.A. Removal of infected epicardial ventricular leads in a patient with multi-stage surgical treatment of Ebstein's anomaly. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2022; 23 (4): 452–457 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2022-23-4-452-457
22. Correria A., Mauriello A., Di Peppo M. et al. Atrial septal defect and heart rhythm disorders: physiopathological linkage and clinical perspectives. *Biomedicine.* 2025; 13 (10): 2427.
23. Голухова Е.З. Отчет о лечебной и научной работе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России за 2024 год. Перспективы дальнейшего развития. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2025; 26 (Спецвыпуск): 5–130. DOI: 10.24022/1810-0694-2025-26S Golukhova E.Z. Report on the clinical and scientific activity of Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery for 2024. Development prospects. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2025; 26 (Special Issue): 5–130 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2025-26S

Поступила 18.09.2025

Принята к печати 11.11.2025

© И.В. ТЕТВАДЗЕ, С.А. ДОНАКАНЯН, П.П. РУБЦОВ, Т.Г. ЛЕ, З.Ф. ФАТУЛАЕВ,
М.К. САНАКОЕВ, Л.А. БОКЕРИЯ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.313.2

DOI: 10.15275/annaritm.2025.4.2

ОТ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ – К СИНУСОВОМУ РИТМУ: ОТ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ УГРОЗЫ – К СТАБИЛЬНОМУ ОТДАЛЕННОМУ ИСХОДУ

Тип статьи: клинический случай

И.В. Тетвадзе, С.А. Донаканян, П.П. Рубцов, Т.Г. Ле, З.Ф. Фатулаев, М.К. Санакоев, Л.А. Бокерия

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Тетвадзе Инга Владимировна, канд. мед. наук, гл. врач Института кардиохирургии им. В.И. Бураковского; orcid.org/0000-0001-8730-2201, e-mail: inga.tetvadze@mail.ru

Донаканян Сергей Агванович, д-р мед. наук, заведующий отделением интерактивной патологии, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-0942-2931

Рубцов Павел Петрович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-5756-9332

Ле Татьяна Георгиевна, мл. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-9523-0172

Фатулаев Замик Фахрудинович, канд. мед. наук, вед. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-9279-0596

Санакоев Мераб Константинович, канд. мед. наук, науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-1422-9733

Бокерия Лео Антонович, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, президент; orcid.org/0000-0002-6180-2619

Представлен клинический случай успешного лечения 64-летнего мужчины с тяжёлой сочетанной патологией: кальцинированным критическим аортальным стенозом, митральной и трикуспидальной недостаточностью, фибрилляцией предсердий, устьевым стенозом передней межжелудочковой ветви и флотирующим тромбозом большой подкожной вены. Учитывая высокий риск прогрессирования любого из элементов сочетанной кардиальной и сосудистой патологии, было выполнено симультанное радикальное вмешательство: протезирование аортального и митрального клапанов, пластика трикуспидального клапана, радиочастотная модификация операции «Лабиринт», аортокоронарное шунтирование и тромбэктомия. В раннем послеоперационном периоде развилась острая сердечная недостаточность, потребовавшая установки внутриаортального баллонного контрпульсатора, однако в дальнейшем, на фоне проводимых мер и интенсивной терапии, пациент восстановился. Через 5 лет фракция выброса левого желудочка составила 70%, шунт оставался проходимым, а функция протезов – стабильной.

Описанный случай демонстрирует, что в отдельных случаях, при наличии достаточного опыта хирургической команды и мультидисциплинарного подхода, выполнение сложных и объёмных реконструктивных вмешательств становится не только возможным, но и приводит к превосходному отдалённому результату.

Ключевые слова: клапанная патология, тромбоз глубоких вен, радиочастотная модификация операции «Лабиринт», аортокоронарное шунтирование, острая сердечная недостаточность, фибрилляция предсердий

FROM ATRIAL FIBRILLATION TO SINE RHYTHM: FROM A MULTIPLE THREAT TO A STABLE LONG-TERM OUTCOME

I.V. Tetvadze, S.A. Donakanyan, P.P. Rubtsov, T.G. Le, Z.F. Fatulaev, M.K. Sanakoev, L.A. Bockeria

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Inga V. Tetvadze, Cand. Med. Sci., Chief Physician of Burakovskiy Institute of Cardiac Surgery;
orcid.org/0000-0001-8730-2201, e-mail: inga.tetvadze@mail.ru

Sergey A. Donakanyan, Dr. Med. Sci., Head of the Department of Interactive Pathology, Cardiovascular Surgeon;
orcid.org/0000-0003-0942-2931

Pavel P. Rubtsov, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5756-9332

Tatyana G. Le, Junior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9523-0172

Zamik F. Fatulaev, Cand. Med. Sci., Leading Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-9279-0596

Merab K. Sanakoev, Cand. Med. Sci., Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-1422-9733

Leo A. Bockeria, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, President;
orcid.org/0000-0002-6180-2619

The article presents a clinical case of successful treatment of a 64-year-old man with severe combined cardiovascular pathology, including calcified moderate aortic stenosis, mitral and tricuspid regurgitation, atrial fibrillation, ostial stenosis of the left anterior descending coronary artery, and a floating thrombus in the saphenous vein. Given the high risk of fast progression of any component of this complex cardiovascular disease, a simultaneous radical surgical intervention was performed: mechanical aortic and mitral valve replacement, tricuspid valve repair (de Vega annuloplasty), radiofrequency-modified Maze procedure, coronary artery bypass grafting using the saphenous vein, and thrombectomy from the femoral vein. In the early postoperative period, the patient developed acute heart failure requiring intra-aortic balloon counterpulsation. However, with intensive care and targeted therapy, he fully recovered. At five-year follow-up, left ventricular ejection fraction was 70%, the venous graft remained patent, and mechanical valve function was stable.

This case demonstrates that, in selected patients and with an experienced multidisciplinary surgical team, extensive and complex reconstructive cardiac surgery can be not only feasible but also yield an excellent long-term outcome.

Keywords: valvular heart disease, vein thrombosis, radiofrequency-modified Maze procedure, coronary artery bypass grafting, acute heart failure, atrial fibrillation

Введение

Сочетание ревматического поражения митрального и аортального клапанов с ишемической болезнью сердца, фибрилляцией предсердий и тромбозом глубоких вен нижних конечностей представляет собой сложную клиническую ситуацию в кардиохирургии [1]. У таких пациентов коррекция любого отдельного компонента патологии сердечно-сосудистой системы без учёта взаимосвязи между ними не только недостаточна, но и потенциально опасна. Попытка разделить лечение на этапы, проведя чрескожное коронарное вмешательство, связана с риском столкнуться с декомпенсацией клапанной патологии; игнорирование фибрилляции предсердий повышает риски развития сердечной недостаточности, а также увеличивает риск системной эмболии в долгосрочной перспективе; промедление с удалением тромботических масс из вен нижних конечностей чревато развитием тромбоэмболии лёгочных артерий [2].

В настоящей работе описан клинический случай успешного радикального оперативного лечения многокомпонентной кардиальной патологии у 64-летнего пациента. Разделение лечения на этапы рассматривалось, но было сочтено

неприемлемым, поскольку могло привести к фатальным осложнениям между этапами.

Описание случая

В марте 2011 г. в Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева поступил пациент Д., 64 лет, с основным диагнозом: комбинированный порок аортального клапана, с тяжелым стенозом (пиковый градиент более 100 мм рт. ст.) и недостаточностью 2 степени, а также длительное время сопутствовавшими нарушениями ритма сердца: персистирующей формой фибрилляции предсердий (тахисистолический вариант) (рис. 1). Принятие решения в пользу оперативного лечения было несложным, поскольку протезирование аортального клапана является золотым стандартом лечения гемодинамически значимого аортального стеноза. Однако в ходе обследования у пациента выявлены комбинированный порок митрального клапана с формированием стеноза (пиковый градиент 17 мм рт. ст.) и недостаточностью 3 степени, а также развитие трикуспидальной недостаточности 3 степени и высокой легочной гипертензии (давление в правых отделах 63 мм рт. ст.). По данным предоперационной ко-

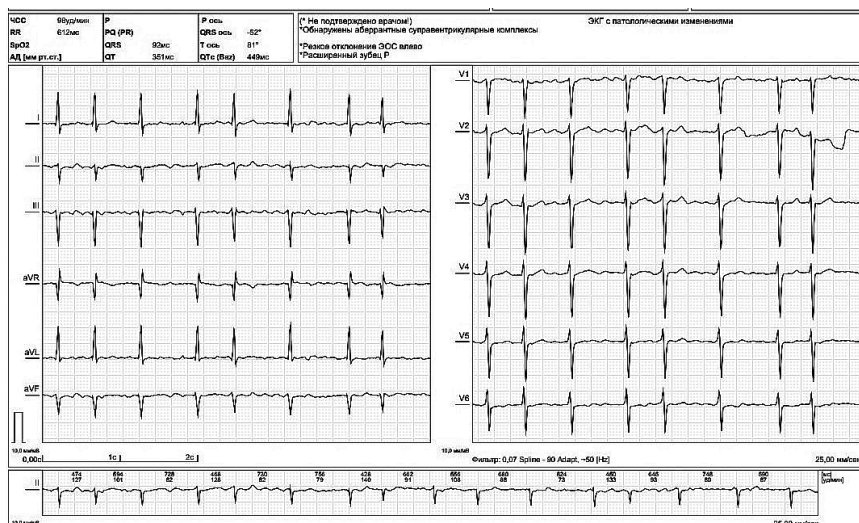


Рис. 1. Электрокардиография: фибрилляция предсердий

ронографии, выявлялся устьевой гемодинамически значимый стеноз (90%) передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии (ПМЖВ ЛКА) (рис. 2). Важно отметить, что по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) (конечный систолический размер 5,1 см, конечный диастолический размер 6,7 см, конечный диастолический объем 231 мл, конечный систолический объем 125 мл, фракция выброса (ФВ) 46%), а также клинически отмечалась декомпенсация сердечной деятельности по пороку. Таким образом, уже формировалась стратегия одномоментной коррекции клапанной патологии, нарушений ритма сердца и реваскуляризации миокарда. Клиническая сложность усугубилась находкой обтурирующего флотирующего тромба в большой подкожной вене (БПВ) с переходом на

общую бедренную вену слева, что создавало угрозу системной тромбоэмболии и требовало срочного вмешательства в венозное русло.

Учитывая высокий риск прогрессирования любого из компонентов заболевания, консилиумом было принято решение о проведении радикального хирургического вмешательства, включавшего коррекцию порока митрального, аортального и трикуспидального клапанов, изоляцию аритмогенных зон (модификация операции «Лабиринт»), аортокоронарное шунтирование, а также тромбэктомию из вен нижних конечностей.

В марте 2011 г. была выполнена сложная реконструкция сердца: протезирование аортального и митрального клапанов механическими протезами Sorin № 25 и № 27 соответственно (рис. 3, 4), пластика трикуспидального клапана по de Vega; с целью восстановления синусового ритма проведена изоляция легочных вен путем радиочастотной модификации операции «Лабиринт» (рис. 5), а также аортокоронарное шунтирование передней межжелудочковой ветви большой подкожной веной (конduit из БПВ справа). Бригадой сосудистых хирургов была выполнена тромбэктомия из общей бедренной вены слева. Общая продолжительность вмешательства составила 8 ч 36 мин, время искусственного кровообращения – 310 мин, аноксия сердца длилась 197 мин. В качестве кардиоплегического раствора был использован кустодиол. Контроль аортокоронарного шунта осуществляли с помощью интраоперационной шунтографии, которая подтвердила его удовлетворительную функцию.

В связи с большим объемом операции, а также исходной тяжестью пациента в раннем послеоперационном периоде развилась прогно-

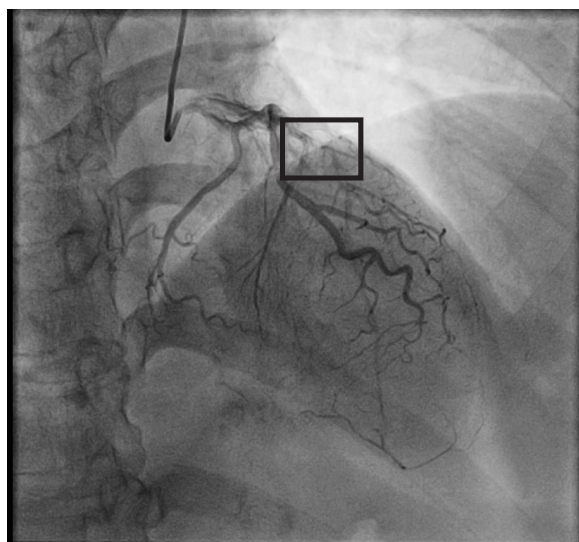


Рис. 2. Коронарография до операции: визуализируется сужение более 90% ПМЖВ ЛКА (выделено прямоугольником)

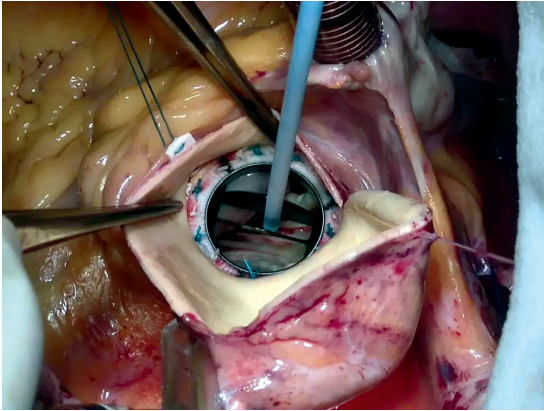


Рис. 3. Протез аортального клапана

зируемая острая сердечная недостаточность, потребовавшая установки внутриаортального баллонного контрпульсатора (ВАБК). Несмотря на тяжесть состояния, к 5–6-м суткам наблюдалось постепенное улучшение гемодинамики, отход от высоких доз кардиотонической поддержки; ВАБК был удален, начата активизация, пациент был переведен на самостоятельное дыхание и доставлен в профильное отделение, где в условиях палаты интенсивной терапии продолжались активизация, подбор антикоагулянтной терапии, а также терапии сердечной недостаточности. Через 10 дней после операции у пациента восстановился синусовый ритм, были удалены временные миокардиальные электроды. Пациент был выписан на 19-е сутки в удовлетворительном состоянии, с рекомендациями по дальнейшему наблюдению.

При контрольном обследовании через год выполнены коронарография и ангиография аортотокоронарного шунта (шунтография), подтвержда-

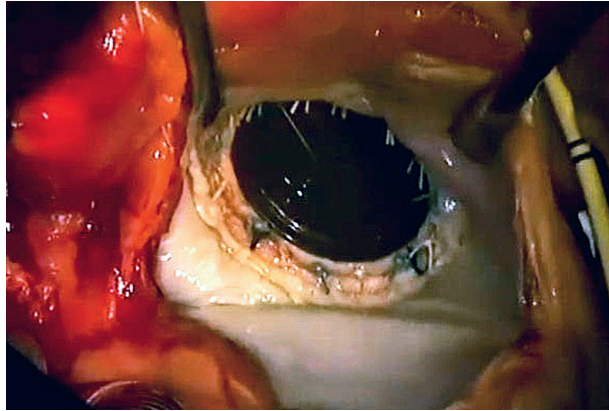


Рис. 4. Протез митрального клапана

дены проходимость венозного шунта, а также отсутствие прогрессирования атеросклероза в остальных коронарных бассейнах (рис. 6).

По данным ЭхоКГ – стабильная функция механических протезов и улучшение сократительной способности левого желудочка: фракция выброса составила 54%. Спустя 5 лет у пациента диагностированы синдром слабости синусового узла и преходящая атриовентрикулярная блокада II степени. В апреле 2016 г. была выполнена имплантация двухкамерного электрокардиостимулятора. При этом ФВ ЛЖ достигла 70%, функция протезов оставалась полностью сохранной, а шунт к передней межжелудочковой ветви – проходимым. В дальнейшем регулярное наблюдение осуществлялось в условиях НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева и продолжается по настоящее время. Пациент находится в I функциональном классе по NYHA, ведет активный образ жизни и не предъявляет жалоб на одышку или стенокардию.

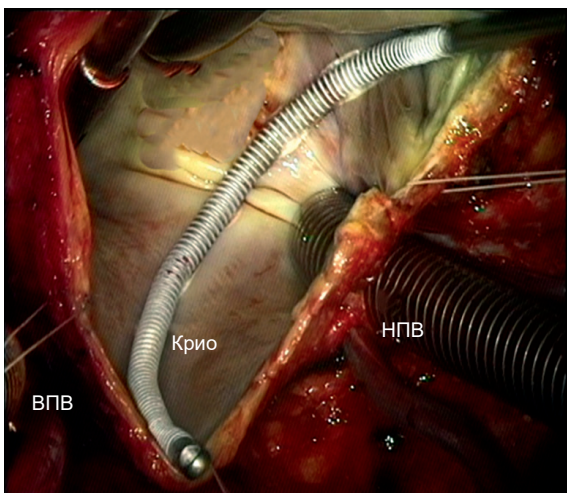


Рис. 5. Криомодификация операции «Лабиринт»

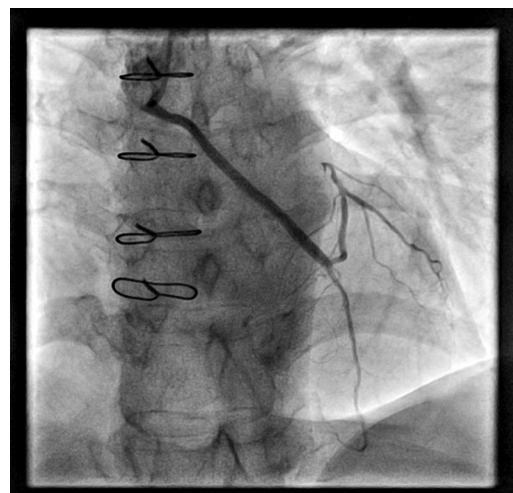


Рис. 6. Шунтография: функционирующий венозный шунт к ПМЖВ ЛКА

Обсуждение

Вопросы, связанные с необходимостью проведения одномоментных хирургических операций, остаются актуальными и по сей день. Так, продолжаются исследования, сравнивающие влияние одномоментного АКШ с протезированием аортального клапана на отдаленные исходы [3, 4]. Представленный нами случай иллюстрирует ключевой принцип ведения пациентов с многокомпонентной кардиальной патологией: коррекция «всего и сразу» не является хирургической амбицией – это жизненная необходимость.

Развитие острой сердечной недостаточности в раннем послеоперационном периоде и необходимость установки внутриаортального баллонного контрпульсатора не следует рассматривать как неудачу, а скорее как предсказуемую физиологическую реакцию на массивное хирургическое вмешательство у пациента с изначально сниженным миокардиальным резервом. Ключевым в этом эпизоде стало не столько применение ВАБК, сколько его своевременность и поддержка до момента восстановления собственной сократительной функции. Стабилизация гемодинамики и сердечной деятельности на 5–6-е сутки, а также восстановление ритма сердца в синусовый – прямое доказательство эффективности проведенной операции и лечения в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии.

Особую ценность представляет отдаленное наблюдение. Через год после операции фракция выброса достигла 54%, через 5 лет – 60%, что соответствует нормативным значениям. Шунт к передней межжелудочковой ветви оставался проходимым на всех контрольных коронарографиях, а функция механических протезов – стабильной. Эти данные свидетельствуют, что радикальная одномоментная коррекция не только спасла жизнь, но и восстановила качество сердечной деятельности на длительный срок.

Установка электрокардиостимулятора у пациентов после операции «Лабиринт», особенно в сочетании с протезированием митрального клапана, не является редким исходом [5]. В представленном наблюдении необходимо отметить, что это потребовалось через 5 лет. В данном случае имплантация электрокардиостимулятора в 2016 г. по поводу синдрома слабости синусового узла и преходящей атриовентрикулярной

блокады не является осложнением исходной операции, а отражает естественную возрастную дегенерацию проводящей системы сердца у пациента на восьмом десятилетии жизни, что не умаляет успеха основного вмешательства.

Заключение

Приведенный нами случай подтверждает, что у пациентов с сочетанной тяжелой клапанной, ишемической, аритмической и тромботической патологией радикальная одномоментная хирургия, несмотря на высокий периоперационный риск, может являться оптимальной стратегией, обеспечивающей не только выживаемость, но и отличный отдаленный функциональный и клинический результат [6].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список / References

1. Жильцов Д.Д., Рязанов М.В., Вайкин В.Е. и др. Современные показания и результаты сочетанных операций на клапанах сердца и коронарных артериях. *Медицинский альманах*. 2015; 3 (38): 51–53.
Zhiltsov D.D., Ryazanov M.V., Vaikin V.E. et al. Modern indications and results of concurrent surgeries of cardiac valves and coronary artery. *Medical Almanac*. 2015; 3 (38): 51–53 (in Russ.).
2. Бердибеков Б.Ш., Булаева Н.И., Голухова Е.З. Периоперационная медикаментозная терапия у взрослых пациентов, подвергающихся кардиохирургическим вмешательствам. *Креативная кардиология*. 2023; 17 (1): 34–49. DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-1-34-49
Berdibekov B.Sh., Bulaeva N.I., Golukhova E.Z. Perioperative medical therapy in adult patients undergoing cardiac surgery. *Creative Cardiology*. 2023; 17 (1): 34–49 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-1-34-49
3. Malmberg M., Gunn J., Sipilä J. et al. Comparison of long-term outcomes of patients having surgical aortic valve replacement with versus without simultaneous coronary artery bypass grafting. *Am. J. Cardiol*. 2020; 125 (6): 964–969. DOI: 10.1016/j.amjcard.2019.12.015
4. Gallinani A., D'Alessandro S., Singh G. et al. The impact of coronary artery bypass grafting added to aortic valve replacement on long-term outcomes in octogenarian patients: a reconstructed time-to-event meta-analysis. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2022; 35 (2): ivac164. DOI: 10.1093/icvts/ivac164
5. Ivert T., Boano G., Vanky F. et al. High incidence of permanent pacemaker after Cox-Maze IV and mitral valve surgery: a nationwide registry-based study. *Interdiscip. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2025; 40 (4): ivaf085. DOI: 10.1093/icvts/ivaf085
6. Голухова Е.З. Отчет о лечебной и научной работе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России за 2024 год. Перспективы дальнейшего развития. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2025; 26 (Спецвыпуск): 5–130. DOI: 10.24022/1810-0694-2025-26S
Golukhova E.Z. Report on the clinical and scientific activity of Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery for 2024. Development prospects. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2025; 26 (Special Issue): 5–130 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2025-26S

Поступила 03.10.2025

Принята к печати 09.12.2025

Рубрика: клиническая электрофизиология

© Б.М. АБДУЛРАХМАН, А.Г. ФИЛАТОВ, Д.С. ФОМИНА, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.311

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.4.3

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ АТИПИЧНОГО ТРЕПЕТАНИЯ ПРЕДСЕРДИЙ

Тип статьи: обзорная статья

Б.М. Абдулрахман, А.Г. Филатов, Д.С. Фомина

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Абдулрахман Басель Мохамедович, ординатор; orcid.org/0009-0007-5641-6039,
e-mail: developedabove@yandex.ru

Филатов Андрей Геннадьевич, д-р мед. наук, заведующий научным отделом рентгенохирургической и интраоперационной диагностики и лечения аритмий; orcid.org/0000-0002-7026-7814

Фомина Дарья Сергеевна, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-5211-2237

В обзоре освещены современные представления о катетерном лечении атипичного трепетания предсердий. Рассмотрены исторические предпосылки развития метода, принципы картирования, современные технологии визуализации и навигации, включая трёхмерное высокоточное картирование, внутрисердечную эхокардиографию и интеграцию данных мультиспиральной компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Показано, что применение современных электродов для высокоточного картирования, контроля контактной силы и автоматизированных алгоритмов обработки электрофизиологических сигналов способствует повышению точности локализации критических зон замедленного проведения электрического импульса. Выполнен сравнительный анализ катетерных и хирургических методов устранения тахикардий, продемонстрированы преимущества гибридных стратегий при сложных и инцизионных субстратах. Особое внимание уделено инновационным технологиям, включая абляцию импульсным полем, и перспективам их клинического применения. Обобщены данные клинических исследований по эффективности и безопасности катетерных вмешательств, выделены ключевые направления дальнейшего развития: стандартизация протоколов, внедрение искусственного интеллекта, расширение возможностей предоперационного моделирования и совершенствование систем картирования.

Результаты анализа подтверждают, что катетерная абляция остаётся основным методом лечения, обеспечивающим высокую эффективность и приемлемый профиль безопасности при условии индивидуализированного подхода и использования современных технологий визуализации.

Ключевые слова: атипичное трепетание предсердий, катетерная абляция, радиочастотная абляция, абляция импульсным полем, электроанатомическое картирование, хирургическое лечение аритмий

CURRENT APPROACHES TO THE TREATMENT OF ATYPICAL ATRIAL FLUTTER

B.M. Abdulrahman, A.G. Filatov, D.S. Fomina

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Basel M. Abdulrahman, Resident Physician; orcid.org/0009-0007-5641-6039, e-mail: developedabove@yandex.ru

Andrey G. Filatov, Dr. Med. Sci., Head of the Department of X-ray Surgical and Intraoperative Diagnostics and Treatment of Arrhythmias; orcid.org/0000-0002-7026-7814

Darya S. Fomina, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5211-2237

This review presents current perspectives on catheter-based treatment of atypical atrial flutter. The historical background of the method's development, principles of mapping, and modern visualization and navigation technologies are discussed, including three-dimensional high-density mapping, intracardiac echocardiography, and integration of multislice computed tomography and magnetic resonance imaging data. It is demonstrated that the use of advanced electrodes for high-density mapping, contact force control, and automated algorithms for electrophysiological signal processing improves the accuracy of localizing critical zones of slow conduction. A comparative analysis of catheter-based and surgical approaches to tachycardia ablation is provided, emphasizing the advantages of hybrid strategies in complex and incisional substrates. Special attention is given to innovative technologies such as pulsed field ablation and the prospects for their clinical application. Clinical studies on the efficacy and safety of catheter interventions are summarized, and key directions for further development are identified: standardization of procedural protocols, implementation of artificial intelligence, expansion of preoperative modeling capabilities, and improvement of mapping systems. The analysis confirms that catheter ablation remains the mainstay treatment method, providing high efficacy and an acceptable safety profile when performed with an individualized approach and the use of modern visualization technologies.

Keywords: atypical atrial flutter, catheter ablation, radiofrequency ablation, pulsed field ablation, electro-anatomical mapping, surgical treatment of arrhythmias

Введение

Атипичное трепетание предсердий (АТП) представляет собой группу макрореентри тахикардий, не зависящих от зоны кавотрикуспидального истмуса (КТИ). В отличие от типичного трепетания предсердий (ТП), характеризующегося кругом реентри вокруг трикуспидального клапана, АТП связано с зонами замедленного проведения в области фиброзных изменений, инцизий, мест канюляции, линий аблации [1].

Клиническое значение АТП возросло в последние два десятилетия вследствие активного внедрения катетерных и хирургических вмешательств при фибрилляции предсердий (ФП). После выполнения изоляции устьев лёгочных вен (ИЛВ) или гибридных операций частота возникновения вторичного трепетания предсердий достигает 20% случаев, что делает данную аритмию актуальной проблемой современной аритмологии [2].

Согласно данным аналитического сборника по аритмологии за 2023 г. [3], в Российской Федерации было выполнено 38 289 радиочастотных аблаций. Самую многочисленную группу составили пациенты с наджелудочковыми тахиаритмиями, в частности с трепетанием предсердий.

Электрофизиологическая сущность АТП определяется наличием устойчивой петли реентри, ограниченной анатомическими и функциональными барьерами, в формировании которых зачастую участвуют зоны постаблационного фиброза, хирургических рубцов или естественные структуры предсердий – устья вен, фиброзные кольца, участки фиброзированного миокарда [4].

Зоны поддержания АТП могут существенно различаться. Наиболее часто встречаются левопредсердные формы ТП, включающие перимитральные, крышезависимые и инцизионные тахикардии, однако возможны и правопредсердные варианты – вокруг кава-кавальной линии, в зонах атриотомного рубца и в местах канюляции полых вен. Верификация данных участков играет ключевую роль в выборе стратегии аблации и прогнозировании рисков [5].

Несмотря на схожие клинические проявления с типичным трепетанием предсердий, атипичные формы характеризуются большей резистентностью к медикаментозной терапии и более высокой частотой рецидивов после первичного вмешательства. Это связано с многофакторностью электрического субстрата, индивидуальной анатомией и наличием нескольких путей реентри [6].

Цель аблации АТП заключается в разобщении цикла реентри и создании полного двунаправленного блока между анатомическими барьерами. Развитие трёхмерных электроанатомических систем (CARTO, EnSite, Rhythmia и др.) радикально изменило подход к диагностике и лечению этой аритмии, позволив выполнять картирование с точностью до миллиметров и формировать безопасные линии блока [7].

В современных руководствах по электрофизиологии катетерная аблация рассматривается как метод выбора при симптомном или рецидивирующем АТП, при неэффективности антиаритмической терапии. Однако успех процедуры варьирует от 70 до 90% в зависимости от локализации петли реентри, протяжённости рубцовых зон и опыта хирурга. Рецидивы в отда-

лённые сроки остаются значимой проблемой, требующей повторных вмешательств или пересмотра стратегии лечения [8].

Проблема катетерного лечения АТП имеет не только клиническое, но и патофизиологическое значение, поскольку позволяет глубже понять процессы ремоделирования предсердий после ИЛВ. Вследствие этого анализ механизмов, технологий и результатов аблации атипичного трепетания предсердий приобретает важное значение для совершенствования аритмологической практики и повышения эффективности интервенционных подходов.

Методы

При подготовке обзора были проанализированы научные публикации, посвящённые катетерному лечению атипичного трепетания предсердий, включающие как клинические, так и экспериментальные исследования. Поиск источников проводился в международных базах данных PubMed, Scopus, MEDLINE, ScienceDirect и Cochrane Library за период с 2015 по 2025 г. Использовались ключевые слова: «атипичное трепетание предсердий», «КТИ-независимое трепетание», «макрореентри тахикардия», «катетерная аблация», «электроанатомическая навигация», «радиочастотная аблация», «аблация импульсным полем».

В анализ включались публикации, содержащие данные о механизмах возникновения АТП, методиках картирования и аблации, клинических исходах и отдалённых результатах, а также обзоры и метаанализы, отражающие современное состояние проблемы.

Для систематизации данных публикации были распределены по четырём основным направлениям:

- 1) электрофизиологические механизмы и классификация АТП;
- 2) технологии визуализации и картирования;
- 3) методики катетерной аблации и показатели эффективности;
- 4) сравнительный анализ катетерного и хирургического лечения.

В рамках обзора применялся описательный метод анализа с акцентом на клиническую эффективность, риски, осложнения и факторы рецидива. Основное внимание уделялось исследованиям с высоким уровнем доказательности (рандомизированные исследования, проспективные наблюдения, крупные ретроспективные се-

рии), а также обзорам, включающим обобщённые данные по множественным центрам.

Публикации, в которых атипичное трепетание предсердий не дифференцировалось от типичного, исключались из анализа. Также исключались работы, посвящённые только антиаритмической фармакотерапии, без описания интервенционных подходов.

Критериями отбора являлись:

- наличие в исследовании верифицированного посредством электрофизиологического исследования АТП;
- использование трёхмерного электроанатомического картирования (CARTO, EnSite, Rhythmia, и др.);
- указание клинических исходов аблации (эффективность, рецидивы, осложнения);
- длительность наблюдения не менее 6 мес.

Особое внимание уделялось исследованиям, описывающим анатомические и функциональные особенности субстрата реентри в случае инцизионного трепетания, поскольку именно эти формы составляют значительную долю АТП в современной клинической практике.

При интерпретации данных использовались элементы сравнительного и аналитического подхода. Отдельно рассматривались технологии визуализации, включая внутрисердечную эхокардиографию (ВСУЗИ), построение трехмерной электроанатомической карты предсердий и высокоплотное картирование. Для анализа эффективности и безопасности катетерной аблации учитывались параметры острой успешности, частота рецидивов, осложнения (тампонада, тромбоз, повреждение диафрагмального нерва) и среднесрочные результаты наблюдения.

На основе полученных данных была сформирована концептуальная модель, отражающая взаимосвязь между формой АТП, методом картирования, стратегией аблации и долгосрочным прогнозом.

Историческое развитие катетерного лечения трепетания предсердий

Эволюция катетерных методов лечения трепетания предсердий тесно связана с развитием интервенционной аритмологии конца XX – начала XXI в. Первые описания механизма типичного трепетания, основанные на концепции макрореентри вокруг кавотрикуспидального истмуса, появились в 1980-е годы. Именно тогда были проведены первые клинические экспери-

менты по локальной радиочастотной деструкции тканей в области истмуса, что позволило излечивать большую часть пациентов с типичным трепетанием предсердий [9].

К началу 1990-х годов радиочастотная абляция (РЧА) стала стандартом для лечения типичного ТП, демонстрируя высокий уровень эффективности (эффективность первичных вмешательств достигала 90%, низкий риск рецидива). Однако уже тогда стало очевидно, что часть пациентов после успешной абляции продолжает испытывать пароксизмы тахикардии, отличающиеся по морфологии и механизму. Эти формы не зависели от КТИ и получили наименование «атипичное трепетание предсердий» [2].

С накоплением клинического опыта в области катетерной абляции фибрилляции предсердий в 2000-х годах частота выявления АТП значительно увеличилась. Изоляция устьев лёгочных вен, являющаяся золотым стандартом лечения ФП, привела к формированию новых анатомических и электрических барьеров в левом предсердии. Это в свою очередь способствовало возникновению вторичных петель реентри, проходящих вдоль аблационных линий, по крыше предсердия или вокруг митрального кольца [5].

Одним из ключевых достижений стало внедрение трёхмерного электроанатомического картирования. Первая версия системы CARTO (Biosense Webster) появилась в клинической практике в конце 1990-х годов и позволила визуализировать электрическую активность в режиме реального времени, определяя зоны активации и блоков. Это послужило переломным моментом, открывшим возможность точного выявления критического истмуса в случае атипичных трепетаний [10].

Параллельно развивались и другие технологии: системы EnSite (Abbott), позже – Rhythmia (Boston Scientific), обеспечившие сбор десятков тысяч точек активации с высокой плотностью, что особенно важно при анализе сложных циклов реентри в фиброзированном миокарде. Использование этих систем позволило уточнить патогенез постаблационных тахикардий и выявить частые комбинации двухпетлевого трепетания [7].

С середины 2010-х годов начали применяться методы высокоплотного картирования, основанные на мультиэлектродных катетерах (Pentaray, Orion, HD Grid). Это позволило строить электроанатомические карты с пространственным разрешением менее 1 мм, что значительно

повысило точность идентификации узких каналов замедленного проведения «критических истмусов» – ключевых зон, ответственных за поддержание тахикардии [4].

Постепенно изменилось и понимание клинического значения АТП. Если ранее оно рассматривалось как редкая форма, то с распространением ИЛВ и ростом числа кардиохирургических вмешательств данная аритмия стала встречаться значительно чаще. Современные регистры фиксируют частоту развития АТП после абляции ФП в пределах 20%, причём более чем у половины пациентов выявляются множественные петли реентри [6].

Начиная с 2020-х годов внимание исследователей смещается в сторону новых энергетических подходов. Среди них – абляция импульсным полем, основанная на принципе электропорации клеточных мембран, вызывающей некроз без термического повреждения. Этот метод потенциально снижает риск повреждения окружающих структур и уже демонстрирует эффективность в лечении левопредсердных форм АТП [11].

Историческая динамика развития катетерного лечения трепетания предсердий иллюстрирует общую тенденцию – переход от эмпирических методов локальной деструкции к персонализированной навигационной электрофизиологии, основанной на точной визуализации и анатомо-функциональном анализе реентри. Вследствие этого катетерная абляция атипичного трепетания предсердий сегодня рассматривается как сложная, но предсказуемая процедура с высоким потенциалом успеха при правильной идентификации механизма.

Механизмы формирования и электрофизиологические особенности атипичного трепетания предсердий

Атипичное трепетание предсердий представляет собой макрореентную предсердную тахикардию, возникающую вне зоны кавотрикуспидального истмуса, который определяет типичную форму трепетания предсердий. Основой электрофизиологического механизма является циркуляция волны возбуждения по замкнутому кругу с участками замедленного проведения, образованными анатомическими или функциональными барьерами. В отличие от типичного трепетания, петли АТП характеризуются высокой вариабельностью и нередко формируются в областях с неоднородной тканевой структу-

рой – после хирургических вмешательств, аблации при фибрилляции предсердий или воспалительных изменений миокарда [2].

Анатомо-электрофизиологические субстраты

Основные зоны формирования петель АТП включают левое предсердие (крыша, митральный перешеек, задняя стенка, область устьев лёгочных вен) и правое предсердие (латеральная стенка, рубцовые участки в зонах канюляции и атриотомного рубца). Эти области обладают выраженной пространственной неоднородностью проводимости, что создаёт условия для возникновения реентри. Наиболее частым типом левопредсердного АТП является митрально-аннулярная тахикардия, при которой волна возбуждения циркулирует вокруг кольца митрального клапана через зону крыши или нижнего перешейка [12].

После аблации фибрилляции предсердий или изоляции устьев лёгочных вен возможны формирование постаблационных циклов, проходящих вдоль линий неполноценного блока, по краям рубцовых зон или между двумя функциональными блоками [5].

В правом предсердии контуры часто формируются в области рубцовых изменений после хирургических коррекций врожденных пороков сердца (например, коррекции тетрады Фалло, пластики межпредсердной перегородки). Такие тахикардии известны как инцизионные и характеризуются сложной архитектурой активации, включающей «двойные петли» и множественные зоны замедленного проведения.

Роль фиброза и рубцовых изменений

Морфологическим субстратом АТП является сочетание фиброза, утраты межклеточных соединений и очагов остаточной проводимости. Наличие таких участков создаёт каналы замедленного проведения, через которые распространяется волна возбуждения, замыкая цикл тахикардии. Магнитно-резонансная томография (МРТ) с контрастным усилением позволяет визуализировать распределение рубцовой ткани и сопоставить её с зонами низковольтных потенциалов на электроанатомической карте [6].

Фиброзная трансформация миокарда предсердий может быть как следствием хирургического или аблационного воздействия, так и результатом хронической дилатации при структурных заболеваниях сердца. При этом прогрес-

сирующее ремоделирование приводит к расширению контуров реентри и формированию множественных петель возбуждения, что существенно осложняет картирование и требует индивидуальной стратегии аблации.

Функциональные и динамические барьеры

Помимо анатомических структур, в формировании контуров АТП участвуют функциональные барьеры, обусловленные анизотропией проведения, временной рефрактерностью и неравномерностью восстановительных процессов в различных участках миокарда. Такие барьеры нестабильны и могут изменяться под действием частоты стимуляции, фармакологических средств или метаболических факторов.

Электрофизиологические исследования показали, что скорость проведения в критических участках замедляется до 0,2–0,4 м/с, что создаёт условия для циркуляции волны возбуждения без преждевременного столкновения с зоной рефрактерности [10].

Классификация АТП

Согласно современной классификации, основанной на анатомо-электрофизиологическом принципе, выделяются следующие основные формы АТП:

- 1) митрально-зависимое трепетание;
- 2) трепетание по крыше левого предсердия;
- 3) трепетание по задней стенке левого предсердия;
- 4) “gap”-зависимое трепетание;
- 5) инцизионное правопредсердное трепетание;
- 6) двухпетлевое трепетание.

Каждая форма требует специфической стратегии картирования и аблации с учётом локализации и топографии зоны замедленного проведения.

Электрокардиографическая диагностика и идентификация петель реентри

Электрокардиографические признаки АТП зависят от направления фронта активации и вовлечённой анатомической области. При митрально-зависимом трепетании предсердий наблюдаются отрицательные волны F в отведениях I, aVL и положительные – в нижних отведениях; при цикле в зоне крыши – мелковолновой паттерн в V1–V2; при правопредсердных постоперационных формах – вариабельная морфология волн F, нередко с изменением полярности от цикла к циклу [4].

Тем не менее дифференцировать АТП по ЭКГ затруднительно, особенно при множественных петлях или низкоамплитудных волнах. Поэтому ЭКГ используется преимущественно как инструмент предварительной оценки, а окончательная диагностика основывается на электроанатомическом картировании и анализе стимуляционных манёвров.

Электрофизиологическое картирование и подтверждение механизма аритмии

Для подтверждения механизма АТП применяется комбинированный подход, включающий активационное и энтрейнмент картирование. При активационном картировании строится последовательная карта возбуждения, отображающая его замкнутую циркуляцию, а при энтрейнмент картировании проводится стимуляция в предполагаемой критической зоне с измерением постстимуляционного интервала. Если он приблизительно равен циклу тахикардии, участок считается частью кольца реентри.

Современные исследования показали, что использование трёхмерных систем с автоматическим анализом активации повышает точность диагностики и сокращает время процедуры на 25–30% [13].

Физиологические аспекты устойчивости реентри

Устойчивость реентри при АТП определяется соотношением длины пути циркуляции и эффективного рефрактерного периода (ЭРП). При укорочении ЭРП или увеличении длины пути волна возбуждения имеет возможность замыкаться без коллизии с зоной изоляции. Фармакологические и структурные факторы, изменяющие эти параметры, способны влиять на индуцируемость и устойчивость тахикардии.

Детальное понимание электрофизиологических механизмов АТП имеет фундаментальное значение для разработки индивидуализированных стратегий абляции. Это позволяет прогнозировать направление контура, выбирать оптимальные линии блока и минимизировать риск рецидива при сохранении функциональной активности предсердий.

Современные технологии визуализации и картирования

Развитие технологий визуализации и электроанатомического картирования стало фактором,

определившим новый стандарт катетерного лечения атипичного трепетания предсердий. Анатомическая сложность петель реентри, множественность линий абляции и наличие фиброзных изменений делают классические методы верификации аритмогенных зон недостоверными. Применение трёхмерных и интеграционных систем картирования позволило перейти от эмпирического подхода к точной анатомо-функциональной навигации.

Электроанатомическое картирование

Современные системы трёхмерного картирования (CARTO 3, EnSite X, Rhythmia HDx) обеспечивают построение детализированной карты предсердной активации с точностью пространственного разрешения до 0,5–1 мм. Технология основана на регистрации эндограммы с последующей реконструкцией временной последовательности возбуждения и пространственного распределения биопотенциалов. Это позволяет идентифицировать критические зоны замедленного проведения, функциональные барьеры и участки блоков, играющие роль в поддержании петли [7].

Важнейшим усовершенствованием стало внедрение многополюсных катетеров (PentaRay, HD Grid, Orion), что обеспечило возможность перехода к высокоплотному картированию. Данная методика позволяет собирать десятки тысяч точек за короткое время, обеспечивая непрерывное построение поверхности предсердия и повышая вероятность обнаружения узких каналов реентри [4].

Использование топографических и активационных карт в сочетании с анализом электрофизиологических потенциалов даёт возможность проводить точную дифференциацию между активными и пассивными зонами проведения, определять направление петли и выделять ключевые участки, требующие абляции.

Внутрисердечное эхокартирование

Внутрисердечное эхокартирование стало неотъемлемым инструментом при сложных абляциях. Метод обеспечивает визуализацию анатомических ориентиров в реальном времени и контроль за положением катетера в полости предсердия, особенно при работе вблизи критических структур – митрального клапана, межпредсердной перегородки или устьев лёгочных вен. Внутрисердечное ультразвуковое исследо-

вание также используется во время транссептального доступа, визуализации рубцовых зон и оценки толщины стенки миокарда при левопредсердных формах АТП [13].

Современные системы ВСУЗИ (AcuNav, ViewFlex Xtra, SoundStar) интегрируются с электроанатомическими картами, создавая комбинированные 3D-модели. Это повышает точность позиционирования аблационного катетера и снижает риск осложнений, таких как перфорация стенки предсердия или повреждение диафрагмального нерва.

Развитие данных систем и совершенствование опыта хирургов позволяет выполнять операции с минимальным воздействием рентгеновского излучения.

Интеграция с данными компьютерной и магнитно-резонансной томографии

В последние годы активно развивается технология эхокартирования, при которой трёхмерная электроанатомическая карта совмещается с изображениями, полученными с помощью мультиспиральной компьютерной томографии или МРТ высокого разрешения. Такая интеграция позволяет учитывать индивидуальные анатомические особенности, например вариации расположения устьев лёгочных вен, утолщение стенок левого предсердия или наличие послеоперационных рубцов [5].

Особое значение эта технология имеет при повторных вмешательствах, когда предсердие уже подвергалось множественным абляциям, а анатомия значительно изменена. Применение фьюжн-картирования облегчает навигацию и помогает минимизировать избыточное повреждение тканей.

Контактная сила и автоматизация картирования

Внедрение катетеров с контролем силы соприкосновения с миокардом стало значительным шагом в развитии РЧА. Контроль силы прижатия электрода к поверхности эндокарда позволяет достичь трансмуральности поражения, предотвращая как неэффективное воздействие, так и избыточное повреждение тканей [14].

Современные системы используют алгоритмы автоматического сбора данных и цветового кодирования, что ускоряет процесс построения карт и повышает воспроизводимость результатов. Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в системы картирования находится на ста-

дии активной разработки: нейросетевые модули анализируют закономерности активации и могут предсказывать возможные участки замедленного проведения и петли реентри [8].

Будущие направления развития визуализации

Перспективными направлениями остаются внедрение неинвазивных технологий картирования, включая поверхностное картирование и оптическую реконструкцию активации миокарда. Эти подходы позволяют выполнять диагностику аритмий без внутрисердечного вмешательства, формируя потенциальную основу для предоперационного планирования аблации [15].

Разработка гибридных систем, объединяющих внутрисердечные, поверхностные и визуализационные данные, создаёт основу для персонализированного моделирования электрофизиологических процессов. Это открывает возможность моделирования вероятных контуров реентри и индивидуального подбора линий аблации.

Таким образом, современное развитие технологий визуализации и картирования радикально изменило парадигму катетерного лечения АТП, превратив его из эмпирического вмешательства в прецизионную, анатомически ориентированную процедуру.

Результаты и клиническая эффективность катетерной аблации при атипичном трепетании предсердий

Эффективность катетерной аблации при атипичном трепетании предсердий оценивается в зависимости от частоты рецидивов, необходимости повторных вмешательств и безопасности метода. Поскольку АТП представляет собой гетерогенную группу макрореентных тахикардий, показатели эффективности зависят от анатомического субстрата, локализации «критического» истмуса и характера предшествующих вмешательств.

Результаты в раннем послеоперационном периоде

По данным метаанализа, включающего 24 исследования с общим числом пациентов более 4500, успешность аблации АТП варьирует от 70 до 95%. Более высокие показатели наблюдаются при правопредсердной форме, особенно у пациентов без выраженных послеоперационных рубцов. В то время как при левопредсердной форме, особенно постаблационном АТП,

эффективность снижается вследствие сложности анатомии и множественных линий блоков [7].

Применение трёхмерного электроанатомического картирования позволило существенно повысить острую результативность. Исследование N. Johner et al. (2024 г.) показало, что использование систем высокоплотного картирования увеличивает вероятность идентификации «критического» истмуса и завершения тахикардии с 78 до 92% [4].

Отдалённые результаты и частота рецидивов

Отдалённая эффективность РЧА АТП остаётся актуальной проблемой. Согласно данным международных регистров, рецидивы аритмии в течение первого года наблюдаются у 25–40% пациентов. Основными факторами, предрасполагающими к рецидиву, являются наличие обширных рубцовых зон, неполные линии блока, множественные петли реентри и прогрессирующая дилатация предсердий [16].

В исследовании A. Bodur et al. (2016 г.) было показано, что у пациентов с постаблационным левопредсердным АТП успешность первой процедуры составляет 73%, а после повторной достигает 88%. Наличие изолированных рубцовых каналов, соединяющих линии предыдущих аблаций, требует применения стратегий направленной линии или закрытия прорывов, что повышает вероятность долговременной ремиссии [12].

У пациентов после хирургической коррекции врождённых пороков сердца или операций типа «Лабиринт» рецидивы наблюдаются чаще, достигая 45–50% случаев. Это связано с выраженной фрагментированной активностью и наличием множественных аритмогенных зон, нередко локализующихся в малодоступных областях, таких как ушко левого предсердия или задняя стенка [17].

Факторы, влияющие на успех аблации

Ключевыми предикторами эффективности РЧА являются:

1. *Локализация реентри* – правопредсердные формы имеют лучший прогноз по сравнению с левопредсердными.

2. *Непрерывность линии блока* – неполные линии значительно повышают риск рецидива.

3. *Опыт хирурга* – аблации, проводимые в высокоспециализированных центрах, демонстрируют выше 90% успеха.

4. *Тип энергии* – радиочастотная энергия остаётся стандартом, однако применение криоаблации и аблации импульсным полем снижает риск осложнений при левопредсердных формах.

Осложнения и безопасность

Общая частота серьёзных осложнений при аблации АТП составляет менее 2–3%. К числу наиболее частых относятся сосудистые повреждения, тампонада (0,5–1%), тромбоэмболические события (до 1,5%) и повреждение диафрагмального нерва при аблации вдоль правого предсердия. Современные технологии, включающие контроль силы контакта с тканью и температурные сенсоры, существенно снизили риск осложнений [14].

Использование внутрисердечной эхокардиографии способствует раннему выявлению перикардальных выпотов и предупреждению перфораций. Также доказано, что применение систем с автоматической стабилизацией катетера уменьшает вариабельность давления и снижает вероятность термических повреждений.

Клинические исходы и влияние на качество жизни

Помимо восстановления ритма катетерная аблация существенно улучшает функциональное состояние пациентов. В исследовании R.A. Ward et al. (2020 г.) показано, что через 12 мес после успешно выполненной процедуры интенсивность симптоматики по шкале EHRA снижается в среднем на два класса, а показатели толерантности к физической нагрузке увеличиваются до 35%. У пациентов с сердечной недостаточностью нормализация ритма ассоциируется с увеличением фракции выброса левого желудочка на 6–10% [18].

Аблация импульсным полем и альтернативная энергия

Появление аблации импульсным полем стало одним из наиболее перспективных направлений последних лет. Исследования 2023–2024 гг. показали высокую острую эффективность при левопредсердных формах АТП (до 94%), с минимальным риском повреждения экстракардиальных структур [11].

Обобщение клинических результатов

В обобщённом виде катетерная аблация АТП демонстрирует следующие характеристики:

- эффективность в раннем периоде – 80–90%;
- рецидивы – 25–40% случаев в течение года;
- серьёзные осложнения – менее 3% случаев;
- улучшение клинических показателей – в 70–80% случаев.

Следовательно, катетерная абляция при АТП является эффективным и относительно безопасным методом лечения, обеспечивающим устойчивое восстановление синусового ритма и улучшение качества жизни пациентов, особенно при применении современных навигационных и энергетических технологий.

Сравнение катетерного и хирургического лечения

Сравнение катетерных и хирургических методов лечения атипичного трепетания предсердий проводится в контексте оценки радикальности вмешательства, долгосрочной устойчивости синусового ритма, рисков и реабилитационных затрат. Хирургические подходы включают классические процедуры Cox–Maze (в различных модификациях), торакоскопические минимально инвазивные вмешательства и гибридные стратегии, сочетающие эпикардиальную хирургическую абляцию с эндокардиальной катетерной абляцией. Катетерные методы представляют собой радиочастотную, крио- или абляцию импульсным полем через бедренный доступ с применением трёхмерного картирования и интракардиального эхоконтроля.

Хирургическая процедура Cox–Maze (особенно классические открытые варианты) обеспечивает широкий спектр линий блока и устраняет множественные потенциальные петли реентри путём создания анатомически детерминированных поражений. В ряде крупных клинических серий хирургическая Maze-процедура показала высокую долговременную свободу от предсердных тахикардий – порядка 80–90% при контроле в среднесрочном и долгосрочном периодах (5 лет и более) у пациентов, оперированных в профильных центрах. В то же время у хирургического подхода фиксируются значительные операционные риски и более длительное восстановление [19].

Катетерная абляция при АТП демонстрирует высокую острую успешность (70–95%) и улучшение качества жизни, однако частота рецидивов в отдалённом периоде остаётся выше по сравнению с классическими хирургическими сериями, особенно у пациентов с обширными

рубцовыми изменениями или после предшествующих операций [16].

Появление гибридных подходов объясняется необходимостью сочетать радикальность хирургии и минимальную инвазивность катетерной технологии: эпикардиальная хирургическая абляция создаёт основные линии блоков, а эндокардиальная часть устраняет «пропущенные» мостики и закрывает электрические разрывы. Гибридные протоколы демонстрируют улучшенные показатели свободы от аритмий по сравнению с одиночной катетерной тактикой у сложных пациентов, хотя прямые рандомизированные сравнения ограничены [20].

Профиль осложнений и безопасность

Хирургические методы ассоциированы с более высокой частотой периоперационных осложнений: потребностью в искусственном кровообращении (при открытых операциях), кровопотерями, послеоперационной инфекцией и более длительной госпитализацией. В минимально инвазивных и торакоскопических вариантах риск снижается, но сохраняется вероятность легочных и плевральных осложнений. При этом серьёзные осложнения катетерной абляции (тампонада, тромбоэмболия, повреждение диафрагмального нерва) встречаются реже по абсолютным показателям, однако их клинические последствия также могут быть значительными [14].

Функциональные изменения предсердий после формирования обширных линий блока рассматриваются как потенциальный фактор долгосрочного ремоделирования. Хирургическая резекция может приводить к большей потере миокарда предсердий по сравнению с выборочной катетерной абляцией, что учитывается при выборе тактики у пациентов с исходно сниженной предсердной функцией.

Показания и отбор пациентов

Хирургические подходы преимущественно применяются у пациентов, у которых одновременно планируется кардиохирургическое вмешательство (например, коррекция структурного порока или клапанная операция), а также у больных с множественными рецидивами после катетерной абляции и наличием массивного рубцового субстрата. Гибридная стратегия рекомендована при сложных постабляционных левопредсердных АТП с труднодоступными эпикардиальными компонентами или при не-

эффективности нескольких эндокардиальных процедур.

Катетерная тактика остаётся первым выбором у большинства пациентов с изолированным АТП или у тех, кто не является кандидатом на операцию по причинам коморбидности либо отказа от хирургического вмешательства. При выборе катетерного метода учитывается анатомия контура, возможность индукции тахикардии и наличие предыдущих линий блока.

Долговременная реконверсия ритма и потребность в повторных вмешательствах

Долговременная свобода от аритмий после хирургических процедур традиционно превышает таковую после одного катетерного вмешательства, однако при сравнении с несколькими катетерными вмешательствами (сериями повторных аблаций, коррекцией зон прорыва) разница сокращается. В клинических сериях показано, что итоговая эффективность стратегии, включающей первичную катетерную абляцию с последующими ревизиями при рецидивах, сопоставима с результатами некоторых менее инвазивных хирургических протоколов при меньшей суммарной морбидности [20].

Экономические и организационные аспекты

Хирургические процедуры требуют операционной команды, палаты интенсивной терапии и более длительной госпитализации, что увеличивает первичные затраты. Катетерное лечение обеспечивает более короткую госпитализацию и более быстрое восстановление, однако многократные повторные процедуры у части пациентов повышают совокупные расходы. Гибридные протоколы показывают промежуточный уровень затрат, сопоставимый с суммой многократных катетерных вмешательств, при потенциально меньшей потребности в дальнейших процедурах. Экономический выбор тактики зависит от структуры здравоохранения, доступности специализированных центров и критериев отбора пациентов.

Технические и анатомические ограничения

Хирургический доступ обеспечивает прямой эпикардиальный контроль и возможность формирования непрерывных анатомических линий, что особенно важно при наличии эпикардиаль-

ных петель реентри. Однако ограниченная видимость некоторых зон и риск повреждения соседних структур представляют техническую сложность. Катетерная абляция ограничена эндокардиальным доступом и может иметь меньшую эффективность при выраженном эпикардиальном субстрате или при наличии интрамиокардиальных каналов; в этих случаях гибридные подходы демонстрируют преимущество.

Выводы сравнительного анализа

Сопоставление катетерных и хирургических методов показывает, что выбор оптимальной тактики лечения АТП должен быть индивидуализирован и основываться на характере субстрата, сопутствующих заболеваниях и предпочтениях пациента. В итоге хирургические и гибридные подходы обеспечивают более радикальную ремоделирующую стратегию при высокой начальной эффективности, тогда как катетерная абляция остаётся предпочтительной как менее инвазивный метод с возможностью многократной коррекции и широкой распространённостью. Необходимость рандомизированных сравнительных исследований и экономического анализа долгосрочных исходов остаётся актуальной для выработки единой клинической парадигмы.

Обсуждение

В представленной совокупности данных выявлены ключевые проблемы и направления оптимизации катетерного лечения атипичного трепетания предсердий. Основной сложностью признана высокая гетерогенность электрического субстрата, обусловленная постаблационными и постоперационными рубцами, наличием множественных каналов замедленного проведения и частой генерализацией петель реентри. Вследствие этого стандартные анатомически ориентированные подходы оказываются недостаточно эффективными в ряде клинических ситуаций, что требует индивидуализации стратегии картирования и аблации [2].

Анализ результатов показывает, что внедрение трёхмерного высокоплотного картирования и интеграция с томографическими и эхокардиографическими данными повышают долю случаев, в которых удаётся идентифицировать критические каналы и добиться устойчивого двунаправленного блока по линии аблации. Применение многополюсных катетеров и автомати-

зированных алгоритмов обработки локальных потенциалов способствует сокращению времени процедуры и уменьшению частоты повторных вмешательств, особенно при левопредсердных вариантах АТП. Рассмотренные исследования указывают на значимость правильного определения первичной цели аблации в ситуациях двухпетлевого трепетания: при выборе общих мишеней достигается более высокая доля прекращения тахикардии и снижение числа повторных аблаций по сравнению с точечной аблацией критического истмуса. Вследствие этого рекомендуется при наличии двухпетлевого трепетания предсердий отдавать приоритет локализации и прерыванию общего истмуса при подтверждении его участия в поддержании реентри [4].

Технологические инновации, в частности аблация импульсным полем, демонстрируют многообещающие результаты эффективности при одновременном снижении риска повреждения прилежащих структур (пищевод, лёгочные вены, диафрагмальный нерв). Тем не менее данных о долгосрочной стабильности линий блока и частоте рецидивов при АИП по отношению к РЧА по-прежнему недостаточно, что требует проведения дальнейших исследований и наблюдения [11].

Безопасность вмешательств остаётся критическим компонентом клинической оценки. Контроль контактной силы, применение ВСУЗИ и интеграция картирования с визуализацией органов грудной клетки позволяют снизить частоту серьёзных осложнений, однако риск перикардальной тампонады, тромбоэмболии и повреждения диафрагмального нерва сохраняется и требует тщательной пред- и интраоперационной подготовки и мониторинга [14].

Сравнительная оценка катетерного и хирургического подходов выявила, что хирургическая Maze-техника обеспечивает более радикальную модификацию субстрата и в ряде серий демонстрирует более высокую долгосрочную свободу от аритмий, однако сопровождается повышенными периоперационными рисками и длительной реабилитацией. Гибридная стратегия комбинирует преимущества эпикардиальной хирургии и эндокардиальной доработки и показывает улучшенные показатели у пациентов с обширным эпикардиальным субстратом; тем не менее унифицированных критериев отбора кандидатов и результативных протоколов для широкого применения пока недостаточно [21, 22].

Выявленные направления дальнейших исследований включают:

- стандартизацию протоколов индукции и критериев успешности процедуры;
- сравнительные исследования РЧА и АИП с длительным наблюдением;
- разработку и клиническую валидацию алгоритмов ИИ для предоперационного планирования и постпроцедурного прогноза рецидива;
- экономический анализ повторных вмешательств (серии катетерных вмешательств vs гибридные/хирургические подходы) с учётом качества жизни и суммарных затрат здравоохранения.

В итоге на практике должен применяться мультидисциплинарный подход: решение о тактике лечения АТП принимается с учётом анатомо-электрофизиологического субстрата, общего клинического состояния пациента и возможностей специализированного центра.

Заключение

Катетерная аблация признана эффективным и безопасным методом лечения атипичного трепетания предсердий в условиях применения современных технологий картирования и визуализации. Основными детерминантами успеха являются точная идентификация критического истмуса, обеспечение непрерывности и двунаправленности линий блока, а также интеграция томографических и эхокардиографических данных.

Появление высокоплотного картирования, мультиэлектродных катетеров, контроля контактной силы и перспективных источников энергии (включая АИП) способствует повышению острой эффективности процедур и снижению частоты осложнений. Вследствие этого прогнозируется дальнейшее улучшение показателей длительной свободы от рецидива при условии унификации протоколов и проведения многоцентровых сравнительных исследований.

Гибридные и хирургические подходы сохраняют роль в лечении сложных и резистентных форм АТП, особенно при выраженном эпикардиальном субстрате. При выборе тактики рекомендуется учитывать индивидуальные анатомо-функциональные характеристики субстрата, оперативные риски и ресурсы медицинского учреждения.

Дальнейшее развитие прецизионной электрофизиологии, включая внедрение ИИ и персонализированного моделирования, ожидается приведёт к оптимизации планирования вмеша-

тельств и снижению потребности в повторных процедурах.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список / References

1. Ko Ko N.L., Sriramoju A., Khetarpal B.K., Srivathsan K. Atypical atrial flutter: review of mechanisms, advances in mapping and ablation outcomes. *Curr. Opin. Cardiol.* 2022; 37 (1): 36–45. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000924
2. Cosío F.G. Atrial flutter, typical and atypical: a review. *Arrhythm. Electrophysiol. Rev.* 2017; 6 (2): 55–62. DOI: 10.15420/aer.2017.5.2
3. Голухова Е.З., Милюевская Е.Б., Филатов А.Г. и др. Аритмология – 2023. Нарушения ритма сердца и проводимости. М.: ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России; 2024.
Golukhova E.Z., Milievskaya E.B., Filatov A.G. et al. Arrhythmology – 2023. Heart rhythm and conduction disorders. Moscow; 2024 (in Russ.).
4. Johner N., Namdar M., Shah D.C. Anatomical and Electrophysiological characteristics of dual-loop re-entry in atypical atrial flutter: implications for mapping and catheter ablation. *J. Clin. Med.* 2024; 13 (10): 2847. DOI: 10.3390/jcm13102847
5. Markowitz S.M., Thomas G., Liu C.F. et al. Atrial tachycardias and atypical atrial flutters: mechanisms and approaches to ablation. *Arrhythm. Electrophysiol. Review.* 2019; 8 (2): 131–137. DOI: 10.15420/aer.2019.17.2
6. Barradas M., Fonseca P., Almeida J. et al. Catheter ablation for atypical atrial flutter: characterization and recurrence predictors. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (2): ehad655.378. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad655.378
7. Johner N., Namdar M., Shah D.C. Atypical atrial flutter: electrophysiological characterization and effective catheter ablation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2025; 36 (10): 2692–2711. DOI: 10.1111/jce.16543
8. Katov L., Reiländer S., Schlarb A. et al. Clinical and electrophysiological predictors of isthmus dependency in atrial flutter. *Diagnostics.* 2025; 15 (9): 1095. DOI: 10.3390/diagnostics15091095
9. Evans B.M. Cyclical activity in non-rapid eye movement sleep: a proposed arousal inhibitory mechanism. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1993; 86 (2): 123–131. DOI: 10.1016/0013-4694(93)90084-9
10. Oliveira S.C., Harms J.S., Rosinha G.M. et al. Biolistic-mediated gene transfer using the bovine herpesvirus-1 glycoprotein D is an effective delivery system to induce neutralizing antibodies in its natural host. *J. Immunol. Methods.* 2000; 245 (1–2): 109–118. DOI: 10.1016/S0022-1759(00)00267-2
11. Spahiu V., Kueffer T., Fuentes Artilles R. et al. Catheter ablation of atypical left atrial flutter – comparison of outcomes between pulsed field ablation and radiofrequency ablation. *Europace.* 2025; 27 (1): euaf085.210. DOI: 10.1093/europace/eauf085.210
12. Bodur A., Alver A., Kahraman C. et al. Investigation of N-acetylcysteine on contralateral testis tissue injury by experimental testicular torsion: long-term effect. *Am. J. Emerg. Med.* 2016; 34 (6): 1069–1074. DOI: 10.1016/j.ajem.2016.03.021
13. Zhang J., Zhao M., Li C. et al. Evaluation the impact of polystyrene micro and nanoplastics on the methane generation by anaerobic digestion. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2020; 205: 111095. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2020.111095
14. English M.C.W., Gignac G.E., Visser T.A.W. et al. Correction to: the Comprehensive Autistic Trait Inventory (CATI): development and validation of a new measure of autistic traits in the general population. *Mol. Autism.* 2021; 12 (1): 70. DOI: 10.1186/s13229-021-00475-1. Erratum for: *Mol. Autism.* 2021; 12 (1): 37. DOI: 10.1186/s13229-021-00445-7
15. Doug Deen A., Van Beusekom H.M.M., Pfeiffer T. et al. Erratum: spectroscopic thermo-elastic optical coherence tomography for tissue characterization: publisher's note. *Biomed. Opt. Express.* 2022; 13 (6): 3503. DOI: 10.1364/BOE.463848. Erratum for: *Biomed. Opt. Express.* 2022; 13 (3): 1430–1446. DOI: 10.1364/BOE.447911
16. Zhang X., Li G. P2Y receptors in neuropathic pain. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 2019; 186: 172788. DOI: 10.1016/j.pbb.2019.172788
17. Fearnley G.W., Young K.A., Edgar J.R. et al. The homophilic receptor PTPRK selectively dephosphorylates multiple junctional regulators to promote cell-cell adhesion. *Elife.* 2019; 8: e44597. DOI: 10.7554/eLife.44597
18. Ward R.A., Vyas J.M. The first line of defense: effector pathways of anti-fungal innate immunity. *Curr. Opin. Microbiol.* 2020; 58: 160–165. DOI: 10.1016/j.mib.2020.10.003
19. Patt A.G., Ogallo L., Hellmuth M. Sustainability. Learning from 10 years of climate outlook forums in Africa. *Science.* 2007; 318 (5847): 49–50. DOI: 10.1126/science.1147909
20. Miller K., Mosby D., Capan M. et al. Interface, information, interaction: a narrative review of design and functional requirements for clinical decision support. *J. Am. Med. Inform. Assoc.* 2018; 25 (5): 585–592. DOI: 10.1093/jamia/ocx118
21. Голухова Е.З. Отчет о лечебной и научной работе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России за 2024 год. Перспективы дальнейшего развития. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2025; 26 (Спецвыпуск): 5–130. DOI: 10.24022/1810-0694-2025-26S
Golukhova E.Z. Report on the clinical and scientific activity of Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery for 2024. Development prospects. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2025; 26 (Special Issue): 5–130 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2025-26S

Поступила 02.10.2025

Принята к печати 17.12.2025

© З.И. САТИНБАЕВ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.313.2-089-06

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.4.4

ДОЛГОСРОЧНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАТЕТЕРНОЙ АБЛАЦИИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ: ДАННЫЕ 10-ЛЕТНЕГО НАБЛЮДЕНИЯ

Тип статьи: обзорная статья

З.И. Сатинбаев

ГБУЗ «Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, 2-й Боткинский пр-д, 5, Москва, 125284, Российская Федерация

Сатинбаев Замирбек Иматиллаевич, сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца; orcid.org/0000-0001-9521-1457, e-mail: amplatzer007@mail.ru

Катетерная абляция при фибрилляции предсердий (ФП) является распространенной процедурой, рекомендованной клиническими руководствами к применению I ряда лечения ФП наравне с антиаритмической терапией. Однако долгосрочные результаты абляции до настоящего времени остаются неясными.

Проведен анализ исследований, в которых показана частота рецидивов аритмий, развития инсультов, смерти и сильных кровотечений в течение 5 лет и более после абляции. Скрининг публикаций свидетельствует о том, что в большинстве случаев используется радиочастотная абляция, эффективность абляции выше у пациентов с пароксизмальной формой ФП по сравнению с непароксизмальной. Свобода от аритмии выше после повторной абляции, чем после однократной процедуры. В большинстве исследований показано, что частота развития сердечно-сосудистых осложнений в отдаленном периоде после абляции меньше по сравнению с медикаментозной терапией, а эффективность абляции выше.

Почти у 70% пациентов, перенесших множественные абляции, в течение 5 лет не наблюдается предсердной аритмии, а по истечении этого срока частота ее возникновения немного повышается. Риск смерти, инсульта и сильного кровотечения в течение 5 лет после абляции остается низким, но со временем увеличивается, что подчеркивает важность долгосрочной профилактики тромбоэмболии и контроля риска кровотечений.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, катетерная абляция, отдаленные результаты, исходы, кровотечение, смертность, инсульт

LONG-TERM EFFICACY OF CATHETER ABLATION FOR ATRIAL FIBRILLATION: DATA FROM A 10-YEAR FOLLOW-UP

Z.I. Satinbaev

Botkin Citi Clinical Hospital, Moscow, 125284, Russian Federation

Zamirbek I. Satinbaev, Cardiovascular Surgeon, Head of the Department of Surgical Treatment of Complex Cardiac Arrhythmias; orcid.org/0000-0001-9521-1457, e-mail: amplatzer007@mail.ru

Catheter ablation for atrial fibrillation (AF) is a common procedure recommended by clinical guidelines as a first-line treatment for AF, alongside antiarrhythmic therapy. However, the long-term outcomes of ablation remain unclear to date.

An analysis of studies was conducted reporting the rates of arrhythmia recurrence, development of stroke, death, and strong bleeding over a period of 5 years or more following ablation. Publications screening indicates that radiofrequency ablation is the most frequently used technique. Ablation efficacy is higher in

patients with paroxysmal form of AF compared to non-paroxysmal one. Freedom from arrhythmia is greater following repeat ablation compared to a single procedure. Most studies demonstrate that the incidence of cardiovascular complications in the long term after ablation is lower compared to drug therapy, and the efficacy of ablation is superior.

Nearly 70% of patients who undergo multiple ablations remain free from atrial arrhythmia for 5 years, with a slight increase in recurrence rates thereafter. The risk of death, stroke, and strong bleeding within 5 years after ablation remains low but increases over time, underscoring the importance of long-term thromboembolism prophylaxis and bleeding risk management.

Keywords: atrial fibrillation, catheter ablation, long-term outcomes, outcomes, bleeding, mortality, stroke

Введение

На протяжении многих лет в большинстве исследований в основном изучались краткосрочные результаты аблации различных форм фибрилляции предсердий (ФП), факторы, прогнозирующие рецидив ФП после аблации, или влияние конкретных видов аблации на эффективность лечения [1]. При этом во многих рандомизированных клинических исследованиях (РКИ) участвовало небольшое число пациентов и оценивались клинические результаты в основном в течение 2 лет наблюдения. Кроме того, несмотря на то, что было зарегистрировано несколько крупномасштабных многоцентровых реестров, последовательность включения пациентов в них была неясной, а продолжительность наблюдения после аблации обычно ограничивалась всего 12 мес. Более того, большинство исследований были сосредоточены только на пользе процедуры аблации в плане устранения ФП и в них недостаточно полно оценивались клинические результаты после аблации, включая инсульты и кровотечения, связанные с прекращением пероральной антикоагулянтной терапии (АКТ). Несмотря на то что в настоящее время аблация с применением радиочастотной энергии широко применяется при лечении различных форм ФП, остается недостаточно данных о долгосрочных послеоперационных клинических результатах.

Основными целями лечения ФП являются предотвращение тромбоэмболии, контроль симптомов и снижение риска сердечной недостаточности (СН). Первая цель может быть достигнута с помощью АКТ, остальные две – с помощью стратегии контроля частоты сердечных сокращений (ЧСС) или ритма [2]. Первые РКИ, в которых сравнивались контроль ЧСС и контроль ритма с помощью медикаментозной терапии у пациентов с ФП, не показали преимущества лекарств в предотвращении серьезных сердечно-сосудистых осложнений. Однако более позднее

исследование продемонстрировало, что контроль ритма на ранних стадиях ФП приводит к лучшим результатам в отношении сердечно-сосудистых осложнений [3]. Возможно, отсутствие пользы от контроля ритма можно объяснить снижением эффективности лекарств в поддержании синусового ритма, их побочными эффектами и потенциальным повышением смертности при их использовании [4].

Катетерная радиочастотная аблация коллекторов правых и левых легочных вен (ЛВ) по CLOSE-протоколу является ещё одним вариантом контроля ритма сердца при ФП. Хотя данная процедура превалирует среди всех хирургических методов лечения ФП, а также превосходит антиаритмическую терапию (ААТ) в снижении частоты рецидивов ФП, влияние аблации в течение более чем 5-летнего периода наблюдения после операции на сердечно-сосудистые исходы по сравнению с ААТ до настоящего времени полностью не установлено, поскольку продолжительность наблюдения в большинстве РКИ обычно составляет от 1 года до 3–4 лет. После того как М. Naissaguerre et al. сообщили в 1998 г. о важности ЛВ как источника эктопической активности, вызывающей ФП, именно ЛВ стали целью аблации. Начиная с первых РКИ, было показано, что изоляция коллекторов правых и левых ЛВ значительно снижает нагрузку на ФП по сравнению с традиционной ААТ [5], после чего аблация была рекомендована для лечения симптоматической пароксизмальной ФП, рефрактерной к ААТ, в качестве показания класса I.

Отдаленные результаты аблации фибрилляции предсердий

Очень отдаленные результаты аблации в сравнении с ААТ (контроль ЧСС и контроль ритма) были представлены в большом (39 966 пациентов) когортном исследовании (2024 г.). В данной работе соблюдалась последовательность

лечения ФП: контроль ЧСС > медикаментозный контроль ритма > абляция [6].

Лишь небольшой части пациентов с ФП ($n=2077$, 5,2%) была выполнена абляция, при этом не выявлено увеличения числа неблагоприятных событий, включая смертность, инсульт или развитие СН, в течение в среднем 6,3 года наблюдения по сравнению с пациентами группы ААТ. Большинство пациентов с ФП, проходивших лечение, получали терапию, направленную на контроль ЧСС, в то время как терапия, направленная на контроль ритма, применялась только в 1/4 случаев (ААТ – 21,1%; абляция – 5,2%). Кроме того, пациенты группы абляции были моложе и имели меньше сопутствующих заболеваний [6]. Данные результаты согласуются с результатами других предыдущих исследований [7–9].

В нескольких РКИ показано, что абляция превосходит ААТ в сокращении числа рецидивов ФП при отличном профиле безопасности [5, 10, 11]. Однако влияние абляции по сравнению с ААТ на сердечно-сосудистые исходы при ФП оставалось спорным.

Исследование CASTLE-AF (абляция по сравнению со стандартной ААТ у пациентов с ФП и дисфункцией левого желудочка) показало, что комбинированная конечная точка, состоящая из смерти от всех причин или госпитализации из-за ухудшения СН, наблюдалась у меньшего числа пациентов после абляции по сравнению с ААТ [12].

Исследование RAFT-AF (контроль ритма при использовании различных методик лечения: абляция с ААТ или без нее для поддержания синусового ритма по сравнению с контролем ЧСС с помощью ААТ и/или абляции атриовентрикулярного узла с имплантацией электрокардиостимулятора при ФП и СН в анамнезе) показало аналогичные результаты. Несмотря на то что после абляции не было получено значительно большей эффективности лечения, отмечалась тенденция к улучшению показателей [13].

В исследовании SABANA (абляция в сравнении с ААТ при ФП) было показано, что у пациентов после абляции не наблюдалось значительного снижения общей смертности, а также инсультов с потерей трудоспособности, серьезных кровотечений или остановки сердца по сравнению с пациентами, получившими медикаментозную терапию [14].

Y.-G. Kim et al. (2024 г.) в своем исследовании показали, что после абляции смертность, госпитализация из-за СН или инсульта ниже,

чем в группе медикаментозного лечения. Период наблюдения составил 6,8 года по сравнению с 4 годами в исследовании SABANA и примерно 3 годами в исследованиях RAFT-AF и CASTLE-AF [6]. Возможно, исследование SABANA продемонстрировало бы лучший положительный эффект при более длительном периоде наблюдения, как в исследовании Y.-G. Kim et al. [6]. Это подтверждается отсроченным эффектом применения кортикостероидов при СН в исследованиях CASTLE-AF и в RAFT-AF, где разделение кривых снижения смертности или случаев СН произошло только через 18 мес наблюдения.

M. Samuel et al. также высказали предположение о том, что связь между абляцией и клиническими исходами может быть неочевидной из-за ограниченного числа клинических случаев и короткого периода наблюдения, что приводит к недостаточной мощности для определения статистически значимой разницы. Для выявления снижения бремени ФП может потребоваться более длительный период наблюдения, если используется небольшая выборка, чтобы продемонстрировать снижение смертности и сердечно-сосудистых осложнений после лечения [15]. Это подтверждается кривыми выживаемости в исследовании Y.-G. Kim et al. (2024 г.), на которых разделение кривых происходит гораздо позже, чем в начале лечения [6].

Таким образом, крайне важно понимать, могут ли в результате применения абляции возникнуть какие-либо побочные эффекты. Данная методика эффективно создаёт новые рубцы в предсердиях, воздействуя на антральные области вокруг коллекторов правых и левых ЛВ в левом предсердии (ЛП), которые, как известно, вызывают ФП. Хотя основной областью абляции является антральная часть левых ЛВ, при абляции могут быть затронуты и другие области, такие как задняя стенка ЛП, митральный перепонок, крыша и дно ЛП. Это может привести к синдрому «закрытого ЛП» и в долгосрочной перспективе нарушить функцию ЛП, что в свою очередь может привести к увеличению частоты случаев СН или инсульта [16].

В рамках исследования CAMERA-MRI (Catheter Ablation Versus Medical Rate Control in Atrial Fibrillation and Systolic Dysfunction – Magnetic Resonance Imaging, Катетерная абляция в сравнении с медикаментозным контролем ритма при ФП и систолической дисфункции – МРТ) была проведена оценка структурных и электрических

характеристик предсердий у пациентов после абляции [17]. Результаты показали восстановление электрической и структурной функции предсердий у пациентов с предсердной кардиомиопатией в среднем в течение 23,4 мес после абляции. Это небольшое исследование предоставляет некоторые данные, подтверждающие положительное влияние абляции на ремоделирование предсердий. В исследовании Y.-G. Kim et al. также не отмечалось ухудшения сердечно-сосудистых показателей в долгосрочной перспективе у пациентов после абляции [6].

J.P. Piccini et al. (2016 г.) по результатам 2-летнего исследования ORBIT-AF (Outcomes Registry for Better Informed Treatment of AF) сообщили, что из 10 135 пациентов с ФП процедура абляции была проведена только в 5,4% случаев [17]. J. Dickow et al. изучили частоту применения абляции при ФП по данным когорты OptumLabs в США за период с 2011 по 2016 г. и данным Британского биобанка до 2021 г. В когорте OptumLabs частота абляции составила 5,7% случаев с риском по шкале CHA2DS2-VASc ≥ 4 балла и 13,7% у пациентов с ФП с риском по шкале CHA2DS2-VASc 2–3 балла; в когорте Британского биобанка эти показатели были выше (частота абляции составила 12,4 и 11,4% соответственно). M. Samuel et al. сообщили о 7% росте числа процедур абляции при ФП с 2013 по 2021 г. в Нидерландах [15]. Рост числа абляций, возможно, наблюдался ближе к концу исследования, но, вероятно, не был таким значительным, как за последние 5 лет.

Имеется связь между абляцией и снижением смертности от всех причин по сравнению с ААТ, направленной на контроль ЧСС или ритма. Данные результаты абляции были получены в нескольких исследованиях и метаанализах, в которых сообщалось о снижении смертности на 30–50% [18, 19].

Исследование Y.-G. Kim et al. было длительным и достигало 20 лет, в течение которых у пациентов с ФП могла развиться СН [6]. В исследовании CAVANA на момент включения в исследование у большего числа пациентов с ФП была СН (35%) по сравнению с общей популяцией (15–19%) [14]. S.A. Lubitz et al. в своем обзоре (2010 г.) отметили, что частота возникновения СН у пациентов с ФП составила 33 случая на 1000 человеко-лет; у пациентов с изолированной ФП частота возникновения СН составила 2% в течение 5 лет [20].

M.R. Reynolds et al. также сообщили, что абляция не связана со значительными различиями в частоте госпитализации при СН по сравнению с ААТ [21]. Более ранние исследования, проведенные в 2012 и 2014 гг., неизменно показывали, что абляция связана с более низким риском возникновения инсульта по сравнению с ААТ [22].

В исследовании Y.-G. Kim et al. пациенты после абляции также имели более низкий риск госпитализации из-за инсульта по сравнению с пациентами, получавшими ААТ [6]. Это снижение риска инсульта потенциально связано с восстановлением синусового ритма и уменьшением тяжести ФП после абляции, однако нельзя исключать возможность неучтенного смешения факторов. В группе пациентов после абляции наблюдалась тенденция к снижению риска госпитализации из-за инсульта по сравнению с группой, в которой ЧСС контролировалась с помощью лекарств, но это не было статистически значимым различием. В данном исследовании абляция не снижала риск госпитализации из-за атеросклеротического поражения сосудов по сравнению с ААТ. Предыдущие исследования показали противоречивые результаты: в одном исследовании не было выявлено существенной разницы между абляцией и медикаментозной терапией у пациентов с ФП и стабильной ИБС, в то время как другое исследование показало, что абляция снижает риск развития острого коронарного синдрома, требующего госпитализации, у пациентов с пароксизмальной ФП и перенесших стентирование коронарных артерий по сравнению с ААТ [23].

Фибрилляция предсердий может быть первым проявлением более поздних сердечно-сосудистых заболеваний, несмотря на то, что у пациента на момент обращения было мало сопутствующих заболеваний. В исследовании EAST-AFNET 4 (Early Treatment of Atrial Fibrillation for Stroke Prevention Trial, Раннее лечение ФП для профилактики инсульта) было показано, что раннее применение ААТ или абляции предотвращает развитие сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с ФП и сопутствующими заболеваниями [3]. В исследовании EAST-AFNET 4 в течение среднего периода наблюдения в 5,1 года общий риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний, инсульта или госпитализации с СН или острым коронарным синдромом был ниже при ранней терапии, на-

правленной на контроль ритма (абляция или ААТ), по сравнению с терапией, направленной на контроль ЧСС [3]. В отличие от предыдущих исследований, в которых не удалось продемонстрировать превосходство терапии, направленной на контроль ритма [24, 25], в исследовании EAST-AFNET 4 [3] были получены лучшие результаты абляции в связи с включением в исследование пациентов исключительно с ранней ФП (анамнез <12 мес).

J.G. Andrade et al. (2023 г.) показали, что прогрессирование пароксизмальной ФП можно остановить с помощью раннего лечения с применением абляции по сравнению с ААТ [26]. Однако долгосрочный рецидив ФП в отдаленном периоде у пациентов после абляции остается проблемой. R.A. Winkle et al. в своем исследовании (2023 г.) показали, что частота рецидива ФП в долгосрочном периоде после абляции составила 2% в год независимо от типа ФП [27].

Т. Kawaji et al. в 2017 г. представили результаты абляции у большого числа пациентов с ФП (n=1206) в ретроспективном одноцентровом исследовании. После абляции были прослежены 99,3% пациентов при длительности наблюдения в среднем $5,0 \pm 2,5$ года [28].

Частота неблагоприятных исходов в течение 30 дней после абляции составила 3,6% без смертельных исходов. 10-летняя частота рецидивов аритмий (ФП, наджелудочковая тахикардия, атипичное трепетание предсердий) после однократной абляции и повторной процедуры составила 46,9 и 76,4% соответственно. Рецидивы аритмий чаще всего возникали в течение 1-го года и снижались после 3-го года, хотя продолжали возникать с годовой частотой 2,0% после первой абляции и 1,3% – после повторной абляции в течение 10-летнего периода наблюдения. Кумулятивная 10-летняя частота инсультов и крупных кровотечений составила 4,2 и 3,5% соответственно, с ежегодной частотой 0,3%. Частота прекращения приема пероральных антикоагулянтов через 1, 3 года, 5 и 10 лет составила 34,6, 53,4, 58,0 и 61,9% соответственно. Было показано, что абляция при ФП обеспечивает благоприятный прогноз на очень длительный срок в отношении свободы от аритмии и безопасности процедуры. Частота развития инсультов и крупных кровотечений в течение 10 лет остается низкой даже при прекращении приема пероральной антикоагулянтной терапии у большей части пациентов [28].

Основные результаты исследования Т. Kawaji et al.: 1) процедура КА при ФП выполнима с низким уровнем критических неблагоприятных исходов; 2) рецидивы аритмий после первой и повторной абляции чаще всего наблюдаются в 1-й год после процедуры, при этом частота рецидивов относительно снижается после 3-го года, но они продолжают происходить с ежегодной частотой 2,0 и 1,3% соответственно в течение 10 лет наблюдения; 3) в долгосрочном периоде частота развития инсультов остается крайне низкой и составляет 0,3% в год, несмотря на большую частоту прекращения АКТ [28]. Полученные данные сопоставимы с результатами других многоцентровых исследований [29, 30]. Отмечается, что устойчивая ФП, длительный анамнез ФП и женский пол являются независимыми факторами риска рецидива аритмии как после первой, так и после повторной абляции. Кроме того, сахарный диабет, конечные диастолический диаметр ЛЖ более 55 мм и диаметр ушка ЛП более 50 мм являются дополнительными независимыми факторами риска рецидива аритмии после повторной абляции [28].

A.N. Ganesan et al. в систематическом обзоре и метаанализе (2013 г.), включающем 19 исследований, впервые рассмотрели важный вопрос о долгосрочных клинических результатах абляции ФП, что стало возможным благодаря данным, полученным во время клинических наблюдений за 6167 пациентами в течение ≥ 3 лет, со средним периодом наблюдения ≥ 24 мес после однократной абляции [31]. Были изучены успешность однократной абляции, успешность повторных процедур и необходимость повторных абляций [31].

После однократной абляции свобода от ФП при долгосрочном наблюдении составила в целом 53,1%, в 54,1% случаев – при пароксизмальной ФП и в 41,8% случаев – при непароксизмальной ФП. После повторной абляции свобода от ФП составила в целом 79,8%. При этом среднее число процедур абляции на одного пациента составило 1,51. Авторы пришли к выводу, что, несмотря на значительную неоднородность результатов при проведении однократной абляции, у некоторых пациентов может быть длительная ремиссия ФП, но может потребоваться и несколько процедур абляции [31].

В систематическом обзоре и метаанализе, опубликованном через 10 лет, в 2023 г., L. Ngo et al. проанализированы данные, полученные

в 73 исследованиях, включающих 67 159 пациентов, в которых сообщалось о частоте развития предсердной аритмии, смерти от всех причин и массивных кровотечений в течение ≥ 5 лет после аблации. Возраст пациентов составил в среднем 59,7 года, большинство пациентов были мужского пола (71,5%), чаще всего больные имели пароксизмальную ФП (62,2%), в большинстве случаев при аблации применялась радиочастотная энергия (78,1%), средняя продолжительность ФП до аблации – 4,2 года, среднее время наблюдения после аблации – 4,8 года (4,3–5,3 года) [32].

Через 5 лет после операции совокупная свобода от ФП составила 50,6% после однократной аблации и 69,7% – после повторной аблации. Свобода от рецидивов аритмий была выше у пациентов с пароксизмальной ФП по сравнению с непароксизмальной ФП после однократной аблации (59,7% против 33,3%, $p=0,002$) и после повторных аблаций (80,8% против 60,6%, $p<0,001$), но сопоставима при радиочастотной аблации (РЧА) и криоаблации [32].

В течение 5 лет после аблации частота рецидивов аритмии остается практически неизменной (52,3 и 64,7% после однократной и многократных процедур в течение 10 лет), тогда как риск развития инсульта и кровотечения со временем увеличивается. Через 5 лет после повторной аблации почти у 70% пациентов не наблюдается аритмии, при этом частота ее возникновения за пределами этого периода немного снижается. Риск смерти, инсульта и сильного кровотечения в течение 5 лет остается низким, но со временем увеличивается, что подчеркивает важность долгосрочной профилактики тромбозов и контроля риска кровотечений [32].

В 5 клинических исследованиях (3403 пациента) сообщается, что через 5 лет после аблации совокупная смертность составляет 6,0% [14, 28, 33–35], по данным 6 исследований, включающих 3057 пациентов, частота инсульта и транзиторных ишемических атак составляет 2,4% [28, 35–39], по данным 5 клинических исследований (2715 пациентов) частота сильных кровотечений через 5 лет после катетерной аблации ФП составляет 1,2% [28, 35, 37–39].

R.A. Winkle et al. (2023 г.) в своей работе представили очень отдаленные результаты катетерной РЧА у 5200 пациентов с ФП, которым было проведено 7145 процедур аблации [27]. Были оценены результаты инвазивного лечения ФП после однократной и повторной аблации

при пароксизмальной ФП (33,6%), персистирующей ФП (56,4%) и длительно персистирующей ФП (9,9%). В работе использовались три типа катетеров: вначале, в 2003–2005 гг., при аблации ($n=101$) применялся катетер с большим твердым наконечником без ирригации – SBT (Solid Big Tip), в середине исследования, в 2005–2016 гг., при аблации ($n=2143$) использовался катетер с ирригацией – ОИТ (Open Irrigated Tip) без датчика давления Contact Force («Сила контакта»; CF-of); в конце исследования, в 2014–2021 гг., РЧА ($n=2956$) проводилась с помощью ирригационного катетера с датчиком давления CF-on [27].

Свобода от ФП через 5, 10 и 15 лет после однократной РЧА составила: при пароксизмальной форме ФП – 67,8, 56,3, 47,6%, при персистирующей ФП – 46,6, 35,6, 26,5%, при длительно персистирующей форме ФП – 30,4, 18,0, 3,4% соответственно. Свобода от ФП через 5, 10 и 15 лет после повторной РЧА составила: при пароксизмальной форме ФП – 80,3, 72,6, 62,5%, персистирующей форме ФП – 60,1, 50,2, 42,5%, длительно персистирующей ФП – 43,4, 32,0, 20,6% соответственно. При пароксизмальной и персистирующей формах ФП процедуры аблации с помощью катетера CF-on более эффективны, чем без CF-of ($p<0,0001$), и обе более эффективны, чем аблация с помощью катетера с большим твердым наконечником CF-of и без ирригации ($p<0,001$). При длительно персистирующей ФП в конце исследования не наблюдается улучшения результатов по сравнению с ранним периодом. 8-летняя частота успешных операций после повторной аблации в эпоху катетеров CF-on, с открытым ирригационным наконечником (ОИТ) и большим твердым наконечником без ирригации (SBT) составила соответственно: при пароксизмальной форме ФП – 79,1, 71,8, 60,0%, при персистирующей ФП – 55,9, 50,7, 38,0%, при длительно персистирующей ФП – 42,7, 36,2, 31,8%. Наибольшая частота рецидивов ФП наблюдалась в первые 2 года, а частота рецидивов ФП в период со 2-го по 15-й год наблюдения составила 2% в год [27].

Предикторами успеха однократной и повторной аблации являются: мужской пол, более молодой возраст пациента, меньший размер ЛП, более короткая продолжительность ФП, менее стойкая ФП, более низкий балл CHA2DS2-VASc, меньшее количество неэффективных лекарственных препаратов, более поздняя эра катетеризации, то есть более совершенная технология

аблации. Через 2 года после аблации частота рецидивов всех типов ФП составляет 2% в год. Наибольший успех РЧА был достигнут в эпоху применения катетеров CF-op, на среднем уровне – в эпоху катетеров CF-of с открытым ирригационным наконечником (OIT) и хуже всего – в эпоху использования неорошаемых катетеров CF-of с большим твердым наконечником (SBT). При РЧА результаты улучшаются при пароксизмальной и персистирующей ФП, но не при длительно персистирующей ФП. В связи с этим необходимо наблюдать за пациентами в течение неопределенно длительного времени после аблации и понять, как лучше аблировать более устойчивые формы ФП [27].

В различных исследованиях сообщалось, что непароксизмальная ФП является предиктором рецидива аритмии после аблации, поскольку устойчивый ритм ФП постепенно способствует электрофизиологическому и структурному ремоделированию предсердий и повышает их аритмогенность, что было названо «ФП порождает ФП» [40–42]. Напротив, хотя в нескольких предыдущих исследованиях сообщалось о более частом рецидиве аритмии после аблации ФП у женщин, чем у мужчин, механизм, лежащий в основе этой гендерной разницы, до конца не изучен [42, 43–45]. Отмечается более высокая распространенность вне ЛВ-очагов, вызывающих ФП у женщин, но гендерные факторы риска рецидива ФП не были выявлены. Диабет, дилатация левых отделов сердца также служили независимыми факторами риска рецидива аритмии после повторной аблации. В нескольких исследованиях сообщалось о снижении функции предсердий и плохих результатах после аблации у пациентов с сахарным диабетом [46, 47]. При проведении аблации в условиях дегенерированного миокарда предсердий у некоторых пациентов возникают рецидивы аритмий даже после повторной аблации, что свидетельствует о необходимости аблации субстрата аритмии в стенке ЛП в дополнение к изоляции коллаторов ЛВ у данной категории пациентов [9].

Прекращение приема АКТ после процедур аблации происходит на усмотрение лечащих врачей и, таким образом, отражает реальную клиническую практику. Прекращение АКТ в более чем 60% случаев в течение 10 лет наблюдения после аблации приводит к низкой частоте возникновения крупных кровотечений и ишемических инсультов, составляющих всего 0,3%

в год [28]. При этом G.Y. Lip et al. показали, что риск ишемического инсульта при отсутствии антикоагулянтной терапии у пациентов с ФП составляет около 2,0% в год, исходя из среднего показателя CHA2DS2-VASc 2,0 балла [48]. Таким образом, аблация может быть полезна не только для облегчения симптомов у пациентов с ФП, но и для предотвращения кардиогенного инсульта за счет поддержания синусового ритма [8]. С другой стороны, половина случаев ишемических инсультов, происходящих в течение очень длительного (>10 лет) наблюдения после аблации, предположительно вызывается кардиогенной тромбоэмболией, связанной с рецидивами аритмии, возникшими после прекращения АКТ. Таким образом, при принятии решения о прекращении приема оральных антикоагулянтов после аблации следует сопоставлять риск развития инсульта, связанный с рецидивом аритмии, а также с риском кровотечения.

Необходимо отметить, что имеется ряд ограничений в клинических исследованиях при очень долгом сроке послеоперационного наблюдения (>10 лет). Во-первых, за очень длительный период происходит значительное улучшение как технологии аблации, так и конструкции катетеров, кроме того, с течением времени улучшаются оперативные навыки хирургов. Во-вторых, лишь относительно небольшое число пациентов может наблюдаться более 10 лет, при средней длительности наблюдения 5 лет. Тем не менее при более чем 99% наблюдаемых пациентов показатели эффективности аблации в течение 5 и 10 лет могут быть оценены достаточно точно. В-третьих, не во всех исследованиях есть контрольная группа пациентов с ФП, не прошедших аблацию, в связи с чем сложно оценить относительную эффективность аблации для клинических исходов, включая инсульт и кровотечения. В-четвертых, многофакторный анализ, примененный в некоторых исследованиях, возможно, не позволяет в достаточной мере исключить влияние не измеряемых факторов, искажающих результаты, при определении независимых предикторов рецидива аритмии после аблации. Наконец, демографические данные пациентов (например, расовая принадлежность), а также методы аблации в клиниках, расположенных в разных странах и континентах, могут отличаться друг от друга. В связи с этим к результатам ряда исследований следует относиться с осторожностью.

Заключение

В настоящее время из пациентов, получающих лечение по поводу ФП, только небольшая часть подвергается абляции, несмотря на то, что после абляции риск смерти от всех причин, а также госпитализации из-за СН или инсульта в течение длительного периода наблюдения ниже, чем при ААТ. Эти результаты могут быть неубедительными из-за разницы в отборе пациентов для абляции и нерандомизированного характера некоторых исследований, но они дают некоторую уверенность в том, что абляция не связана с повышенным риском сердечно-сосудистых осложнений, таких как инсульт и СН, по сравнению с медикаментозной терапией. Для дальнейшего подтверждения этих результатов необходимо большее количество РКИ с достаточной мощностью для выявления данных различий. Ожидается, что с развитием новых технологий абляции, появлением более безопасных инструментов и улучшением результатов катетерная абляция ФП будет постепенно набирать популярность в соответствии с последними тенденциями [49–51].

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

1. Артюхина Е.А., Сатинбаев З.И. Результаты радиочастотной изоляции легочных вен с использованием технологии «Индекс абляции». *Анналы аритмологии*. 2024; 21 (2): 105–112. DOI: 10.15275/annaritmology.2024.2.5
2. Artyukhina E.A., Satinbaev Z.I. Results of radiofrequency pulmonary vein isolation using the “Ablation index” technique. *Annaly Aritmologii*. 2024; 21 (2): 105–112 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmology.2024.2.5
3. Andrade J.G., Aguilar M., Atzema C. et al. The 2020 Canadian Cardiovascular Society/Canadian Heart Rhythm Society comprehensive guidelines for the management of atrial fibrillation. *Can. J. Cardiol*. 2020; 36 (12): 1847–1948. DOI: 10.1016/j.cjca.2020.09.001
4. Kirchhof P., Camm A.J., Goette A. et al. Early rhythm-control therapy in patients with atrial fibrillation. *N. Engl. J. Med*. 2020; 383 (14): 1305–1316. DOI: 10.1056/NEJMoa2019422
5. Bunch T.J., Crandall B.G., Weiss J.P. et al. Patients treated with catheter ablation for atrial fibrillation have long-term rates of death, stroke, and dementia similar to patients without atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol*. 2011; 22 (8): 839–845. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2011.02035.x
6. Pappone C., Augello G., Sala S. et al. A randomized trial of circumferential pulmonary vein ablation versus antiarrhythmic drug therapy in paroxysmal atrial fibrillation: the APAF Study. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2006; 48 (11): 2340–2347. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.08.037
7. Kim Y.G., Islam S., Dover D.C. et al. Long-term outcomes of catheter ablation compared with medical therapy in atrial fibril-

- lation. *Heart Rhythm*. 2025; 22 (11): 2819–2827. DOI: 10.1016/j.hrthm.2024.12.002
7. Camm A.J., Naccarelli G.V., Mittal S. et al. The increasing role of rhythm control in patients with atrial fibrillation: JACC state-of-the-art review. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2022; 79 (19): 1932–1948. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.03.337
8. Friberg L., Tabrizi F., Englund A. Catheter ablation for atrial fibrillation is associated with lower incidence of stroke and death: data from Swedish health registries. *Eur. Heart J*. 2016; 37 (31): 2478–2487. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw087
9. Verma A., Jiang C.Y., Betts T.R. et al. Approaches to catheter ablation for persistent atrial fibrillation. STAR AF II investigators. *N. Engl. J. Med*. 2015; 372 (19): 1812–1822. DOI: 10.1056/NEJMoa1408288
10. Stabile G., Bertaglia E., Senatore G. et al. Catheter ablation treatment in patients with drug-refractory atrial fibrillation: a prospective, multi-centre, randomized, controlled study (Catheter Ablation for the Cure of Atrial Fibrillation Study). *Eur. Heart J*. 2006; 27 (2): 216–221. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi583
11. Wilber D.J., Pappone C., Neuzilet et al. Comparison of antiarrhythmic drug therapy and radiofrequency catheter ablation in patients with paroxysmal atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010; 303: 333–340. DOI: 10.1001/jama.2009.2029
12. Marrouche N.F., Brachmann J., Andresen D. et al. Catheter ablation for atrial fibrillation with heart failure. *New Engl. J. Med*. 2018; 378 (5): 417–427. DOI: 10.1056/NEJMoa1707855
13. Parkash R., Wells G.A., Rouleau J. et al. Randomized ablation-based rhythm-control versus rate-control trial in patients with heart failure and atrial fibrillation: results from the RAFT-AF trial. *Circulation*. 2022; 145: 1693–1704. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.121.057095
14. Packer D.L., Mark D.B., Robb R.A. et al. Effect of catheter ablation vs antiarrhythmic drug therapy on mortality, stroke, bleeding, and cardiac arrest among patients with atrial fibrillation: the CABANA randomized clinical trial. *JAMA*. 2019; 321: 1261–1274. DOI: 10.1001/jama.2019.0693
15. Samuel M., Alturki A., Essebag V. Long-term outcomes of catheter ablation for atrial fibrillation: it's a matter of time. *J. Cardiovasc. Electrophysiol*. 2020; 31 (5): 1048–1050. DOI: 10.1111/jce.14428
16. Gibson D.N., Di Biase L., Mohanty P. et al. Stiff left atrial syndrome after catheter ablation for atrial fibrillation: clinical characterization, prevalence, and predictors. *Heart Rhythm*. 2011; 8 (9): 1364–1371. DOI: 10.1016/j.hrthm.2011.02.026
17. Piccini J.P., Simon D.N., Steinberg B.A. et al. Differences in clinical and functional outcomes of atrial fibrillation in women and men: two-year results from the ORBIT-AF registry. *JAMA Cardiol*. 2016; 1 (3): 282–291. DOI: 10.1001/jamacardio.2016.0529
18. Ravi V., Poudyal A., Lin L. et al. Mortality benefit of catheter ablation versus medical therapy in atrial fibrillation: an RCT only meta-analysis. *J. Cardiovasc. Electrophysiol*. 2022; 33 (2): 178–193. DOI: 10.1111/jce.15330
19. Yang G., Zheng L., Jiang C. et al. Circumferential pulmonary vein isolation plus low voltage area modification in persistent atrial fibrillation: the STABLE-SR-II trial. *JACC Clin. Electrophysiol*. 2022; 8: 882–891. DOI: 10.1016/j.jacep.2022.03.012
20. Lubitz S.A., Benjamin E.J., Ellinor P.T. Atrial fibrillation in congestive heart failure. *Heart Fail. Clin*. 2010; 6: 187–200. DOI: 10.1016/j.hfc.2009.11.001
21. Reynolds M.R., Gunnarsson C.L., Hunter T.D. et al. Health outcomes with catheter ablation or antiarrhythmic drug therapy in atrial fibrillation: results of a propensity-matched analysis. *Circ. Cardiovasc. Qual. Outcomes*. 2012; 5 (2): 171–181. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES.111.963108

22. Hunter R.J., McCready J., Diab I. et al. Maintenance of sinus rhythm with an ablation strategy in patients with atrial fibrillation is associated with a lower risk of stroke and death. *Heart*. 2012; 98 (1): 48–53. DOI: 10.1136/heartjnl-2011-300720
23. Cui Y.K., Dong J.Z., Du X. et al. Comparison of prognosis and outcomes of catheter ablation versus drug therapy in patients with atrial fibrillation and stable coronary artery disease: a prospective propensity-score matched cohort study. *Clin. Cardiol.* 2021; 44 (10): 1422–1431. DOI: 10.1002/clc.23699
24. Van Gelder I.C., Hagens V.E., Bosker H.A. et al. A comparison of rate control and rhythm control in patients with recurrent persistent atrial fibrillation. *N. Engl. J. Med.* 2002; 347: 1834–1840. DOI: 10.1056/NEJMoa021375
25. Wyse D.G., Waldo A.L., DiMarco J.P. et al. A comparison of rate control and rhythm control in patients with atrial fibrillation. *N. Engl. J. Med.* 2002; 347: 1825–1833. DOI: 10.1056/NEJMoa021328
26. Andrade J.G., Deyell M.W., Macle L. et al. Progression of atrial fibrillation after cryoablation or drug therapy. *N. Engl. J. Med.* 2023; 388 (2): 105–116. DOI: 10.1056/NEJMoa2212540
27. Winkle R.A., Mead R.H., Engel G. et al. Very long-term outcomes of atrial fibrillation ablation. *Heart Rhythm*. 2023; 20 (5): 680–688. DOI: 10.1016/j.hrthm.2023.02.002
28. Kawaji T., Shizuta S., Morimoto T. et al. Very long-term clinical outcomes after radiofrequency catheter ablation for atrial fibrillation: a large single-center experience. *Intern. J. Cardiol.* 2017; 249: 204–213. DOI: 10.1016/j.ijcard.2017.09.023
29. Cappato R., Calkins H., Chen S.A. et al. Updated worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2010; 3 (1): 32–38. DOI: 10.1161/CIRCEP.109.859116
30. Moser J.M., Willems S., Andresen D. et al. Complication rates of catheter ablation of atrial fibrillation in patients aged ≥ 75 years versus < 75 years—results from the German ablation registry. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2017; 28: 258–265. DOI: 10.1111/jce.13142
31. Ganesan A.N., Shipp N.J., Brooks A.G. et al. Long-term outcomes of catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2013; 2 (2): e004549. DOI: 10.1161/JAHA.112.004549
32. Ngo L., Wen L.X., Elwashahy M. et al. Freedom from atrial arrhythmia and other clinical outcomes at 5 years and beyond after catheter ablation of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Eur. Heart J. Qual. Care Clin. Outcomes*. 2023; 9 (5): 447–458. DOI: 10.1093/ehjqcco/qcad037
33. Hayashi M., Kaneko S., Shimano M. et al. Efficacy and safety of radiofrequency catheter ablation for atrial fibrillation in chronic hemodialysis patients. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2014; 29 (1): 160–167. DOI: 10.1093/ndt/gft233
34. Nademanee K., Schwab M.C., Kosar E.M. et al. Clinical outcomes of catheter substrate ablation for high-risk patients with atrial fibrillation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 51: 843–849. DOI: 10.1016/j.jacc.2007.10.044
35. Wu G., Huang He., Cai L. et al. Long-term observation of catheter ablation vs. pharmacotherapy in the management of persistent and long-standing persistent atrial fibrillation (CAPA study). *Europace*. 2021; 23: 731–739. DOI: 10.1093/europace/eaab356
36. Esato M., An Y., Ogawa H. et al. Major adverse cardiovascular events and mortality after catheter ablation in Japanese patients with atrial fibrillation: the Fushimi AF Registry. *Heart Vessels*. 2021; 36 (8): 1219–1227. DOI: 10.1007/s00380-021-01796-0
37. Gaita F., Sardi D., Battaglia A. et al. Incidence of cerebral thromboembolic events during long-term follow-up in patients treated with transcatheter ablation for atrial fibrillation. *Europace*. 2014; 16 (7): 980–986. DOI: 10.1093/europace/eut406
38. Gaita F., Scaglione M., Battaglia A. et al. Very long-term outcome following transcatheter ablation of atrial fibrillation. Are results maintained after 10 years of follow up? *Europace*. 2018; 20 (3): 443–450. DOI: 10.1093/europace/eux008
39. Tilz R.R., Heeger C.-H., Wick A. et al. Ten-year clinical outcome after circumferential pulmonary vein isolation utilizing the Hamburg approach in patients with symptomatic drug-refractory paroxysmal atrial fibrillation. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2018; 11 (2): e 005250. DOI: 10.1161/CIRCEP.117.005250
40. Winkle R.A., Jarman J.W., Mead R.H. et al. Predicting atrial fibrillation ablation outcome: the CAAP-AF score. *Heart Rhythm*. 2016; 13: 2119–2125. DOI: 10.1016/j.hrthm.2016.07.018
41. Wijffels M.C., Kirchhof C.J., Dorland R., Allesie M.A. Atrial fibrillation begets atrial fibrillation. A study in awake chronically instrumented goats. *Circulation*. 1995; 92: 1954–1968. DOI: 10.1161/01.cir.92.7.1954
42. Zhang X.D., Tan H.W., Gu J. et al. Efficacy and safety of catheter ablation for long-standing persistent atrial fibrillation in women. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2013; 36: 1236–1244. DOI: 10.1111/pace.12212
43. Patel D., Mohanty P., Di Biase L. et al. Outcomes and complications of catheter ablation for atrial fibrillation in females. *Heart Rhythm*. 2010; 7: 167–172. DOI: 10.1016/j.hrthm.2009.10.025
44. Takigawa M., Kuwahara T., Takahashi A. et al. Differences in catheter ablation of paroxysmal atrial fibrillation between males and females. *Int. J. Cardiol.* 2013; 168 (3): 1984–1991. DOI: 10.1016/j.ijcard.2012.12.101
45. Zylla M.M., Brachmann J., Lewalter T. et al. Sex-related outcome of atrial fibrillation ablation: insights from the German ablation registry. *Heart Rhythm*. 2016; 13: 1837–1844. DOI: 10.1016/j.hrthm.2016.06.005
46. Bogossian H., Frommeyer G., Brachmann J. et al. Catheter ablation of atrial fibrillation and atrial flutter in patients with diabetes mellitus: who benefits and who does not? Data from the German ablation registry. *Int. J. Cardiol.* 2016; 214: 25–30. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.03.069
47. Chao T.F., Lin Y.J., Tsao H.M. et al. CHADS (2) and CHA (2) DS (2)-VASc scores in the prediction of clinical outcomes in patients with atrial fibrillation after catheter ablation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 58 (23): 2380–2385. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.08.045
48. Lip G.Y., Nieuwlaet R., Pisters R. et al. Refining clinical risk stratification for predicting stroke and thromboembolism in atrial fibrillation using a novel risk factor-based approach: the euro heart survey on atrial fibrillation. *Chest*. 2010; 137 (2): 263–272. DOI: 10.1378/chest.09-1584
49. Benali K., Khairy P., Hammache N. et al. Procedure-related complications of catheter ablation for atrial fibrillation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2023; 81 (21): 2089–2099. DOI: 10.1016/j.jacc.2023.03.418
50. Kaoutskaia A., Shurab M., Amit G. et al. Canadian national electrophysiology ablation registry report 2011–2016. *BMC Health Serv. Res.* 2021; 21 (1): 435. DOI: 10.1186/s12913-021-06441-0
51. Бокерия Л.А., Рубцов П.П., Ле Т.Г. Отдаленные исходы хирургического лечения аритмий у взрослых пациентов с врожденными пороками сердца. *Анналы аритмологии*. 2022; 19 (3): 122–130. DOI: 10.15275/annaritm.2022.3.1
- Бокерия Л.А., Рубцов П.П., Ле Т.Г. The surgical treatment of arrhythmias in adult patients with congenital heart diseases – long-term outcomes. *Annaly Aritmologii*. 2022; 19 (3): 122–130 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritm.2022.3.1

Поступила 15.09.2025

Принята к печати 21.11.2025

© А.А. БАТЧАЕВ, Д.С. ФОМИНА, Р.З. ШАЛОВ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.125.2-008.311-089

DOI: 10.15275/annaritm.2025.4.5

УСПЕШНОЕ ЛЕЧЕНИЕ АТИПИЧНОГО ЛЕВОПРЕДСЕРДНОГО ТРЕПЕТАНИЯ ПОСЛЕ ИНТЕРВЕНЦИОННОГО ЛЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ И ТРЕПЕТАНИЯ ПРЕДСЕРДИЙ

Тип статьи: клинический случай

А.А. Батчаев, Д.С. Фомина, Р.З. Шалов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Батчаев Аслан Азаматович, ординатор; orcid.org/0009-0008-7824-8002, e-mail: Batchaevaslan99@gmail.com
Фомина Дарья Сергеевна, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-5211-2237
Шалов Руслан Замирович, канд. мед. наук, мл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-4403-2536

Трепетание предсердий (ТП) – одно из наиболее часто встречающихся нарушений сердечного ритма, на его долю приходится около 10% всех пароксизмальных наджелудочковых тахикардий. Трепетание предсердий характеризуется правильным ритмом предсердий с частотой 250–350 уд/мин. В настоящей статье представлен клинический случай успешного лечения 66-летней женщины, прооперированной в январе 2024 г. Были выполнены электрофизиологическое исследование, радиочастотная абляция легочных вен и правого перешейка, после чего в дальнейшем у пациентки развились рецидивирующие пароксизмы ТП. При помощи диагностического многополюсного электрода была построена электроанатомическая карта, выявлена критическая зона аритмии и выполнено радиочастотное воздействие в зоне замедления проведения импульса, что позволило достичь устойчивого восстановления синусового ритма после однократного воздействия.

Данный случай свидетельствует о необходимости использования 3D-навигационных систем при диагностике и лечении аритмий у пациентов с рецидивом. Обсуждается применение 3D-навигационных систем при лечении аритмий, чтобы уменьшить количество осложнений и рецидивов. Отмечается высокая эффективность лечения аритмий при использовании навигационных систем.

Ключевые слова: атипичное трепетание предсердий, трепетание предсердий, фибрилляция предсердий, 3D-навигационная система

SUCCESSFUL TREATMENT OF ATYPICAL LEFT ATRIAL FLUTTER AFTER INTERVENTIONAL TREATMENT OF ATRIAL FIBRILLATION AND FLUTTER

A.A. Batchaev, D.S. Fomina, R.Z. Shalov

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Aslan A. Batchaev, Resident Physician; orcid.org/0009-0008-7824-8002, e-mail: Batchaevaslan99@gmail.com
Darya S. Fomina, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5211-2237
Ruslan Z. Shalov, Cand. Med. Sci., Junior Researcher; orcid.org/0000-0002-4403-2536

Atrial flutter is one of the most common cardiac arrhythmias, accounting for about 10% of all paroxysmal supraventricular tachyarrhythmias. Atrial flutter is characterized by a regular atrial rhythm with a frequency of 250–350 beats/min. This article presents a clinical case of a 66-year-old woman who underwent surgery in January 2024. Electrophysiological examination, radiofrequency ablation of the pulmonary veins and the right isthmus were performed, after which recurrent pulmonary paroxysms developed. An electroanatomical map was constructed for the patient using a diagnostic multipolar electrode, a critical zone of arrhythmia

was identified, and radiofrequency exposure was performed in the pulse deceleration zone, which made it possible to achieve a stable recovery of sinus rhythm after a single exposure.

This case highlights the need to use 3D navigation systems in the diagnosis and treatment of arrhythmias in patients with relapse. The use of 3D navigation systems in the treatment of arrhythmias is discussed in order to reduce the number of complications and relapses. There is a high efficiency of arrhythmia treatment when using navigation systems.

Keywords: atypical atrial flutter, atrial flutter, atrial fibrillation, 3D navigation system

Введение

Трепетание предсердий (ТП) – наджелудочковая тахикардия, возникающая вследствие процесса макрореентри вокруг определенного анатомического или функционального препятствия, как правило с участием трикуспидального клапана, характеризующаяся возбуждением предсердий с частотой 250–350 в минуту («большие волны F» с отсутствием изолинии на ЭКГ) [1]. Распространенность фибрилляции и трепетания предсердий (ФП и ТП) в общей популяции составляет 1–2%, при этом частота встречаемости увеличивается с возрастом – от <0,5% в 40–50 лет до 5–15% в возрасте 80 лет [1]. Частота ФП и ТП в детской популяции не известна. По данным ЭКГ, встречаемость ТП у детей в возрасте до 18 лет составила 0,02% в исследуемой когорте (один больной из 5387 обследованных) [2].

Причинами возникновения трепетания предсердий в 50% случаев являются так называемые идиопатические формы ТП, которые возникают у пациентов без органических нарушений миокарда. В остальных 50% случаев оно является следствием органического поражения сердца: врожденных пороков сердца, кардиомиопатий, миокардитов, опухолей сердца и др. [2–5]. Клинические проявления ФП и ТП обусловлены высокой частотой сердечных сокращений (ЧСС), асинхронных предсердно-желудочковых сокращений, уменьшением сердечного выброса в связи с отсутствием эффективной систолы предсердий, что сопровождается учащенным сердцебиением, артериальной гипотонией, миокардиальной дисфункцией. У детей нередко наблюдаются повышенная утомляемость, снижение толерантности к физическим нагрузкам. Именно эти жалобы могут послужить причиной обращения больного или его родителей к специалисту [2, 4, 5]. При лечении ФП и ТП требуется этапный подход, включающий конверсию ритма (электрическая и медикаментозная кардиоверсия), поддержание синусового ритма, контроль атриовентрикулярного проведения и ритма желудочков [3–5].

Выделяют типичный и атипичный варианты трепетания предсердий. При типичном (истмусзависимом) варианте ТП циркуляция волны возбуждения происходит в правом предсердии по типичному кругу реентри через правый перешеек (ПрП).

Правый перешеек – зона между нижней полой веной, устьем коронарного синуса (КС) и фиброзным кольцом трикуспидального клапана.

Атипичное (истмуснезависимое) трепетание предсердий (АТП) характеризуется циркуляцией волны возбуждения в левом или правом предсердии, но не по типичному кругу (не через ПрП).

Описание случая

Пациентка Т. поступила в стационар 15 ноября 2024 г. с жалобами на перебои в работе сердца, приступы учащенного сердцебиения, возникающие независимо от физической нагрузки. С 2012 г. отмечаются пароксизмы ФП, в связи с чем неоднократно проходила стационарное лечение. С 2012 г. назначена антиаритмическая терапия, на фоне приема которой отмечала редкие приступы аритмии. В 2021 г. по показаниям было выполнено стентирование огибающей ветви.

В январе 2024 г. проведены электрофизиологическое исследование (ЭФИ), радиочастотная абляция (РЧА) легочных вен и правого перешейка. В феврале 2024 г. пациентка стала отмечать нарушения ритма сердца, в связи с чем была госпитализирована бригадой СМП в стационар по месту жительства с диагнозом «трепетание предсердий». Попытка медикаментозной кардиоверсии оказалась безуспешной, электроимпульсная терапия не проводилась. Пациентке была назначена пульсурежающая терапия биспрололом 10 мг, которую она принимает до момента настоящей госпитализации. По данным холтера от 05.09.2024 г., проведенного по месту жительства: в течение всего времени мониторинга регистрировался ритм – трепетание предсердий со средней частотой желудочковых сокращений (ЧЖС) за сутки 103 уд/мин. Паци-

ентка консультирована в НКО НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева, осмотрена и обследована при поступлении в стационар. Общее состояние удовлетворительное. Сознание ясное, контактна, ориентирована во времени и пространстве. Активность сохранена. Конституционные особенности – гиперстеник.

Рост 167 см, масса тела 95 кг, индекс массы тела $34,06 \text{ кг/м}^2$. По данным физикального обследования всех органов и систем – без особенностей.

Лабораторные данные – без особенностей, в пределах возрастной нормы.

Инструментальные данные. ЭКГ: трепетание предсердий с ЧЖС 113 – 114 – 115 уд/мин. Положение электрической оси сердца (ЭОС) – нормальное. QRS 0,08 с. Q-зубец в III отведении, исчезает на вдохе. Двухфазный Т – в V2–V6, во II, III, aVF отведениях, сглаженный Т – в I, aVL, V1 (рис. 1).

Пациентка подана в рентгенооперационную для проведения ЭФИ и РЧА аритмогенных зон с использованием нефлюороскопической системы навигации. Приклеены референтные патчи.

По методике Сельдингера дважды пунктирована правая бедренная вена. По интродьюсерам проведены 10-полюсный катетер в коронарный синус, а в правое предсердие (ПП) – диагностический многополюсный электрод. Исходно регистрируется ТП с длиной цикла тахикардии

267 мс (правый фронт возбуждения) на электроде в КС (рис. 2, а).

Выполнено высокоплотное картирование правого предсердия. При активационном картировании регистрируются распространение электрического импульса из межпредсердной перегородки и зона блока в области правого перешейка.

Далее через открытое овальное окно в полость левого предсердия (ЛП) проведен диагностический многополюсный электрод. Введен гепарин из расчета 100 ЕД/кг.

Далее на тахикардии с помощью диагностического многополюсного электрода выполнено высокоплотное картирование левого предсердия. При активационном картировании регистрируется распространение электрического импульса вокруг правых легочных вен с зоной замедленного проведения по задней стенке ЛП. Выше зоны замедления определяется область сужения распространения электрического импульса шириной 4–5 мм (рис. 2, б). Диаметр РЧ-повреждения составил 6 мм.

В связи с этим решено выполнить РЧА-воздействие именно в этой области (рис. 2, в).

Далее многополюсный электрод заменен на абляционный катетер. При РЧ-воздействии отмечаются удлинение цикла ТП до 335 мс (при LSI=3,0) и дальнейшее купирование тахикардии (при LSI=4,5 достигнуто трансмуральное

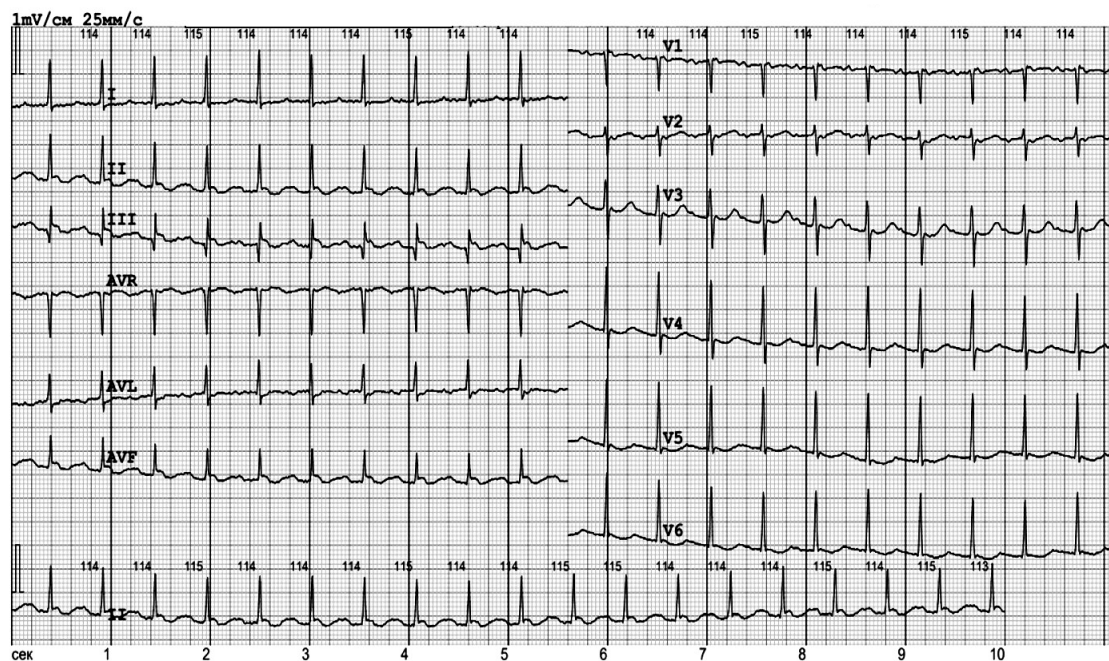


Рис. 1. Поверхностная электрокардиограмма пациентки во время приступа ТП. Стандартные отведения I, II, III, aVR, aVL и aVF, V1–V6. Скорость 25 мм/с. Частота желудочковых сокращений 114–115 уд/мин



Рис. 2. Результаты электрокардиографии и высокоплотного картирования:

а: 1 – I, II, III и V1 отведения поверхностной ЭКГ, 2 – электрограмма в коронарном синусе (CS 1–10), 3 – длина цикла тахикардии 267 мс; б: 4 – распространение волны возбуждения по передней и задней стенкам ЛП, 5 – зона замедления волны возбуждения (указана волнистой линией); в: 6 – место абляции; 7 – восстановление синусового ритма, 8 – длительность цикла 335 мс

повреждение миокарда) с восстановлением синусового ритма с ЧСС 60 уд/мин (рис. 2, в).

Выполнено ЭФИ: антеградное проведение через систему Гиса–Пуркенье (ГПС): антеградная точка Венкебаха = 360 мс, антеградный эффективный рефрактерный период атриовентрикулярного узла (АВУ) = 280 мс, эффективный ретроградный период ЛП = 200 мс.

Ретроградное проведение через ГПС: ретроградная точка Венкебаха = 380 мс, ретроградный эффективный период АВУ = 300 мс, эффективный ретроградный период правого желудочка = 220 мс. Пациентка переведена в отделение на синусовом ритме.

Электрокардиография при выписке: синусовый ритм с ЧСС 80 уд/мин, положение ЭОС – нор-

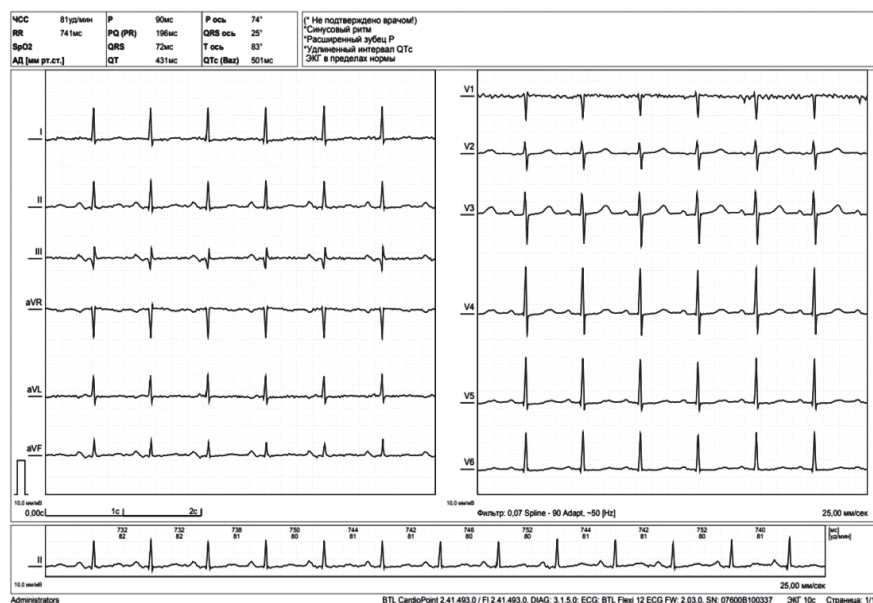
мальное, PQ=0,19 мс, QRS=0,08 мс, QT=0,4 мс. Сглаженный T в отведениях V1, V4–V6, в III, aVF, aVL (рис. 3).

Обсуждение

Возникновение АТП чаще всего обусловлено формированием петли реентри в областях, где не достигнуто трансмуральное повреждение миокарда при выполнении предшествующей абляции. По данным анализа G. Feld et al., частота возникновения АТП после изоляции легочных вен составляет от 1,7 до 9,4% в зависимости от метода интервенционного лечения и антропометрических особенностей пациента [6].

Основными вариантами постабляционного АТП являются перимитральное и АТП через

Рис. 3. Поверхностная электрокардиограмма пациентки (синусовый ритм). Стандартные отведения I, II, III, aVR, aVL и aVF, V1–V6. Скорость 25 мм/с. Частота желудочковых сокращений 80 уд/мин



область крыши ЛП. Согласно исследованию N.L. Ko Ko et al., первый вариант встречается в 21,2%, второй – в 34,7% случаев.

Такие варианты тахикардий преимущественно проходят через так называемый «критический истмус», однако в отличие от рецидива ФП после аблации, уровень свободы от АТП после повторной аблации составляет 69,8% [7].

Это подтверждает высокую эффективность направленной аблации при чётко локализованных механизмах АТП.

Современные методы высокоплотного электроанатомического картирования позволяют с высокой точностью визуализировать контуры рендрии и проводить целенаправленную аблацию. Как отмечается в работе J. Marazzato et al. (2022 г.), использование 3D-картирования при повторных процедурах аблации значительно повышает успех терапии и снижает риск рецидивов [8, 9].

Диагностика АТП может быть затруднена изменённой электрокардиографической картиной. Рубцевание тканей и анатомические изменения после аблации ФП могут искажать морфологию зубца Р, усложняя интерпретацию стандартной ЭКГ. Случай, описанный в обзоре A. Fuher et al. (2023 г.), демонстрирует сложности в дифференциальной диагностике между прорывом в перимитральной области и другими формами АТП после аблации ФП, разрешённые только с помощью 3D-картирования [10].

Таким образом, АТП после аблации ФП остаётся актуальной клинической проблемой, однако при правильной диагностике и использовании современных технологий, в первую очередь высокоплотного картирования, возможно достижение высокой эффективности интервенционных вмешательств при низком риске осложнений [11].

Заключение

Электроанатомическое картирование стало ключевым инструментом для успешной аблации сердечных аритмий. Многополюсные катетеры нового поколения безопасны и эффективны. Современные навигационные системы позволяют уменьшить количество осложнений, нанесённых воздействий, выявить атипичное расположение аритмогенных зон и несостоятельность линий после изоляции легочных вен.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список / References

1. Фибрилляция и трепетание предсердий у взрослых. Клинические рекомендации. Министерство здравоохранения Российской Федерации. 2020. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/382_1 (дата обращения 20.03.2024 г.). Atrial fibrillation and flutter in adults. Clinical guidelines. Ministry of Health of the Russian Federation. 2020 (in Russ.). https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/382_1 (accessed March 20, 2024).
2. Аванесян Г.А., Филатов А.Г. Оценка эффективности и выявление предикторов рецидива у пациентов после криобаллонной изоляции устьев легочных вен с различными формами фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии*. 2023; 30 (4): 13–22. DOI: 10.35336/VA-1195
Avanesyan G.A., Filatov A.G. Evaluation of efficacy and identification of predictors of recurrence in patients after cryoballoon isolation of pulmonary vein ostia with various forms of atrial fibrillation. *Bulletin of Arrhythmology*. 2023; 30 (4): 13–22 (in Russ.). DOI: 10.35336/VA-1195
3. Курмаева Е.А., Волгина С.Я., Соловьева Н.А., Жердев А.А. Трепетание предсердий у новорожденных. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2021; 66 (5): 198–201. DOI: 10.21508/1027-4065-2021-66-5-198-201
Kurmaeva E.A., Volgina S.Ya., Solovyeva N.A., Zherdev A.A. Atrial flutter in newborns. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2021; 66 (5): 198–201 (in Russ.). DOI: 10.21508/1027-4065-2021-66-5-198-201
4. Аванесян Г.А., Филатов А.Г., Шалов Р.З. Анатомо-функциональное ремоделирование левого предсердия у пациентов с пароксизмальной и персистирующей формой фибрилляции предсердий после выполнения криобаллонной изоляции устьев легочных вен. *Креативная кардиология*. 2024; 18 (1): 59–72. DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-1-59-72
Avanesyan G.A., Filatov A.G., Shalov R.Z. Anatomical and functional remodeling of the left atrium in patients with paroxysmal and persistent forms of atrial fibrillation after cryoballoon isolation of pulmonary vein ostia. *Creative Cardiology*. 2024; 18 (1): 59–72 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-1-59-72
5. Аванесян Г.А., Филатов А.Г., Шалов Р.З., Ковалев А.С. Оценка эффективности и выявление предикторов рецидива у пациентов после криобаллонной изоляции устьев легочных вен с пароксизмальной и персистирующей формами фибрилляции предсердий. *Анналы аритмологии*. 2022; 19 (2): 78–85. DOI: 10.15275/annaritmology.2022.2.2
Avanesyan G.A., Filatov A.G., Shalov R.Z., Kovalev A.S. Evaluation of efficacy and identification of predictors of recurrence in patients after cryoballoon isolation of pulmonary vein ostia with paroxysmal and persistent forms of atrial fibrillation. *Annals of Arrhythmology*. 2022; 19 (2): 78–85 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmology.2022.2.2
6. Feld G., Hsu J. Atypical left atrial flutter after posterior wall and pulmonary vein isolation atrial fibrillation. *J. Am. Coll. Cardiol. EP*. 2024; 7 (2): 1631–1633. DOI: 10.1016/j.jacep.2024.05.006
7. Ko Ko N.L., Anila S., Banveet Kaurb K., Komandoora S. Atypical atrial flutter: review of mechanisms, advances in mapping and ablation outcomes. *Curr. Opin. Cardiol*. 2022; 37 (1): 36–45. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000924

8. Аванесян Г.А., Филатов А.Г., Латипов Ш.А., Шалов Р.З. Оценка качества жизни у пациентов с различными формами фибрилляции предсердий, перенесших криобаллонную абляцию устьев легочных вен. *Креативная кардиология*. 2025; 19 (3): 372–382. DOI: 10.24022/1997-3187-2025-19-3-372-382 Avanesyan G.A., Filatov A.G., Latipov Sh.A., Shalov R.Z. Assessment of the quality of life in patients with various forms of atrial fibrillation after cryoballoon ablation of the pulmonary veins. *Creative Cardiology*. 2025; 19 (3): 372–382 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2025-19-3-372-382
9. Marazzato J., Marazzi R., Doni L.A. et al. Mapping and ablation of atypical atrial flutters. *Card. Electrophysiol. Clin.* 2022; 14 (3): 471–481. DOI: 10.1016/j.ccep.2022.03.003
10. Fuher A., Borne R., Cunningham J. Diagnosing atypical flutter in the post-atrial fibrillation ablation patient: a case report. *Clin. Pract. Cases Emerg. Med.* 2023; 7 (2): 106–109. DOI: 10.5811/cprsem.1413
11. Голухова Е.З. Отчет о научной и лечебной работе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России за 2023 год и перспективы развития. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2024; 25 (Спецвыпуск): 5–141. DOI: 10.24022/1810-0694-2024-25S
Golukhova E.Z. Report on the scientific and clinical activity of Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery for 2023 and development prospects. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2024; 25 (Special Issue) (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2024-25S

Поступила 18.09.2025

Принята к печати 19.11.2025

© Ф.В. СМАЗНОВ, А.Г. ФИЛАТОВ, Г.А. АВАНЕСЯН, Д.С. МАРТЫНОВ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.311-089.168

DOI: 10.15275/annaritm.2025.4.6

УСПЕШНАЯ РАДИОЧАСТОТНАЯ АБЛАЦИЯ АТИПИЧНОГО ТРЕПЕТАНИЯ ПРЕДСЕРДИЙ У ПАЦИЕНТА ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ СЕННИНГА

Тип статьи: клинический случай

Ф.В. Смазнов, А.Г. Филатов, Г.А. Аванесян, Д.С. Мартынов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Смазнов Федор Владиславович, ординатор; orcid.org/0009-0007-0713-0771

Филатов Андрей Геннадьевич, д-р мед. наук, заведующий научным отделом рентгенохирургической и интраоперационной диагностики и лечения аритмий; orcid.org/0000-0002-7026-7814

Аванесян Грайр Араратович, канд. мед. наук, науч. сотр., врач – сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-5367-8382, e-mail: grair707@mail.ru

Мартынов Дмитрий Сергеевич, ординатор; orcid.org/0009-0003-9788-5342

Представлен клинический случай успешного интервенционного лечения тахикардии у пациента, ранее перенесшего операцию Сеннинга по поводу транспозиции магистральных сосудов. Анатомическая перестройка предсердий после подобного вмешательства формирует уникальные условия для возникновения и поддержания макрореентри-тахикардий, что существенно осложняет их диагностику и терапию.

С использованием современной трёхмерной навигационной системы была выполнена высокоточная активационная и вольтажная карта неосформированных артериального и венозного предсердий. Полученные данные позволили детально визуализировать зоны замедленного проведения и реконструировать анатомический контур аритмогенного круга. Идентификация критического участка медленного проведения послужила ключевым моментом в выборе терапевтической стратегии.

В обозначенной зоне была проведена целенаправленная радиочастотная абляция, результатом которой стало прерывание макрореентри-цепи, купирование тахикардии и восстановление устойчивого синусового ритма. Процедура характеризовалась немедленным клиническим эффектом и отсутствием ранних осложнений.

Особое внимание в статье уделено роли современных навигационных технологий, которые приобретают первостепенное значение в условиях сложной и атипичной анатомии сердца после паллиативных и радикальных операций. Использование данных систем существенно ускоряет процесс локализации аритмогенных субстратов, повышает точность и эффективность интервенционного вмешательства, а также снижает риск рецидивов аритмии.

Представленный клинический случай демонстрирует высокую эффективность интеграции электрофизиологического картирования и катетерной абляции в лечении сложных нарушений ритма у пациентов после реконструктивных операций на сердце. Подобный опыт подчёркивает перспективность комбинированного подхода, сочетающего современные технологии визуализации и индивидуализированные стратегии интервенционного лечения, что открывает новые возможности в терапии аритмий у пациентов с врождёнными пороками сердца.

Ключевые слова: тахикардия, операция Сеннинга, транспозиция магистральных сосудов, радиочастотная абляция, электроанатомическая карта, аритмия, навигационная система, синусовый ритм, сложные нарушения ритма сердца

SUCCESSFUL RADIOFREQUENCY ABLATION OF ATYPICAL ATRIAL FLUTTER IN A PATIENT AFTER SENNING'S PROCEDURE

F.V. Smaznov, A.G. Filatov, G.A. Avanesyan, D.S. Martynov

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Fedor V. Smaznov, Resident Physician; orcid.org/0009-0007-0713-0771

Andrey G. Filatov, Dr. Med. Sci., Head of the Scientific Department of X-ray Surgical and Intraoperative Diagnostics and Treatment of Arrhythmias; orcid.org/0000-0002-7026-7814

Grayr A. Avanesyan, Cand. Med. Sci., Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-5367-8382, e-mail: grair707@mail.ru

Dmitriy S. Martynov, Resident Physician; orcid.org/0009-0003-9788-5342

In the presented article, we describe a clinical case of successful interventional treatment of tachycardia in a patient who previously underwent a Senning procedure for transposition of the great arteries. The anatomical reconstruction of the atria following this surgery creates unique conditions for the development and maintenance of macro-reentrant tachycardias, which significantly complicates their diagnosis and treatment. Using a modern three-dimensional navigation system, high-precision activation and voltage mapping of the surgically reconstructed systemic and pulmonary atria was performed. The obtained data allowed detailed visualization of areas of slow conduction and reconstruction of the anatomical contour of the arrhythmogenic circuit. Identification of the critical slow-conduction isthmus was a key step in selecting the therapeutic strategy. Targeted radiofrequency ablation was performed at the identified area, resulting in interruption of the macro-reentrant circuit, termination of the tachycardia, and restoration of stable sinus rhythm. The procedure was associated with an immediate clinical effect and no early complications.

Special attention in the article is paid to the role of modern navigation technologies, which become crucial in the setting of complex and atypical cardiac anatomy after palliative and radical surgeries. Use of such systems significantly accelerates the localization of arrhythmogenic substrates, increases the accuracy and effectiveness of interventional treatment, and reduces the risk of arrhythmia recurrence.

This clinical case demonstrates the high effectiveness of integrating electrophysiological mapping and catheter ablation in the management of complex rhythm disorders in patients after reconstructive cardiac surgery. This experience highlights the promise of a combined approach that incorporates advanced imaging technologies and individualized interventional treatment strategies, opening new possibilities for arrhythmia therapy in patients with congenital heart defects.

Keywords: tachycardia, Senning procedure, transposition of the great arteries, radiofrequency ablation, electroanatomical mapping, arrhythmia, navigation system, sinus rhythm, complex cardiac rhythm disorders

Введение

Транспозиция магистральных артерий (ТМА) составляет 5% от всех врожденных пороков сердца (ВПС) и является одной из наиболее частых причин развития цианоза у новорожденных детей [1]. ВПС встречаются с частотой 8–10 случаев на 1000 живорождений, что делает их одной из основных причин детской смертности и инвалидизации. По данным Всемирной организации здравоохранения, ВПС являются наиболее распространенной группой аномалий, приводящих к необходимости хирургического вмешательства в детском возрасте.

Транспозиция магистральных артерий характеризуется развитием дискордантности желудочково-артериального соединения, когда аорта отходит от правого желудочка, а легочный ствол берет начало от левого желудочка. Без оперативного вмешательства данный порок характеризуется одним из самых высоких показателей смертности среди детей: 95% пациентов умирают в течение первого года жизни [2].

В 1959 г. А. Senning предложил метод гемодинамической коррекции этого порока, основан-

ный на переключении потоков артериальной и венозной крови на уровне предсердий. Принцип операции заключается в формировании предсердной перегородки из аутологичной ткани, перенаправляющей системный венозный возврат к митральному клапану и левому желудочку, а возврат из легочных вен – к трикуспидальному клапану и правому желудочку, выполняющему роль системного.

Несмотря на хорошие результаты операции, у пациентов в отдаленном послеоперационном периоде могут развиваться различные инцизионные аритмии, связанные с большим объемом хирургического вмешательства. По данным исследований, нарушения ритма сердца встречаются у 20–30% пациентов после операций на сердце. К наиболее распространенным аритмиям относятся предсердные тахикардии, включая атипичное трепетание предсердий и фибрилляцию предсердий [3]. Эти нарушения могут быть связаны как с изменениями в анатомии сердца после операции, так и с электрофизиологическими изменениями, возникающими в результате хирургического вмешательства.

По данным литературы, риск возникновения аритмий у пациентов с ВПС выше по сравнению с общей популяцией, что подчеркивает важность мониторинга и лечения этих осложнений [4]. Профилактика и раннее выявление нарушений ритма могут значительно улучшить качество жизни пациентов и снизить риск серьезных сердечно-сосудистых событий [5].

В данной статье представлен случай успешного устранения атипичного трепетания предсердий у 35-летнего пациента, перенесшего операцию внутрисердечного переключения по методу Сеннинга по поводу ТМА с использованием радиочастотной абляции (РЧА) и навигационного картирования.

Целью данной статьи является демонстрация преимуществ применения навигационного картирования и внутрисердечного ультразвукового исследования (ВСУЗИ) при лечении аритмий у пациентов, перенесших гемодинамическую коррекцию транспозиции магистральных сосудов.

Описание случая

Пациент 35 лет был госпитализирован в клинику с жалобами на одышку, астению и учащенное сердцебиение. Из анамнеза известно, что у пациента на третьем пренатальном скрининге была диагностирована кардиальная патология – транспозиция магистральных сосудов. На третьей неделе жизни в кардиохирургическом центре в Лондоне была выполнена радикальная коррекция данного порока с использо-

ванием операции по методу Сеннинга. Ранний послеоперационный период протекал без осложнений, и на третьей неделе госпитализации пациент был выписан из стационара. В дальнейшем жалоб пациент не предъявлял.

В возрасте 32 лет у пациента впервые возник приступ тахикардии. На электрокардиограмме была зарегистрирована узкокомплексная тахикардия с частотой сердечных сокращений 135 уд/мин. Синусовый ритм был восстановлен с помощью электроимпульсной терапии. Впоследствии пациент получал бета-адреноблокаторы, однако без выраженного эффекта. Последний приступ тахикардии произошел месяц назад, после чего было принято решение о проведении катетерной абляции.

Ход операции

По методике Сельдингера дважды пунктирована правая бедренная вена. Установлены интродьюсеры. В полость венозного предсердия проведен диагностический 10-полюсный электрод и локализован по боковой стенке. На эндограммах с катетера регистрируется трепетание предсердий с длительностью цикла 330 мс и проведением на желудочки 1:1. В связи с дискордантным предсердно-желудочковым соединением и атипичной анатомией локализация диагностического электрода в коронарный синус была невозможна. Далее с помощью картирующего электрода выполнено построение электроанатомической (рис. 1, а) и вольтажной (рис. 1, б)

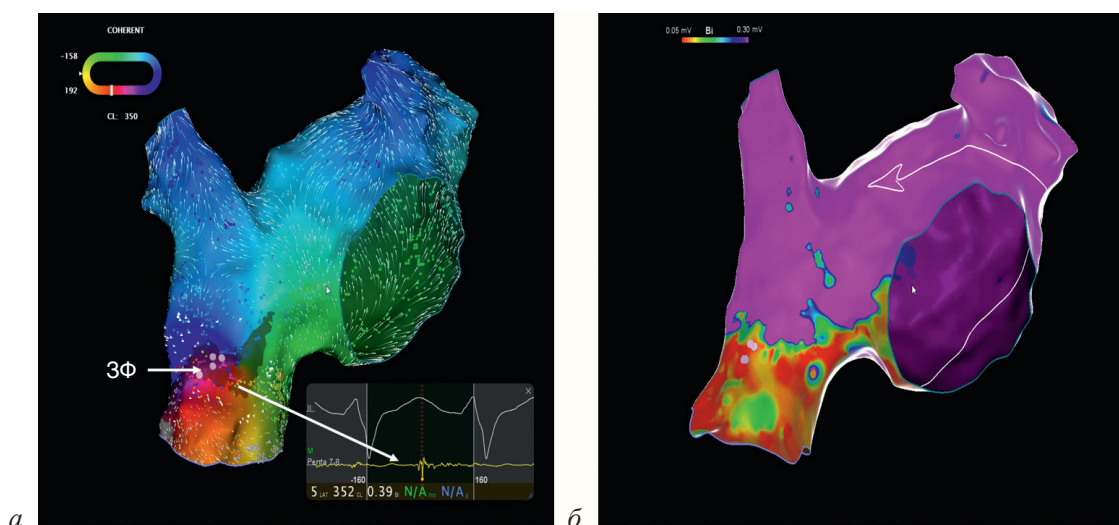


Рис. 1. Электроанатомическая активационная карта (когерентное картирование) (а) и вольтажная карта венозного предсердия (б).

На рисунке 1, а отмечено когерентное картирование (распространение вектора активации в конкретной точке в течение длительности цикла) и зона переходящей волны возбуждения с выраженным замедленным (высокофракционированным) проведением (ЗФ). На рисунке 1, б стрелкой изображена волна активации венозного предсердия

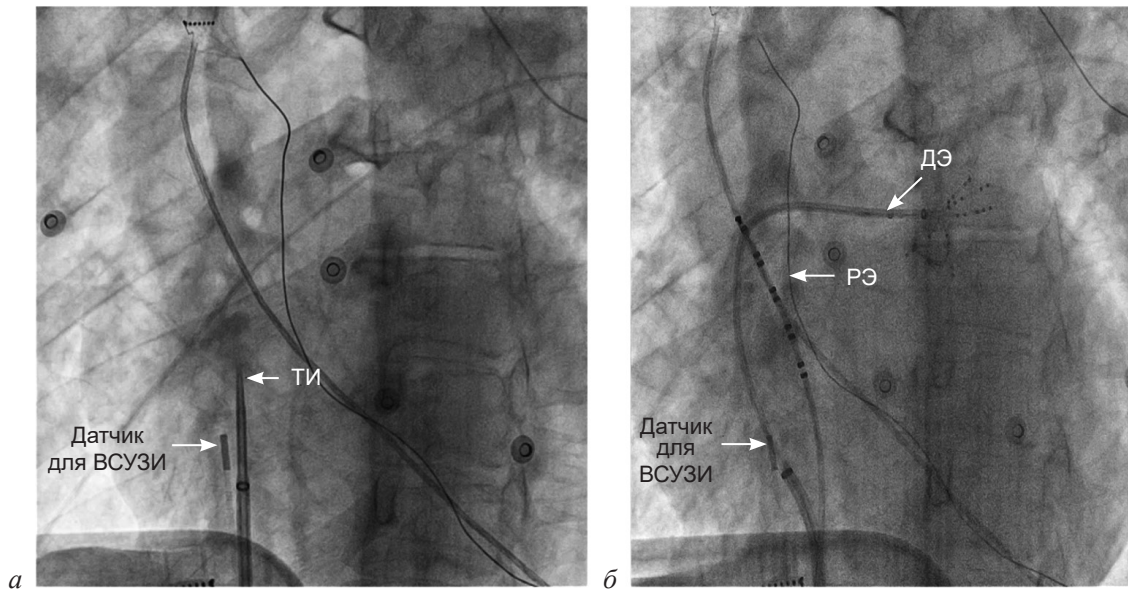


Рис. 2. Пункция межпредсердной перегородки с целью создания доступа в артериальное предсердие (а) и позиционирование диагностического электрода (ДЭ) для высокоплотного картирования в артериальное предсердие (б).

ТИ – транссептальная игла; РЭ – референтный электрод

карт венозного предсердия (ВП), получающего венозную кровь от верхней полой вены (ВПВ) и нижней полой вены (НПВ) и направляющего ее в полость левого желудочка.

Однако при интерпретации полученных данных в результате сбора электроанатомической активационной карты отмечается, что не была собрана вся длительность цикла тахикардии, а также не зарегистрирована зона замедленного проведения. В связи с этим принято решение о необходимости пункции перегородки и картирования артериального предсердия (АП). Далее под контролем ВСУЗИ и рентгеноскопии была пунктирована неосформированная перегородка между венозным и артериальным предсердием (рис. 2, а) и в полость проведен диагностический катетер для высокоплотного картирования (рис. 2, б).

После осуществления доступа в артериальное предсердие была построена активационная и вольтажная карта (рис. 3). АП служит резервуаром для оксигенированной крови из легочных вен (ЛВ), которая через трикуспидальный клапан попадает в полость правого желудочка, выполняющего роль системного. При проведении электроанатомического активационного картирования был собран весь цикл тахикардии и визуализировано биатриальное трепетание предсердий (рис. 4, 5).

После верификации критической зоны замедленного проведения биатриального трепета-

ния было выполнено линейное радиочастотное воздействие в артериальном предсердии от кольца трикуспидального клапана до НПВ с удовлетворительными параметрами абляции ($P = 45W$, $T = 34-38^\circ C$, $Imp = 98-112 \text{ Ом}$ и с соблюдением абляционного индекса).

Во время РЧА отмечается увеличение длины цикла с последующим купированием и восстановлением синусового ритма, с частотой желудочковых сокращений 65 уд/мин. Методами программированной и сверхчастой стимуляции

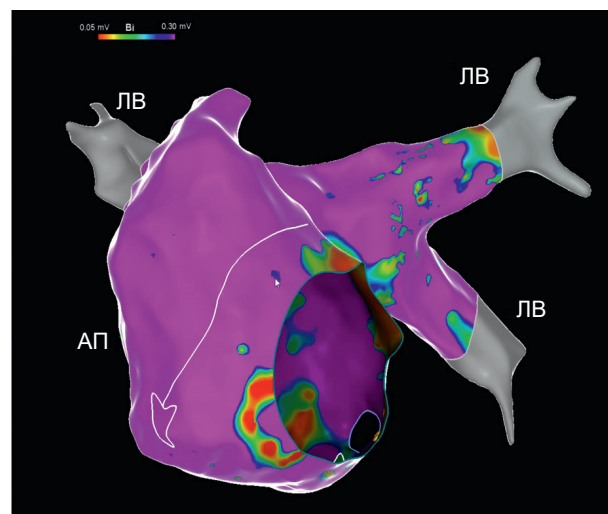


Рис. 3. Биполярная карта артериального предсердия. Стрелкой изображена волна активации артериального предсердия

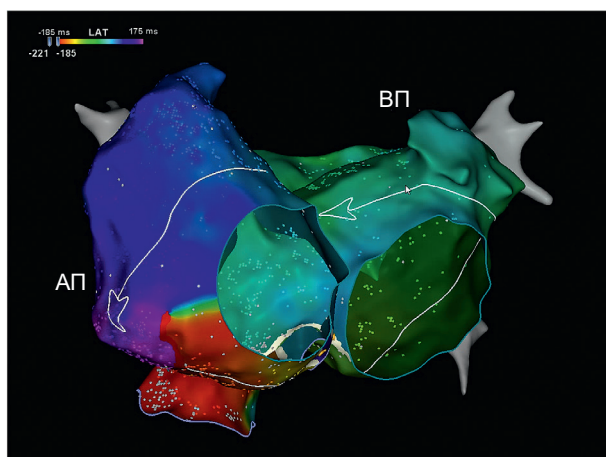


Рис. 4. Совмещенная карта предсердий (венозного и артериального). Стрелками изображён фронт активации биатриального трепетания

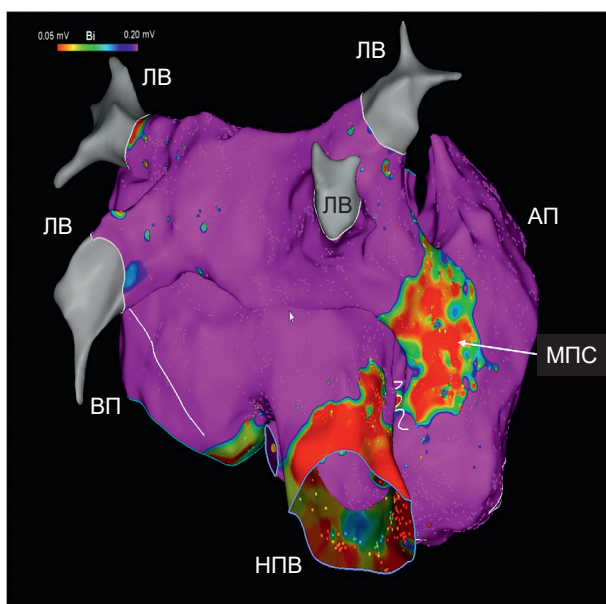


Рис. 5. Совмещенная биатриальная карта (вид сзади). МПС – межпредсердное сообщение (после пункции)

индуцировать тахикардию не удалось. Выполнено суточное холтеровское мониторирование, на протяжении всего исследования отмечается регистрация синусового ритма. Пациент выписан на 4-й день с синусовым ритмом.

Обсуждение

Инцизионные предсердные тахикардии представляют собой одно из наиболее частых и клинически значимых осложнений у пациентов после хирургической коррекции врождённых пороков сердца. Основной электрофизиологический механизм этих аритмий – макрореентри, формирующийся вокруг послеоперационных

рубцов, линий швов и зон изменённого миокарда [5]. Особенно часто инцизионные тахикардии встречаются после коррекции транспозиции магистральных сосудов методиками Сеннинга и Мастарда.

Ещё в 1995 г. J.K. Triedman et al. показали, что предсердные тахикардии подобного типа развиваются у 10–30% пациентов после хирургических коррекций транспозиции магистральных сосудов [6]. Эти данные были подтверждены в ряде более поздних серий наблюдений, что подчёркивает высокую клиническую значимость проблемы.

Опыт лечения в ранних исследованиях

Первые публикации, посвящённые катетерной абляции инцизионных тахикардий у данной категории больных, датируются началом 2000-х годов. В 2003 г. R. Sardana et al. впервые описали успешное устранение макрореентри тахикардии у пациента после операции Мастарда с использованием системы CARTO [7–9]. В дальнейшем электроанатомическое картирование стало стандартом ведения подобных пациентов, поскольку классическая флюороскопия оказывалась недостаточной для понимания сложной послеоперационной анатомии.

K.K. Collins et al. представили серию из 15 пациентов после операций Сеннинга и Мастарда: в 12 случаях абляция была эффективной [10]. Зоны радиочастотных воздействий локализовались преимущественно в задненижней части артериального предсердия (между трикуспидальным клапаном и нижней полой веной), а также в латеральных отделах системного венозного предсердия (между верхней и нижней полыми венами). Эти результаты подтвердили необходимость точного анатомического картирования субстрата аритмии и сделали трёхмерные навигационные системы методом выбора [11, 12].

Современный опыт (2020–2024 гг.)

В последние годы опубликованы крупные серии и консенсусные документы, подтвердившие эффективность и безопасность катетерной абляции при инцизионных тахикардиях у пациентов с ВПС:

– в обзоре J.P. Moore et al. (2020 г.) показано, что катетерная абляция у взрослых с врождёнными пороками сердца сопровождается высокой острой эффективностью, но требует повторных

вмешательств из-за прогрессирования ремоделирования миокарда [13, 14];

– EHRA-консенсус 2020 г. (K. Zeppenfeld et al.) систематизировал подходы к лечению аритмий при ВПС, отдельно выделив аблацию инцизионных тахикардий как показанную стратегию при симптомных формах [15, 16];

– S. Fusco et al. (2021 г.) представили данные о долгосрочных результатах: клинический успех сохранялся в 70–80% случаев, хотя до 30% пациентов нуждались в повторных процедурах [17, 18];

– в исследовании S. Kuroda et al. (2021 г.) акцентировано внимание на необходимости одновременного картирования как венозного, так и артериального предсердий после операций Сеннинга/Мастарда, поскольку круги реентри могут формироваться в обеих камерах [19, 20];

– А.Е. van der Hulst et al. (2023 г.) в мультицентровом когортном исследовании показали, что использование нефлюороскопических систем и внутрисердечного УЗИ позволяет радикально снизить время рентген-экспозиции и повысить безопасность вмешательств у данной когорты пациентов [21].

Уникальность представленного клинического случая состоит в том, что удалось применить инновационный комплексный подход:

1. Пункция ксеноперикардальной заплаты под контролем внутрисердечного УЗИ – это обеспечило безопасный и точный доступ к артериальному предсердию и позволило избежать осложнений.

2. Построение трёхмерной модели предсердий – венозное предсердие, артериальное предсердие и отдельная камера легочных вен. Подобная детальная реконструкция ранее практически не описывалась и позволила максимально полно визуализировать анатомию.

Заключение

Тахикардии, возникающие после корригирующих операций у больных с транспозицией магистральных сосудов, как правило, имеют механизм макрореентри, возникающий в области послеоперационных рубцов. Лечение таких аритмий требует значительного времени и усилий. Однако использование навигационного картирования значительно ускоряет и облегчает процесс поиска круга тахикардии и зоны критического истмуса в условиях нетипичной анатомии сердца. Данный случай демонстрирует

эффективность комбинированного подхода в лечении сложных аритмий у пациентов после операции Сеннинга и подчеркивает важность современных технологий в лечении сложных нарушений ритма сердца.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список / References

1. Ковалев А.С., Филатов А.Г. Нефлюороскопическая интервенционная диагностика аритмий. *Анналы аритмологии*. 2020; 17 (2): 135–146. DOI: 10.15275/annaritmol.2020.2.7
Kovalev A.S., Filatov A.G. Nonfluoroscopic interventional diagnostic of arrhythmias. *Annaly Aritmologii*. 2020; 17 (2): 135–146 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2020.2.7
2. Ревিশвили А.Ш., Рзаев Ф.Г., Джетыбаева С.К. Интервенционное лечение инцизионных предсердных тахикардий у больных после коррекции врожденных пороков сердца с использованием трехмерной навигационной системы картирования CARTO. *Вестник аритмологии*. 2004; 36: 42–47.
Revishvili A.Sh., Rzaev F.G., Dzhetibaeva S.K. Catheter ablation of incisional atrial tachycardias after congenital heart disease repair using the CARTO three-dimensional mapping system. *Vestnik Aritmologii*. 2004; 36: 42–47 (in Russ.).
3. Ревিশвили А.Ш., Артюхина Е.А. Клинический случай устранения инцизионной предсердной тахикардии после операции Мастарда с использованием системы Carto. *Вестник аритмологии*. 2008; 51: 68–71.
Revishvili A.Sh., Artyukhina E.A. A clinical case report of elimination of incision atrial tachycardia after Mastard's operation using CARTO system. *Vestnik Aritmologii*. 2008; 51: 68–71 (in Russ.).
4. Moore J.P., Shannon K.M., Fish F.A. et al. Catheter ablation of supraventricular tachyarrhythmia after extracardiac Fontan surgery. *Heart Rhythm*. 2016; 13 (9): 1891–1897. DOI: 10.1016/j.hrthm.2016.05.019
5. Минаев А.В., Черненко М.И., Шишкина Н.М. Возможности использования системы длительного мониторингирования электрокардиограммы у пациентов с врожденными пороками сердца. *Российский кардиологический журнал*. 2024; 29 (S6): 31–32. DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6S
Minaev A.V., Chernenko M.I., Shishkina N.M. Applications of long-term electrocardiographic monitoring in patients with congenital heart disease. *Russian Journal of Cardiology*. 2024; 29 (S6): 31–32 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6S
6. Correa R., Walsh E.P., Alexander M.E. et al. Transbaffle mapping and ablation for atrial tachycardias after Mustard, Senning, or Fontan operations. *J. Am. Heart Assoc.* 2013; 2 (5): e000325. DOI: 10.1161/JAHA.113.000325
7. Sardana R., Chauhan V.S., Downar E. Unusual intraatrial reentry following the Mustard procedure defined by multisite magnetic electroanatomic mapping. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2003; 26 (4 Pt 1): 902–905. DOI: 10.1046/j.1460-9592.2003.t01-1-00156.x
8. Roca-Luque I., Rivas-Gándara N., Dos Subirà L. et al. Long-term follow-up after ablation of intra-atrial re-entrant tachycardia in patients with congenital heart disease: types and predic-

- tors of recurrence. *JACC Clin. Electrophysiol.* 2018; 4 (6): 771–780. DOI: 10.1016/j.jacep.2018.04.011
9. Khairy P., Macle L., Nattel S. Atrial tachycardia and atrial fibrillation in congenital heart disease: coexistence or causality? *JACC Clin. Electrophysiol.* 2024; 10 (6): 1061–1063. DOI: 10.1016/j.jacep.2024.03.041
 10. Collins K.K., Love B.A., Walsh E.P. et al. Location of acutely successful radiofrequency catheter ablation of intraatrial re-entrant tachycardia in patients with congenital heart disease. *Am. J. Cardiol.* 2000; 86 (9): 969–974. DOI: 10.1016/s0002-9149(00)01132-2
 11. Сергуладзе А.С., Мационашвили Г.Р., Мационашвили Т.Р. и др. Хирургическое лечение синдрома слабости синусового узла у пациента после коррекции врожденного порока сердца с аномалией внутригрудного расположения и формирования сердца. *Детские болезни сердца и сосудов.* 2025; 22 (1): 74–80. DOI: 10.24022/1810-0686-2025-22-1-74-80
Serguladze A.S., Matsonashvili G.R., Matsonashvili T.R. et al. Surgical treatment of sick sinus syndrome in a patient after congenital heart defect correction with anomaly of intrathoracic positioning and heart formation. *Children's Heart and Vascular Diseases.* 2025; 22 (1): 74–80 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0686-2025-22-1-74-80
 12. Соловьева М.И., Минаев А.В., Завалихина Т.В. и др. Эволюция технологий длительного и удаленного мониторинга электрокардиограммы от зарождения до наших дней. *Креативная кардиология.* 2024; 18 (Спецвыпуск): S43–S56. DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18S-S43-S56
Soloveva M.I., Minaev A.V., Zavalikhina T.V. et al. Evolution of long-term and remote monitoring technologies for electrocardiogram monitoring from its origins to the present day. *Creative Cardiology.* 2024; 18 (Special Issue): S43–S56. DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18S-S43-S56
 13. Moore J.P., Shannon K.M., Gallotti R.G. et al. Catheter ablation of ventricular arrhythmia for Ebstein's anomaly in unoperated and post-surgical patients. *JACC Clin. Electrophysiol.* 2018; 4 (10): 1300–1307. DOI: 10.1016/j.jacep.2018.05.009
 14. Moore J.P., Shannon K.M., Fishberger S.B. et al. Catheter ablation of atrial tachycardia in adults with congenital heart disease. *JACC Clin. Electrophysiol.* 2020; 6 (5): 507–520. DOI: 10.1016/j.jacep.2020.02.011
 15. Zeppenfeld K., Tfelt-Hansen J., de Riva M. et al. EHRA consensus document on the management of arrhythmias in adult congenital heart disease. *Europace.* 2020; 22 (1): 180–241. DOI: 10.1093/europace/euz260
 16. Champ-Rigot L., Pellissier A., Fischer M.O. et al. Ultra-high density electroanatomic mapping through transbaffle approach of re-entrant tachycardia after Senning operation. *Europace.* 2019; 21 (1): 120. DOI: 10.1093/europace/euy156
 17. Fusco S., Lancellotti P., Iacoviello M. et al. Long-term outcomes of catheter ablation of atrial tachycardia in adults with congenital heart disease. *Heart Rhythm.* 2021; 18 (7): 1042–1050. DOI: 10.1016/j.hrthm.2021.03.044
 18. Ban J.E., Park S.W., Kim Y.H. Radiofrequency catheter ablation of atrial tachyarrhythmias after an atrial switch operation in a patient with univentricular heart combined with transposition of the great arteries. *Cardiol. Young.* 2015; 25 (6): 1224–1227. DOI: 10.1017/S1047951114001851
 19. Kuroda S., Kamakura T., Wada M. et al. Electroanatomical mapping and ablation of atrial tachycardia after atrial switch operation for transposition of the great arteries. *J. Arrhythm.* 2021; 37 (2): 402–412. DOI: 10.1002/joa3.12484
 20. Waldmann V., Bessière F., Gardey K. et al. Catheter ablation of atrial tachyarrhythmias in patients with atrioventricular septal defect. *Europace.* 2023; 25 (9): euad275. DOI: 10.1093/europace/euad275
 21. Van der Hulst A.E., Yap S.-C., Oosterhof T. et al. Catheter ablation of atrial tachyarrhythmia in adults with congenital heart disease: a multicentre cohort study. *Europace.* 2023; 25 (2): 361–372. DOI: 10.1093/europace/euad275

Поступила 08.10.2025

Принята к печати 12.12.2025

Рубрика: неинвазивная аритмология

© Э.М. СИЖАЖЕВ, С.В. КРУЧИНОВА, М.А. ГУЛИЕВ, Е.Н. ШВАРЦ,
С.Т. ЭНГИНОВЕВ, М.А. СОКОЛЬСКАЯ, В.В. ДАНИЛОВ, В.А. ШВАРЦ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.3-089.819.5

DOI: 10.15275/annaritm.2025.4.7

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КРАТКОСРОЧНОЙ ЧРЕСКОЖНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ АУРИКУЛЯРНОЙ ВЕТВИ БЛУЖДАЮЩЕГО НЕРВА НА ПАРАМЕТРЫ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА: РАНДОМИЗИРОВАННОЕ КОНТРОЛИРУЕМОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Тип статьи: оригинальная статья

Э.М. Сижажев¹, С.В. Кручинова^{2,3}, М.А. Гулиев⁴, Е.Н. Шварц⁵, С.Т. Энгинев⁴,
М.А. Сокольская¹, В.В. Данилов⁶, В.А. Шварц¹

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

²ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского», ул. 1 Мая, 167, Краснодар, 350086, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. им. Митрофана Седина, 4, Краснодар, 350063, Российская Федерация

⁴ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, ул. Покровская роща, 4, Астрахань, 414004, Российская Федерация

⁵ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Петроверигский пер., 10, стр. 3, Москва, 101990, Российская Федерация

⁶АНО ДО СШ «Стань чемпионом», ул. Зиповская, 70, Краснодар, 350016, Российская Федерация

Сижажев Эльдар Муратович, аспирант, врач функциональной диагностики; orcid.org/0000-0003-3563-8744

Кручинова София Владимировна, канд. мед. наук, врач-кардиолог², ассистент кафедры терапии № 1³; orcid.org/0000-0002-7538-0437

Гулиев Махарбек Артурович, ординатор; orcid.org/0000-0002-9503-5323

Шварц Елена Николаевна, мл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-8638-7327

Энгинев Сослан Тайсумович, канд. мед. наук, врач–сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-8376-3104

Сокольская Мария Александровна, канд. мед. наук, науч. сотр., врач-кардиолог, доцент кафедры кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики с курсом детской кардиологии; orcid.org/0000-0002-6037-1327

Данилов Василий Владимирович, заместитель директора по научно-методической работе; orcid.org/0009-0009-2956-7151

Шварц Владимир Александрович, д-р мед. наук, вед. науч. сотр., профессор кафедры сердечно-сосудистой хирургии с курсом аритмологии и клинической электрофизиологии; orcid.org/0000-0002-8931-0376, e-mail: shvartz.va@ya.ru

Цель исследования – оценить влияние краткосрочной чрескожной электростимуляции аурикулярной ветви блуждающего нерва на параметры вариабельности сердечного ритма (ВСР).

Материал и методы. В исследование включены 139 пациентов в возрасте в среднем 58 ± 14 лет. Испытуемые были рандомизированы в две группы. Группа «К» получала стимуляцию ушной ветви блуждающего нерва в области козелка, где проходит аурикулярная ветвь блуждающего нерва, тогда как контрольная группа «М» получала стимуляцию зоны, где отсутствуют волокна вагуса (мочка уха). Алгоритм исследования включал четыре 5-минутных записи ЭКГ с расчетом параметров ВСР на каждом из них: 1) исходно в покое; 2) в течение первых 5 мин стимуляции; 3) в течение последующих 5 мин стимуляции; 4) после окончания стимуляции.

Данное исследование было зарегистрировано на сайте <http://clinicaltrials.gov>. Его уникальный идентификатор: NCT05680337.

Результаты. Исходно все параметры ВСП в группах не отличались. В первые 5 мин стимуляции в группе «К» значимо ниже становится HF, мс^2 ($p = 0,022$) и увеличивается LF/HF ($p = 0,001$). В последующие 5 мин стимуляции сохраняются различия по тем же параметрам: HF, мс^2 ($p = 0,028$), LF/HF ($p < 0,001$), а также становится ниже параметр LF, мс^2 в группе «К» ($p = 0,028$). После стимуляции, на последнем временном отрезке, различия по параметрам следующие: в группе «К» ниже, чем в группе «М», – HF, мс^2 ($p = 0,033$), HF, % ($p = 0,002$), pNN50 ($p = 0,044$), IC1 ($p = 0,045$) и выше, чем в группе «М», – LF/HF ($p = 0,034$) и IC2 ($p = 0,002$).

Заключение. В момент электростимуляции аурикулярной ветви вагуса наблюдается снижение уровней параметров, отражающих активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в исследуемой группе, а именно HF, мс^2 , и повышение отношения LF/HF. В то время как в контрольной группе не отмечается статистически значимой динамики.

Ключевые слова: чрескожная стимуляция блуждающего нерва, вагус, вариабельность сердечного ритма, вегетативная нервная система, рандомизированное исследование

THE EFFECT OF SHORT-TERM TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL STIMULATION OF AURICULAR VAGUS NERVE ON PARAMETERS OF HEART RATE VARIABILITY: RANDOMISED CONTROLLED TRIAL

E.M. Sizhazhev¹, S.V. Kruchinova^{2,3}, M.A. Guliev⁴, E.N. Shvartz⁵, S.T. Enginoyev⁴,
M.A. Sokolskaya¹, V.V. Danilov⁶, V.A. Shvartz¹

¹Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

²Scientific Research Institute of Regional Clinical Hospital No. 1 named after Ochapovsky, Krasnodar, 350086, Russian Federation

³Kuban State Medical University, Krasnodar, 350063, Russian Federation

⁴Federal Center for Cardiovascular Surgery, Astrakhan, 414004, Russian Federation

⁵National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, 101990, Russian Federation

⁶Sports School "Become a Champion", Krasnodar, 350016, Russian Federation

Eldar M. Sizhazhev, Postgraduate, Functional Diagnostician; orcid.org/0000-0003-3563-8744

Sofiya V. Kruchinova, Cand. Med. Sci., Cardiologist², Assistant Professor of the Chair of Therapy No. 1³; orcid.org/0000-0002-7538-0437

Makharbek A. Guliev, Resident Physician; orcid.org/0000-0002-9503-5323

Elena N. Shvartz, Junior Researcher; orcid.org/0000-0002-8638-7327

Soslan T. Enginoyev, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8376-3104

Mariya A. Sokolskaya, Cand. Med. Sci., Researcher, Cardiologist, Associate Professor of the Chair of Cardiology, Functional and Ultrasound Diagnostics with a Course in Pediatric Cardiology; orcid.org/0000-0002-6037-1327

Vasily V. Danilov, Deputy Director for Scientific and Methodological Work; orcid.org/0009-0009-2956-7151

Vladimir A. Shvartz, Dr. Med. Sci., Leading Researcher, Professor of the Chair of Cardiovascular Surgery with a Course in Arrhythmology and Clinical Electrophysiology; orcid.org/0000-0002-8931-0376, e-mail: shvartz.va@ya.ru

Objective. To evaluate the effects of short-term percutaneous electrical stimulation of the auricular branch of the vagus nerve on heart rate variability (HRV) parameters.

Material and methods. 139 patients were included in the study, the average age 58 ± 14 years. Patients were randomized into two groups. Group "K" received stimulation of the auricular branch of the vagus nerve in the region of the tragus, where the auricular branch of the vagus nerve passes, while the control group "M" received stimulation of the area where the vagus fibers are missing (earlobe). The study algorithm included four 5-minute ECG recordings with HRV parameters calculated on each of them: 1) initially at rest, 2) during the first 5 minutes of stimulation, 3) during the next 5 minutes of stimulation, and 4) after the end of stimulation. This clinical trial is registered in the ClinicalTrials database on the website <http://clinicaltrials.gov>. Its unique identifier is NCT05680337.

Results. Initially, all HRV parameters in the groups did not differ. During the first 5 minutes of stimulation in the "K" group, HF мс^2 became significantly lower ($p = 0.022$) and LF/HF increased ($p = 0.001$). During the next 5 minutes of stimulation, the differences remained in the same parameters: HF мс^2 ($p = 0.028$), LF/HF ($p < 0.001$), and another parameter – LF мс^2 became lower in the "K" group ($p = 0.028$). After stimulation, in the last time interval, the differences in parameters were as follows: in group "K" lower than in group "M" – HF мс^2 ($p = 0.033$), HF % ($p = 0.002$), pNN50 ($p = 0.044$), IC1 ($p = 0.045$) and higher than in group "M" – LF/HF ($p = 0.034$) and IC2 ($p = 0.002$).

Conclusion. *At the time of electrical stimulation of the auricular branch of the vagus nerve, there was a decrease in the levels of parameters reflecting the activity of the parasympathetic division of the autonomic nervous system in the study group, namely HF mc^2 and an increase in the LF/HF ratio. While there was no statistically significant dynamics in the control group.*

Keywords: *transcutaneous vagus nerve stimulation, vagus, heart rate variability, autonomic nervous system, randomized trial*

Введение

Современные знания анатомии блуждающего нерва (БН) в сочетании с данными фундаментальных и клинических исследований способствовали тому, что стимуляция БН в настоящее время активно исследуется как потенциальная терапия ряда состояний, включая депрессию, мигрень, сердечную недостаточность и другие заболевания [1–5]. Инвазивная стимуляция БН применяется как нейромодулирующий метод лечения депрессии и эпилепсии в тяжелых клинических случаях, когда медикаментозная терапия не оказывает существенного влияния на течение заболевания [6].

Чрескожная стимуляция блуждающего нерва – новая, альтернативная методика, которая является неинвазивной и безопасной. Различные исследования показали, что чрескожная стимуляция БН потенциально оказывает терапевтические эффекты, схожие с ее инвазивным аналогом. Стимуляция проводится с помощью поверхностных электродов с использованием низкочастотных электрических токов, обычно направленных на ушную (аурикулярную) ветвь БН или его шейную ветвь [7–9]. В настоящее время применение чрескожной стимуляции аурикулярной ветви БН не ограничивается лечением депрессии и эпилепсии. Ее влияние на организм изучается в многочисленных исследованиях и при других заболеваниях [10, 11]. Особое внимание уделяется изучению эффективности стимуляции БН при различных сердечно-сосудистых заболеваниях (ССЗ) [12, 13].

Одной из ключевых особенностей различных ССЗ (таких как сердечная недостаточность, фибрилляция предсердий), является симпатический гипертоonus, который опосредует повышенное высвобождение вазоактивных эндогенных веществ. Использование стимуляции БН при сердечной недостаточности как средства модуляции симпатовагального дисбаланса вегетативной нервной системы (ВНС) в хроническом эксперименте показало обнадеживающие результаты – улучшалась функция левого желудочка и выживаемость пациентов [14–16].

Для оценки эффективности модуляции ВНС необходимо определение надежного биомаркера успешной ее активации. Хотя было предложено множество потенциальных биомаркеров, большинство исследований было сосредоточено на показателях вариабельности сердечного ритма (ВСР). Несмотря на физиологическое обоснование ВСР как биомаркера для оценки стимуляции БН, данные о ее влиянии на параметры ВСР неоднозначны. В некоторых исследованиях установлено достоверное влияние на соотношения спектральных характеристик LF/HF (низкочастотный/высокочастотный спектр ВСР) при активной стимуляции по сравнению с имитацией [17–20]. Однако в других исследованиях не выявлено таких изменений [21–25].

Целью нашего исследования является изучение влияния краткосрочной неинвазивной стимуляции аурикулярной ветви БН на параметры ВСР. Данное исследование было зарегистрировано на сайте <http://clinicaltrials.gov>. Его уникальный идентификатор – NCT05680337.

Материал и методы

Исследование проводилось в нескольких учреждениях. Протокол этого исследования соответствовал этическим принципам Хельсинкской декларации 1975 г. и этическим принципам эпидемиологических исследований, принятым в Российской Федерации. Исследование было одобрено комитетами по участию в исследовании на людях всех учреждений, принимающих в нем участие, и проведено в соответствии с международными стандартами надлежащей клинической практики. Письменное информированное согласие было получено от каждого пациента до процедуры рандомизации. Данные были собраны всеми авторами, проверены и проанализированы в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева.

Критерием включения в исследование было наличие у испытуемого синусового ритма на момент проведения исследования. Все больные были госпитализированы с целью диагностики или лечения, что способствовало точности наших знаний о наличии или отсутствии патологии сердца у участников исследования на основе

инвазивных и неинвазивных диагностических процедур и результатов лабораторных методов диагностики.

Критериями невключения в исследование были следующие состояния: частые желудочковые и/или наджелудочковые экстрасистолы, атриовентрикулярная блокада любой степени, прием глюкокортикостероидов в течение последнего месяца, прием любых антиаритмических препаратов, кроме бета-адреноблокаторов, тяжелая хроническая патология печени и почек.

Испытуемые были случайным образом рандомизированы в две группы методом конвертов по схеме 1:1. Группа «К» (козелок) получала активную стимуляцию аурикулярной ветви блуждающего нерва в области козелка левого уха, где поверхностно проходят афферентные волокна аурикулярной ветви БН. Контрольная группа (М) получала стимуляцию мочки левого уха, то есть зоны, где отсутствуют волокна вагуса. Алгоритм исследования включал четыре пятиминутных интервала записи ЭКГ с расчетом всех принятых стандартных параметров ВСП: 1) исходно в покое; 2) в течение первых 5 мин стимуляции; 3) в течение последующих 5 мин стимуляции; 4) после окончания стимуляции. Таким образом, общая продолжительность стимуляции составила 10 мин.

Критериями исключения из исследования были: количество артефактов при записях 5-минутных ЭКГ, которое препятствует анализу параметров ВСП ($> 7\%$) на любом из четырех временных интервалов.

Исследование проводилось в первой половине дня (10:00–13:00), перед едой, чтобы исключить возможное влияние суточных колебаний и постпрандиальных влияний на вегетативную регуляцию сердечно-сосудистой системы и обеспечить одинаковые условия для всех пациентов. Регистрация исследуемых сигналов

происходила в специализированном кабинете функциональной диагностики, соответствующем медицинским требованиям, предъявляемым к таким кабинетам, в присутствии врача-исследователя, без посторонних лиц. Исключалось также влияние различного рода звуков и шумов. Все пациенты находились в горизонтальном положении во всех точках исследования. Первую (первоначальную, без стимуляции) запись ЭКГ проводили после принятия пациентом горизонтального положения в течение не менее 10 мин. На всех этапах исследования дыхание пациентов было произвольным. Электростимуляцию всем испытуемым выполняли одинаково, с частотой 20 Гц и длительностью импульса 200 мкс. Силу импульса электрического тока (мА) подбирали индивидуально, в зависимости от болевого восприятия испытуемого: ее устанавливали ниже болевого порога.

Мы использовали аппарат для аурикулярной стимуляции блуждающего нерва «НоваТенс» (ООО «Новамедитек», Россия). Для регистрации биологических сигналов применяли одноканальный регистратор ЭКГ «Ритмер М1» с автоматическим расчетом параметров ВСП в веб-приложении «Ритмер» (ООО «Биомедицина будущего», Россия). Часть первичных данных, проанализированных в ходе текущего исследования, находится в открытом доступе в ранее опубликованной нами статье [26].

Всего было рандомизировано 144 пациента, по 72 в каждую группу. После оценки записей ЭКГ на артефакты сигнала из группы «К» были исключены 4 пациента, а из группы «М» – 1 пациент. В итоговый анализ вошли 139 больных: в группу «К» – 68 человек, в группу «М» – 71. В таблице 1 представлена сравнительная клиническая, инструментальная и лабораторная характеристика пациентов.

Таблица 1

Сравнительная характеристика пациентов по клиническим, лабораторным и инструментальным параметрам

Параметры	Группа «К» (n = 68)	Группа «М» (n = 71)	P
Возраст, лет	58±14,1	58±14,3	0,994
Пол, мужской, % (n)	79,4 (54)	81,7 (58)	0,819
Индекс массы тела, кг/м ²	29±5,6	29,6±4	0,385
Площадь поверхности тела, м ²	2,01±0,3	2,06±0,2	0,484
Артериальная гипертензия, % (n)	77,9 (53)	70,4 (50)	0,446
ИБС, % (n)	73,5 (50)	70,4 (50)	0,754
ВПС/ЛПС, % (n)	19,1 (13)	21,1 (15)	0,862

Окончание таблицы 1

Параметры	Группа «К» (n = 68)	Группа «М» (n = 71)	P
Перенесенный ИМ, % (n)	29,4 (20)	28,2 (20)	0,998
Фибрилляция предсердий, % (n)	4,4 (3)	15,5 (11)	0,408
Перенесенный инсульт, % (n)	7,4 (5)	8,5 (6)	0,479
ХСН I–II ФК, % (n)	55,9 (38)	53,5 (38)	0,812
ХСН III–IV ФК, % (n)	8,8 (6)	14,1 (10)	0,812
Диабет, % (n)	25,0 (17)	18,3 (13)	0,595
ХОБЛ, % (n)	5,9 (4)	14,1 (10)	0,406
ХБП, % (n)	1,5 (1)	8,5 (6)	0,479
Курение, % (n)	35,3 (24)	28,2 (20)	0,498
ФВ ЛЖ, %	58 (49; 61)	56 (52; 60)	0,521
КДО, мл	106 (79; 129)	109 (88; 123)	0,908
КСО, мл	42 (34; 52)	46 (35; 54)	0,312
Объем ЛП, мл	87 (55; 115)	86 (52; 112)	0,662
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	7,4 (6,1; 9,8)	7,3 (5,9; 9,5)	0,482
Нейтрофилы, %	57 (51; 64)	57 (47; 62)	0,978
Креатинин, мкмоль/л	77 (69; 96)	83 (69; 104)	0,515
Глюкоза, ммоль/л	5,2 (4,9; 5,8)	5,3 (4,6; 6,0)	0,784
Калий, ммоль/л	4,3 (4,0; 4,6)	4,3 (3,9; 4,6)	0,904
<i>Медикаментозная терапия</i>			
ББ, % (n)	66,2 (45)	74,6 (53)	0,390
Ингибиторы АПФ, % (n)	32,4 (22)	36,6 (26)	0,666
БКК, % (n)	19,1 (13)	29,6 (21)	0,271
Статины, % (n)	73,5 (50)	66,2 (47)	0,458
Тиазидные диуретики, % (n)	7,4 (5)	4,2 (3)	0,751
Петлевые диуретики, % (n)	26,5 (18)	31,0 (22)	0,648
Антагонисты альдостерона, % (n)	16,2 (11)	15,5 (11)	0,980
НПВС, % (n)	17,6 (12)	23,9 (17)	0,524
Аспирин, % (n)	39,7 (27)	42,3 (30)	0,796
Нитраты, % (n)	10,3 (7)	15,5 (11)	0,598

Примечание. ИБС – ишемическая болезнь сердца; ВПС – врожденные пороки сердца; ППС – приобретенные пороки сердца; ИМ – инфаркт миокарда; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ФК – функциональный класс; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ХБП – хроническая болезнь почек; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; КДО – конечный диастолический объем; КСО – конечный систолический объем; ЛП – левое предсердие; ББ – бета-блокаторы; АПФ – ангиотензинпревращающий фермент; БКК – блокаторы кальциевых каналов; НПВС – нестероидные противовоспалительные средства.

Статистический анализ

Количественные данные представлены в виде среднего (М) и стандартного отклонения (SD) при нормальном распределении и в виде медианы (Me) и интерквартильного диапазона (Q1; Q3) при ненормальном распределении. Категориальные данные представлены в виде доли и абсолютного числа (% (n)). Сравнение двух групп проводилось с помощью критерия Манна–Уитни и критерия χ^2 (соответственно для количественных и категориальных данных). Разница между группами считалась статистически

значимой при $p < 0,05$. Статистический анализ проводился с помощью программ STATISTICA® 12.0 Statsoft (США).

Результаты

В таблице 2 приведена исходная сравнительная характеристика групп по всем изучаемым параметрам ВСР. В таблице 3 представлены параметры ВСР, которые показали статистически значимые отличия между группами на разных точках исследования.

На рисунке представлена динамика отношения LF/HF на разных точках исследования в группах.

Таблица 2

Сравнение исходных параметров ВСР

Параметр	Группа «К» (n=68)	Группа «М» (n=71)	P
HR	66 (58; 75)	67 (60; 77)	0,424
RRNN	907 (805; 1028)	896 (779; 992)	0,541
NN50	3 (0; 10)	5 (1; 18)	0,137
pNN50	1 (0; 3,9)	1,7 (0,3; 9,4)	0,101
SDNN	30 (21; 40)	35 (24; 48)	0,066
D	906 (451; 1637)	1216 (598; 2289)	0,069
MxDMn	188 (130; 274)	212 (138; 352)	0,186
MxRMn	1,2 (1,2; 1,4)	1,3 (1,2; 1,5)	0,203
RMSSD	18 (12; 27)	23 (15; 36)	0,091
Mo	913 (808; 1028)	896 (779; 992)	0,398
AMo	54 (46; 67)	52 (41; 64)	0,192
IBP	308 (200; 483)	216 (135; 420)	0,122
ПАПР	58 (46; 83)	57 (43; 80)	0,457
VPR	6 (4; 8)	5 (3; 8)	0,354
IC1	0,7 (0,4; 1,1)	0,7 (0,5; 1,1)	0,308
IC2	7,9 (3,7; 12,2)	5,8 (3,6; 14,8)	0,595
ИН	162 (105; 262)	120 (70; 258)	0,163
ПАРС	2 (1; 4)	2 (1; 4)	0,912
HF, %	11 (8; 21)	15 (6; 22)	0,646
LF, %	25 (18; 32)	24 (17; 34)	0,939
VLF, %	60 (47; 72)	58 (48; 68)	0,354
ULF, %	0 (0; 0)	0 (0; 0)	—
TP, мс ²	695 (343; 1317)	1105 (443; 1745)	0,068
HF, мс ²	76 (32; 193)	101 (41; 287)	0,117
LF, мс ²	150 (67; 375)	206 (104; 517)	0,121
VLF, мс ²	413 (159; 838)	594 (236; 1043)	0,211
ULF, мс ²	0 (0; 0)	0 (0; 0)	—
LF/HF	1,8 (1,1; 3,3)	2,1 (0,9; 3,7)	0,956

Примечание. HR – частота сердечных сокращений; RRNN – среднее значение длительности RR-интервалов; NN50 – число NN-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс; pNN50 – число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс в % к общему числу кардиоинтервалов в массиве; SDNN – стандартное отклонение массива нормальных кардиоинтервалов; D – дисперсия массива нормальных кардиоинтервалов; MxDMn – разность между максимальным и минимальным значениями нормальных кардиоинтервалов; MxRMn – отношение максимального значения RR-интервала к минимальному; RMSSD – квадратный корень суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов; Mo – мода; AMo – амплитуда моды, доля кардиоинтервалов в %, соответствующая значению моды; IBP – индекс вегетативного равновесия; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции; VPR – вегетативный показатель ритма; IC1 – индекс централизации (HF+LF)/VLF; IC2 – индекс централизации (VHF+LF)/LF; ИН – индекс напряженности регуляторных систем (стресс-индекс); ПАРС – показатель активности регуляторных систем; HF, % – относительная мощность высокочастотных колебаний; LF, % – относительная мощность низкочастотных колебаний; VLF, % – относительная мощность очень низкочастотных колебаний; ULF, % – относительная мощность ультранизкочастотных колебаний; TP, мс² – суммарная мощность всего спектра сердечного ритма; HF, мс² – абсолютное значение мощности высокочастотных колебаний; LF, мс² – абсолютное значение мощности низкочастотных колебаний; VLF, мс² – абсолютное значение мощности очень низкочастотных колебаний; ULF, мс² – абсолютное значение мощности ультранизкочастотных колебаний; LF/HF – соотношение процентных вкладов высокочастотных и низкочастотных колебаний в спектре сердечного ритма.

Таблица 3

**Параметры ВСР, которые показали статистически значимые отличия
между группами на разных точках исследования**

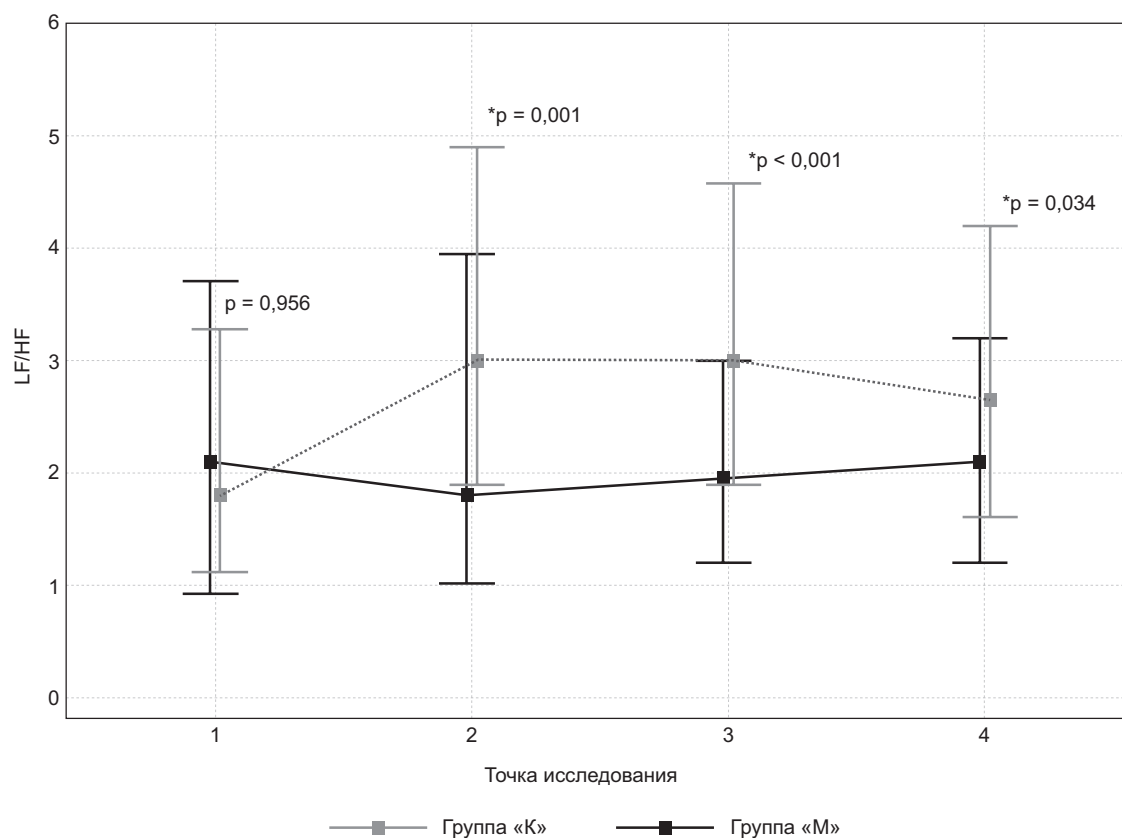
Параметр	Группа «К» (n=68)	Группа «М» (n=71)	P
<i>Первые 5 мин стимуляции</i>			
HF ₂ , мс ²	66 (35; 173)	114 (58; 227)	0,022*
LF/HF ₂	3 (1,9; 4,9)	1,8 (1; 4)	0,001*

Окончание таблицы 3

Параметр	Группа «К» (n=68)	Группа «М» (n=71)	P
<i>Последующие 5 мин стимуляции</i>			
HF ₃ , мс ²	82 (27; 216)	125 (48; 341)	0,028*
LF ₃ , мс ²	199 (64; 390)	290 (125; 611)	0,048*
LF/HF ₃	3 (1,9; 4,6)	1,9 (1,2; 3)	<0,001*
<i>После окончания стимуляции</i>			
pNN50 ₄	0,8 (0; 5,2)	2 (0,3; 9,6)	0,044*
IC1 ₄	0,55 (0,3; 0,95)	0,7 (0,5; 1,1)	0,045*
IC2 ₄	10,7 (5,6; 19,5)	6,4 (4,3; 10,6)	0,002*
HF ₄ , %	8,5 (5; 15,5)	13 (9; 19)	0,002*
HF ₄ , мс ²	81 (32; 216)	115 (52; 253)	0,033*
LF/HF ₄	2,6 (1,6; 4,2)	2,1 (1,2; 3,1)	0,034*

Примечание. Индексами 2, 3, 4 в нижнем регистре обозначены соответствующие точки исследования. Исходные параметры (1) отражены в таблице 2.

*Статистически значимые отличия.



Динамика отношения LF/HF на разных точках исследования в сравниваемых группах

Обсуждение

В большинстве более ранних исследований по стимуляции аурикулярной ветви БН авторы привлекали в качестве испытуемых практически здоровых добровольцев [27–31]. В нашем исследовании испытуемыми были пациенты с кардио-

васкулярной патологией. В данном случае мы имели, на наш взгляд, более достоверную информацию о наличии или отсутствии факторов, которые потенциально могут повлиять на результаты. А именно мы располагали данными инструментальных методов диагностики, таких как эхокардиография, биохимические исследо-

вания крови. Также мы имели сведения о наличии или отсутствии поражений коронарных артерий на основе селективной коронарографии.

Рандомизированный подход к включению испытуемых в группы обеспечивал непредвзятость отбора с нашей стороны. А наличие группы контроля с фиктивной стимуляцией обеспечивало одинаковый эффект плацебо для всех пациентов, при его наличии, во время стимуляции. Таким образом, случайно сформированные группы были однородны по клиническим и инструментально-лабораторным данным, а также по исходным параметрам ВСП, что свидетельствовало о сопоставимости групп по изучаемым параметрам.

Выбор параметров стимуляции с частотой 20 Гц и длительностью импульса 200 мкс был обусловлен тем, что это одна из наиболее изученных и эффективных настроек стимуляции, которая показала в нескольких исследованиях значимое влияние на модуляцию вагуса [5, 32]. В недавнем исследовании [33] было отмечено, что некоторые протоколы стимуляции более эффективно модулируют ВНС, чем другие комбинации настроек.

Мы раздельно изучали динамику параметров ВСП в первые 5 мин и последующие 5 мин стимуляции. В первые 5 мин стимуляции в группе «К» значимо ниже становится HF, мс^2 ($p=0,022$) и увеличивается LF/HF ($p=0,001$). В последующие 5 мин стимуляции сохраняются различия по тем же параметрам, а также параметр LF, мс^2 становится ниже в группе «К» ($p=0,048$).

С точки зрения базовых физиологических представлений о природе спектральных характеристик ВСП интерпретация полученных данных представляется весьма интересной. Поскольку считается, что природа HF-спектра отражает активность парасимпатического отдела ВНС, а LF-спектра – активность как парасимпатического, так и симпатического отдела ВНС, то наши результаты демонстрируют, что электростимуляция БН подавляет парасимпатический компонент спектра ВСП именно в моменте стимуляции. Вероятно, это можно объяснить тем, что при стимуляции вагуса вследствие внешнего (искусственного) воздействия электроимпульсами происходит временное подавление эндогенного вагусного тонуса и, как следствие, происходит снижение соответствующих параметров ВСП.

После стимуляции, на последнем временном отрезке различия по параметрам следующие: в группе активной стимуляции были ниже, чем

в группе фиктивной стимуляции, параметры HF, мс^2 ($p=0,033$), HF, % ($p=0,002$), pNN50 ($p=0,044$), IC1 ($p=0,045$), а выше, чем в группе фиктивной стимуляции, параметры LF/HF ($p=0,034$) и IC2 ($p=0,002$). Таким образом, сразу после стимуляции какое-то время сохраняется подавление парасимпатического компонента в балансе отделов ВНС.

Наиболее распространенным мнением относительно природы соотношения LF/HF является его связь с соотношением симпатической и парасимпатической активности [34]. Однако, как мы уже упоминали, мощность LF-спектра – это не просто индекс симпатической активности. Половина изменчивости в этом диапазоне частот обусловлена активностью парасимпатической нервной системы, а меньшая доля вызвана неуточненными факторами. Также симпатико-парасимпатические взаимодействия являются сложными и нелинейными, а смешение, вызванное механикой дыхания и частотой сердечных сокращений в состоянии покоя, создает неопределенность с точки зрения парасимпатического и симпатического вклада в соотношение LF/HF. В литературных источниках описано, что соотношение LF/HF у взрослых людей в состоянии покоя на спине близко к 1 [35], а также упоминается, что это соотношение прогрессивно уменьшается с постнатальным возрастом, что подразумевает увеличение парасимпатического влияния на хронотропную регуляцию сердца.

В нашем исследовании исходно соотношение LF/HF было близко к 2 и сопоставимо в обеих группах. После начала стимуляции отношение LF/HF резко повышается в группе «К», сохраняется в течение всего периода стимуляции, а сразу после нее все еще значимо отличается от группы «М», но уже с тенденцией к снижению, и это наглядно представлено на рисунке. Такая динамика отношения LF/HF-спектров укладывается в гипотезу, которую мы предложили выше. Происходит временное подавление эндогенного вагусного тонуса, что отображается в виде частичного снижения LF-спектра и выраженного снижения HF-спектра и приводит в итоге к увеличению отношения LF/HF-спектров.

Самым сложным и спорным в этой области остается вопрос о больших методологических различиях между исследованиями: например, различные устройства стимуляции, стороны стимуляции (левая и правая) и точные места, дизайн эксперимента, сообщаемые параметры ВСП

и протоколы стимуляции. Все эти факторы снижают сопоставимость исследований. Для дальнейшего развития этой области будущие исследования по изучению модуляции ВНС с помощью стимуляции вагуса должны содержать адекватные методологические детали, позволяющие сравнивать результаты разных исследований, повторять исследования и повышать безопасность участников исследований.

В 2021 г. был опубликован первый международный консенсусный документ и рекомендации по минимальным стандартам отчетности в исследованиях, изучающих чрескожную стимуляцию БН [36]. Авторы из 88 учреждений по всему миру предложили минимальный набор показателей, которые необходимо фиксировать для управления будущими исследованиями в этой области.

Заключение

В нашем исследовании в момент низкочастотной электрической стимуляции аурикулярной ветви вагуса наблюдается снижение уровней параметров, отражающих активность парасимпатической нервной системы в активной группе, в то время как в группе фиктивной стимуляции не отмечено статистически значимой динамики.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что параметры ВСР можно рассматривать как биомаркер модуляции ВНС при чрескожной стимуляции блуждающего нерва. Чрескожная стимуляция БН вызывает быстрое, но транзитное изменение параметров ВСР, что подтверждает ее роль как инструмента модуляции вегетативного баланса.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список / References

1. Austelle C.W., O'Leary G.H., Thompson S. et al. A comprehensive review of vagus nerve stimulation for depression. *Neuromodul. J. Intern. Neuromodul. Soc.* 2022; 25: 309–315. DOI: 10.1111/ner.13528
2. Liu A., Rong P., Gong L. et al. Efficacy and safety of treatment with transcutaneous vagus nerve stimulation in 17 patients with refractory epilepsy evaluated by electroencephalogram, seizure frequency, and quality of life. *Med. Sci. Monit.* 2018; 24: 8439–8448. DOI: 10.12659/MSM.910689
3. Fang J., Egorova N., Rong P. Early cortical biomarkers of longitudinal transcutaneous vagus nerve stimulation treatment success in depression. *Neuroimage Clin.* 2017; 14: 105–111. DOI: 10.1016/j.nicl.2016.12.016
4. Драпкина О.М., Джигоева О.Н., Рогожкина Е.А. и др. Чрескожная неинвазивная вегетативная стимуляция: возможности и перспективы метода в практике специалистов по внутренним болезням. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2022; 11 (4): 191–200. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-4-191-200
Drapkina O.M., Dzhioeva O.N., Rogozhkina E.A. et al. Percutaneous non-invasive stimulation: possibilities and prospects of the method in the practice of specialists in internal diseases. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2022; 11 (4): 191–200 (in Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-4-191-200
5. Kruchinova S., Gendugova M., Namitokov A. et al. Low-frequency electrical stimulation of the auricular branch of the vagus nerve in patients with ST-elevation myocardial infarction: a randomized clinical trial. *J. Clin. Med.* 2025; 14 (6): 1866. DOI: 10.3390/jcm14061866
6. Fahy B.G. Intraoperative and perioperative complications with a vagus nerve stimulation device. *J. Clin. Anesth.* 2010; 22: 213–222. DOI: 10.1016/j.jclinane.2009.10.002
7. Mertens A., Raedt R., Gadeyne S. et al. Recent advances in devices for vagus nerve stimulation. *Expert Rev. Med. Devices.* 2018; 15: 527–539. DOI: 10.1080/17434440.2018.1507732
8. Kaniusas E., Kampusch S., Tittgemeyer M. et al. Current directions in the auricular vagus nerve stimulation I – a physiological perspective. *Front. Neurosci.* 2019; 13: 854. DOI: 10.3389/fnins.2019.00854
9. Kaniusas E., Samoudi A.M., Kampusch S. et al. Stimulation pattern efficiency in percutaneous auricular vagus nerve stimulation: experimental versus numerical data. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* 2020; 67: 1921–1935. DOI: 10.1109/TBME.2019.2950777
10. Киселев А.Р., Шварц Е.Н., Джигоева О.Н., Драпкина О.М. Физиологические основы коррекции ожирения при чрескожной стимуляции блуждающего нерва. *Профилактическая медицина.* 2022; 25 (10): 111–115. DOI: 10.17116/profmed20222510111
Kiselev A.R., Schwartz E.N., Dzhioeva O.N., Drapkina O.M. Physiological basis of obesity treatment by percutaneous vagus nerve stimulation. *Russian Journal of Preventive Medicine.* 2022; 25 (10): 111–115 (in Russ.). DOI: 10.17116/profmed20222510111
11. Giannino G., Nocera L., Andolfatto M. et al. Vagal nerve stimulation in myocardial ischemia/reperfusion injury: from bench to bedside. *Bioelectron. Med.* 2024; 10: 22. DOI: 10.1186/s42234-024-00153-6
12. Шварц В.А., Сижазев Э.М. Чрескожная стимуляция аурикулярной ветви блуждающего нерва: потенциал метода лечения различных сердечно-сосудистых заболеваний. *Клиническая физиология кровообращения.* 2023; 20 (1): 5–15. DOI: 10.24022/1814-6910-2023-20-1-5-15
Shvartz V.A., Sizhazhev E.M. Percutaneous stimulation of the auricular branch of the vagus: the potential of the method of treatment of different cardiovascular diseases. *Clinical Physiology of Circulation.* 2023; 20 (1): 5–15 (in Russ.). DOI: 10.24022/1814-6910-2023-20-1-5-15
13. Capilupi M.J., Kerath S.M., Becker L.B. Vagus nerve stimulation and the cardiovascular system. *Cold Spring Harb. Perspect. Med.* 2020; 10: a034173. DOI: 10.1101/cshperspect.a034173
14. De Ferrari G.M., Crijns H.J., Borggrefe M. et al. Chronic vagus nerve stimulation: a new and promising therapeutic approach for chronic heart failure. *Eur. Heart J.* 2011; 32: 847–855. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq391

15. Трембач Н.В., Трембач И.А., Заболотских И.Б. Периферическая хеморецепция при хронической сердечной недостаточности: подходы к изучению и клиническое значение. *Клиническая физиология кровообращения*. 2024; 21 (3): 182–200. DOI: 10.24022/1814-6910-2024-21-3-182-200
Trembach N.V., Trembach I.A., Zabolotskikh I.B. Peripheral chemoreception in chronic heart failure: approaches to study and clinical significance. *Clinical Physiology of Circulation*. 2024; 21 (3): 182–200 (in Russ.). DOI: 10.24022/1814-6910-2024-21-3-182-200
16. Сергуладзе С.Ю., Мационашвили Г.Р., Кулумбегов Г.Р. Автономная денервация сердца. Новый взгляд на возможности лечения брадиаритмий. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2022; 23 (6): 606–615. DOI: 10.24022/1810-0694-2022-23-6-606-615
Serguladze S.Yu., Matsonashvili G.R., Kulumbegov G.R. Cardiac autonomic denervation. A novel approach to the treatment of bradyarrhythmias. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2022; 23 (6): 606–615 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2022-23-6-606-615
17. Antonino D., Teixeira A.L., Maia-Lopes P.M. et al. Non-invasive vagus nerve stimulation acutely improves spontaneous cardiac baroreflex sensitivity in healthy young men: a randomized placebo-controlled trial. *Brain Stimul*. 2017; 10: 875–881. DOI: 10.1016/j.brs.2017.05.006
18. Clancy J.A., Mary D.A., Witte K.K. et al. Non-invasive vagus nerve stimulation in healthy humans reduces sympathetic nerve activity. *Brain Stimul*. 2014; 7: 871–877. DOI: 10.1016/j.brs.2014.07.031
19. Tran N., Asad Z., Elkholey K. et al. Autonomic neuromodulation acutely ameliorates left ventricular strain in humans. *J. Cardiovasc. Trans. Res*. 2019; 12: 221–230. DOI: 10.1007/s12265-018-9853-6
20. Lamb D.G., Porges E.C., Lewis G.F., Williamson J.B. Non-invasive vagal nerve stimulation effects on hyperarousal and autonomic state in patients with posttraumatic stress disorder and history of mild traumatic brain injury: preliminary evidence. *Front. Med*. 2017; 4: 124. DOI: 10.3389/fmed.2017.00124
21. Borges U., Laborde S., Raab M. Influence of transcutaneous vagus nerve stimulation on cardiac vagal activity: not different from sham stimulation and no effect of stimulation intensity. *PLoS ONE*. 2019; 14: e0223848. DOI: 10.1371/journal.pone.0223848
22. Burger A.M., Van der Does W., Thayer J.F. et al. Transcutaneous vagus nerve stimulation reduces spontaneous but not induced negative thought intrusions in high worriers. *Biol. Psychol*. 2019; 142: 80–89. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2019.01.014
23. Burger A.M., Van Diest I., Van der Does W. et al. The effect of transcutaneous vagus nerve stimulation on fear generalization and subsequent fear extinction. *Neurobiol. Learn. Mem*. 2019; 161: 192–201. DOI: 10.1016/j.nlm.2019.04.006
24. Teckentrup V., Neubert S., Santiago J.C.P. et al. Non-invasive stimulation of vagal afferents reduces gastric frequency. *Brain Stimul*. 2020; 13: 470–473. DOI: 10.1016/j.brs.2019.12.018
25. Wolf V., Kühnel A., Teckentrup V. et al. Does transcutaneous auricular vagus nerve stimulation affect vagally mediated heart rate variability? A living and interactive Bayesian meta-analysis. *Psychophysiology*. 2021; 58: e13933. DOI: 10.1111/psyp.13933
26. Shvartz V., Sizhazhev E., Sokolskaya M. et al. The effect of short-term transcutaneous electrical stimulation of auricular vagus nerve on parameters of heart rate variability. *Data*. 2023; 8: 87. DOI: 10.3390/data8050087
27. De Icco R., Martinelli D., Bitetto V. et al. Peripheral vagal nerve stimulation modulates the nociceptive withdrawal reflex in healthy subjects: a randomized, cross-over, sham-controlled study. *Cephalalgia*. 2018; 38: 1658–1664. DOI: 10.1177/0333102417742347
28. De Couck M., Cserjesi R., Caers R. et al. Effects of short and prolonged transcutaneous vagus nerve stimulation on heart rate variability in healthy subjects. *Auton. Neurosci*. 2017; 203: 88–96. DOI: 10.1016/j.autneu.2016.11.003
29. Murray A.R., Clancy J.A., Deuchars S.A., Deuchars J. Transcutaneous vagus nerve stimulation (tVNS) decreases sympathetic nerve activity in older healthy human subjects. *Heart*. 2016; 102: A142.
30. Horinouchi T., Nezu T., Saita K. et al. Transcutaneous auricular vagus nerve stimulation enhances short-latency afferent inhibition via central cholinergic system activation. *Sci. Rep*. 2024; 14 (1): 11224. DOI: 10.1038/s41598-024-61958-8
31. Paleczny B., Seredyński R., Ponikowska B. Inspiratory- and expiratory-gated transcutaneous vagus nerve stimulation have different effects on heart rate in healthy subjects: preliminary results. *Clin. Auton. Res*. 2021; 31: 205–214.
32. Рогожкина Е.А., Карамнова Н.С., Швабская О.Б. и др. Редукция массы тела и динамика рациона у пациентов с ожирением на фоне низкочастотной чрескожной стимуляции блуждающего нерва: результаты рандомизированного исследования с плацебо контролем. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2024; 23 (10): 4142. DOI: 10.15829/1728-8800-2024-4142
Rogozhkina E.A., Karamnova N.S., Shvabskaya O.B. et al. Weight loss and diet changes in obese patients receiving low-frequency transcutaneous vagal nerve stimulation: results of a randomized placebo-controlled study. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024; 23 (10): 4142 (in Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2024-4142
33. Atanackov P., Peterlin J., Derlink M. et al. The acute effects of varying frequency and pulse width of transcutaneous auricular vagus nerve stimulation on heart rate variability in healthy adults: a randomized crossover controlled trial. *Biomedicine*. 2025; 13: 700. DOI: 10.3390/biomedicine13030700
34. Shaffer F., McCraty R., Zerr C.L. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Front Psychol*. 2014; 5: 1040. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.01040
35. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996; 93 (5): 1043–1065.
36. Farmer A.D., Strzelczyk A., Finisguerra A. et al. International consensus based review and recommendations for minimum reporting standards in research on transcutaneous vagus nerve stimulation (Version 2020). *Front. Hum. Neurosci*. 2021; 14: 568051. DOI: 10.3389/fnhum.2020.568051

Поступила 23.09.2025

Принята к печати 14.11.2025