

Анналы Аритмологии

2025 • Т. 22 • № 2

Annaly Aritmologii

2025 • Vol. 22 • No. 2



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

Головина Е.В.

**Техн. редактор электронной версии
журнала**

Шварц В.А.

**Компьютерная верстка и обработка
графического материала**

Еремина Т.А.

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

Номер подписан в печать 30.06.2025

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. 8,00

Усл. печ. л. 7,8

Уч.-изд. л. 7,1

Печать офсетная

Тираж 500 экз.

Анналы аритмологии

2025. Т. 22. № 2. 65–128

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)

Cox 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)

Ревивили 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)

Джорджикия 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)

Проخورов 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)

Школьникова 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*

Жалтыров Р.Р., Сергуладзе С.Ю., Кваша Б.И., Проничева И.В., Хасиев С.Г. Результат торакоскопической эпикардиальной радиочастотной абляции устьев легочных вен и задней стенки левого предсердия при персистирующей форме фибрилляции предсердий у пациентов с увеличенными размерами левого предсердия

68 **Zhaltyrov R.R., Serguladze S.Yu., Kvasha B.I., Pronicheva I.V., Khasiev S.G.** Result of thoracoscopic epicardial radiofrequency ablation of the pulmonary vein orifices and the posterior wall of the left atrium in persistent atrial fibrillation in patients with enlarged left atrium

Царев Б.С., Шарифулин Р.М., Залесов А.С., Хрущев С.Е., Рузанкин П.С., Богачев-Прокофьев А.В. Факторы, влияющие на поддержание синусового ритма у пациентов с непароксизмальной фибрилляцией предсердий, перенесших операцию на сердце

78 **Tsarov B.S., Sharifulin R.M., Zalesov A.S., Khrushchev S.E., Ruzankin P.S., Bogachev-Prokophiev A.V.** Factors influencing sinus rhythm maintenance in patients with non-paroxysmal atrial fibrillation undergoing cardiac surgery

Халимов З.З., Мамчур С.Е. Современное состояние вопроса об эндоваскулярной окклюзии ушка левого предсердия

86 **Khalimov Z.Z., Mamchur S.E.** Current state of the endovascular left atrial appendage occlusion

*Эксперимент**Experiment*

Рахматуллов Р.Ф., Дементьева Р.Е., Шеина А.Е., Кондратьева К.П., Рахматуллов Ф.К., Мельникова Л.В. Миокардиальный фиброз и фибрилляция предсердий в биологической модели при экспериментальном эутиреозе и тиреотоксикозе

97 **Rakhmatullov R.F., Dementeva R.E., Sheina A.E., Kondrateva K.P., Rakhmatullov F.K., Melnikova L.V.** Myocardial fibrosis and atrial fibrillation in a biological model of experimental euthyroidism and thyrotoxicosis

*Клиническая электрофизиология**Clinical electrophysiology*

Фомина Д.С., Филатов А.Г., Шалов Р.З., Сапарбаев А.А., Смазнов Ф.В. Влияние анатомии левого предсердия и вариантов впадения легочных вен на эффективность интервенционного лечения пароксизмальной формы фибрилляции предсердий

106 **Fomina D.S., Filatov A.G., Shalov R.Z., Saparbaev A.A., Smaznov F.V.** Impact of left atrial anatomy and pulmonary vein variants on the effectiveness of interventional treatment of paroxysmal atrial fibrillation

*Электрокардиостимуляция**Pacing*

Степанова В.В., Зубарев С.В., Маринин В.А., Савельева М.А., Чумарная Т.В., Лебедев Д.С. Сравнительный анализ визуализации вен коронарного синуса при мультисрезовой компьютерной томографии и баллонной интраоперационной окклюзионной венографии

113 **Stepanova V.V., Zubarev S.V., Marinin V.A., Savelyeva M.A., Chumarnaya T.V., Lebedev D.S.** Comparative analysis of coronary sinus venous system visualization during multi-section computed tomography and balloon intraoperative occlusive venography

*Неинвазивная аритмология**Non-invasive arrhythmology*

Аванесян Г.А., Филатова Д.А., Ильев Н.П. Психические нарушения и их влияние на развитие нарушений ритма сердца

122 **Avanesyan G.A., Filatova D.A., Ilyev N.P.** Mental disorders and their impact on the development of cardiac arrhythmia

Правила для авторов

128 Rules for authors

Рубрика: хирургическая аритмология

© Р.Р. ЖАЛТЫРОВ, С.Ю. СЕРГУЛАДЗЕ, Б.И. КВАША, И.В. ПРОНИЧЕВА, С.Г. ХАСИЕВ

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.313.2-089

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.2.1

РЕЗУЛЬТАТ ТОРАКОСКОПИЧЕСКОЙ ЭПИКАРДИАЛЬНОЙ РАДИОЧАСТОТНОЙ АБЛАЦИИ УСТЬЕВ ЛЕГОЧНЫХ ВЕН И ЗАДНЕЙ СТЕНКИ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ ПРИ ПЕРСИСТИРУЮЩЕЙ ФОРМЕ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ У ПАЦИЕНТОВ С УВЕЛИЧЕННЫМИ РАЗМЕРАМИ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ

Тип статьи: оригинальная статья

Р.Р. Жалтыров, С.Ю. Сергуладзе, Б.И. Кваша, И.В. Проничева, С.Г. Хасиев

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

Жалтыров Ринат Русланович, аспирант; orcid.org/0009-0006-2655-9226

Сергуладзе Сергей Юрьевич, д-р мед. наук, ст. науч. сотр., заведующий отделением хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электростимуляции, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-7233-3611

Кваша Борис Игоревич, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-2823-359X

Проничева Ирина Владимировна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-2669-2474; e-mail: Irene_Pr@mail.ru

Хасиев Сармат Геннадиевич, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-6468-0875

Цель – оценка ранних и отдаленных результатов биполярной торакоскопической изоляции устьев легочных вен (ЛВ) и задней стенки левого предсердия (ЛП), подтвержденной интраоперационной оценкой блокады проведения, у пациентов с персистирующей фибрилляцией предсердий (ФП) и увеличенными размерами ЛП.

Материал и методы. Проведена торакоскопическая изоляция с помощью биполярного радиочастотного зажима. Блокада выхода подтверждалась при стимуляции 10,0 В/2 мс. Результат аблации оценивался через 3, 6, 12 и 24 мес с помощью электрокардиографии в 12 отведениях и суточного холтеровского мониторинга.

Результаты. В исследование были включены 105 пациентов (56,1 ± 10,03 года, продолжительность персистирования ФП 61,2 ± 27,6 мес). У всех пациентов была достигнута блокада выхода из ЛВ справа и слева, а блокада выхода из задней стенки ЛП была подтверждена у 87 (82,9%) пациентов при восстановлении синусового ритма. У 2 (1,9%) пациентов в раннем послеоперационном периоде развился ишемический инсульт. Через 12 ± 2,1 мес у 86 (81,9%) пациентов не было рецидивов ФП после торакоскопической эпикардиальной радиочастотной аблации устьев ЛВ и ЛП. Сохранение синусового ритма за период наблюдения 24 мес зарегистрировано у 66 (62,9%) пациентов.

Заключение. Лечение персистирующей ФП у пациентов с увеличенными размерами ЛП с помощью торакоскопической эпикардиальной изоляции ЛВ и задней стенки ЛП с использованием биполярной радиочастотной энергии является возможным и высокоэффективным.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, лечение, левое предсердие, торакоскопическая аблация

RESULT OF THORACOSCOPIC EPICARDIAL RADIOFREQUENCY ABLATION OF THE PULMONARY VEIN ORIFICES AND THE POSTERIOR WALL OF THE LEFT ATRIUM IN PERSISTENT ATRIAL FIBRILLATION IN PATIENTS WITH ENLARGED LEFT ATRIUM

R.R. Zhaltyrov, S.Yu. Serguladze, B.I. Kvasha, I.V. Pronicheva, S.G. Khasiev

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

Rinat R. Zhaltyrov, Postgraduate; orcid.org/0009-0006-2655-9226

Sergey Yu. Serguladze, Dr. Med. Sci., Senior Researcher, Head of Department, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-7233-3611

Boris I. Kvasha, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-2823-359X

Irina V. Pronicheva, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2669-2474, e-mail: Irene_Pr@mail.ru

Sarmat G. Khasiev, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0001-6468-0875

Objective. To evaluate the early and late results of bipolar thoracoscopic isolation of the pulmonary vein (PV) orifices and the posterior wall of the left atrium (LA), confirmed by intraoperative assessment of conduction block, in patients with persistent atrial fibrillation (AF) and enlarged LA.

Material and methods. Thoracoscopic isolation was performed using a bipolar radiofrequency clamp. Exit block was confirmed with pacing of 10.0 V/2 ms. The ablation result was assessed after 3, 6, 12 and 24 months using 12-lead ECG and 24-hour Holter monitoring.

Results. The study included 105 patients (56.1 ± 10.03 years, duration of persistent AF 5.1 ± 2.3 years). All patients was achieved right and left PV exit block, and posterior LA exit block was confirmed in 87 (82.9%) patients upon restoration of sinus rhythm. In two patients (1.9%), ischemic stroke developed in the early postoperative period. After 12 ± 2.1 months, 86 (81.9%) of patients had no recurrence of AF after thoracoscopic epicardial radiofrequency ablation of orifices and LA. Maintenance of sinus rhythm during a follow-up of 24 months. was registered in 66 patients (62.9%).

Conclusion. Treatment of persistent AF in patients with enlarged LA using thoracoscopic epicardial isolation of PV and posterior wall of the LA using bipolar radiofrequency energy is feasible and highly effective.

Keywords: atrial fibrillation, treatment, left atrium, thoracoscopic ablation

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) в общей популяции составляет 1–2%, при этом частота встречаемости увеличивается с возрастом – от 0,1% в возрасте 20–29 лет до 9,6% среди лиц 80–89 лет. ФП остается одной из ведущих причин смертности среди сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). В Российской Федерации в 2021 г. показатель смертности от ССЗ достиг 620,7 на 100 000 населения, что соответствует 904 055 случаям [1, 2].

Согласно данным Американской ассоциации сердца (2023 г.) число больных ФП в США оценивают более чем в 2,2 млн чел., а в странах Европейского союза – 4,5 млн чел. При этом в странах Европейского союза ожидается практически двукратное увеличение количества пациентов с данной патологией в ближайшие 50 лет. Расчетные данные, составленные с учетом коэффициентов, полученных в ходе эпидемиологических исследований в США и странах Европы, свидетельствуют о широком диапазоне возможной частоты развития ФП в России у 1,2–4,2 млн чел. в год. Однако более реальными представляются значения 1,7–2,1 млн чел. в год [2–4].

Основной метод лечения ФП в настоящее время – процедура катетерной радиочастотной абляции (РЧА) устьев легочных вен (ЛВ), что было доказано неоднократными исследованиями, сравнивающими медикаментозную терапию

и РЧА, в которых процедура РЧА приводила к меньшему количеству госпитализаций и развитию осложнений, связанных с ФП [5, 6]. В исследовании SABANA было доказано, что при выборе катетерной абляции как стратегии лечения ФП, по сравнению с медикаментозной терапией, достоверно снижается риск госпитализаций, а также смертности [7]. Однако у пациентов с персистирующими формами ФП эффективность первичной процедуры РЧА в отдаленном периоде составляет не более 40–52% [8–11]. Установлено, что эффективность катетерной абляции снижается по мере увеличения размера левого предсердия (ЛП) [8–11].

Не так давно альтернативой процедуре катетерной абляции стала хирургическая эпикардальная РЧА устьев ЛВ и задней стенки ЛП в условиях видеоторакоскопической поддержки [12–14]. В сравнении с классической катетерной абляцией хирургическая (торакоскопическая) абляция обеспечивает более высокую частоту сохранения синусового ритма, но в то же время риск осложнений при эпикардальной РЧА выше [15, 16]. Кроме того, данные об эффективности хирургической абляции ФП у пациентов с увеличенным объемом ЛП ограничены. Учитывая отрицательную корреляцию между увеличением объема ЛП и успешностью процедуры, врачи могут отказаться от инвазивной абляции и выбрать персистенцию ФП, применяя страте-

гию контроля частоты сердечных сокращений для уменьшения симптомов.

В настоящее время требуется дальнейшее изучение клинических результатов данной хирургической методики для лечения персистирующей ФП, особенно у пациентов, имеющих прогнозируемый высокий риск возврата ФП.

Цель данного исследования – оценка эффективности и безопасности хирургического лечения персистирующей формы ФП у пациентов с увеличенными размерами ЛП с использованием видеоторакоскопического подхода.

Материал и методы

Популяция пациентов

Ретроспективное обсервационное когортное клиническое исследование проводили в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева. Всего в исследовании приняли участие 105 пациентов с персистирующей формой ФП, которым была выполнена изоляция устьев правых и левых ЛВ, задней стенки ЛП по методике торакоскопической эпикардальной РЧА по типу box-lesion без перевязки ушка левого предсердия (УЛП) в период с 2021 по 2024 г.

Первичная конечная точка – рецидивы ФП и/или предсердных тахикардий. Вторичная – тромбозы, острое нарушение мозгового кровоснабжения, инфаркт миокарда, обширные кровотечения, декомпенсация хронической сердечной недостаточности (ХСН).

Критерии включения: возраст пациентов 18–75 лет; персистирующая форма ФП неклапанной этиологии (с обязательным подтверждением на электрокардиограмме (ЭКГ)); неэффективность предшествующей медикаментозной антиаритмической терапии, включавшей препараты I и III классов по классификации E.M. Vaughann Williams и D. Harrison; подписанное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии исключения: возраст моложе 18 и старше 75 лет; тромбоз ЛП; отсутствие или неадекватный уровень гипокоагуляции (МНО менее 2 или более 3,5); нарушения локальной сократимости левого желудочка (ЛЖ) по данным эхокардиографии (ЭхоКГ); наличие подтвержденной ишемии миокарда по данным нагрузочных проб с необходимостью реваскуляризации по данным коронароангиографии, мультиспиральной компьютерной коронарографии; сопутствующая патология клапанов сердца, требую-

щая хирургической коррекции, хирургические вмешательства на сердце и органах грудной полости (ОГП) в анамнезе, воспалительные заболевания сердца и ОГП, документально подтвержденное наличие других типов аритмий, требующих оперативного лечения.

Перед вмешательством всем пациентам проводили анализ жалоб, сбор анамнеза, выполняли клиничко-инструментальные и лабораторные методы исследования, включающие 12-канальную ЭКГ, суточное холтеровское мониторирование, коронароангиографию. Для оценки анатомии, а также размеров ЛП пациентам проводилась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с контрастированием ЛП для оценки анатомии ЛВ, объема ЛП и исключения тромбоза УЛП. Также в течение 48 ч перед вмешательством пациентам выполняли чрезпищеводную ЭхоКГ для исключения тромбоза УЛП. Пациенты с наличием эффекта спонтанного контрастирования (ЭСК) 3–4 степени были исключены из исследования. Для оценки выраженности ЭСК в полости ЛП и УЛП применяли шкалу, предложенную D. Fatkin [17]:

– 1-я степень – минимальное движение эхогенных частиц в полости ЛП или УЛП определяется только при усилении чувствительности ультразвукового сигнала;

– 2-я степень – движение эхогенных частиц, различимых без усиления ультразвукового сигнала, обнаруживается транзитивно во время сердечного цикла;

– 3-я степень – плотный вихревой паттерн в течение всего сердечного цикла;

– 4-я степень – интенсивная эхогенность и медленный вихревой паттерн в УЛП или в полости ЛП.

Хирургическая процедура

Торакоскопическую аблацию проводили в условиях кардиохирургической операционной под общим наркозом с использованием двухпросветной эндотрахеальной трубки (с отдельной интубацией легких) (рис. 1).

Первым этапом осуществляли доступ в правую плевральную полость, 10-миллиметровый порт для видеокамеры устанавливали в четвертое межреберье по среднеподмышечной линии и два 5-миллиметровых манипуляционных порта в третье и пятое межреберьях – на 5 см выше места постановки первого порта. Далее пациента переводили на однолегочную вентиляцию,

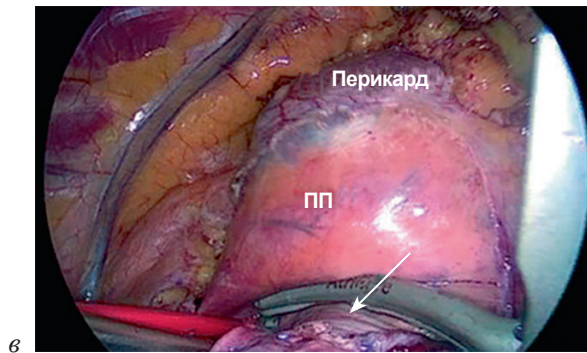
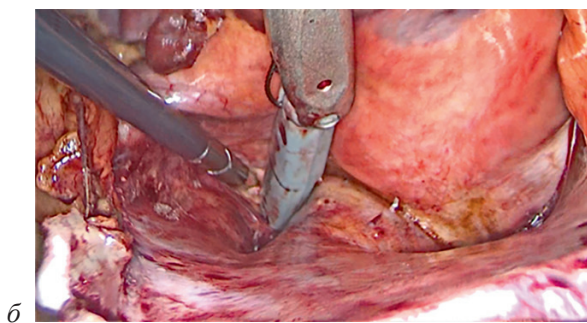
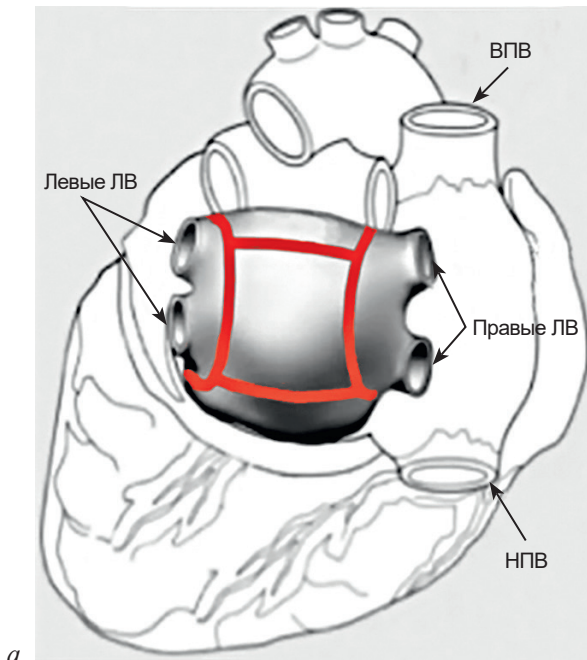


Рис. 1. Эпикардиальная РЧА ЛП в условиях видеоторакоскопической поддержки:

а – схема операции; б – РЧА по крыше ЛП; в – выполнение РЧА правых ЛВ; з – расположение портов при правостороннем этапе для изоляции правых ЛВ (общий вид).

ВПВ – верхняя полая вена, НПВ – нижняя полая вена

при поступлении углекислого газа в плевральную полость легкое коллабиривалось. Перикардотомию осуществляли с помощью биполярного зажима LigaSure (Medtronic, Миннеаполис, Миннесота, США) от устья верхней полой вены до диафрагмы на 2–3 см выше хода диафрагмального нерва для исключения его травматизации. Следующим этапом вскрывали косой и поперечный синусы перикарда тупым путем. После вскрытия перикарда при помощи диссектора Lumitip Dissector System (Atricure, Уэст-Честер, Огайо, США) с закрепленной

на конце резиновой направляющей, по которому проводился зажим-аблатор Isolator Synergy (Atricure, Уэст-Честер, Огайо, США) обходили правые ЛВ, и выполнялись не менее 5 РЧ-воздействий. Время аппликации контролировалось автоматически прибором. При помощи электрода MLP 1 (Atricure, Уэст-Честер, Огайо, США) выполнялись линейные воздействия по крыше и основанию ЛП в направлении левых ЛВ. После визуального контроля гемостаза выполняли дренирование плевральной полости и ушивание ран. Постановка портов и методи-

ка РЧ-воздействий слева идентичны таковым справа. Вскрытие перикарда осуществляли на 2 см ниже хода диафрагмального нерва. После завершения всех воздействий у больных с ритмом ФП синусовый ритм восстанавливался посредством наружной кардиоверсии. После восстановления синусового ритма с помощью электрода MLP 1 путем биполярной стимуляции с напряжением 10,0 В и длительностью импульса 2 мс подтверждался блок выхода из ЛВ и задней стенки ЛП.

После визуального контроля гемостаза через нижний порт выполняли дренирование плевральной полости и ушивание ран. После операции пациента переводили в отделение реанимации. Все пациенты были экстубированы на 1-е сутки после операции, пролонгированная ИВЛ не требовалась.

Клиническое наблюдение

Пациенты были выписаны с рекомендациями о приеме антиаритмической и антикоагулянтной терапии. Динамическое наблюдение выполнялось спустя 3, 6, 12 и 24 мес после вмешательства и включало оценку клинического состояния больных (наличие симптомов аритмии), приверженности к антиаритмической и антикоагулянтной терапии, наличия рецидивов аритмии посредством анализа ЭКГ и проведения холтеровского мониторирования.

Статистический анализ

Данные были проанализированы с помощью программы SPSS-26 для Windows (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc. Chicago IL, USA) и пакета прикладных программ Statistica 6,0. Переменные были исследованы с помощью визуальных (гистограммы, вероятностный график) и аналитических методов (критерии Колмогорова–Смирнова или Шапиро–Уилка) для определения того, нормально ли они распределены. Непрерывные данные представлены в виде среднего значения \pm стандартное отклонение $M (\pm SD)$ при нормальном распределении; количественные данные, не подчиняющиеся закону нормального распределения, представлены в виде медианы и 25-го и 75-го перцентилей – $Me [Q25; Q75]$. Описание частот в исследуемой выборке представлено в виде абсолютных значений и процентов. Изучение кумулятивной выживаемости и оценку свободы от аритмий проводили методом Каплана–Мейера.

Результаты

Исходные характеристики

В исследование включены 105 пациентов в возрасте 42–72 года (средний возраст $56,1 \pm 10,03$ года), из них 90 мужчин и 15 женщин с персистирующей формой ФП (средний срок персистирования – $61,2 \pm 27,6$ мес) и увеличенными размерами ЛП. Средний объем ЛП составил $169,4 \pm 40,7$ мл, средний индекс объема ЛП – $81,05 \pm 18,3$ мл/м². У всех пациентов было симптомное течение аритмии и персистирующая ФП была задокументирована на ЭКГ до операции. Катетерные вмешательства по поводу ФП и трепетания предсердий (ТП) ранее были выполнены 27 (25,7%) пациентам. По крайней мере, один тип антиаритмических препаратов (ААП) класса 1 или 3 продемонстрировали свою неэффективность. Другие исходные клинические характеристики приведены в таблице 1. Все пациенты, включенные в исследование, получали гипотензивную, сахароснижающую, гиполипидемическую терапию по показаниям.

Процедурный результат

После первоначальной аблации по типу box-lesion и изоляции ЛВ дополнительных РЧ-воздействий не потребовалось. Средняя длительность процедуры составила $205 \pm 73,6$ мин. Средняя продолжительность аблации – $9,4 \pm 1,8$ мин. У 46 (43,8%) пациентов во время аблации произошла спонтанная конверсия в синусовый ритм, а у 59 (56,2%) – после электрической кардиоверсии. Таким образом, сразу после операции у всех пациентов (100%) был восстановлен синусовый ритм.

После восстановления синусового ритма до завершения процедуры для подтверждения блокады выхода проводилась электрокардиостимуляция. Блокада выхода из ЛВ справа и слева была достигнута у всех пациентов (100%). У 87 (82,9%) пациентов была подтверждена блокада выхода из задней стенки ЛП.

Ни одному из пациентов не потребовалась конверсия в торакотомию.

После торакоскопической процедуры 4 (3,7%) пациентам потребовалась пункция плевральных полостей из-за развившегося гидро- и/или пневмоторакса. У 2 (1,9%) пациентов в раннем послеоперационном периоде развился ишемический инсульт. У 1 (0,9%) пациента на-

Таблица 1

Характеристика пациентов, включенных в исследование

Показатель	Значение
Возраст, лет, М ± SD	56,1 ± 10,03
Мужской/женский пол, n (%)	90 (85,7) / 15 (14,3)
Индекс массы тела, кг/м ² , Ме [Q25; Q75]	28 [26; 32]
Гипертоническая болезнь сердца, n (%)	89 (84,7)
Сахарный диабет, n (%)	8 (7,6)
Длительность анамнеза ФП, лет, М ± SD	9,94 ± 3,14
Длительность персистирования ФП, мес, М ± SD	61,2 ± 27,6
EHRA, баллы, Ме [Q25; Q75]	2 [2; 2]
CHA ₂ DS ₂ -VASc, баллы, Ме [Q25; Q75]	2 [1; 3]
HAS-BLED, баллы, Ме [Q25; Q75]	1 [0; 1]
Количество неэффективных ААП в анамнезе, n, Ме [Q25; Q75]	2 [1; 3]
Антикоагулянты, n (%)	105 (100)
Абляция устьев ЛП в анамнезе, n (%)	18 (17,1)
Абляция КТИ в анамнезе, n (%)	6 (5,7)
Криобаллонная изоляция ЛВ в анамнезе, n (%)	3 (2,8)
Объем ЛП, мл, М ± SD	169,4 ± 40,7
Передне-задний размер ЛП, мм, М ± SD	86,9 ± 6,5
Индекс объема ЛП, мл/м ² , М ± SD	81,05 ± 18,3
ФВ ЛЖ, %, М ± SD	55,05 ± 8,3

Примечание. Непрерывные величины представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения М (± SD) и медианы и интерквартильного размаха Ме [Q25; Q75]; CHA₂DS₂-VASc – шкала оценки риска ишемического инсульта у пациентов с ФП; EHRA – количественная шкала симптомов, связанных с ФП; HAS-BLED – шкала оценки риска кровотечений у пациентов с ФП; ААП – антиаритмические препараты; КТИ – кавотрикуспидальный истмус; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка.

блюдалось повреждение диафрагмального нерва с остаточными явлениями в виде пареза купола диафрагмы справа. Таким образом, общий показатель интра- и послеоперационных осложнений составляет 6,6%. Тридцатидневной летальности не наблюдалось. Осложнений, связанных с обеспечением доступа и хирургической техникой, не наблюдалось. Только у 1 пациента при выписке из больницы отмечалась ФП, но в течение месяца он вернулся к синусовому ритму.

Клиническое наблюдение

После наблюдения в среднем в течение 12 ± 2,1 (минимум 7) мес у 66 (62,9 %) из 105 пациентов не было рецидивов никаких предсердных тахикардий после торакоскопической эпикардальной РЧА устьев ЛВ и ЛП после 3-месячного периода без применения ААП (табл. 2, рис. 2). Первичной конечной точки достигли 39 (37,1%) пациентов. В структуре послеоперационных предсердных тахикардий рецидив ФП зарегистрирован у 19 (18,1%) пациентов, типичное ТП – у 6 (5,7%), атипичное левопредсердное ТП – у 14 (13,3%) (табл. 2).

Ни один пациент не умер в течение этого периода из-за нарушения мозгового кровообращения. Не было зарегистрировано эпизодов системных тромбоэмболий, остро нарушения мозгового кровоснабжения (ОНМК), инфаркта миокарда, обширных кровотечений или декомпенсации ХСН в течение периода наблюдения. В конце периода наблюдения 39 (37,1%) пациентов все еще принимали пероральные антикоагулянты.

Обсуждение

В этом первом исследовании оценивается эффективность торакоскопической изоляции ЛВ и задней части ЛП при лечении пациентов с персистирующей формой ФП и увеличенными размерами ЛП.

В 1987 г. J.L. Cox et al. разработали операцию MAZE для лечения пациентов с различными формами ФП [16]. В дальнейшем операция подвергалась множеству модификаций. Несмотря на высокую степень свободы от предсердных аритмий (96,6%), операция все еще была сопряжена с интраоперационными рисками, сложностью хирургической техники, обширностью

Таблица 2

Результаты хирургического лечения персистирующей формы ФП методом торакоскопической эпикардиальной абляции в сроки наблюдения до 24 мес

Показатель	Значение
Свобода от предсердных аритмий при изолированной торакоскопической РЧА, n (%)	66 (62,9)
Свобода от ФП при изолированной торакоскопической РЧА, n (%)	86 (81,9)
<i>Нарушения ритма сердца в послеоперационном периоде</i>	
ФП, n (%)	19 (18,1)
Атипичное левопредсердное ТП, n (%)	14 (13,3)
Типичное ТП, n (%)	6 (5,7)
<i>Осложнения в послеоперационном периоде</i>	
Кровотечения, n (%)	0
Тампонада сердца, n (%)	0
Повреждения диафрагмального нерва, n (%)	1 (0,9)
Инсульт, n (%)	2 (1,9)
Гидроторакс, n (%)	1 (0,9)
Пневмоторакс, n (%)	3 (2,8)
Общее количество осложнений, n (%)	7 (6,6)

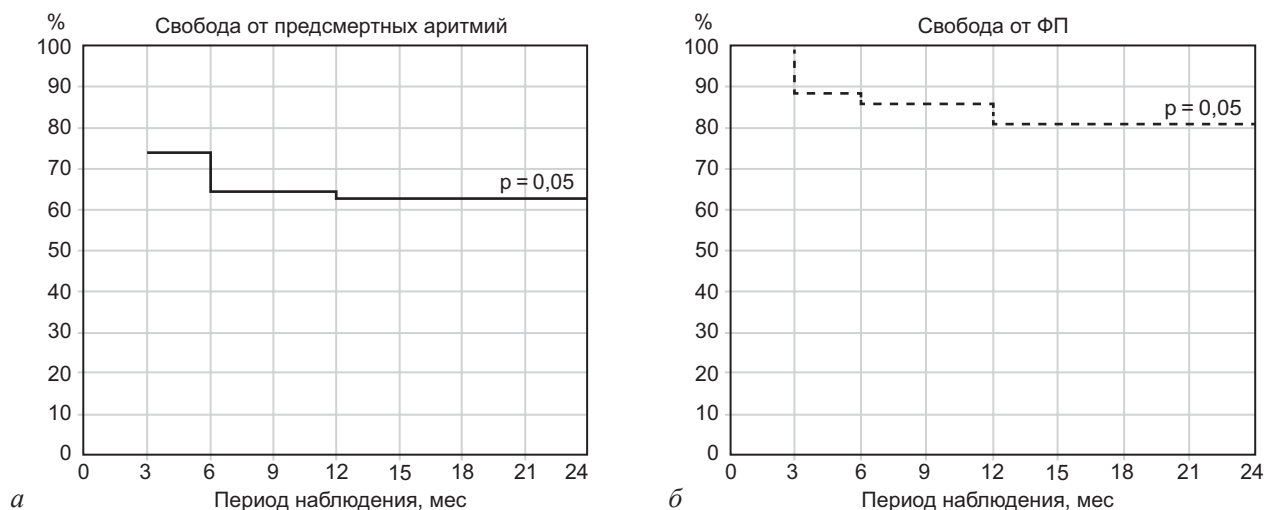


Рис. 2. Эффективность торакоскопической РЧА ЛП и устьев ЛВ. Кривые Каплана–Мейера сохранения синусового ритма в ходе последующего наблюдения:

a – свобода от предсердных аритмий; *б* – свобода от ФП

повреждения и длительностью восстановительного периода после операции [17]. В 2005 г. R.K. Wolf et al. предложили метод мини-инвазивной эпикардиальной абляции ЛВ через двухсторонний эндоскопический доступ [12]. В дальнейшем «процедура Вольфа» была модифицирована в процедуру с изоляцией как устьев ЛВ, так и задней стенки ЛП [13–19].

Хотя до сих пор неясно, является ли увеличение ЛП причиной или следствием ФП, много-

численные данные свидетельствуют о том, что большой размер ЛП способствует возникновению порочного круга ремоделирования предсердий, персистенции ФП и рецидивам предсердных аритмий после катетерного лечения [20–23]. И наоборот, сама по себе ФП может вызывать увеличение ЛП. В результате по мере прогрессирования ФП размеры ЛП увеличиваются. Это может обуславливать разницу в эффективности лечения ФП после торакоскопического подхода,

которая у пациентов с пароксизмальными формами ФП находится в диапазоне 58–75% [23–26], а у пациентов с персистирующими и длительно персистирующими формами ФП снижается до 45–68,9% [24, 27]. В нашей большой когорте пациентов с персистирующей формой ФП и увеличенным ЛПП, перенесших торакоскопическую хирургическую абляцию ФП, мы показали, что у 62,8% пациентов не отмечалось никаких предсердных тахикардий в течение 2 лет наблюдения. Кроме того, малое число пациентов, которым была возобновлена антиаритмическая терапия, также может свидетельствовать об эффективности лечения.

Систематический обзор показал, что у пациентов с гораздо меньшими размерами предсердий хирургическая абляция была значительно более успешной, чем катетерная абляция, но при этом чаще возникали нежелательные явления [28]. Исследуемая здесь категория пациентов включает пациентов с увеличенным ЛПП, которым не подходит катетерная абляция из-за низкой эффективности. Послеоперационные осложнения возникали нечасто и в основном сводились к гидро- и/или пневмотораксам и повреждению диафрагмального нерва, что соответствует осложнениям при катетерной абляции ФП [29–31].

Считается, что риск тромбоэмболии можно снизить, если проводить операцию на фоне лечения антагонистами витамина К и удалить УЛП, которое является тромбогенной структурой. В 2018 г. L.M. Vos et al. оценили безопасность торакоскопического подхода с удалением УЛП при лечении ФП. Частота интраоперационных осложнений составила 2,3% и включала конверсию в стернотомию, мини-стернотомию и мини-торакотомию из-за развившегося кровотечения. Серьезные осложнения, такие как ОНМК, тампонада сердца и имплантация электрокардиостимулятора, за период наблюдения 30 дней отмечались у 3,2% пациентов. Доля пациентов с малыми осложнениями – 8,1% [27]. По результатам метаанализа, проведенного в 2023 г., где сравнивались эффективность и безопасность катетерной абляции ЛПП при ФП и торакоскопической РЧА ЛПП, частота серьезных осложнений после операции торакоскопической РЧА составила 8,4%, из которых ОНМК – 1,9% [32]. В нашем исследовании мы использовали технику торакоскопической эпикардиальной абляции без резекции УЛП. Общая частота интра- и по-

слеоперационных осложнений составила 6,6%, из которых 2,8% случаев серьезных осложнений в раннем послеоперационном периоде, что сопоставимо с данными мировой литературы и свидетельствует о том, что метод торакоскопической РЧА без резекции УЛП не увеличивает риск возникновения серьезных осложнений без потери эффективности процедуры.

Хирургическое удаление УЛП может затруднить выполнение процедуры и увеличить риск осложнений [13, 19]. Удаление УЛП может быть противопоказано во время торакоскопической процедуры по анатомическим причинам (большой или неправильный размер УЛП, большое ЛПП, например, более 60 мм, ожирение) [13, 19].

Помимо восстановления синусового ритма, целью абляции является восстановление сокращения ЛПП. Отсутствие сокращения предсердия после РЧА-модификации процедуры «Лабиринт» приводило к пятикратному увеличению риска инсульта, несмотря на резекцию УЛП [33]. Напротив, высокий процент восстановления сокращения предсердий, выявленный в исследовании M.G. Compiet et al., может указывать на снижение риска тромбоэмболии по сравнению с риском до проведения абляции [34].

Заключение

Согласно полученным результатам, торакоскопическая РЧА без перевязки ушка ЛПП является эффективным и безопасным методом лечения ФП у пациентов с персистирующими формами ФП и увеличенными размерами ЛПП. Наши данные свидетельствуют о том, что торакоскопическая хирургическая абляция ФП у пациентов с увеличенным ЛПП и симптоматической ФП может быть рассмотрена как вариант лечения, но при этом следует учитывать возможные другие серьезные заболевания сердца и предпочтения пациента.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

1. Аракелян М.Г., Бокерия Л. А., Васильева Е.Ю., Голицын С.П., Голухова Е.З., Горев М.В. и др. Фибрилляция и трепетание предсердий. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26 (7): 4594. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4594
Arakelyan M.G., Bockeria L.A., Vasilieva E.Yu., Golitsyn S.P., Golukhova E.Z., Gorev M.V. et al. 2020 Clinical guide lines for Atrial fibrillation and atrial flutter. *Russian Journal of Car-*

- diology. 2021; 26 (7): 4594 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4594
2. Мареев Ю.В., Поляков Д.С., Виноградова Н.Г., Фомин И.В., Мареев В.Ю., Беленков Ю.Н. и др. ЭПОХА: эпидемиология фибрилляции предсердий в репрезентативной выборке Европейской части Российской Федерации. *Кардиология*. 2022; 62 (4): 12–19. DOI: 10.18087/cardio.2022.4.n1997
Mareev Yu.V., Polyakov D.S., Vinogradova N.G., Fomin I.V., Mareev V.Yu., Belenkov Yu.N. et al. Epidemiology of atrial fibrillation in a representative sample of the European part of the Russian Federation. Analysis of EPOCH-CHF study. *Kardiologiya*. 2022; 62 (4): 12–19 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2022.4.n1997]
 3. Joglar J.A., Chung M.K., Armbruster A.L., Benjamin E.J., Chyou J.Y., Cronin E.M. et al. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS guideline for the diagnosis and management of atrial fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on clinical practice guidelines. *Circulation*. 2024; 149 (1): e1–e156. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001193
 4. Di Biase L., Mohanty P., Mohanty S., Santangeli P., Trivedi C., Lakkireddy D. et al. Ablation versus amiodarone for treatment of persistent atrial fibrillation in patients with congestive heart failure and an implanted device. Results from the AATAC multicenter randomized trial. *Circulation*. 2016; 133 (17): 1637–1644. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019406
 5. Kirchhof P., Camm A.J., Goette A., Brandes A., Eckardt L., Elvan A. et al.; EAST-AFNET 4 trial investigators. Early rhythm-control therapy in patients with atrial fibrillation. *N. Engl. J. Med.* 2020; 383 (14): 1305–1316. DOI: 10.1056/NEJMoa2019422
 6. Calkins H., Hindricks G., Cappato R., Kim Y.H., Saad E.B., Aguinaga L. et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHS/SOLEACE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2017; 14 (10): e275–e444. DOI: 10.1016/j.hrthm.2017.05.012
 7. Packer D.L., Mark D.B., Robb R.A. 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 (13): 1261–1274. DOI: 10.1001/jama.2019.0693
 8. William J., Chieng D., Curtin A.G., Sugumar H., Ling L.H., Segan L. et al. Radiofrequency catheter ablation of persistent atrial fibrillation by pulmonary vein isolation with or without left atrial posterior wall isolation: long-term outcomes of the CAPLA trial. *Eur. Heart J.* 2025; 46 (2): 132–143. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae580
 9. Kirchhof P., Calkins H. Catheter ablation in patients with persistent atrial fibrillation. *Eur. Heart J.* 2017; 38 (1): 20–26. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw260
 10. Azul Freitas A., Sousa P.A., Elvas L., Gonçalves L. Outcomes of radiofrequency catheter ablation for persistent and long-standing persistent atrial fibrillation. *Rev. Port. Cardiol.* 2022; 41 (8): 637–645 (in Engl., Portug.). DOI: 10.1016/j.repc.2021.05.019
 11. Kistler P.M., Chieng D., Sugumar H., Ling L.H., Segan L., Azzopardi S. et al. Effect of catheter ablation using pulmonary vein isolation with vs without posterior left atrial wall isolation on atrial arrhythmia recurrence in patients with persistent atrial fibrillation: the CAPLA randomized clinical trial. *JAMA*. 2023; 329 (2): 127–135. DOI: 10.1001/jama.2022.23722
 12. Wolf R.K., Schneeberger E.W., Osterday R., Miller D., Merrill W., Flege J.B. Jr, Gillinov A.M. Video-assisted bilateral pulmonary vein isolation and left atrial appendage exclusion for atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2005; 130 (3): 797–802. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2005.03.041
 13. Edgerton J.R., Jackman W.M., Mack M.J. A new epicardial lesion set for minimal access left atrial maze: the Dallas lesion set. *Ann. Thorac. Surg.* 2009; 88 (5): 1655–1657. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2009.05.046
 14. Sirak J., Jones D., Sun B., Sai-Sudhakar C., Crestanello J., Firstenberg M. Toward a definitive, totally thoracoscopic procedure for atrial fibrillation. *Ann. Thorac. Surg.* 2008; 86 (6): 1960–1964. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.07.066
 15. Rattanawong P., Kanitsoraphan C., Kewcharoen J., Sriramoju A., Shanbhag A., Ko Ko N.L. et al. Surgical versus catheter ablation in atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2022; 33 (10): 2152–2163. DOI: 10.1111/jce.15617
 16. Cox J.L., Schuessler R.B., D’Agostino H.J., Stone C.M., Chang B.C., Cain M.E. et al. The surgical treatment of atrial fibrillation, III: development of a definitive surgical procedure. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1991; 101: 569–583.
 17. Fatkin D., Kelly R.P., Feneley M.P. Relations between left atrial appendage blood flow velocity, spontaneous echocardiographic contrast and thromboembolic risk in vivo. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1994; 23 (4): 961–969. DOI: 10.1016/0735-1097(94)90644-0
 18. Weimar T., Vosseler M., Czesla M., Boscheinen M., Hemmer W.B., Doll K.N. Approaching a paradigm shift: endoscopic ablation of lone atrial fibrillation on the beating heart. *Ann. Thorac. Surg.* 2012; 94 (6): 1886–1892. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.07.035
 19. Edgerton J.R., Brinkman W.T., Weaver T., Prince S.L., Culiaca D., Herbert M.A. et al. Pulmonary vein isolation and autonomic denervation for the management of paroxysmal atrial fibrillation by a minimally invasive surgical approach. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010; 140 (4): 823–828. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2009.11.065
 20. 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 atrial fibrillation after cryoballoon isolation of the pulmonary vein orifices. *Creative cardiology*. 2024; 18 (1): 59–72 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-1-59-72
 21. Сергуладзе С.Ю., Кваша Б.И., Проничева И.В., Любкина Е.В., Сопов О.В., Суладзе В.Г. Катетерная абляция предсердной тахикардии после операций на открытом сердце: исходы и механизм рецидива при длительном наблюдении. *Креативная кардиология*. 2022; 16 (1): 61–76. DOI: 10.24022/1997-3187-2022-16-1-61-76
Serguladze S.Yu., Kvasha B.I., Pronicheva I.V., Lyubkina E.V., Sopov O.V., Suladze V.G. Catheter ablation of atrial tachycardia after open heart surgery: outcomes and mechanism of recurrence during long-term follow-up. *Creative cardiology*. 2022; 16 (1): 61–76 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2022-16-1-61-76

22. Кокшенева И.В., Капленко Л.И., Голубев Е.П., Ибрагимов Р.М., Турахонов Т.К., Грищенко А.В. и др. Влияние функционального состояния левого предсердия на риск развития фибрилляции предсердий в раннем послеоперационном периоде после коронарного шунтирования. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2024; 25 (1): 41–55. DOI: 10.24022/1810-0694-2024-25-1-41-55
Koksheneva I.V., Kaplenko L.I., Golubev E.P., Ibragimov R.M., Turakhanov T.K., Grishchenko A.V., Zhertovskaya E.V., Iraskhanov A.Sh. The influence of the functional state of the left atrium on the risk of atrial fibrillation in the early postoperative period after coronary artery bypass grafting. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases*. 2024; 25 (1): 41–55 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2024-25-1-41-55
23. Boersma L.V., Castella M., van Boven W., Berruezo A., Yilmaz A., Nadal M. et al. Atrial fibrillation catheter ablation versus surgical ablation treatment (FAST): a 2-center randomized clinical trial. *Circulation*. 2012; 125 (1): 23–30. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.074047
24. Zheng Z., Yao Y., Li H., Yu C., Zheng L., Ding L. et al. Comparing simultaneous hybrid ablation with stand-alone thoracoscopic surgical ablation for the treatment of non-paroxysmal atrial fibrillation: a prospective randomized controlled trial. *Europace*. 2024; 26 (9): euae226. DOI: 10.1093/europace/euae226
25. Boyalla V., Haldar S., Khan H., Kralj-Hans I., Banya W., Lord J. et al. Long-term clinical outcomes and cost-effectiveness of catheter vs thoracoscopic surgical ablation in long-standing persistent atrial fibrillation using continuous cardiac monitoring: CASA-AF randomized controlled trial. *Heart Rhythm*. 2024; 21 (9): 1562–1569. DOI: 10.1016/j.hrthm.2024.05.022
26. Neefs J., Wesselink R., van den Berg N.W.E., de Jong J.S.S.G., Piersma F.R., van Boven W.P. et al. Thoracoscopic surgical atrial fibrillation ablation in patients with an extremely enlarged left atrium. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2022; 64 (2): 469–478. DOI: 10.1007/s10840-021-01056-1
27. Vos L.M., Kotecha D., Geuzebroek G.S.C., Hofman F.N., van Boven W.J.P., Kelder J. et al. Totally thoracoscopic ablation for atrial fibrillation: a systematic safety analysis. *Europace*. 2018; 20 (11): 1790–1797. DOI: 10.1093/europace/eux385
28. van Laar C., Bentala M., Weimar T., Doll N., Swaans M.J., Molhoek S.G. et al. Thoracoscopic ablation for the treatment of atrial fibrillation: a systematic outcome analysis of a multicentre cohort. *Europace*. 2019; 21 (6): 893–899. DOI: 10.1093/europace/euy323
29. Mol D., Houterman S., Balt J.C., Bhagwandien R.E., Blaauw Y., Delnoy P.H. et al. Complications in pulmonary vein isolation in the Netherlands Heart Registration differ with sex and ablation technique. *Europace*. 2021; 23 (2): 216–225. DOI: 10.1093/europace/euaa255
30. Шалов Р.З., Филатов А.Г., Аванесян Г.А. Проспективное рандомизированное контролируемое исследование по оценке эффективности выполнения криобаллонной изоляции устьев легочных вен у пациентов с различными формами фибрилляции предсердий и коморбидной патологией. Часть 1. *Анналы аритмологии*. 2024; 21 (3): 157–165. DOI: 10.15275/annaritm.2024.3.3
Shalov R.Z., Filatov A.G., Avanesyan G.A. A prospective randomized controlled study to evaluate the effectiveness of cryoballoon isolation of pulmonary vein orifices in patients with various forms of atrial fibrillation and comorbid pathology. Part 1. *Annaly aritmologii*. 2024; 21 (3): 157–165 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritm.2024.3.3
31. Макарова Н.В., Дурманов С.С., Базылев В.В. Осложнения катетерного лечения фибрилляции предсердий, связанные с сосудистым бедренным доступом. *Анналы аритмологии*. 2024; 21 (1): 26–38. DOI: 10.15275/annaritm.2024.1.4
Makarova N.V., Durmanov S.S., Bazylev V.V. Complications of catheter treatment of atrial fibrillation associated with vascular femoral access. *Annaly aritmologii*. 2024; 21 (1): 26–38 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritm.2024.1.4
32. Baudo M., Petruccelli R.D., D’Alonzo M., Rosati F., Benussi S., Di Bacco L. et al. Rhythm outcomes of minimally-invasive off-pump surgical versus catheter ablation in atrial fibrillation: a meta-analysis of reconstructed time-to-event data. *Int. J. Cardiol.* 2023; 376: 62–75. DOI: 10.1016/j.ijcard.2023.02.008
33. Buber J., Luria D., Sternik L., Raanani E., Feinberg M.S., Goldenberg I. et al. Left atrial contractile function following a successful modified Maze procedure at surgery and the risk for subsequent thromboembolic stroke. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011; 58 (15): 1614–1621. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.05.051
34. Compier M.G., Braun J., Tjon A., Zeppenfeld K., Klautz R.J., Schalij M.J., Trines S.A. Outcome of stand-alone thoracoscopic epicardial left atrial posterior box isolation with bipolar radiofrequency energy for longstanding persistent atrial fibrillation. *Neth. Heart J.* 2016; 24 (2): 143–151. DOI: 10.1007/s12471-015-0785-3

Поступила 07.04.2025
Принята к печати 05.05.2025

© Б.С. ЦАРОЕВ, Р.М. ШАРИФУЛИН, А.С. ЗАЛЕСОВ, С.Е. ХРУЩЕВ, П.С. РУЗАНКИН,
А.В. БОГАЧЕВ-ПРОКОФЬЕВ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.318-089

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.2.2

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОДДЕРЖАНИЕ СИНУСОВОГО РИТМА У ПАЦИЕНТОВ С НЕПАРОКСИЗМАЛЬНОЙ ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ, ПЕРЕНЕСШИХ ОПЕРАЦИЮ НА СЕРДЦЕ

Тип статьи: оригинальная статья

Б.С. Цароев¹, Р.М. Шарифулин¹, А.С. Залесов¹, С.Е. Хрущев², П.С. Рузанкин², А.В. Богачев-Прокофьев¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, Новосибирск, 630055, Российская Федерация

² ФГБУН «Институт математики им. Л.С. Соболева» Сибирского отделения РАН, Новосибирск, 630090, Российская Федерация

Цароев Башир Салманович, аспирант, мл. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0001-9988-2653

Шарифулин Равиль Махарамович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург;

orcid.org/0000-0002-8832-2447

Залесов Антон Сергеевич, канд. мед. наук, мл. науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург;

orcid.org/0000-0002-3928-7374

Хрущев Сергей Евгеньевич, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-0281-5022

Рузанкин Павел Сергеевич, д-р мед. наук, ст. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-5262-3037

Богачев-Прокофьев Александр Владимирович, д-р мед. наук, директор Института патологии кровообращения, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-4625-4631

Цель – определение различия в долгосрочной свободе от фибрилляции предсердий (ФП) между радиочастотной аблацией (РЧА) и криоаблацией (КА) в контексте хирургической двухпредсердной аблации при непароксизмальных формах ФП и выявление других факторов, влияющих на этот исход.

Материал и методы. Были проведены систематический обзор литературы и метарегионный анализ выбранных исследований. В анализ были включены исследования с участием пациентов с персистирующей или длительно персистирующей формами ФП с как минимум одним вмешательством с использованием РЧА или КА и периодом наблюдения не менее 12 мес. Извлечение данных и статистический анализ проводились с использованием логистической метарегионии со случайными эффектами и линейных метарегионных моделей.

Результаты. Тринадцать клинических исследований с участием 2622 пациентов соответствовали критериям включения. Прямых сравнительных исследований между РЧА и КА не обнаружено. РЧА была связана с лучшими результатами по ритму, значительно увеличивая шансы на свободу от ФП (отношение шансов 8,7; $p = 0,007$). Такие факторы, как мужской пол, старший возраст, более длительное время пережатия аорты и более высокая фракция выброса левого желудочка, были связаны с повышенными шансами на свободу от ФП. С другой стороны, сахарный диабет, гипертония, более длительное время искусственного кровообращения и больший размер левого предсердия были связаны с худшими исходами.

Заключение. РЧА связана с лучшим долгосрочным сохранением синусового ритма по сравнению с КА у пациентов с непароксизмальной ФП.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, процедура Maze, биатриальная аблация, сопутствующая аблация, радиочастотная аблация, криоаблация, метарегиония

FACTORS INFLUENCING SINUS RHYTHM MAINTENANCE IN PATIENTS WITH NON-PAROXYSMAL ATRIAL FIBRILLATION UNDERGOING CARDIAC SURGERY

B.S. Tsaroev¹, R.M. Sharifulin¹, A.S. Zalesov¹, S.E. Khrushchev², P.S. Ruzankin², A.V. Bogachev-Prokofiev¹

¹ Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, 630055, Russian Federation

² Sobolev Institute of Mathematics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

Bashir S. Tsaroev, Postgraduate, Junior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/ 0000-0001-9988-2653

Ravil M. Sharifulin, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-8832-2447

Anton S. Zalesov, Cand. Med. Sci., Junior Researcher, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-3928-7374

Sergey E. Khrushchev, Cand. Med. Sci., senior research fellow of the laboratory of applied problems; orcid.org/0000-0002-0281-5022

Pavel S. Ruzankin, Dr. Med. Sci., Senior Researcher; orcid.org/0000-0002-5262-3037

Aleksander V. Bogachev-Prokofiev, Dr. Med. Sci., Director of the Institute; orcid.org/0000-0003-4625-4631

Objective – to determine a difference in the long-term freedom from atrial fibrillation (AF) between radiofrequency ablation (RFA) and cryoablation (CA) in the context of surgical biatrial ablation for non-paroxysmal AF and to identify other factors influencing this outcome.

Material and methods. A systematic review and meta-regression analysis was conducted. The studies involving patients with persistent or long-standing persistent AF with at least one intervention involving RFA or CA and a follow-up period of at least 12 months were included in the analysis. Data extraction and statistical analysis were performed using the random-effects logistic meta-regression and the linear meta-regression models.

Results. Thirteen clinical trials involving 2622 patients met the inclusion criteria. No direct comparative studies between RFA and CA were found. RFA was associated with better rhythm outcomes, significantly increasing the odds of freedom from AF (OR 8.7, $p = 0.007$). Factors such as male sex, older age, longer aortic cross-clamp time, and higher left ventricular ejection fraction were associated with increased odds of freedom from AF. Conversely, diabetes mellitus, hypertension, longer cardiopulmonary bypass time, and larger left atrial size were associated with worse outcomes.

Conclusion. RFA is associated with better long-term rhythm outcomes compared to CA in patients with non-paroxysmal AF undergoing cardiac surgery.

Keywords: atrial fibrillation, Maze procedure, biatrial ablation, concomitant ablation, radiofrequency ablation, cryoablation, meta-regression

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – одно из самых распространенных нарушений ритма сердца, причем непароксизмальные формы ФП являются более распространенными среди пациентов с кардиохирургической патологией [1]. Хирургическая абляция – наиболее эффективный и радикальный метод лечения ФП, и она настоятельно рекомендуется всеми последними национальными и международными клиническими рекомендациями по лечению ФП [2–4].

Радиочастотная абляция (РЧА) и криоабляция (КА) – два наиболее широко используемых источника энергии во всем мире. Методы РЧА и КА, при которых применяются тепло и экстремальный холод соответственно для создания рубцов в предсердной ткани, оба эффективны в блокировании аномальных электрических сигналов. Однако в литературе существует значительный пробел в отношении сравнительной эффективности и безопасности этих двух методов.

Цель исследования – определить, существует ли разница в долгосрочной свободе от ФП между различными источниками энергии, и влияют

ли другие факторы на эту свободу в контексте хирургической двухпредсердной абляции при персистирующей и длительно персистирующей формах ФП.

Материал и методы

Дизайн исследования

Данный систематический обзор был зарегистрирован в международном проспективном реестре систематических обзоров PROSPERO Центра обзоров и распространения информации (Йоркский университет, Великобритания) в октябре 2023 г. (идентификационный номер протокола CRD42023470335). Дизайн исследования соответствует требованиям, заявленным в Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 г. [5]. Одобрение этического комитета не требовалось из-за характера исследования.

Для выявления соответствующих исследований для систематического обзора и метарегионального анализа был проведен комплексный поиск в базах данных PubMed, Embase, Ovid MEDLINE и Cochrane Central Register of

Controlled Trials. Поисковые термины включали комбинацию терминов MeSH и ключевых слов “atrial fibrillation”, “surgery”, “Maze”, “radiofrequency ablation”, “cryoablation”.

Два рецензента независимо проверяли аннотации исследований на предмет соответствия критериям включения. В случае разногласий консенсус достигался путем обсуждения между несогласными авторами.

Критерии включения исследований:

– проспективный или ретроспективный характер исследования;

– исследования с участием пациентов с персистирующей или длительно персистирующей ФП;

– исследования, которые включали, по крайней мере, одно вмешательство с использованием РЧА или КА для хирургической абляции;

– исследования с периодом наблюдения не менее 12 мес;

– исследования, где хирургическую двухпредсердную абляцию проводили либо вместе с другой кардиохирургической процедурой, либо как самостоятельную кардиохирургическую операцию;

– исследования, где свобода от ФП или предсердной аритмии была зарегистрирована как первичный или вторичный исход.

Извлечение данных из отобранных статей проводили два независимых автора. Непрерывные переменные извлекались как среднее \pm стандартное отклонение, где это было возможно, а категориальные переменные регистрировались как проценты. Непрерывные переменные извлекались как среднее \pm стандартное отклонение или как медиана с межквартильным размахом (IQR). Для обеспечения точных расчетов медианы преобразовывались в средние по методу X. Wan et al. [6].

Первичной точкой исследования была доля пациентов, свободных от предсердных тахикардий (ФП, трепетания предсердий, предсердной тахикардии) через 12 мес. Этот период был выбран из соображения, что минимальный срок наблюдения в большинстве исследований будет длиться от 1 года.

Статистический анализ

Для сравнения первичной точки между методами РЧА и КА применялась логистическая метарегрессия со случайными эффектами (random-effects logistic meta-regression). Идентификатор статьи (digital object identifier, DOI) был случай-

ным эффектом. Следовательно, если две группы были получены из одного исследования, им присваивалось одно и то же значение эффекта. Модераторами для модели были: тип энергии, используемый для абляции, продолжительность ФП, пол, возраст на момент операции, диаметр левого предсердия (ЛП), фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), продолжительность искусственного кровообращения (ИК) и пережатия аорты, III/IV класс сердечной недостаточности по New York Heart Association (NYHA), сахарный диабет и гипертония.

Кроме того, для обобщения результатов свободы от ФП для каждого типа энергии мы использовали линейные метарегрессионные модели со случайными эффектами с режимом энергии (РЧА или КА) в качестве фиксированного эффекта и DOI статьи в качестве случайного эффекта.

Отсутствующие значения для следующих бинарных модераторов были импутированы (III/IV класс по NYHA, сахарный диабет и гипертония), а также для следующих непрерывных модераторов – продолжительность ФП, диаметр ЛП, ФВ ЛЖ, продолжительность ИК и пережатия аорты. Импутация должна была использоваться, поскольку считалось, что эти переменные связаны с первичным исходом. Кроме того, импутация была возможна из-за небольшого числа отсутствующих значений. Для импутации отсутствующих значений бинарных переменных использовалась логистическая метарегрессия со случайными эффектами, а для импутации отсутствующих значений непрерывных переменных использовалась линейная метарегрессия со случайными эффектами. В обеих моделях использовались следующие модераторы: пол, возраст, хирургическое вмешательство на митральном (МК), аортальном (АК) и трикуспидальном клапанах (ТК), на двух клапанах, аортокоронарное шунтирование (АКШ) и закрытие дефекта межпредсердной перегородки (ДМПП).

Для анализа использовалось статистическое программное обеспечение R версии 4.4.0 (R Core Team, Вена, Австрия), включая пакеты Glmer и Metaphor. Результаты представлены в соответствии с руководством по отчетности PRISMA.

Результаты

В результате поиска литературы было идентифицировано всего 2046 исследований. После исключения 211 дубликатов были просмотрены

1835 рефератов и 141 был отобран для полнотекстового чтения. В общей сложности 13 клинических испытаний с участием 2622 пациентов соответствовали критериям включения и были включены в метаанализ. Не было выявлено исследований, непосредственно сравнивающих РЧА с КА у пациентов с ФП. В метаанализ были включены 2 рандомизированных клинических испытания и 2 проспективных исследования, в то время как остальные 9 исследований были ретроспективными. Год публикации варьировал с 2009 по 2023 г. Детали отдельных исследований, исходные и периоперационные характеристики пациентов обобщены в таблицах 1 и 2.

На рисунке 1 представлена полная блок-схема PRISMA с информацией о выбранных, включенных и исключенных клинических исследованиях. Оценка риска предвзятости или оценка качества исследований не проводилась, поскольку метаанализ был основан на данных отдельных когорт, а не на результатах сравнения методов.

Были идентифицированы 4 исследования, где для хирургического лечения непароксизмальной ФП использовалась только криоа-

бляция [9, 10, 16, 19], и в них были включены в общей сложности 524 пациента. Наборы поражений были схожи во всех группах изучаемых популяций. Они состояли из аблационного поражения по типу «коробочка» вокруг легочных вен, линии в направлении МК, поражения в направлении ушка ЛП с его последующим исключением, поражений в направлении верхней и нижней полых вен, ТК и ушка правого предсердия (ПП). G. Voano et al. использовали КА с аргоновым приводом: криозонд применяли в течение 2 мин при температуре не менее $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ [10]. В других 3 исследованиях применяли криозонд с закисью азота (N_2O) в течение 2 мин.

В 3 исследованиях РЧА использовали как единственный источник энергии для аблации предсердной ткани у 427 пациентов [7, 8, 15]. Схемы аблации ЛП были схожи во всех 3 исследованиях, тогда как схемы аблации поражений ПП незначительно отличались во всех трех. Количество аблаций с использованием биполярного зажима было описано только в одном из трех исследований. L. Dong et al. сообщили как минимум о 5 применениях РЧА-зажима вокруг ле-

Таблица 1

Исходные характеристики различных исследований, включенных в систематический обзор и метаанализ

Источник	Год публикации	Число пациентов	Группа сравнения	Длительность ФП, мес	Мужской пол, n	Средний возраст, лет	Средний размер ЛП, мм	Средняя ФВ ЛЖ, %	NYHA III/IV, n	Сахарный диабет, n	Артериальная гипертензия, n	Тромбоэмболии в анамнезе, n
Wang J. et al. [7]	2009	150	РЧА	35	54	53,4	73,1	59,0	77			8
Liu H. et al. [8]	2015	86	РЧА	41	21	49,87	57,65	54,51				17
Jeong D. et al. [9]	2017	140	КА	47	62	54	56	56	88	9	29	20
Jeong D. et al. [9]	2017	116	КА	37	66	55	58	59	68	16	26	23
Voano G. et al. [10]	2017	50	КА		34	68			26	0	14	
Gerdish M. et al. [11]	2022	491	РЧА	48	321	69,2		50,45		101	395	44
McCarthy P. et al. [12]	2022	363	РЧА	60	217	69,8				113		
Khiabani A. et al. [13]	2022	513	РЧА	57,6	328	64,2	52	54	299	92	375	
McGilvray M. et al. [14]	2021	174	РЧА	93,6	126	60,1	48	54	72	25	116	23
Dong L. et al. [15]	2013	191	РЧА	43,7	78	46	56,7	57,3	143	2		0
Park I. et al. [16]	2023	118	КА		40	60,7	58,95	56,3	36	13	22	13
Guo R. et al. [17]	2023	58	РЧА	32	22	60	48,83	60,33	50	3	9	10
Kainuma S. et al. [18]	2021	72	РЧА		56	68	48	58	22	23	51	18
Han J. et al. [19]	2020	100	КА		36	59,39	54,8	55	100	5	11	9

Примечание. КА – группа изолированной криоаблации; РЧА – группа радиочастотной или комбинированной аблации; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФП – фибрилляция предсердий; NYHA – функциональный статус сердечной недостаточности.

Периоперационные характеристики различных исследований, включенных в систематический обзор и метаанализ

Источник	Длительность ИК, мин	ВПАо, мин	Вмешательство на МК	Вмешательство на АК	Вмешательство на ТК	Вмешательство на двух клапанах	АКШ	Закрытие ДМПП	Миэктомия при ГКМП	Изолированная абляция
Wang J. et al. [7]	128	80	145	40	81	38	6	0	0	0
Liu H. et al. [8]	105,4	66,67	111	40	48	40	0	0	0	0
Jeong D. et al. [9]	152	131	133	46	122	43	1	10	0	0
Jeong D. et al. [9]	143	115	102	34	94	27	6	6	0	0
Boano G. et al. [10]	178	127	50	4	41	4	5	0	0	0
Gerdish M. et al. [11]			108	44	0	206	74	59	0	0
McCarthy P. et al. [12]			230	89	102	14	148	0	0	0
Khiabani A. et al. [13]	177	83	263	70	153	14	126	0	0	163
McGilvray M. et al. [14]	152	55	0	0	0	0	0	0	0	174
Dong L. et al. [15]	139,4	81,3	191	62	11	70	0	0	0	0
Park I. et al. [16]	163,1	126,5	100	29	118	26	7	10	0	0
Guo R. et al. [17]	126	86	30	58	0	30	0	0	0	0
Kainuma S. et al. [18]	201	132	0	60	17	0	18	0	0	0
Han J. et al. [19]	139,3	83,7	100	37	79	37	8	0	0	0

Примечание. АК – аортальный клапан; АКШ – аортокоронарное шунтирование; ВПАо – время пережатия аорты; ГКМП – гипертрофическая обструктивная кардиомиопатия; ДМПП – дефект межпредсердной перегородки; ИК – искусственное кровообращение; МК – митральный клапан; ТК – трикуспидальный клапан.

гочных вен, при этом максимальное количество не указывалось [15].

В остальные 6 исследований был включен 1671 пациент [11–14, 17, 18]. Во всех этих исследованиях комбинированная энергия, РЧА и КА использовались в качестве режима энергии, и наборы поражений были почти идентичны, за исключением наборов поражений ПП, которые немного различались между исследованиями. Например, M. Gerdish et al., вместо стандартной абляционной линии к ТК, создавали линию на свободной стенке ПП, которая была выше и проходила параллельно атриоventрикулярной борозде [11]. В исследовании P.M. McCarthy et al. поражение к ушку ПП было необязательным, несмотря на то что большинство пациентов получили полную двухпредсердную абляцию [12].

Количество аппликаций РЧА-зажима было описано только в исследованиях M. Gerdish et al. и A.J. Khiabani et al. Первая группа авторов использовали не менее 6 применений биполярного зажима вокруг легочных вен, тогда как группа из Сент-Луиса (A.J. Khiabani et al.) применяли зажим 2–3 раза [11, 13].

Была построена многофакторная метарегрессионная модель для выявления потенциальных факторов риска нарушения нормального синусового ритма. Результаты метарегрессии представлены в таблице 3. Использование РЧА было сильно связано с лучшими результатами ритма, увеличивая шансы на свободу от ФП. При этом продолжительность ФП не была связана с поддержанием синусового ритма с течением времени. Другими факторами, которые значительно увеличивали шансы на свободу от ФП, были мужской пол, возраст, время пережатия аорты и ФВ ЛЖ. С другой стороны, сахарный диабет, гипертония, более длительная продолжительность ИК и больший размер ЛП были связаны с худшими исходами, снижая свободу от ФП.

Обсуждение

На протяжении десятилетий РЧА и КА использовали для хирургической абляции ФП как альтернативы классической и трудоемкой технике “cut&sew”. За это время было предложено много альтернативных источников энергии

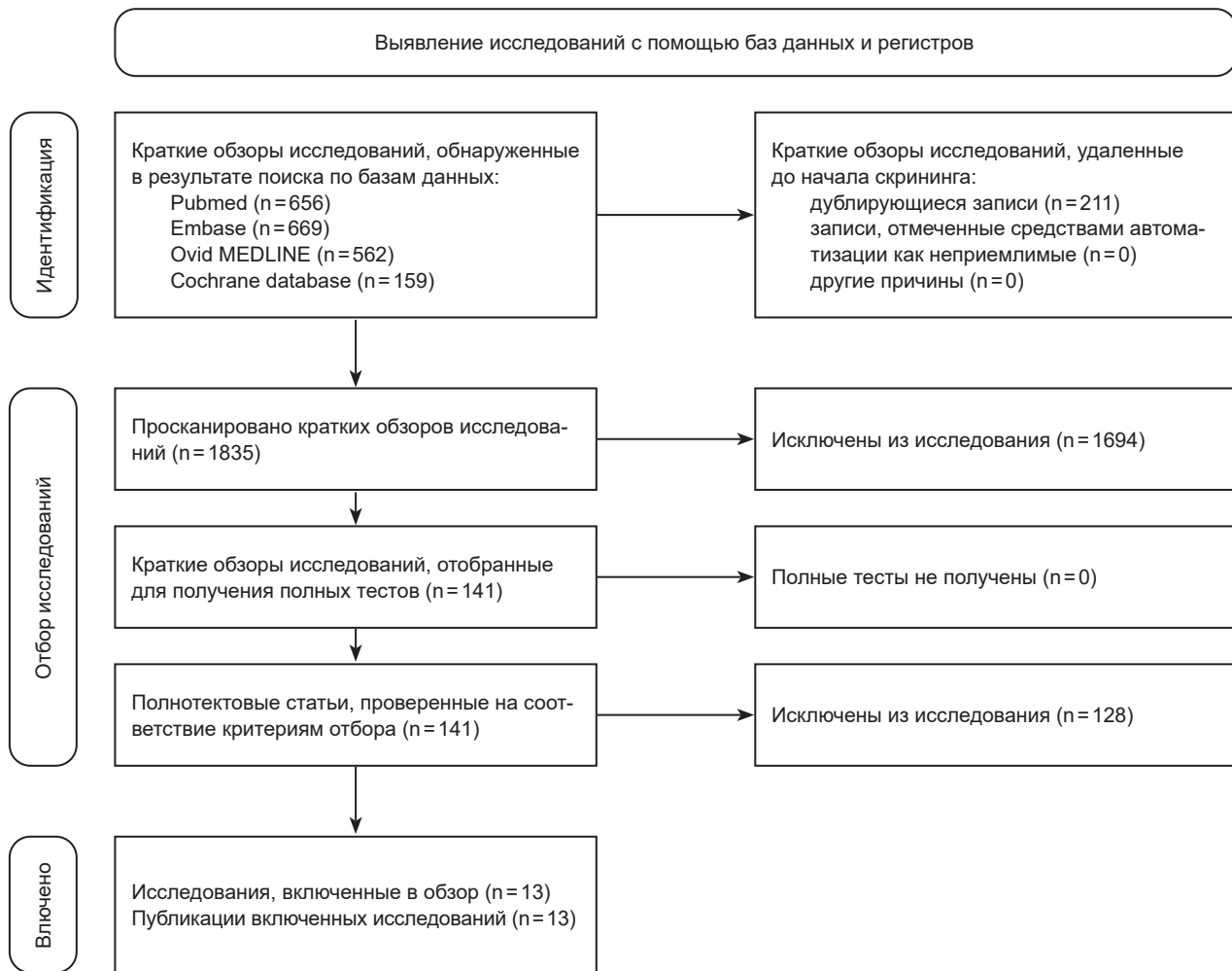


Рис. 1. Блок-схема систематического обзора литературы, показывающая процесс идентификации и отбора исследований

Таблица 3

Факторы, влияющие на свободу от предсердных тахикардий

Модераторы	ОШ	95% ДИ	p
РЧА	8,79	1,79–43,14	0,007
Длительность ФП, мес	1,04	0,98–1,10	0,202
Мужской пол	1,02	1,01–1,02	< 0,001
Возраст, лет	1,10	1,02–1,19	0,011
Размер ЛП, мм	0,88	0,81–0,96	0,003
ФВ ЛЖ, %	1,89	1,44–2,48	< 0,001
Длительность ИК, мин	0,95	0,92–0,98	0,001
Длительность ВПАо, мин	1,05	1,01–1,10	0,012
NYHA III/IV	8,25	0,55–123,13	0,126
Сахарный диабет	0,01	0,00–0,21	0,012
Артериальная гипертензия	0,01	0,00–0,07	< 0,001

Примечание. ВПАо – время пережатия аорты; ИК – искусственное кровообращение; ЛП – левое предсердие; РЧА – использование радиочастотной или комбинированной абляции; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ФП – фибрилляция предсердий; NYHA – функциональный статус сердечной недостаточности.

с предположительно лучшими характеристиками поражений, однако на сегодняшний день эти два метода остаются наиболее широко используемыми. Несмотря на обилие данных относительно эффективности методов, отсутствует сравнительный анализ этих двух энергетических режимов. Результаты данного систематического обзора и метарегиессионного анализа предоставляют некоторые ценные сведения о влиянии источника энергии и других факторов на поддержание синусового ритма у пациентов с непароксизмальной ФП, перенесших кардиохирургическое вмешательство.

Метарегиессионный анализ показал, что РЧА была связана с лучшими результатами по ритму по сравнению с КА, значительно увеличивая шансы на свободу от ФП в отдаленном периоде. Это предполагает, что РЧА может быть более эффективным методом для достижения долгосрочного поддержания синусового ритма в этой популяции пациентов. Интересно, что источник энергии был «наиболее значимым» модератором в нашей модели с более высокими шансами (в 8,7 раза) на поддержание синусового ритма в течение одного года, если применялась РЧА. Следует отметить, что мы не нашли исследований, в которых бы сравнивались два энергетических режима у пациентов с непароксизмальной ФП напрямую; однако в исследовании N. Ad et al. сравнивались РЧА и КА у пациентов с ФП как пароксизмальной, так и непароксизмальной формы [20]. Результаты исследования предполагали, что оба энергетических режима были довольно сопоставимы, хотя КА казалась предпочтительным вариантом по сравнению с РЧА.

Продолжительность ФП не была связана с поддержанием синусового ритма в отдаленном периоде. Этот вывод контрастирует с выводами предыдущих исследований, предполагавших, что более длительная продолжительность ФП связана с худшими исходами [21, 22]. Отсутствие такой связи в нашем анализе может быть обусловлено особенностями изучаемой популяции пациентов. В исследование были включены только пациенты с непароксизмальной формой ФП, у которых средняя длительность ФП составила около 50 мес.

Старший возраст, неожиданно, увеличивал шансы на свободу от ФП, что противоречит результатам многих исследований, выявивших старший возраст как один из факторов, ухуд-

шающих прогноз. Возможно, это снова связано со спецификой изучаемой популяции пациентов, поскольку большинство пациентов были старшего возраста. Несколько других факторов были выявлены как значимые предикторы поддержания синусового ритма (мужской пол, более длительное время пережатия аорты и более высокая ФВ ЛЖ) и были связаны с повышенными шансами на свободу от ФП. С другой стороны, сахарный диабет, гипертония, более длительное время ИК и больший размер ЛП были связаны с худшим прогнозом.

Отсутствие прямых сравнительных исследований между РЧА и КА в контексте хирургической аблации ФП подчеркивает необходимость дальнейших исследований. Хотя наш анализ предоставляет некоторые ценные сведения, проспективные рандомизированные контролируемые испытания необходимы для окончательного установления сравнительной эффективности этих двух энергетических методов.

Ограничения

Это исследование имеет несколько ограничений. Во-первых, присутствуют хорошо известные ограничения метаанализов, включая риск ограниченного охвата. Кроме того, этот метаанализ был основан не на сравнительных исследованиях, а на исследованиях, изучавших индивидуальные когорты, что может привести к смещению из-за неоднородности базовых характеристик в оцениваемых группах, хотя были предприняты все усилия для корректировки характеристик путем использования соответствующей метарегиессионной модели.

Заключение

Проведенный систематический обзор и метарегиессионный анализ позволяет предположить, что РЧА связана с лучшими результатами по сохранению синусового ритма по сравнению с КА у пациентов с непароксизмальной формой ФП, перенесших кардиохирургическое вмешательство. Несколько пред- и периоперационных факторов влияют на поддержание синусового ритма, что подчеркивает необходимость индивидуальных оценки и ведения пациентов. Необходимы дальнейшие ретро- и проспективные исследования для подтверждения этих выводов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

- McCarthy P.M., Davidson C.J., Kruse J. et al. Prevalence of atrial fibrillation before cardiac surgery and factors associated with concomitant ablation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2020; 159 (6): 2245–2253.e15. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2019.06.062
- Van Gelder I.C., Rienstra M., Bunting K.V. et al. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur. Heart J.* 2024; 45 (36): 3314–3414. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae176
- Joglar J.A., Chung M.K., Armbuster A.L. et al. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation.* 2024; 149 (1). DOI: 10.1161/CIR.0000000000001193
- Arakelyan M.G., Bockeria L.A., Vasilieva E.Yu. et al. 2020 Clinical guidelines for atrial fibrillation and atrial flutter. *Russ. J. Cardiol.* 2021; 26 (7): 4594. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4594
- Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021; n71. DOI: 10.1136/bmj.n71
- Wan X., Wang W., Liu J. Tong T. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC Med. Res. Methodol.* 2014; 14 (1): 135. DOI: 10.1186/1471-2288-14-135
- Wang J., Meng X., Li H. et al. Prospective randomized comparison of left atrial and biatrial radiofrequency ablation in the treatment of atrial fibrillation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2009; 35 (1): 116–122. DOI: 10.1016/j.ejcts.2008.09.014
- Liu H., Chen L., Xiao Y. et al. Early efficacy analysis of biatrial ablation versus left and simplified right atrial ablation for atrial fibrillation treatment in patients with rheumatic heart disease. *Heart, Lung and Circulation.* 2015; 24 (8): 789–795. DOI: 10.1016/j.hlc.2015.02.003
- Jeong D.S., You J.H., Jeon C.S. et al. Impact of ablation duration on rhythm outcome after concomitant Maze procedure using cryoablation in patients with persistent atrial fibrillation. *J. Cardiothorac. Surg.* 2017; 12 (1): 60. DOI: 10.1186/s13019-017-0620-6
- Boano G., Åström Aneq M., Kemppe J., Vánky F. Cox-maze IV cryoablation and postoperative heart failure in mitral valve surgery patients. *Scand. Cardiovasc. J.* 2017; 51 (1): 15–20. DOI: 10.1080/14017431.2016.1196827
- Gerdisch M., Lehr E., Dunnington G. et al. Mid-term outcomes of concomitant Cox-Maze IV: Results from a multicenter prospective registry. *J. Card. Surg.* 2022; 37 (10): 3006–3013. DOI: 10.1111/jocs.16777
- McCarthy P.M., Gerdisch M., Philpott J. et al. Three-year outcomes of the postapproval study of the atricure bipolar radiofrequency ablation of permanent atrial fibrillation trial. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2022; 164 (2): 519–527.e4. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.09.099
- Khiabani A.J., MacGregor R.M., Bakir N.H. et al. The long-term outcomes and durability of the Cox-Maze IV procedure for atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2022; 163 (2): 629–641.e7. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2020.04.100
- McGilvray M.M.O., Bakir N.H., Kelly M.O. et al. Efficacy of the stand-alone Cox-Maze IV procedure in patients with long-standing persistent atrial fibrillation. *Cardiovasc. Electrophysiol.* 2021; 32 (10): 2884–2894. DOI: 10.1111/jce.15113
- Dong L., Fu B., Teng X. et al. Clinical analysis of concomitant valve replacement and bipolar radiofrequency ablation in 191 patients. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013; 145 (4): 1013–1017. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.05.009
- Park I., Jeong D.S., Park S.J. et al. Impact of maze procedure in patients with severe tricuspid regurgitation and persistent atrial fibrillation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2023; 166 (2): 478–488.e5. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2021.10.057
- Guo R., Fan C., Sun Z. et al. Clinical efficacy and safety of Cox-maze IV procedure for atrial fibrillation in patients with aortic valve calcification. *Front Cardiovasc. Med.* 2023; 10: 1092068. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1092068
- Kainuma S., Mitsuno M., Toda K. et al. Surgical ablation concomitant with nonmitral valve surgery for persistent atrial fibrillation. *Ann. Thorac. Surg.* 2021; 112 (6): 1909–1920. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2020.11.069
- Han J., Wang H., Wang Z. et al. Comparison of cryomaze with cut-and-sew Maze concomitant with mitral valve surgery: a randomized noninferiority trial. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2021; 33 (3): 680–688. DOI: 10.1053/j.semtcvs.2020.11.028
- Ad N., Holmes S.D., Rongione A.J. et al. Does surgical ablation energy source affect long-term success of the concomitant Cox Maze procedure? *Ann. Thorac. Surg.* 2017; 104 (1): 29–35. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.04.004
- Abu-El-Hajja B., Giudici M.C. Predictors of long-term maintenance of normal sinus rhythm after successful electrical cardioversion. *Clin. Cardiol.* 2014; 37 (6): 381–385. DOI: 10.1002/clc.22276
- Militaru C., Donoiu I. Atrial fibrillation recurrence predictors after conversion to sinus rhythm. *Curr. Health Sci. J.* 2014; 40 (2): 129–133. DOI: 10.12865/CHSJ.40.02.09

Поступила 31.03.2025

Принята к печати 05.05.2025

© 3.3. ХАЛИМОВ, С.Е. МАМЧУР, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.125.2-089.819.5

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.2.3

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОБ ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ ОККЛЮЗИИ УШКА ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ

Тип статьи: обзорная статья

3.3. Халимов, С.Е. Мамчур

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, 650002, Российская Федерация

Халимов Закир Захирович, аспирант, врач по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения; orcid.org/0000-0002-7785-9230, e-mail: khalimovzakir@yandex.ru

Мамчур Сергей Евгеньевич, д-р мед. наук, заведующий лабораторией нарушения ритма сердца и электрокардиостимуляции; orcid.org/0000-0002-8277-5584

Фибрилляция предсердия (ФП) остается наиболее часто встречающейся аритмией, которая ассоциирована с высоким риском тромбоземболических осложнений и смертности от них. Ушко левого предсердия (УЛП) – самый опасный придаток и причина до 90% случаев тромбов в сердце и образующихся эмболов, приводящих к инсультам у пациентов с ФП. Профилактика тромбоземболических осложнений является важнейшим этапом лечения ФП, а снижение риска инсульта имеет первостепенное клиническое значение.

При подготовке обзора использовались преимущественно источники литературы из изданий Web of Science, MEDLINE и PubMed. Была проанализирована литература баз данных. Предпочтение было отдано источникам, опубликованным за последние 10 лет. Для рассмотрения отобраны обзорные статьи и материалы, подготовленные экспертами в области написания научных публикаций, в том числе обзорных статей. Цель настоящего обзора – анализ современного представления об эндоваскулярной окклюзии УЛП и современной роли данного хирургического метода лечения ФП. Исключение УЛП методом эндоваскулярной окклюзии позволяет обеспечить постоянную профилактику тромбоземболических осложнений при одновременном предотвращении риска кровотечения, связанного с длительной антикоагулянтной терапией. В статье рассмотрены основные вопросы, касающиеся места эндоваскулярной окклюзии УЛП в лечении пациентов с ФП, и накопленный опыт применения данного метода, его эффективность и безопасность.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, тромбоземболия, ушко левого предсердия, эндоваскулярная окклюзия, катетерная абляция

CURRENT STATE OF THE ENDOVASCULAR LEFT ATRIAL APPENDAGE OCCLUSION

Z.Z. Khalimov, S.E. Mamchur

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, 650002, Russian Federation

Zakir Z. Khalimov, Postgraduate; orcid.org/0000-0002-7785-9230, e-mail: khalimovzakir@yandex.ru

Sergey E. Mamchur, Dr. Med. Sci., Head of the Laboratory of Arrhythmology and Pacing; orcid.org/0000-0002-8277-5584

Atrial fibrillation (AF) remains the most common arrhythmia associated with a high risk of thromboembolic complications and mortality from them. The left atrial appendage is the most dangerous appendage and the cause of up to 90% of thrombi in the heart and the resulting emboli leading to strokes in patients with AF. Prevention of thromboembolic complications is the most important step in the treatment of AF, and reducing the risk of stroke is of paramount clinical importance.

When preparing this review, mainly literature sources in Web of Science, MEDLINE and PubMed were used. The literature databases were analyzed. Preference was given to sources published over the past

10 years. Review articles and materials prepared by experts in the field of writing scientific publications, including review articles, were selected for the review. The aim of this review was to analyze the current understanding of endovascular occlusion of the left atrial appendage and the current role of this surgical method for the treatment of AF. Exclusion of the left atrial appendage by endovascular occlusion allows for continuous prevention of thromboembolic complications while simultaneously preventing the risk of bleeding associated with long-term anticoagulant therapy. This article reviews the main issues regarding the place of endovascular occlusion of the left atrial appendage in the treatment of patients with AF and the accumulated experience and knowledge on the efficacy and safety of this method.

Keywords: atrial fibrillation, thromboembolism, left atrial appendage, endovascular occlusion, catheter ablation

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее часто встречающаяся в клинической практике аритмия [1, 2]. Согласно данным литературы, распространенность ФП варьирует от 2 до 10–12% в общей популяции. Таким образом, более 30 млн чел., или каждый четвертый взрослый, страдают ФП, а риск ее развития увеличивается с возрастом [1, 3–5].

Установлено, что ФП ассоциирована с повышенным риском смерти, в частности от тромбоэмболических осложнений и инсульта, приводит к пятикратному увеличению риска инсульта и двукратному увеличению смертности [1, 5, 6].

Пероральные антикоагулянты у пациентов с ФП продемонстрировали эффективность в снижении частоты тромбоэмболических осложнений, в частности ишемического инсульта и общей смертности [5]. Недавно установлено, что прямые пероральные антикоагулянты (ПОАК) снижают смертность по сравнению с варфарином у пациентов с ФП [5, 7].

На основании вышеизложенного системная антикоагулянтная терапия стала основной стратегией профилактики тромбообразования в предсердиях и ушке левого предсердия (УЛП), а появление ПОАК стало значительным шагом вперед в плане безопасности по сравнению с варфарином [8].

Так как ПОАК эффективны в первичной и вторичной профилактике ишемического инсульта, связанного с ФП, данная группа препаратов рекомендована большинству пациентов с ФП в качестве терапии первой линии [5, 7]. Согласно последним обновлениям клинических рекомендаций, при назначении ПОАК предпочтение отдается использованию шкалы CHA₂DS₂-VASc для оценки прогнозирования тромбоэмболических осложнений. Постоянный прием ПОАК с целью профилактики тромбоэмболических осложнений рекомендован пациентам мужского пола при показателе по шкале CHA₂DS₂-VASc 2

и более баллов, женского пола – при 3 и более баллах [9].

При подготовке настоящего обзора использовались преимущественно источники литературы, опубликованные в изданиях Web of Science, MEDLINE и PubMed. Была проанализирована литература баз данных. Предпочтение было отдано источникам, опубликованным за последние 10 лет. Для обзора отобраны обзорные статьи и материалы, подготовленные экспертами в области написания научных публикаций, в том числе обзорных статей.

Цель настоящего обзора состояла в том, чтобы проанализировать современное представление об эндоваскулярной окклюзии УЛП и роль данного хирургического метода лечения ФП.

Роль УЛП в развитии тромбоэмболических осложнений

При изучении механизма развития тромбоэмболических осложнений при ФП, было обнаружено, что из-за нерегулярного сокращения желудочков не происходит эффективного сокращения предсердий, что приводит к турбулентному кровотоку, а структурные и функциональные изменения в ЛП и УЛП влияют на гемодинамику и коагуляционный статус, приводя к застою крови в УЛП, значительно повышая риск тромбообразования и последующей тромбоэмболизации. [10, 11]

Ушко левого предсердия – наш самый смертоносный придаток. По сравнению с другими камерами сердца УЛП имеет сложную анатомию, что приводит к стазу и тромбозу в этом отделе сердца чаще, чем в других местах [23]. Исследования показали, что более 90% предсердных тромбов формируются в УЛП [12]. Образующиеся эмболы могут вызывать развитие инсульта у каждого четвертого пациента с ФП (до 25% случаев) [7, 11, 12]. При ФП частота инсультов составляет в среднем до 5% в год, что примерно в 5 раз больше, чем у людей без аритмии [12].

Более того, со временем возникает структурное ремоделирование предсердий, которое усугубляет предсердную кардиопатию и еще больше увеличивает риск тромбоэмболии [13].

Учитывая вышесказанное, исключение УЛП может предотвратить тромбоэмболию и снизить частоту инсультов. Существуют различные методы для исключения УЛП – хирургическая ампутация и эндоваскулярная окклюзия УЛП [10].

Хирургические методы исключения УЛП. Оценка их эффективности и безопасности

Хирургическая ампутация УЛП – одна из старейших хирургических процедур, впервые выполненная в 1949 г. [10]. Первые вмешательства выполняли путем хирургической перевязки или удаления УЛП при клапанных операциях. С тех пор процедура развивалась в двух направлениях: удаление УЛП с наложением швов на эпикардальную или эндокардиальную поверхности и иссечение УЛП с помощью скоб или его удаление и наложение швов.

Однако хирургическое удаление УЛП связано с высокой частотой его неудачного закрытия и риском тромбоэмболии в послеоперационном периоде. Кроме того, большое число пациентов страдают неклапанной ФП и не имеют показаний к кардиохирургическому вмешательству, поэтому стали разрабатываться малоинвазивные чрескожные доступы для окклюзии УЛП.

В результате были разработаны две методики обструкции устья УЛП: окклюзионным устройством (окклюдером) и наложением чрескожных швов с использованием эндокардиального/эпикардального доступа [10, 14].

Хотя прямая хирургическая ампутация УЛП имеет преимущество в том, что в кровеносные сосуды не попадают посторонние предметы, что значительно снижает риск образования тромбов, все большая распространенность использования методики окклюзии УЛП с совершенством процедуры и использованием катетеров нового поколения может нивелировать риски данного осложнения [10].

Потенциальным преимуществом окклюзии УЛП является постоянная профилактика тромбоэмболических осложнений при одновременном предотвращении риска кровотечения, связанного с длительной антикоагулянтной терапией. Предыдущие клинические испытания и исследования указывают на одинаковую эффективность профилактики инсульта при окклюзии

УЛП по сравнению с антикоагулянтами. Однако в недавнем исследовании LAAOS III (Left Atrial Appendage Study III) окклюзия УЛП даже продемонстрировала дополнительное снижение долгосрочного риска тромбоэмболических осложнений в сочетании с антикоагулянтной терапией у пациентов с ФП, перенесших операцию на сердце [15].

Однако в послеоперационном периоде возникает серьезный вопрос о риске развития тромба на самом окклюзирующем устройстве после успешной имплантации. Согласно последним данным, тромбы, связанные с устройством, встречаются редко, а частота данного осложнения достигает не более 3–5% в послеоперационном периоде [10, 16].

Считается, что основными причинами для тромбообразования на окклюзирующем устройстве являются характеристики пациента, технические особенности устройства и самой процедуры, а также режим лечения после имплантации окклюдера [16].

После окклюзии УЛП устройство с его мембранным покрытием будет находиться в прямом контакте с кровью, что уже указывает на высокий риск развития тромбообразования на раннем этапе [16]. Со временем тонкий слой тромба формирует каркас для постепенного врастания эндотелия и в дальнейшем образования ткани, которая покрывает всю поверхность окклюзирующего устройства, образуя гладкий слой, продолжающийся на стенку ЛП. Временные рамки данного процесса до конца не изучены. В большом международном реестре по изучению тромбообразования на окклюзирующем устройстве 36,3% тромбов были обнаружены через 6 мес. Кроме того, отчеты о вскрытии показали неполное эндотелиальное покрытие устройства даже спустя годы после имплантации [16]. Поэтому для профилактики тромбообразования после окклюзии УЛП требуется антитромботическая терапия [17].

В настоящее время устройство для окклюзии Watchman (Boston Scientific, США) – единственное устройство, прошедшее оценку в проспективных контролируемых рандомизированных исследованиях, в которых изучалась его эффективность и безопасность (испытание PROTECT AF и исследование PREVAIL) [14].

В исследовании PROTECT AF, которое включало 707 пациентов, наблюдали снижение относительного риска ишемических инсультов и системных тромбоэмболий на 46% по сравнению

с контрольной группой. Кроме того, исследование PREVAIL у пациентов с более высоким риском продемонстрировало низкую частоту развития побочных явлений в раннем и отдаленном периодах. Субанализ пациентов, включенных в PROTECT AF, показал, что после имплантации устройства возможен остаточный кровоток рядом с устройством. Однако небольшой остаточный кровоток через устройство предположительно не влияет на безопасность и эффективность имплантации Watchman. Тем не менее в настоящий момент после имплантации рекомендуется постпроцедуральная антитромботическая терапия варфарином или двойная антитромбоцитарная терапия, чтобы избежать образования тромбов на устройстве до завершения эндотелизации при отсутствии противопоказаний. Для устройства Watchman принят протокол исследования PROTECT AF: через 45 дней после имплантации варфарин отменяли и заменяли на схему аспирин + клопидогрел, если по данным чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭхоКГ) не было обнаружено тромбов или остаточного потока через устройство более 5 мм в ширину. А если в течение 6 мес после выполнения ЧПЭхоКГ не было выявлено осложнений, клопидогрел отменяли. Обычно прием одного антитромбоцитарного препарата продолжается неопределенно долго, так как большинство пациентов пожилого возраста имеют признаки атеросклеротического поражения [14, 18].

Нельзя забывать о том, что сердце является нейроэндокринным органом, а устранение или вмешательства на УЛП могут иметь потенциально вредные последствия [19]. Важная функция УЛП – выработка натрийуретического пептида, которая сохраняется после эндоваскулярной окклюзии в отличие от хирургической ампутации УЛП. По современным представлениям натрийуретический пептид обладает эндокринными (вазодилатация, натрийурез, супрессия альдостерона и эндотелина) и аутокринными/паракринными (антигипертрофические, антифиброзные и проангиогенные) эффектами [10].

Натрийуретические пептиды бывают 2 типов: пептиды предсердий (atrial natriuretic peptides, ANP) называют также пептидами А-типа, и мозговые (brain natriuretic peptides, BNP) – пептидами В-типа. Источником ANP являются предсердия (в гораздо меньшей степени желудочки), BNP – в основном желудочки сердца.

Левое предсердие и УЛП синтезируют самое большое количество ANP, которые регулируют водно-электролитный баланс организма. Концентрация ANP в стенке ЛП примерно в 40 раз больше, чем в правом предсердии и желудочках, при этом на УЛП приходится до 30% секреции ANP [10, 19].

Растяжение предсердий и гипернатриемия вызывают выброс ANP, при этом растяжение стенки УЛП в большей степени влияет на выброс ANP, чем растяжение или давление в ЛП [20, 21]. Во-первых, ANP усиливает выведение Na^+ и воды, тормозя реабсорбцию Na^+ в проксимальных почечных канальцах и ингибируя секрецию ренина и альдостерона, уменьшая тем самым внеклеточный объем жидкости, и во-вторых, снижает тонус артериол и вен, компенсируя сосудосуживающее действие ангиотензина II, АДГ и повышенного симпатического тонуса, приводя к вазодилатации и снижению артериального давления [20, 21]. Таким образом, на фоне гиперволемии ANP препятствует задержке Na^+ и воды. ANP – это показатель повышения напряжения миокарда при увеличении давления в левом желудочке сердца. В практике по результатам исследования ANP диагностируется и оценивается риск развития сердечной недостаточности. Справедливо заметить, что сохранение продукции ANP в УЛП позволит снизить риски и прогрессирование сердечной недостаточности у пациентов после эндоваскулярной окклюзии УЛП [20].

На моделях животных было показано, что после ампутации УЛП происходит подавление ANP. У людей последствия билатеральной предсердной аппендэктомии приводят к снижению секреции ANP в послеоперационном периоде в долгосрочной перспективе [21].

Данному вопросу посвящены ряд исследований. В одноцентровом проспективном исследовании с участием 66 пациентов изучали лигирование швами УЛП с помощью устройства LARIAT в сравнении с эндокардиальными устройствами для окклюзии УЛП [22]. Не было обнаружено существенной разницы в среднем уровне ANP и BNP как до процедуры, так и через 3 мес наблюдения после процедуры. Эти результаты были подтверждены еще в одном исследовании [23]. В этом исследовании, включающем 77 пациентов, которым было выполнено закрытие УЛП эпикардиальным ($n = 38$) или эндокардиальным ($n = 39$) устройством, показано, что

через 3 мес уровни ANP и BNP нормализуются независимо от методики.

Тем не менее, вероятно, закрытие УЛП и последующее прекращение кровотока могут привести к ингибированию растяжения стенки УЛП – наиболее важного фактора, влияющего на секрецию ANP. Сразу после чрескожного закрытия УЛП значения ANP и BNP значительно увеличились по сравнению с исходными показателями, что, скорее всего, было связано с введением контрастного вещества в УЛП и его растяжением закрывающим устройством. Через 24 ч после процедуры значения ANP и BNP значительно снизились по сравнению с исходными значениями. Вероятно, значения ANP и BNP со временем будут снижаться из-за прогрессирующей эндотелизации поверхности устройства и последовательного закрытия УЛП.

С другой стороны, потеря секреции ANP и BNP через УЛП может быть компенсирована повышенной продукцией в других миоцитах, например, в ушке правого предсердия. Однако в исследовании N. Majunke et al. влияние на количество циркулирующих ANP и BNP в долгосрочном периоде не проводилось и осталось неясным [24].

Уже в другом исследовании (F. Wang et al.) после эндокардиальной окклюзии УЛП с помощью устройства Watchman даже через 12 мес не наблюдалось значительных изменений уровней ANP или BNP. При этом отмечалось значительное снижение уровней альдостерона и диаметра ЛП, что указывало на снижение активности РААС и улучшение ремоделирования ЛП после окклюзии УЛП [25].

В последние годы проводятся исследования по оценке эффективности и безопасности эндоваскулярной окклюзии УЛП. Во многих исследованиях сообщалось о клинических результатах с использованием устройства Watchman, которые были получены в течение длительного периода. Метаанализ показал, что, хотя пациенты, которым вводили варфарин по поводу ишемического инсульта, показали благоприятные результаты, в группе с использованием окклюдера Watchman было значительно меньше случаев геморрагического инсульта [10].

Использование методики с исключением УЛП может быть эффективнее по сравнению с системной терапией антикоагулянтами за счет предотвращения ишемического инсульта и преодоления проблем, связанных с медикаментозной

терапией (например, соблюдение режима лечения, межлекарственные взаимодействия и адекватное дозирование) и снижение риска кровотечений. Однако клинически значимые события, связанные с безопасностью процедуры (например, тампонада сердца), при использовании окклюзии УЛП могут повлиять на долгосрочные преимущества данного метода по сравнению с приемом ПОАК [26].

В настоящее время недостаточно данных об эффективности и безопасности, позволяющих рекомендовать этот подход в рутинной практике всем пациентам с ФП и высоким тромбоэмболическим риском, кроме тех пациентов, кому противопоказана длительная терапия антикоагулянтами [9].

Недавно опубликованы данные крупного проспективного исследования PRAGUE-17 по сравнению окклюзии УЛП с терапией ПОАК. В исследование были включены 402 пациента с неудачной терапией ПОАК, значительным предшествующим кровотечением либо с сочетанием высокого тромбоэмболического и геморрагического риска, которым случайным образом назначили либо терапию ПОАК (в основном апиксабан), либо окклюзию УЛП одним из трех обычно используемых устройств. Первичной конечной точкой был комплексный результат, который включал безопасность и эффективность, а именно осложнения, связанные с процедурой или устройством: тромбоэмболические события (сердечно-сосудистая смерть, инсульт от всех причин или системная эмболия), а также крупные и не очень клинически значимые кровотечения. Согласно полученным данным, окклюзия УЛП не уступала терапии ПОАК при медиане наблюдения около 20 мес с одинаковыми показателями инсульта от всех причин между группами и численно более низкими показателями кровотечений при использовании окклюзии УЛП. При длительном наблюдении окклюзия УЛП не уступает терапии ПОАК в предотвращении серьезных сердечно-сосудистых, неврологических осложнений или кровотечений [26, 27].

Результаты PRAGUE-17 являются провокационными, учитывая клинический консенсус, в отношении того, что ПОАК безопаснее, хорошо переносятся и в целом лучше варфарина, который был легкой мишенью для сторонников окклюзии УЛП, учитывая обширные ограничения для его приема. Хотя это исследование открывает перспективы дальнейшей поддержки и более

широкого внедрения окклюзии УЛП в качестве терапии у пациентов, которым показана терапия ПОАК, энтузиазм в отношении окклюзии УЛП должен быть умерен несколькими предостережениями. Во-первых, пациенты, включенные в данное исследование, не были оптимальными кандидатами для долгосрочного приема ПОАК, но были отобраны из-за высокого риска кровотечения или из-за того, что лечение ПОАК было неэффективно. Примечательно, что в основных исследованиях, приведших к одобрению ПОАК, были исключены пациенты с высоким риском кровотечения, поэтому в PRAGUE-17 не рассматривается относительная безопасность и эффективность окклюзии УЛП для групп населения, для которых показаны и эффективны ПОАК. Таким образом, результаты исследования подтверждают существующую практику и показания для окклюзии УЛП. Во-вторых, данное наблюдение было относительно непродолжительным (менее 2 лет), и важные различия между 2 стратегиями лечения, вероятно, будут увеличиваться с течением времени, поскольку у пациентов, получавших ПОАК, могут возникать кровотечения, а у пациентов после окклюзии УЛП могут возникать ишемические события из-за проблем, не связанных с тромбом в УЛП, которые может предотвратить прием ПОАК у пациентов с высокими показателями по шкале CHA₂DS₂-VASc. Несмотря на свои недостатки, PRAGUE-17 является важным шагом вперед и усиливает роль эндоваскулярной окклюзии УЛП как стратегии профилактики инсульта у пациентов с ФП и высоким риском кровотечения или неэффективности лечения, даже в современную эпоху ПОАК. Поэтому требуются дальнейшие исследования, в которых будет рассмотрена роль окклюзии УЛП у всех категорий пациентов на терапии ПОАК и с достаточно большими размерами выборки для тестирования отдельно конечных точек ишемических и геморрагических осложнений [26].

Согласно недавнему метаанализу устройств для окклюзии УЛП (С. Yerasi. et al.), в котором проанализированы 49 статей и более 12 тыс. пациентов, окклюзия УЛП является безопасной и эффективной процедурой [28]. Все устройства, включенные в этот метаанализ, имели сходные результаты в отношении эффективности – снижение инсульта (ишемического и геморрагического), и безопасности – снижение доли смертности, связанной с процедурой, до 0,2%. Имплантация

окклюдера в УЛП была успешной у 96,3% пациентов. Суммарная доля смертности от всех причин составила 0,28%, инсультов от всех причин – 0,31%, больших кровотечений, требующих гемотрансфузии, – 1,71%, перикардального выпота – 3,25%, эмболизации устройством в перипроцедурный период – 0,4%, без статистической разницы между устройствами. Субанализ рандомизированных клинических испытаний, сравнивающих устройства для окклюзии УЛП с варфарином, показал более низкую смертность с аналогичным риском кровотечения при использовании окклюзии УЛП.

Таким образом, этот метаанализ подтверждает безопасность и эффективность окклюзии УЛП в качестве альтернативы для пациентов с неклапанной ФП, которые предпочитают немедикаментозные методы профилактики инсульта, а также обосновывает необходимость более широкого применения окклюзии УЛП в качестве альтернативы антикоагулянтам для пациентов с высоким риском инсульта и кровотечения, связанным с ФП [28].

Еще один метаанализ, в котором сравнивали окклюзию УЛП и применение ПОАК, включающий 5 исследований с общим числом пациентов 4778 чел. и средним сроком наблюдения 2,6 года, показал более низкую частоту развития инсульта, системной эмболии и смерти от сердечно-сосудистых заболеваний в группе пациентов с окклюзией УЛП. Более того, в группе пациентов с окклюзией УЛП наблюдалась значительно более низкая смертность от всех причин, сердечно-сосудистых заболеваний, геморрагического инсульта и массивного кровотечения. Однако риск ишемического инсульта и системной эмболии был одинаковым в обеих группах [29].

Согласно данным еще одного крупного метаанализа по оценке эффективности и безопасности эндоваскулярной окклюзии УЛП у пациентов с неклапанной ФП, опубликованному Zh. Wei et al., в который было включено 38 исследований, 3585 пациентов и рассматривались 6 различных устройств для окклюзии, отмечалась крайне низкая частота неудачных процедур – 0,02 (95% доверительный интервал (ДИ) 0,02–0,03), смертности от всех причин – 0,03 (95% ДИ 0,02–0,03) и сердечной/неврологической смертности – 0 (95% ДИ 0,00–0,01), а частота инсульта/транзиторной ишемической атаки (ТИА), тромбов на устройствах и основных геморрагических осложнений составила всего 0,01 (95%

ДИ 0,01–0,01). Полученные данные доказывают, что эндоваскулярная окклюзия УЛП эффективна и безопасна у пациентов с неклапанной ФП, которым противопоказана пожизненная антитромботическая терапия [30].

Стоит отметить важные данные, полученные в США при анализе регистра окклюдеров Watchman в период с 1 января 2016 по 31 декабря 2018 г. [31]. Это самый крупный в мире регистр окклюдеров УЛП, насчитывающий 38 158 процедур окклюзии устройствами Watchman. Примечательно, что большинство пациентов в этом регистре имели относительные или абсолютные противопоказания к длительной антикоагулянтной терапии, включая 69% случаев предшествующих кровотечений и 12% случаев внутричерепных кровотечений. При этом было успешно имплантировано 98,3% устройств. Этот показатель успешности имплантации был значительно выше, чем в PROTECT AF (чрескожное закрытие УЛП по сравнению с терапией варфарином для предотвращения инсульта у пациентов с мерцательной аритмией) и PREVAIL (проспективное рандомизированное исследование по оценке устройства Watchman у пациентов с мерцательной аритмией). Пациенты, которым отменили процедуру, как правило, имели в анамнезе кардиомиопатию, застойную сердечную недостаточность, инсульт/ТИА и принимали антитромбоцитарные препараты.

Было обнаружено, что частота серьезных нежелательных явлений была значительно ниже, чем 7-дневная частота нежелательных явлений, связанных с процедурой, о которых сообщалось в исследовании PROTECT AF. Так, наиболее частыми серьезными нежелательными явлениями были экссудативный перикардит, требующий вмешательства (1,39%), и массивное кровотечение (1,25%), которые значительно чаще встречались у тех, у кого процедура была прервана. Ишемический инсульт развился у 0,12%, а ТИА – у 0,04% пациентов, и в целом чаще встречалась у тех, кому вмешательство было прервано. Все другие формы инсульта или внутричерепного кровоизлияния встречались редко. Эмболизация устройством произошла у 0,07% всей когорты и у 0,87% пациентов, у которых процедуры были прерваны. А частота 7-дневных нежелательных явлений, связанных с процедурой, в исследовании PREVAIL в целом была значительно ниже, чем в PROTECT AF, но выше, чем в регистре (перикардиальный вы-

пот, требующий хирургического вмешательства или перикардиоцентеза, – 1,9%, инсульт, связанный с процедурой, – 0,7%, эмболизация устройством – 0,7%).

Таким образом, на сегодняшний день более 38 000 пациентов, включенных в данный регистр, продемонстрировали успешность имплантации в современной практике с более низкой частотой серьезных нежелательных явлений в условиях стационара по сравнению с теми пациентами, о которых сообщалось в опорных рандомизированных исследованиях [31].

Следует отметить еще один недавний обзор, в котором рассматривались пациенты с предшествующим внутричерепным кровоизлиянием в анамнезе и ФП, имеющие повышенный риск повторного опасного для жизни кровотечения и, следовательно, не получающие лечение антикоагулянтами. Тем не менее такие пациенты часто имеют высокий риск ишемического инсульта. Методика окклюзии УЛП может быть оптимальным решением для профилактики тромбоэмболии для этих пациентов [32]. Данный обзор состоял из анализа 7 исследований, включающих 407 пациентов с внутричерепным кровоизлиянием в анамнезе и ФП, которым была проведена окклюзия УЛП. Средний срок наблюдения составил $14,6 \pm 10,1$ мес. В общей сложности 66,3% пациентов перенесли окклюзию УЛП с использованием устройства Amplatzer, 32,4% – Watchman и 1,2% – Amulet. Успех процедуры наблюдали у 98,5% пациентов. Перипроцедуральные осложнения включали: перикардиальный выпот – 0,17%, эмболизацию устройства – 0,1%, тромбоз, связанный с устройством, – 0,03%, сильное кровотечение – 0,02% и рецидивирующее внутричерепное кровоизлияние – 0%. Осложнения после процедуры, обнаруженные в течение периода наблюдения, включали сильное кровотечение – 0,25%, рецидивирующую ишемическую болезнь сердца – 0,05%, ишемический инсульт – 0,54%, тромбоз устройства – 0,49%, смертность от всех причин – 1,4%. В течение периода наблюдения эмболизация устройства не была обнаружена. Стоит отметить, что ни у одного из пациентов с тромбозом устройства не было инсульта/ТИА ни во время проведения, ни после окончания процедуры. Таким образом, данный анализ показал важнейшие на сегодняшний день доказательства, что окклюзия УЛП является безопасным и эффективным методом лечения паци-

ентов с ФП и внутрочерепным кровоизлиянием в анамнезе [32].

Существует важный вопрос о наличии остаточного кровотока вокруг устройства после имплантации в связи с неполным закрытием УЛП. J.F. Viles-Gonzalez et al. в своем исследовании изучали остаточный кровоток вокруг окклюдера УЛП и сделали следующие выводы: кровоток вокруг устройства присутствовал примерно у 20% пациентов, перенесших окклюзию УЛП с помощью устройства Watchman, но серьезный кровоток отмечался только у 4,5% пациентов через 45 дней наблюдения; этиология кровотока вокруг устройства сложна и была связана с размером УЛП и неоптимальной техникой имплантации устройства; чрескожное закрытие данной «утечки» вокруг устройства безопасно и эффективно для достижения полной облитерации УЛП [33].

При этом отмечалось, что у пациентов с тяжелыми «утечками» в области окклюдера УЛП были большие устья УЛП и более высокая частота неоптимальных развертываний. Из этих двух аспектов, неоптимальное развертывание устройства является модифицируемым фактором. Авторы предлагают чрескожное закрытие остаточного кровотока вокруг устройства, которое является альтернативой антикоагулянтной терапии в послеоперационном периоде [33].

Таким образом, для пациентов, у которых ПОАК неэффективны или противопоказаны, или в случае отказа пациента принимать антикоагулянтную терапию по различным причинам (стоимость, неудобство мониторинга варфарина, высокий риск кровотечений, нарушения функции печени), методика окклюзии УЛП является альтернативным методом для профилактики тромбоэмболических осложнений и снижения риска системной тромбоэмболии при неклапанной ФП [22].

Известно, что даже если после катетерной аблации рецидива ФП не наблюдается, в большинстве руководств по-прежнему рекомендуется превентивная терапия ПОАК. Окклюзия УЛП может заменить прием ПОАК для профилактики эмболии, снижения риска кровотечения и смертности. Встает вопрос, стоит ли сочетать катетерную аблацию ФП и окклюзию УЛП для профилактики тромбоэмболических и геморрагических осложнений.

Поскольку и катетерная аблация, и окклюзия УЛП требуют транссептальной катетеризации

для доступа к ЛП, объединение обеих процедур в одну обеспечивает как контроль ритма, так и профилактику тромбоэмболических осложнений без дополнительного риска, связанного с проведением нескольких процедур [34].

Был проведен анализ 5 проспективных регистров, который показал, что сочетание катетерной аблации и окклюзии УЛП осуществимо, безопасно и успешно [34]. Отмечалось, что с 2009 по 2015 г. 349 пациентам с ФП была выполнена комбинированная процедура катетерной аблации и окклюзии УЛП. Перипроцедуральные осложнения (в течение 30 дней после процедуры) включали только небольшую паховую гематому (4,4%) и перикардальный выпот, требующий чрескожного или хирургического дренирования (1,5%). Результаты показали, что такая комбинированная процедура полностью осуществима при продолжительности процедуры 2,5 ч и времени рентгеноскопии 30 мин, а полученные результаты демонстрируют высокие показатели успешности и низкие показатели перипроцедурных осложнений, а также значительно более низкую частоту инсультов и кровотечений [34].

K.P. Phillips et al. сообщили о долгосрочных результатах комбинированного подхода к лечению ФП – сочетании катетерной аблации и окклюзии УЛП в рамках одной процедуры [35]. Из 1140 пациентов с ФП, включенных в два многоцентровых проспективных регистра, 142 пациента подверглись сочетанной катетерной аблации и окклюзии УЛП с помощью устройства Watchman. Результаты продемонстрировали высокие показатели успешной имплантации устройства и хорошую безопасность процедуры с частотой осложнений, аналогичной той, о которой сообщалось только при катетерной аблации или закрытии УЛП. После среднего периода наблюдения 2 года 92% пациентов не принимали оральные антикоагулянты. Частота неперипроцедуральных больших кровотечений составила 1,09 на 100 лет жизни пациента, что соответствует снижению относительного риска на 70% по сравнению с ожидаемым риском кровотечения при применении варфарина согласно шкале HAS-BLED. Частота ишемического инсульта составила 0,36 на 100 лет жизни пациента, что представляет собой относительное снижение риска на 93% по сравнению с прогнозируемым показателем по среднему баллу CHA₂DS₂-VASc без оральных антикоагулянтов. Комбинированная конечная точка тромбоэмболии, состоящая

из ишемического инсульта, ТИА или системной тромбоэмболии, также была значительно снижена: 1,09 на 100 лет жизни пациента, относительное снижение риска на 84%.

Данное исследование представляет большой интерес из-за его актуальности и клинической значимости, но, очевидно, ограничено его нерандомизированным дизайном и отсутствующей контрольной популяцией, состоящей из пациентов, перенесших окклюзию УЛП и катетерную аблацию в отдельных процедурах. Только рандомизированные исследования могут доказать преимущество комбинированного подхода над поэтапным. В случае положительных результатов в пользу комбинированного лечения также должны быть решены вопросы стоимости и возмещения расходов [35].

Y. Jiang et al. провели метаанализ эффективности и безопасности катетерной аблации в сочетании с окклюзией УЛП при неклапанной ФП. Поиск проводился в PubMed, EMBASE и Кокрановской библиотеке. Показатели эффективности включали успешность процедуры, рецидив ФП, инсульт/ТИА и тромб, связанный с устройством. Показатели безопасности: смерть от всех причин, тяжелые геморрагические осложнения, перикардиальный выпот/тампонада сердца. Было включено 18 исследований (2 рандомизированных контролируемых и 16 обсервационных исследований). Результаты показали, что комплексное вмешательство обладает значительной эффективностью и безопасностью: эффективность процедуры – 0,98 (95% ДИ 0,97–1,00), рецидив ФП – 0,24 (95% ДИ 0,15–0,35), инсульт/ТИА – 0,01 (95% ДИ 0,00–0,01), тромб, связанный с устройством – 0,00 (95% ДИ 0,00–0,01), смертность от всех причин – 0,00 (95% ДИ 0,00–0,00), сердечная/неврологическая смертность – 0,00 (95% ДИ 0,00–0,00), крупные геморрагические осложнения – 0,01 (95% ДИ 0,00–0,02) и перикардиальный выпот/тампонада сердца – 0,01 (95% ДИ 0,00–0,01) [36].

Проводился еще один метаанализ, который включал 18 исследований и 1385 участников. Результаты показали, что в периоперационном периоде суммарная частота перикардиального выпота составила 0,5%, больших или малых кровотечений и зарегистрированный остаточный кровоток – 1,42%, смертности от всех причин – 0,32%, а частота эмболии – 1,29% [37].

Комбинация катетерной аблации и окклюзии УЛП в рамках одной процедуры технически осу-

ществима у пациентов с симптоматической резистентной к терапии неклапанной ФП, высоким риском инсульта и противопоказаниями к приему антикоагулянтов, хотя и сопряжена со значительным риском серьезных осложнений [38].

Еще один аспект комбинированной методики катетерной аблации и окклюзии УЛП – это тактика в отношении тромбов, связанных с окклюдизирующим устройством.

Комбинация катетерной аблации и окклюзии УЛП имеет положительный эффект восстановления синусового ритма по сравнению с одной окклюзией УЛП. Восстановление синусового ритма может способствовать улучшению фракции выброса левого желудочка и эхокардиографических показателей у пациентов с ФП и систолической дисфункцией левого желудочка, которые могут быть потенциальными факторами для снижения тромбоэмболических событий. Однако катетерная аблация приводит к острому повреждению предсердного миокарда, что может увеличить риск тромбоза в ЛП или на поверхности устройства на ранней стадии после процедуры [39].

Согласно данным метаанализа Li-Xing Hu et al. установлено, что данные случаи нечасты после комбинированной катетерной аблации и окклюзии УЛП, причем большинство случаев происходит в раннем постпроцедурном периоде. На сегодняшний день не достигнуто единого мнения относительно лечения тромбов, связанных с окклюдизирующим устройством, возникающих после комплексного вмешательства. Подавляющее большинство случаев тромбов, о которых сообщалось в исследованиях, полностью исчезали после антикоагулянтной терапии. У этих пациентов целесообразно использовать ПОАК как терапию первой линии при ФП и документально подтвержденном тромбозе ЛП/УЛП [40].

Тем не менее требуется больше исследований, чтобы проверить безопасность и эффективность катетерной аблации в сочетании с окклюзией УЛП при лечении неклапанной ФП в будущем.

Заключение

Профилактика тромбоэмболических осложнений – важнейший этап лечения ФП, а снижение риска инсульта имеет первостепенное клиническое значение. Хотя устранение или уменьшение тяжести ФП с помощью катетерной аблации может привести к значительному

снижению риска инсульта, остается приоритетным длительный прием ПОАК после катетерной аблации для профилактики тромбоэмболических осложнений.

Альтернативным методом профилактики инсульта у пациентов с ФП является исключение УЛП, так как до 90% сердечных тромбов у пациентов с ФП локализованы в УЛП. Эта стратегия может быть приоритетна у пациентов с ФП с высоким риском кровотечения или кровотечением в анамнезе для долгосрочной профилактики тромбоэмболии, опосредованной УЛП, и не будет увеличивать риск геморрагических осложнений, как при длительном использовании ПОАК.

Кроме того, в настоящее время центральным становится вопрос сочетания катетерной аблации и окклюзии УЛП. Тем не менее комбинированная стратегия не была до конца убедительна, и окклюзию УЛП можно выполнять как самостоятельную процедуру или в качестве комбинированной процедуры с катетерной аблацией.

Все больше оснований полагать, что совместное проведение катетерной аблации и окклюзии УЛП является осуществимым и безопасным подходом у отдельных пациентов с симптоматической неклапанной ФП, высоким риском инсульта и противопоказаниями для длительного применения ПОАК. Потенциальные преимущества гибридной процедуры по сравнению с отдельными вмешательствами еще предстоит изучить.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

- Sagris M., Vardas E.P., Theofilis P. Atrial fibrillation: pathogenesis, predisposing factors, and genetics. *Int. J. Mol. Sci.* 2021; 23 (1): 6. DOI: 10.3390/ijms23010006
- Poulimenos L.E., Manolis A.J. Atrial fibrillation and arterial hypertension. *Pharmacol. Res.* 2018; 128: 322–326. DOI: 10.1016/j.phrs.2017.10.007
- Bosch N.A., Cimini J., Walkey A. Atrial fibrillation in the ICU. *Chest.* 2018; 154 (6): 1424–1434. DOI: 10.1016/j.chest.2018.03.040.
- Passman R. Atrial fibrillation. *JAMA.* 2021; 325 (21): 2218. DOI: 10.1001/jama.2020.23700
- Almuwaqqat Z., Chamberlain A. Mortality in atrial fibrillation. Is it changing? *Trends Cardiovasc. Med.* 2021; 31 (8): 469–473. DOI: 10.1016/j.tcm.2020.10.010
- Migdady I., Russman A., Buletk A. et al. Atrial fibrillation and ischemic stroke: a clinical review. *Semin. Neurol.* 2021; 41 (4): 348–364. DOI: 10.1055/s-0041-1726332
- Seiffge D., Werring D., Paciaroni M. et al. Timing of anti-coagulation after recent ischaemic stroke in patients with atrial fibrillation. *Lancet Neurology.* 2019; 18 (1): 117–126. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30356-9
- Calabrò P., Gragnano F., Cesaro A. et al. Atrial and left atrial appendage thrombosis in patients with atrial fibrillation: from pathophysiology to treatment. *Giornale Italiano di Cardiologia.* 2019; 20 (6): 374–383. DOI: 10.1714/3165.31471
- Фибрилляция и трепетание предсердий: клинические рекомендации для взрослых Российское кардиологическое общество. М.: Минздрав России; 2020. 185 с. Atrial fibrillation and flutter: clinical guidelines for adults. Russian Society of Cardiology. Moscow; 2020; 185 p. (in Russ.).
- Yamamoto T., Endo D., Matsushita S. et al. Evidence and challenges in left atrial appendage management. *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2022; 28 (1): 1–17. DOI: 10.5761/atcs.ra.21-00040
- Bartus K., Litwinowicz R., Natorska J. Coagulation factors and fibrinolytic activity in the left atrial appendage and other heart chambers in patients with atrial fibrillation: is there a local intracardiac prothrombotic state? *Int. J. Cardiol.* 2020; 15 (301): 103–107. DOI: 10.1016/j.ijcard.2019.09.053
- Johnson W.D., Ganjoo A.K., Stone C.D. et al. The left atrial appendage: our most lethal human attachment! Surgical implications. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2000; 17 (6): 718–22. DOI: 10.1016/s1010-7940(00)00419-x
- Kamel H., Okin P., Elkind M., Iadecola C. Atrial fibrillation and mechanisms of stroke: time for a new model. *Stroke.* 2016; 47 (3): 895–900. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.012004
- Regazzoli D., Ancona F., Trevisi N. Left atrial appendage: physiology, pathology, and role as a therapeutic target. Hindawi publishing corporation. *Biomed. Res. Int.* 2015; 2015: 205013. DOI: 10.1155/2015/205013
- Whitlock R.P., Belley-Cote E.P., Paparella D. et al. Left atrial appendage occlusion during cardiac surgery to prevent stroke. *N. Engl. J. Med.* 2021; 384 (22): 2081–2091. DOI: 10.1056/NEJMoa2101897
- Simard T., Jung R.G., Lehenbauer K. et al. Predictors of device-related thrombus following percutaneous left atrial appendage occlusion. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2021; 78 (4): 297–313. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.04.098
- Nielsen-Kudsk J. Prevention of left atrial appendage device-related thrombosis: is reduced-dose direct oral anticoagulation the way forward? *JACC Cardiovasc. Interv.* 2021; 14 (21): 2365–2367. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.08.004
- Pacha H.M., Al-Khadra Y., Soud M. et al. Percutaneous devices for left atrial appendage occlusion: a contemporary review. *World J. Cardiol.* 2019; 11 (2): 57–70. DOI: 10.4330/wjc.v11.i2.57
- Wilber D. Neurohormonal regulation and the left atrial appendage: still more to learn. *JACC.* 2018; 71 (2): 145–147. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.11.030
- Кузьминова Т.И., Романенко Ю.С., Кызымко М.И., Индирыкова О.А. Перспективы использования предсердного натрийуретического гормона в диагностике артериальной гипертензии. Медицина. Вызовы сегодняшнего дня: материалы III Междунар. науч. конф. М.: Буки-Веди; 2016: 9–12. Kuzminova T.I., Romanenko Yu.S., Kyzymko M.I., Indiryakova O.A. Prospects for the use of atrial natriuretic hormone in the diagnosis of arterial hypertension. Medicine. Challenges of today: materials of the III International Scientific Conference. Moscow; 2016: 9–12 (in Russ.).
- Karim N., Ho Y.S., Nicol E. et al. The left atrial appendage in humans: structure, physiology, and pathogenesis. *Europace.* 2020; 1: 5–18. DOI: 10.1093/europace/euz212

22. Bartus K., Podolec J., Lee R.J. et al. Atrial natriuretic peptide and brain natriuretic peptide changes after epicardial percutaneous left atrial appendage suture ligation using LARIAT device. *J. Physiol. Pharmacol.* 2017; 68 (1): 117–123.
23. Lakkireddy D., Turagam M., Afzal M.R. et al. Left atrial appendage closure and systemic homeostasis: the LAA HOMEOSTASIS study. *JACC.* 2018; (71) 135–44.
24. Majunke N., Sandri M., Adams V. et al. Atrial and brain natriuretic peptide secretion after percutaneous closure of the left atrial appendage with the watchman device. *J. Invasive Cardiol.* 2015; 27 (10): 448–452.
25. Wang F., Ruan Zh., Chen G. et al. Effects of left atrial appendage closure on neuroendocrine function in patients with non-valvular atrial fibrillation. *Med. Sci. Monit.* 2022; 28: e937586. DOI: 10.12659/MSM.937586
26. Price M.J., Saw J. Transcatheter left atrial appendage occlusion in the DOAC Era. *JACC.* 2020; 75 (25): 3136–3139. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.05.019.
27. Osmancik P., Herman D., Neuzil P. et al. 4-year outcomes after left atrial appendage closure versus nonwarfarin oral anticoagulation for atrial fibrillation. *JACC.* 2022; 79 (1): 1–14. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.10.023
28. Yerasi C., Lazkani M., Kolluru P. et al. An updated systematic review and meta-analysis of early outcomes after left atrial appendage occlusion. *J. Interv. Cardiol.* 2018; 31 (2): 197–206. DOI: 10.1111/joic.12502
29. Al-Abcha A., Saleh Y., Elsayed M. et al. Left atrial appendage closure versus oral anticoagulation in non-valvular atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc. Revasc. Med.* 2022; 36: 18–24. DOI: 10.1016/j.carrev.2021.04.019
30. Wei Zh., Zhang X., Wu H. et al. A meta-analysis for efficacy and safety evaluation of transcatheter left atrial appendage occlusion in patients with nonvalvular atrial fibrillation. *Medicine (Baltimore).* 2016; 95 (31): e4382. DOI: 10.1097/MD.0000000000004382
31. Freeman J.V., Varosy P., Price M.J. et al. The NCDR Left atrial appendage occlusion registry. *JACC.* 2020; 75 (13): 1519–1522. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.12.040
32. Garg J., Shah S., Shah K. et al. Left atrial appendage closure in patients with intracranial hemorrhage. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2022; 64 (3): 551–556. DOI: 10.1007/s10840-022-01141-z
33. Viles-Gonzalez J.F., Kar S., Douglas P. et al. The clinical impact of incomplete left atrial appendage closure with the watchman device in patients with atrial fibrillation: a PROTECT AF (Percutaneous Closure of the Left Atrial Appendage Versus Warfarin Therapy for Prevention of Stroke in Patients with Atrial Fibrillation) Substudy. *JACC.* 2012; 59 (10): 923–929. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.11.028
34. Wintgens L., Romanov A., Phillips K. et al. Combined atrial fibrillation ablation and left atrial appendage closure: long-term follow-up from a large multicentre registry. *Europace.* 2018; 20 (11): 1783–1789. DOI: 10.1093/europace/euy025
35. Phillips K.P., Romanov A., Artemenko S. et al. Combining left atrial appendage closure and catheter ablation for atrial fibrillation: 2 year outcomes from a multinational registry. *Europace.* 2020; 22 (2): 225–231. DOI: 10.1093/europace/euz286.
36. Jiang Y., Li F., Li D. et al. Efficacy and safety of catheter ablation combined with left atrial appendage occlusion for non-valvular atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2020; 43 (1): 123–132. DOI: 10.1111/pace.13845
37. Qu J., Wang Zh., Wang S. et al. Effect of catheter ablation combined with left appendage occlusion for non-valvular atrial fibrillation: a meta-analysis. *J. Cardiothorac. Surg.* 2022; 17 (1): 132. DOI: 10.1186/s13019-022-01885-9
38. Calvo N., Salterain N., Arguedas H. et al. Combined catheter ablation and left atrial appendage closure as a hybrid procedure for the treatment of atrial fibrillation. *EP Europace.* 2015; 17 (10): 1533–1540. DOI: 10.1093/europace/euv070
39. He B., Jiang L., Hao Z. et al. Combination of ablation and left atrial appendage closure as “One-stop” procedure in the treatment of atrial fibrillation: current status and future perspective. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2021; 44 (7): 1259–1266. DOI: 10.1111/pace.14201
40. Hu L., Tang M., Zhang J. et al. Device-related thrombosis in patients receiving one-stop intervention for nonvalvular atrial fibrillation: a systemic review and meta-analysis. *Clin. Appl. Thromb. Hemost.* 2021; 27: 10760296211005033. DOI: 10.1177/10760296211005033

Поступила 06.05.2025

Принята к печати 02.06.2025

Рубрика: эксперимент

© Р.Ф. РАХМАТУЛЛОВ, Р.Е. ДЕМЕНТЬЕВА, А.Е. ШЕИНА, К.П. КОНДРАТЬЕВА,
Ф.К. РАХМАТУЛЛОВ, Л.В. МЕЛЬНИКОВА, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК [616.127-002.17+616.12-008.313.2]:616.441-007

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.2.4

МИОКАРДИАЛЬНЫЙ ФИБРОЗ И ФИБРИЛЛЯЦИЯ ПРЕДСЕРДИЙ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ЭУТИРЕОЗЕ И ТИРЕОТОКСИКОЗЕ

Тип статьи: оригинальная статья

*Р.Ф. Рахматуллов¹, Р.Е. Дементьева¹, А.Е. Шеина¹, К.П. Кондратьева¹, Ф.К. Рахматуллов¹,
Л.В. Мельникова²*

¹ ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, 440026, Российская Федерация

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава
России, Москва, 125993, Российская Федерация

Рахматуллов Руслан Фагимович, канд. мед. наук, доцент кафедры; orcid.org/0000-0002-2157-544X

Дементьева Рената Евгеньевна, канд. мед. наук, доцент кафедры; orcid.org/0000-0003-1497-5338,

e-mail: rdementyeva@gmail.com

Шеина Алина Евгеньевна, ст. преподаватель кафедры; orcid.org/0000-0002-9373-7268

Кондратьева Кристина Петровна, ст. преподаватель кафедры; orcid.org/0000-0002-8540-2054

Рахматуллов Фагим Касымович, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой; orcid.org/0000-0002-2587-8325

Мельникова Людмила Львовна, д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры; orcid.org/0000-0003-4688-1272

Изучение связи между миокардиальным фиброзом и фибрилляцией предсердий (ФП) при тиреоидной дисфункции – многогранная клиническая задача, несмотря на наличие множества неинвазивных и инвазивных методик оценки состояния миокарда, многие вопросы взаимосвязи фибротического ремоделирования предсердий и ФП остаются нерешенными.

Цель исследования – выяснение связи фиброза и ФП в условиях экспериментального эутиреоза, манифестного и субклинического тиреотоксикоза у беспородных крыс.

Материал и методы. В исследование были включены 42 беспородные крысы с эутиреозом (1-я группа), 15 – с манифестным тиреотоксикозом (2-я группа) и 22 с субклиническим тиреотоксикозом (3-я группа). Методы исследования включали регистрацию электрокардиограммы, экспериментальный эутиреоз и тиреотоксикоз, оценку площади фиброза предсердий.

Результаты. Установлена связь между площадью фиброза и ФП. Выявлено, что при эутиреозе ФП зависит от площади фиброза в устье нижних легочных вен ($\beta = 0,513$, $t = 2,5$, $p = 0,017$), при манифестном тиреотоксикозе – от площади фиброза в пучке Бахмана ($\beta = 0,596$, $t = 2,5$, $p = 0,028$), а при субклиническом тиреотоксикозе – от площади фиброза в устье нижних легочных вен ($\beta = 0,690$, $t = 2,8$, $p = 0,012$) и правом предсердии ($\beta = 0,172$, $t = 2,3$, $p = 0,032$).

Заключение. Установлено наличие связи между фиброзом и ФП.

Ключевые слова: фиброз предсердий, фибрилляция предсердий, площадь фиброза, ремоделирование миокарда, миокардиальный фиброз

MYOCARDIAL FIBROSIS AND ATRIAL FIBRILLATION IN A BIOLOGICAL MODEL OF EXPERIMENTAL EUTHYROIDISM AND THYROTOXICOSIS

R.F. Rakhmatullof¹, R.E. Dementeva¹, A.E. Sheina¹, K.P. Kondrateva¹, F.K. Rakhmatullof¹, L.V. Melnikova²

¹ Penza State University, Penza, 440026, Russian Federation

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, 125993, Russian Federation

Ruslan F. Rakhmatullo, Cand. Med. Sci., Associate Professor of the Chair; orcid.org/0000-0002-2157-544X
 Renata E. Dementeva, Cand. Med. Sci., Associate Professor of the Chair; orcid.org/0000-0003-1497-5338,
 e-mail: rdementyeva@gmail.com

Alina E. Sheina, Senior Lecturer of the Chair; orcid.org/0000-0002-9373-7268

Kristina P. Kondrateva, Senior Lecturer of the Chair; orcid.org/0000-0002-8540-2054

Fagim K. Rakhmatullo, Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Chair; orcid.org/0000-0002-2587-8325

Ludmila L. Melnikova, Dr. Med. Sci., Professor, Professor of the Chair; orcid.org/0000-0003-4688-1272

Discussing the relationship between fibrosis and atrial fibrillation (AF) in thyroid dysfunction is a multifaceted clinical task; despite the availability of many non-invasive and invasive methods for assessing the condition of the myocardium, many questions about the relationship between atrial fibrotic remodeling and AF remain unresolved.

Objective. To clarify the relationship between atrial fibrosis and fibrillation in experimental euthyroidism, manifest and subclinical thyrotoxicosis in outbred rats.

Material and methods. The study included 42 outbred rats with euthyroidism (group 1), 15 with manifest thyrotoxicosis (group 2), and 22 with subclinical thyrotoxicosis (group 3). The study methods included ECG recording, experimental euthyroidism and thyrotoxicosis, and assessment of the atrial fibrosis area.

Results. A relationship was established between the fibrosis area and AF. It was revealed that in euthyroidism, AF depends on the area of fibrosis at the mouth of the inferior pulmonary veins ($\beta = 0.513$, $t = 2.5$, $p = 0.017$), in manifest thyrotoxicosis – on the area of fibrosis in the Bachmann bundle ($\beta = 0.596$, $t = 2.5$, $p = 0.028$), and in subclinical thyrotoxicosis – on the area of fibrosis at the mouth of the inferior pulmonary veins ($\beta = 0.690$, $t = 2.8$, $p = 0.012$) and the right atrium ($\beta = 0.172$, $t = 2.3$, $p = 0.032$).

Conclusion. A relationship between fibrosis and AF was established.

Keywords: atrial fibrosis, atrial fibrillation, area of fibrosis, myocardial remodeling, myocardial fibrosis

Введение

В настоящее время установлено, что морфологический субстрат всех форм фибрилляции предсердий (ФП) не имеет качественных различий и характеризуется повышенным отложением соединительной ткани и развитием фиброза, что сопровождается структурным ремоделированием предсердий [1–4]. Патогенетические механизмы предсердного фиброза и структурного ремоделирования недостаточно изучены, но установлена ведущая роль ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, воспаления, оксидативного стресса, трансформирующего фактора роста фибробластов TGF β 1, спиронолактона, серотонина, гемодинамической нагрузки, аритмии сердца [5, 6].

В клинической практике применяется прижизненная диагностика фиброза предсердий по данным магнитно-резонансной томографии с гадолинийсодержащим контрастным препаратом и картирования левого предсердия (ЛП), взаимоотношение которых с морфологической картиной поражения предсердий изучены недостаточно [7–10].

Возникновение ФП в результате тиреотоксикоза отмечается приблизительно в 15–45% случаев. Клиническое значение тиреотоксикоза при ФП в литературе освещено достаточно. Большое внимание уделяется фиброзу предсердий и их структурному ремоделированию на фоне

дисфункции гипофизарно-тиреоидной системы [13]. Однако механизмы, лежащие в основе ФП при тиреотоксикозе, до конца не выяснены [14–16]. Поэтому для изучения механизмов возникновения фиброза предсердий при тиреотоксикозе необходимо создание адекватной биологической модели с использованием экспериментальных животных [17, 18].

Целью исследования было выяснение связи между фиброзом и ФП в условиях экспериментального эутиреоза, манифестного и субклинического тиреотоксикоза у беспородных крыс.

Материал и методы

Всего в экспериментальное исследование было включено 146 беспородных крыс с массой тела 180–200 г, исследование проводилось в четыре этапа.

На первом этапе выполнялись регистрация электрокардиограммы (ЭКГ), оценка уровня тиреоидных гормонов, морфометрия щитовидной железы. Регистрация ЭКГ проводилась во II стандартном отведении в течение 10 мин с оценкой частоты и продолжительности ФП. Кровь для исследования функции щитовидной железы брали с 3,8% раствором цитрата натрия в соотношении 9 : 1. Методом иммуноферментного анализа оценивали уровень тиреотропного гормона (ТТГ), свободного трийодтиронина (Т3св) и свободного тироксина (Т4св).

На втором этапе вызывали экспериментальный гипотиреоз тиамазолом в дозе 2,5 мг/100 г в течение 3 нед под контролем уровня тиреоидных гормонов.

На третьем этапе для восстановления эутиреоидного состояния использовали эутирокс в дозе 1,5 мкг/кг в течение 3 нед под контролем уровня ТТГ, Т4св, Т3св. В результате анализа ТТГ, Т4св, Т3св все животные были разделены на 4 группы. В 1-ю группу вошли 42 (28,8%) крысы с эутиреозом. Во 2-ю группу включены 15 (10,3%) животных с манифестным тиреотоксикозом. В 3-ю группу объединены 22 (15,1%) крысы с субклиническим тиреотоксикозом. В 4-ю группу вошли 67 (46,0%) крыс с синдромом эутиреоидной патологии.

Для изучения взаимосвязи миокардиального фиброза при ФП на фоне экспериментального эутиреоза и последующего моделирования тиреотоксикоза были отобраны 79 экспериментальных животных с эутиреозом, манифестным тиреотоксикозом и субклиническим тиреотоксикозом. Медиана ТТГ при эутиреозе составила 1,88 [0,24; 3,39] мМЕ/л, Т4св – 17,3 [10,9; 25,7] пмоль/л, Т3св – 4,47 [2,64; 6,36] пмоль/л, при манифестном тиреотоксикозе – 0,023 [0,003; 0,035], 56,7 [32,9; 75,8], 12,4 [7,38; 18,42], при субклиническом тиреотоксикозе – 0,022 [0,0024; 0,0416], 18,9 [10,7; 25,7], 4,4 [2,48; 6,24] соответственно.

На четвертом этапе исследования проводилась сравнительная оценка фиброза предсердий у крыс с эутиреозом, манифестным тиреотоксикозом и субклиническим тиреотоксикозом. Для этого в условиях асептики извлеченное сердце помещали в раствор Рингера–Тироде. В препарате, включающем стенки ЛП между устьями верхних легочных вен (ВЛВ), между устьями нижних и верхних легочных вен (НВЛВ), между устьями нижних легочных вен (НЛВ) и в стенке правого предсердия (ПП) оценивали площадь фиброза, типы фиброза и суммарный фиброз.

На всех этапах крыс содержали в клетках с подстилкой из древесной опилки при температуре 18–20 °С, при освещенности от 5 до 20 ч и относительной влажности 60–70%. Все животные имели доступ к пище и воде.

Регистрация ЭКГ проводилась на аппарате «ПолиСпектр» в течение $9,5 \pm 1,8$ мин. Количество экстрасистол и пароксизмов ФП оценивали за 10 мин. Пароксизм ФП считали устойчивым при его продолжительности более 30 с.

Исследование уровня тиреоидных гормонов проводили с использованием наборов реагентов «ТироидИФА-ТТГ», «ТироидИФА-тироксин», «ТироидИФА-трийодтиронин», «ТироидИФА-свободный-Т4», «ТироидИФА-свободный-Т3» (производитель «АлкорБио», Россия).

Животных наркотизировали смесью тилетамина, золотепамы и клисазина.

Математическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Excel (Microsoft Office 2013) и StatSoft Statistica 10. Для характеристики количественных переменных применяли среднее арифметическое значение \pm стандартное отклонение ($M \pm m$). Для проверки выборок на нормальное распределение использовали критерий Колмогорова–Смирнова. С целью выявления независимых предикторов рецидивирования ФП использовали многофакторный анализ. Для оценки влияния показателей использовали ROC-анализ с площадью под кривой. Пороговые значения для количественных предикторов устанавливали на основе ROC-анализа при оптимальном соотношении чувствительности и специфичности.

Уровень статистической значимости для всех видов анализа расценивали как $p < 0,05$. При сравнении групп производилась поправка на множественные сравнения по Бонферрони ($\alpha = 0,0167$).

Исследование на экспериментальных животных проводилось в соответствии с основными правилами, изложенными в основополагающих документах, регламентирующих проведение экспериментов на лабораторных животных и условия их содержания (Хельсинская декларация, 2000; ГОСТ 33044-2014; Правила надлежащей лабораторной практики Евразийского экономического союза в сфере обращения лекарственных средств).

Проведение экспериментального исследования одобрено Локальным этическим комитетом при ООО ЦДКИ, протокол заседания № 8-23 от 11.09.2023.

Результаты

В таблице 1 представлен процент распределения фиброза между устьями ВЛВ, НВЛВ, НЛВ, в стенке ПП, в пучке Бахмана у крыс в эутиреозе, субклиническом и манифестном тиреотоксикозе при эутиреозе, манифестном и субклиническом тиреотоксикозе.

Таблица 1

Процент распределения фиброза по предсердиям и пучку Бахмана в группах крыс

Показатели	ВЛВ, %	НВЛВ, %	НЛВ, %	ПП, %	Пучок Бахмана, %
Эутиреоз	4,1 ± 0,151	3,8 ± 0,149 p ₁₋₂ > 0,05	3,7 ± 0,150 p ₁₋₃ > 0,05 p ₂₋₃ > 0,05	3,9 ± 0,152 p ₁₋₄ > 0,05 p ₂₋₄ > 0,05 p ₃₋₄ > 0,05	3,3 ± 0,110 p ₁₋₅ > 0,05 p ₂₋₅ > 0,05 p ₃₋₅ > 0,05 p ₄₋₅ > 0,05
Манифестный тиреотоксикоз	16,9 ± 0,709	5,6 ± 0,403 p ₁₋₂ < 0,001	16,3 ± 0,675 p ₁₋₃ > 0,05 p ₂₋₃ < 0,001	5,2 ± 0,397 p ₁₋₄ < 0,001 p ₂₋₄ > 0,05 p ₃₋₄ < 0,001	6,6 ± 0,425 p ₁₋₅ < 0,001 p ₂₋₅ > 0,05 p ₃₋₅ < 0,001 p ₄₋₅ > 0,05
Субклинический тиреотоксикоз	11,1 ± 0,729	5,8 ± 0,516 p ₁₋₂ < 0,001	12,4 ± 0,684 p ₁₋₃ > 0,05 p ₂₋₃ < 0,001	4,1 ± 0,157 p ₁₋₄ < 0,001 p ₂₋₄ < 0,05 p ₃₋₄ < 0,001	5,7 ± 0,306 p ₁₋₅ < 0,001 p ₂₋₅ > 0,05 p ₃₋₅ < 0,001 p ₄₋₅ < 0,05

Примечание. НЛВ, НВЛВ и ВЛВ – левое предсердие между нижними, нижними и верхними, а также между верхними легочными венами соответственно; ПП – правое предсердие.

Установлено, что у крыс в эутиреозе процент распределения площади фиброза в ЛП, ПП и в пучке Бахмана достоверно не различался ($p > 0,05$).

У крыс с манифестным тиреотоксикозом в стенке ЛП между устьями ВЛВ процент фиброза составил в среднем $16,9 \pm 0,70$, между устьями НВЛВ – $5,6 \pm 0,403$ (66,6%, $p < 0,001$), между устьями НЛВ – $16,3 \pm 0,675$ (65,4%, $p < 0,001$). По сравнению с НЛВ процент фиброза в стенке ПП был меньше и равнялся $5,2 \pm 0,397$ (69,1%, $p < 0,001$), а по сравнению с ПП в пучке Бахмана был больше – $6,6 \pm 0,425$ (20,7%, $p > 0,05$).

У крыс с субклиническим тиреотоксикозом в стенке ЛП между устьями ВЛВ процент фиброза составил в среднем $11,1 \pm 0,73$, между устьями ВЛВ – $5,8 \pm 0,516$ (47,6%, $p < 0,001$), а между устьями НЛВ – $12,4 \pm 0,684$ (53,1%, $p < 0,001$). По сравнению с НЛВ процент фиброза в стенке ПП был меньше и равнялся $4,1 \pm 0,157$ (67,0%, $p < 0,001$), а по сравнению с ПП в пучке Бахмана был больше – $5,7 \pm 0,306$ (28,7%, $p < 0,05$).

В таблице 2 приводится сравнительная оценка площади фиброза между устьями ВЛВ, НВЛВ, НЛВ, в стенке ПП, пучке Бахмана и продолжительность ФП у крыс в эутиреозе, субклиническом и манифестном тиреотоксикозе.

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что по сравнению с эутиреозом при манифестном и субклиническом тиреотоксикозе площадь фиброза в стенке ЛП между устьями ВЛВ боль-

ше на 75,8% ($p < 0,001$) и 63,5% ($p < 0,001$), НВЛВ – на 32,6% ($p < 0,001$) и 34,9% ($p < 0,001$), НЛВ – на 77,4% ($p < 0,001$) и 70,3% ($p < 0,001$); ПП – на 24,2% ($p > 0,05$) и 3,7% ($p > 0,05$); пучке Бахмана – на 49,2% ($p < 0,001$) и 12,5% ($p < 0,001$) соответственно. В то же время процент площади фиброза у животных с манифестным и субклиническим тиреотоксикозом оказался более значительным лишь между устьями ВЛВ – на 34,0% ($p < 0,001$) и НЛВ – на 23,7% ($p < 0,001$).

Кроме того, полученные результаты показали, что по сравнению с эутиреодными крысами суммарный процент площади фиброза предсердий при манифестном тиреотоксикозе был больше на 63,1%, ($p < 0,001$) и при субклиническом – на 52,4% ($p < 0,001$) соответственно. Следует отметить, что суммарный процент площади фиброза предсердий при манифестном тиреотоксикозе также больше (на 22,4%), чем при субклиническом ($p < 0,001$).

Анализ связи ФП с фиброзом предсердий показывает коэффициент множественной корреляции (R), равный 0,931 для эутиреозных крыс, 0,978 – для крыс с манифестным тиреотоксикозом, 0,988 – с субклиническим тиреотоксикозом. Долю в вариации частоты пароксизмов ФП (ПФП), обусловленных действием процента фиброза предсердий, показывает коэффициент детерминации (R²), составляющий 0,867, 0,956 и 0,977 соответственно. На адекватность регрессионной модели указывает значение критерия

Таблица 2

Процент распределения фиброза предсердий, частота и продолжительность ФП в группах крыс

Показатели	Эутиреоз (n = 42)	Манифестный тиреотоксикоз (n = 15)	Субклинический тиреотоксикоз (n = 22)
ВЛВ, %	4,1 ± 0,151	16,9 ± 0,709 p ₁₋₂ < 0,001	11,1 ± 0,729 p ₁₋₃ < 0,001 p ₂₋₃ < 0,001
НВЛВ, %	3,8 ± 0,149	5,6 ± 0,403 p ₁₋₂ < 0,05	5,8 ± 0,516 p ₁₋₃ < 0,05 p ₂₋₃ > 0,05
НЛВ, %	3,7 ± 0,150	16,3 ± 0,675 p ₁₋₂ < 0,001	12,4 ± 0,684 p ₁₋₃ < 0,001 p ₂₋₃ < 0,001
ПП, %	3,9 ± 0,152	5,2 ± 0,397 p ₁₋₂ > 0,05	4,1 ± 0,157 p ₁₋₃ > 0,05 p ₂₋₃ > 0,05
Пучок Бахмана, %	3,3 ± 0,110	6,6 ± 0,425 p ₁₋₂ > 0,05	5,7 ± 0,306 p ₁₋₃ > 0,05 p ₂₋₃ > 0,05
Суммарная площадь фиброза предсердий, %	18,7 ± 0,68	50,6 ± 2,5 p ₁₋₂ < 0,001	39,2 ± 2,3 p ₁₋₃ < 0,001 p ₂₋₃ < 0,001
Однородный фиброз, n	30	5	8
Смешанный фиброз, n	12	10	14
		$\chi^2_{1-2} = 5,3$ p ₁₋₂ = 0,022	$\chi^2_{1-3} = 5,9$ p ₁₋₃ = 0,015 $\chi^2_{2-3} = 0,03$ p ₂₋₃ = 0,872
ФП, за 10 мин	4,0 ± 0,26	9,1 ± 0,53 p ₁₋₂ < 0,001	6,9 ± 0,33 p ₁₋₃ < 0,001 p ₂₋₃ < 0,001
Время ПФП, с	12,7 ± 0,30	31,0 ± 0,67 p ₁₋₂ < 0,001	24,0 ± 0,19 p ₁₋₃ < 0,001 p ₂₋₃ < 0,001

Примечание. ПФП – пароксизм фибрилляции предсердий.

Фишера (F) – 49,6 (p < 0,001), 47,8 (p = 0,0003) и 153,9 (p < 0,001) соответственно.

По результатам множественной регрессии выявлено, что у эутиреозных крыс наибольшее значение для увеличения частоты ПФП имеет площадь фиброза в устье НЛВ ($\beta = 0,513$, t = 2,5, p = 0,017), у крыс с манифестным тиреотоксикозом – площадь фиброза в пучке Бахмана ($\beta = 0,596$, t = 2,5, p = 0,028), а с субклиническим тиреотоксикозом – площадь фиброза в устье НЛВ ($\beta = 0,690$, t = 2,8, p = 0,012) и ПП ($\beta = 0,172$, t = 2,3, p = 0,032).

Полученные результаты ROC-анализа числа ПФП с компонентами фиброза предсердий у крыс с эутиреозом, манифестным и субклиническим тиреотоксикозом представлены в таблице 3 и на рисунках 1–3.

В таблице 3 и на рисунке 1 приведены результаты ROC-анализа числа ПФП с компонентами фиброза предсердий у крыс с эутиреозом.

В таблице 3 и на рисунке 2 приведены результаты ROC-анализа числа ПФП с площадью фиброза предсердий у крыс с манифестным тиреотоксикозом.

Проведенный анализ выявил, что при МТ фиброз предсердий может прогнозировать ФП, если его площадь в устье ВЛВ более 17,6% с TPR 75,0% и FPR 66,7% (AUC 0,847 (95% доверительный интервал (ДИ) 0,663–1,0), p < 0,05), НВЛВ – более 5,9% с TPR 76,3% и FPR 100,0% (AUC 0,985 (95% ДИ 0,943–1,0), p < 0,05), НЛВ – более 17,0% с TPR 75,4% и FPR 67,8% (AUC 0,861 (95% ДИ 0,676–1,0), p < 0,05), ПП – более 5,4% с TPR 87,5% и FPR 72,2% (AUC 0,910 (95%

Таблица 3

ROC-анализ частоты ПФП с процентом распределения фиброза предсердий в группах крыс

Показатели		Эутиреоз		Манифестный тиреотоксикоз		Субклинический тиреотоксикоз	
<i>ВЛВ, %</i>							
ПЗ	AUC	> 4,3	0,877	> 17,6	0,847	> 11,5	0,945
TPR	FPR	76,9	71,0	75,0	66,7	87,5	87,0
<i>НВЛВ, %</i>							
ПЗ	AUC	> 4,1	0,928	> 5,9	0,986	> 5,9	0,926
TPR	FPR	76,3	77,4	76,3	100,0	87,0	62,5
<i>НЛВ, %</i>							
ПЗ	AUC	> 4,0	0,944	> 17,0	0,861	> 12,7	0,942
TPR	FPR	76,6	83,9	75,4	67,8	88,1	81,3
<i>ПП, %</i>							
ПЗ	AUC	> 4,07	0,881	> 5,4	0,910	> 4,2	0,949
TPR	FPR	76,2	70,0	87,5	72,2	100,0	68,4
<i>Пучок Бахмана, %</i>							
ПЗ	AUC	> 3,4	0,846	> 6,8	0,958	> 5,8	0,930
TPR	FPR	77,0	93,5	100,0	88,9	87,6	80,0

Примечание. ПЗ – пороговое значение, AUC – area under the curve – площадь под ROC-кривой, TPR – true positive rate – чувствительность, FPR – false positive rate – специфичность.

ДИ 0,774–1,0), $p < 0,05$), а пучка Бахмана – более 6,8% с TPR 100,0% и FPR 88,9% (AUC 0,958 (95% ДИ 0,866–1,0), $p < 0,05$).

В таблице 3 и на рисунке 3 приведены результаты ROC-анализа числа ПФП с площадью фиброза предсердий у крыс с субклиническим тиреотоксикозом.

Обсуждение

На основании полученных данных (см. табл. 1) очевидно, что при эутиреозе происходит равномерное распределение процента фиброза между ЛП и ПП и пучком Бахмана. При манифестном и субклиническом тиреотоксикозе максимальный процент фиброза находится

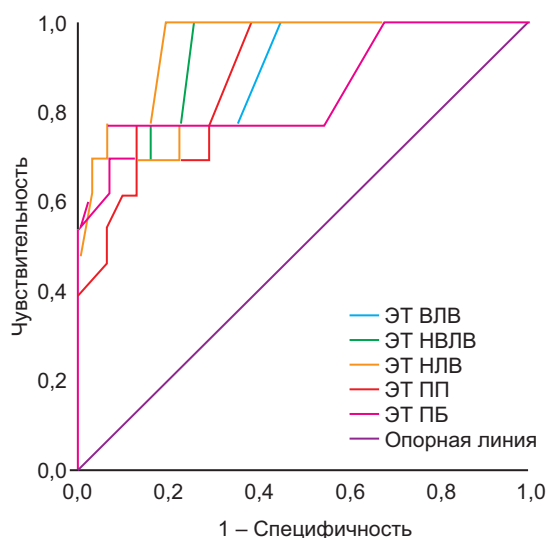


Рис. 1. ROC-кривые, отражающие пороговый характер фиброза предсердий у крыс с ПФП при эутиреозе.

ПБ – пучок Бахмана, ПФП – пароксизм фибрилляции предсердий, ЭТ – эутиреоз

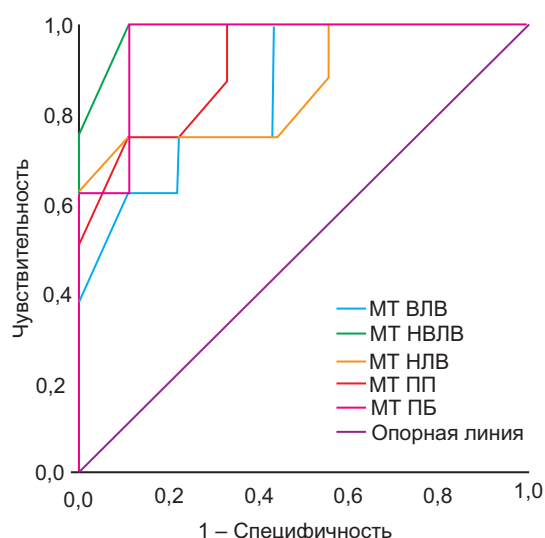


Рис. 2. ROC-кривые, отражающие пороговый характер фиброза предсердий у крыс с ПФП при манифестном тиреотоксикозе.

МТ – манифестный тиреотоксикоз

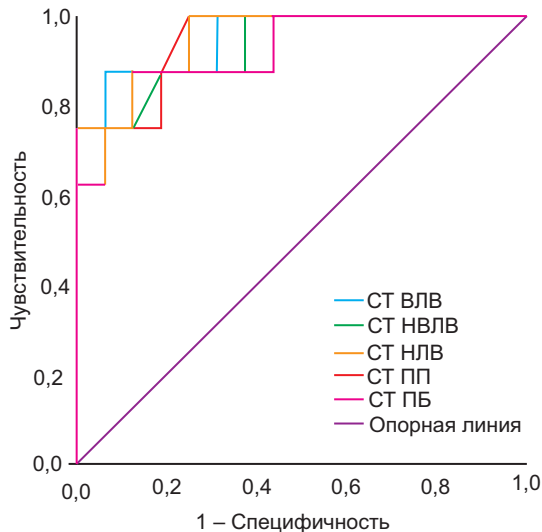


Рис. 3. ROC-кривые, отражающие пороговый характер фиброза предсердий у крыс с ПФП при субклиническом тиреотоксикозе.

СТ – субклинический тиреотоксикоз

в ЛП между устьями ВЛВ и НЛВ. Полученные результаты свидетельствуют о тесной взаимосвязи площади фиброза предсердий с функциональным состоянием гипофизарно-тиреоидной системы.

В результате анализа полученных данных, представленных в таблице 2, очевидно, что при тиреотоксикозе увеличивается площадь фиброза в предсердиях и пучке Бахмана. В то же время более высокий процент фиброза в ЛП между устьями ВЛВ и НЛВ ($p < 0,05$) отличает манифестный тиреотоксикоз от субклинического.

При гистологическом исследовании предсердий все виды фиброза были дифференцированы как периваскулярный, перимускулярный и «фиброз-оплетка». Если в 10 полях зрения чаще встречались периваскулярный или перимускулярный, или «фиброз-оплетка», то их рассматривали как однородный фиброз. Если же в 10 полях зрения чаще встречались периваскулярный, перимускулярный и «фиброз-оплетка», то их рассматривали как смешанный фиброз. Среди крыс в эутиреозном состоянии фиброз предсердий у 30 животных был однородным, у 12 – смешанным. В группе крыс с манифестным тиреотоксикозом число животных с однородным фиброзом составило 5 и со смешанным – 10 ($\chi^2 = 5,3$, $p = 0,022$), а при субклиническом тиреотоксикозе это соотношение равнялось 8 и 14 соответственно ($\chi^2 = 5,9$, $p = 0,015$).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что между фиброзом

предсердий при тиреотоксикозе и ФП есть взаимосвязь, которую выявили полученные данные многофакторного регрессионного анализа (см. табл. 2).

Полученные данные ROC-анализа числа ПФП с компонентами фиброза показывают (см. табл. 3, рис. 1–3), что при эутиреозе фиброз предсердий может прогнозировать ФП, если его площадь в устье ВЛВ составляет более 4,3% с TPR 76,9% и FPR 71,0% (AUC 0,877 (95% ДИ 0,767–0,987), $p < 0,05$), НВЛВ – более 4,1% с TPR 76,3% и FPR 77,4% (AUC 0,928 (95% ДИ 0,854–1,0), $p < 0,05$), НЛВ – более 4,0% с TPR 76,6% и FPR 83,9% (AUC 0,944 (95% ДИ 0,882–1,0), $p < 0,05$), ПП – более 4,07% с TPR 76,2% и FPR 70,0% (AUC 0,882 (95% ДИ 0,781–0,981), $p < 0,05$), а по пучку Бахмана – более 3,4% с TPR 76,6% и FPR 93,5% (AUC 0,846 (95% ДИ 0,700–0,992), $p < 0,05$).

В результате анализа данных, представленных в таблице 3 и на рисунке 3, выявлено, что при субклиническом тиреотоксикозе фиброз предсердий может манифестировать ФП, если его площадь в устье ВЛВ составляет более 11,5% с TPR 87,5% и FPR 87,0% (AUC 0,945 (95% ДИ 0,885–1,0), $p < 0,05$), НВЛВ – более 5,9% с TPR 87,0% и FPR 62,5% (AUC 0,926 (95% ДИ 0,818–1,0), $p < 0,05$), НЛВ – более 12,7% с TPR 88,1% и FPR 81,3% (AUC 0,942 (95% ДИ 0,860–1,0), $p < 0,05$), ПП – более 4,2% с TPR 100,0% и FPR 68,4% (AUC 0,949 (95% ДИ 0,866–1,0), $p < 0,05$), пучке Бахмана – более 5,8% с TPR 87,6% и FPR 80,0% (AUC 0,930 (95% ДИ 0,816–1,0), $p < 0,05$).

Заключение

Таким образом, фиброз имеет свои особенности в зависимости от тиреоидной функции. Выявлено, что при эутиреозе площадь фиброза предсердий равномерно распределяется по предсердиям и пучку Бахмана. Установлено, что при субклиническом и манифестном тиреотоксикозе максимальный процент фиброза предсердий находится в устье верхних и нижних легочных вен. Обнаружена четкая связь между уровнем тиреоидных гормонов, площадью фиброза предсердий и количеством пароксизмов ФП.

Сравнение экспериментальных животных в смоделированных состояниях эутиреоза, субклинического и манифестного тиреотоксикоза позволило выявить характерные особенности площади и гистологической картины фиброза предсердий. Выявлена взаимосвязь между

функциональным состоянием щитовидной железы и фиброзом предсердий.

Установлено, что по сравнению с крысами в состоянии эутиреоза при субклиническом тиреотоксикозе площадь фиброза предсердий больше на 52,4% ($p < 0,001$) и при манифестном тиреотоксикозе – на 63,1%, ($p < 0,001$). У 30 животных с эутиреозом фиброз имеет однородную гистологическую структуру, а у 12 – смешанную. При субклиническом тиреотоксикозе это соотношение составило 8 и 14 ($\chi^2 = 5,9$, $p = 0,015$), а при манифестном тиреотоксикозе – 5 и 10 ($\chi^2 = 5,3$, $p = 0,022$).

Установлено, что частота ПФП при эутиреозе зависит от площади фиброза в устье НЛВ ($\beta = 0,513$, $t = 2,5$, $p = 0,017$); при субклиническом тиреотоксикозе – от площади фиброза в устье НЛВ ($\beta = 0,690$, $t = 2,8$, $p = 0,012$) и ПП ($\beta = 0,172$, $t = 2,3$, $p = 0,032$); при манифестном тиреотоксикозе – от площади фиброза в пучке Бахмана ($\beta = 0,596$, $t = 2,5$, $p = 0,028$).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

- Quah J.X., Dharmapriani D., Tiver K., Lahiri A., Hecker T., Perry R. et al. Atrial fibrosis and substrate based characterization in atrial fibrillation: time to move forwards. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2021; 32 (4): 1147–1160. DOI: 10.1111/jce.14987
- Драпкина О.М., Емельянов А.В. Фиброз и фибрилляция предсердий – механизмы и лечение. *Артериальная гипертензия.* 2013; 19 (6): 487–494. DOI: 10.18705/1607-419X-2013-19-6-487-494
Drapkina O.M., Emelyanov I.M. Atrial fibrosis and fibrillation – mechanisms and treatment. *Arterial'naya Gipertenziya (Arterial Hypertension).* 2013; 19 (6): 487–494 (in Russ.). DOI: 10.18705/1607-419X-2013-19-6-487-494
- Мосейчук К.А., Синяева А.С., Филиппов Е.В. Маркеры фиброза миокарда у пациентов с фибрилляцией предсердий. *Доктор.Ру.* 2020; 19 (5): 14–18. DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-5-14-18
Moseychuk K.A., Sinyayeva A.S., Filippov E.V. Markers of myocardial fibrosis in patients with atrial fibrillation. *Doctor. Ru.* 2020; 19 (5): 14–18 (in Russ.). DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-5-14-18
- Рахматуллово Р.Ф., Кондратьева К.П., Шеина А.Е., Деметьева Р.Е., Рахматуллово Ф.К. Изменения сердечного ритма при нарушении баланса гормонов щитовидной железы и ее морфологии у беспородных крыс. *Кардиология.* 2024; 64 (10): 24–31. DOI: 10.18087/cardio.2024.10.n2675
Rakhmatullovo R.F., Kondratieva K.P., Sheina A.E., Dementieva R.E., Rakhmatullovo F.K. Changes of the heart rhythm in imbalance of thyroid gland hormones and its morphology in outbred rats. *Kardiologiya.* 2024; 64 (10): 24–31 (in Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2024.10.n2675
- Sagris M., Vardas E.P., Theofilis P., Antonopoulos A.S., Oikonomou E., Tousoulis D. Atrial fibrillation: pathogenesis, predisposing factors, and genetics. *Int. J. Mol. Sci.* 2021; 23 (1): 6. DOI: 10.3390/ijms23010006
- Григорян С.В., Азарапетыан Л.Г., Адамян К.Г. Миокардиальный фиброз и фибрилляция предсердий. *Российский кардиологический журнал.* 2018; 9. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-9-71-76
Grigoryan S.V., Azarapetyan L.G., Adamyan K.G. Myocardial fibrosis and atrial fibrillation. *Russ. J. Cardiol.* 2018; 23 (9): 71–76 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2018-9-71-76
- Tribulova N., Kurahara L.H., Hlivak P., Hirano K., Szeiffova Bacova B. Pro-Arrhythmic signaling of thyroid hormones and its relevance in subclinical hyperthyroidism. *Int. J. Mol. Sci.* 2020; 21 (8): 2844. DOI: 10.3390/ijms21082844
- Ferreira M., Geraldies V., Felix A.C., Oliveira M., Laranjo S., Rocha I. Advancing atrial fibrillation research: the role of animal models, new technologies and challenges for translational medicine. *Biomedicine.* 2025; 13 (2): 307. DOI: 10.3390/biomedicine13020307
- Ramirez R.J., Bergman S.J., Masri J.A. Experimental and computational models of atrial fibrillation, from supraventricular tachycardia to cardiac resynchronization therapy. London: IntechOpen; 2024. DOI: 10.5772/intechopen.113726
- Вайханская Т.Г., Коптюх Т.М., Козлов И.Д., Фролов А.В. Межпредсердная блокада и электрокардиографические параметры аномальной Р волны как неинвазивные предикторы фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии.* 2024; 31 (2): 24–34. DOI: 10.35336/VA-1329
Vaikhanskaya T.G., Koptiukh T.M., Kozlov I.D., Frolov A.V. Interatrial block and abnormal P-wave electrocardiographic parameters as non-invasive predictors of atrial fibrillation. *Journal of Arrhythmology.* 2024; 31 (2): 24–34 (in Russ.). DOI: 10.35336/VA-1329
- Волошан О.А., Горшков Д.А., Петрова О.В., Иванов П.А., Никулина Д.М. Определение показателей крови лабораторных крыс с формированием регионального протокола для экспериментальных исследований. *Астраханский медицинский журнал.* 2023; 18 (2): 47–54. DOI: 10.29039/1992-6499-2023-2-47-54
Voloshan O.A., Gorshkov D.A., Petrova O.V., Ivanov P.A., Nikulina D.M. Determination of blood parameters of laboratory rats with the formation of a regional protocol for experimental studies. *Astrakhan Medical Journal.* 2023; 18 (2): 47–54 (in Russ.). DOI: 10.29039/1992-6499-2023-2-47-54
- Крыжановский С.А., Цорин И.Б., Ионова Е.О., Вититнова М.Б., Симоненко С.А., Колик Л.Г. Синдром «праздничное сердце» у крыс: особенности микроциркуляции, функционального состояния и анатомии сердца. *Фармакокинетика и фармакодинамика.* 2024; 2: 26–33. DOI: 10.37489/2587-7836-2024-2-26-33
Kryzhanovskii S.A., Tsorin I.B., Ionova E.O., Vititnova M.B., Simonenko S.A., Kolik L.G. "Holiday heart" syndrome in rats: Features of microcirculation, functional state and anatomy of the heart. *Farmakokinetika i farmakodinamika = Pharmacokinetics and pharmacodynamics.* 2024; 2: 26–33 (in Russ.). DOI: 10.37489/2587-7836-2024-2-26-33
- Абрашова Т.В., Соколова А.П., Селезнева А.И., Хуттунен О.Э., Макарова М.Н., Макаров В.Г. Вариабельность биохимических и гематологических показателей у лабораторных крыс в зависимости от линии и возраста. *Международный вестник ветеринарии.* 2010; 2: 55–60.

- Abrashova T.V., Sokolova A.P., Selezneva A.I., Huttunen O.E., Makarova M.N., Makarov V.G. Variability of biochemical and hematological parameters in laboratory rats depending on the line and age. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2010; 2: 55–60 (in Russ).
14. Дементьева Р.Е., Рахматуллов Ф.К., Шеина А.Е., Баранов А.В., Бибарсова А.М. Морфологические и электрокардиографические критерии при фиброзе миокарда и фибрилляции предсердий. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2024; 2: 73–84. DOI: 10.21685/2072-3032-2024-2-7
- Dementeva R.E., Rakhmatullov F.K., Sheina A.E., Baranov A.V., Bibarsova A.M. Morphological and electrocardiographic criteria for myocardial fibrosis and atrial fibrillation. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki = University proceedings. Volga region. Medical sciences*. 2024; 2: 73–84 (in Russ.). DOI: 10.21685/2072-3032-2024-2-77
15. Ионин В.А., Заславская Е.Л., Барашкова Е.И., Павлова В.А., Борисов Г.И., Аверченко К.А. и др. Молекулярные механизмы формирования фиброза миокарда левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий и метаболическим синдромом: какие биомаркеры использовать в клинической практике? *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26 (7): 4579. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4579
- Ionin V.A., Zaslavskaya E.L., Barashkova E.I., Pavlova V.A., Borisov G.I., Averchenko K.A. et al. Molecular mechanisms of left atrial myocardial fibrosis formation in patients with atrial fibrillation and metabolic syndrome: what biomarkers to use in clinical practice? *Russ. J. Cardiol*. 2021; 26 (7): 4579 (in Russ). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4579
16. Марусенко И.М., Петрова Е.Г. Тиреотоксикоз и фибрилляция предсердий. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2017; 13 (3): 398–402. DOI: 10.20996/1819-6446-2017-13-3-398-402
- Marusenko I.M., Petrova E.G. Hyperthyroidism and atrial fibrillation. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2017; 13 (3): 398–402 (in Russ). DOI: 10.20996/1819-6446-2017-13-3-398-402
17. Демидова Т.Ю., Дроздова И.Н. Влияние субклинического тиреотоксикоза на сердечно-сосудистую систему. *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*. 2015; 11 (2): 33–37. DOI: 10.14341/ket2015233-37
- Demidova T.Y., Drozdova I.N. Influence of subclinical hyperthyroidism on the cardiovascular system. *Clinical and experimental thyroidology*. 2015; 11 (2): 33–37 (in Russ.). DOI: 10.14341/ket2015233-37
18. Абишева З.С., Журунова М.С., Даутова М.Б., Жетписбаева Г.Д., Ерлан А. Влияние крови молодых особей на показатели крови взрослых крыс в условиях эксперимента. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2017; 1–2: 228–231.
- Abisheva Z.S., Zhurunova M.S., Dautova M.B., Zhetpisbaeva G.D., Erlan A. Influence of young individuals blood to the adult rats blood indicators under experimental conditions. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2017; 1–2: 228–231 (in Russ).

Поступила 12.05.2025

Принята к печати 02.06.2025

Рубрика: клиническая электрофизиология

© Д.С. ФОМИНА, А.Г. ФИЛАТОВ, Р.З. ШАЛОВ, А.А. САПАРБАЕВ, Ф.В. СМАЗНОВ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.313.2-039.31-089

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.2.5

ВЛИЯНИЕ АНАТОМИИ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ И ВАРИАНТОВ ВПАДЕНИЯ ЛЕГОЧНЫХ ВЕН НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕРВЕНЦИОННОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАРОКСИЗМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Тип статьи: обзорная статья

Д.С. Фомина, А.Г. Филатов, Р.З. Шалов, А.А. Сапарбаев, Ф.В. Смазнов

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

Фомина Дарья Сергеевна, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0002-5211-2237,
e-mail: giffomina@gmail.com

Филатов Андрей Геннадьевич, д-р мед. наук, заведующий отделом; orcid.org/0000-0002-7026-7814

Шалов Руслан Замирович, канд. мед. наук, мл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-4403-2536

Сапарбаев Айдин Акматбекович, мл. науч. сотр.; orcid.org/0000-0003-2478-501X

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

Цель – оценка влияния анатомических особенностей левого предсердия (ЛП) и вариантов впадения легочных вен (ЛВ) на эффективность интервенционного лечения пациентов с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий (ФП).

Материал и методы. В одноцентровое проспективное исследование были включены 248 пациентов с пароксизмальной формой ФП, прошедших катетерную абляцию в период с 2023 по 2024 г. Применялись современные методы визуализации, такие как мультиспиральная компьютерная томография, чреспищеводная и трансторакальная эхокардиография, а также электроанатомическое картирование. Оценивались морфологические параметры ЛП и ЛВ: количество устьев ЛВ, их диаметр, форма, наличие общего ствола или добавочных вен. Пациентам выполняли радиочастотную или криобаллонную абляцию. Результаты оценивали по наличию рецидивов ФП на сроках 3, 6 и 12 мес после процедуры.

Результаты. Типичная анатомия ЛП и ЛВ встречалась у 56,1% пациентов, атипичная анатомия – у 43,9%. Среди последних были выявлены: добавочные ЛВ (13,3%), общий ствол ЛВ (10,1%) и комбинированные варианты анатомии (20,5%). Общая частота рецидивов ФП в течение 12 мес составила 14,1%, причем она была достоверно выше у пациентов с атипичной анатомией впадения ЛВ ($p = 0,0049$). Наиболее высокая частота рецидивов отмечена при наличии добавочных вен (28,6%, $p = 0,0045$) и комбинированных анатомических вариантов (20%, $p = 0,0346$). У пациентов с типичной анатомией рецидивы регистрировались лишь в 8,5% случаев. Также выявлена связь между увеличенными размерами ЛП и сниженной фракцией выброса с вероятностью рецидива.

Заключение. Анатомические особенности ЛП и ЛВ являются значимыми предикторами исхода интервенционного лечения ФП. Предоперационная оценка морфологии с использованием компьютерной томографии и эхокардиографии позволяет индивидуализировать тактику абляции и снизить риск рецидивов. Дальнейшие исследования необходимы для разработки предиктивных моделей, учитывающих анатомические параметры.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, легочные вены, анатомия, катетерная абляция, рецидив, интервенционное лечение

IMPACT OF LEFT ATRIAL ANATOMY AND PULMONARY VEIN VARIANTS ON THE EFFECTIVENESS OF INTERVENTIONAL TREATMENT OF PAROXYSMAL ATRIAL FIBRILLATION

D.S. Fomina, A.G. Filatov, R.Z. Shalov, A.A. Saparbaev, F.V. Smaznov

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

Darya S. Fomina, Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0002-5211-2237, e-mail: giffomina@gmail.com

Andrey G. Filatov, Dr. Med. Sci., Head of the Department; orcid.org/0000-0002-7026-7814

Ruslan Z. Shalov, Cand. Med. Sci., Junior Researcher; orcid.org/0000-0002-4403-2536

Aydin A. Saparbaev, Junior Researcher; orcid.org/0000-0003-2478-501X

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

Objective. To evaluate the impact of left atrial anatomical features and pulmonary vein variants on the effectiveness of interventional treatment in patients with paroxysmal atrial fibrillation (AF).

Material and methods. A single-center prospective study included 248 patients with paroxysmal AF who underwent catheter ablation in 2023–2024. Advanced imaging techniques were used, including multislice computed tomography, transesophageal and transthoracic echocardiography, and electroanatomical mapping. Morphological parameters of the left atrium (LA) and pulmonary veins (PVs) were assessed: number of PV ostia, their diameter, shape, presence of a common trunk or accessory veins. Patients underwent either radiofrequency or cryoballoon ablation. Outcomes were evaluated based on recurrence of AF at 3, 6, 12 months post-procedure.

Results. Typical left atrial and pulmonary vein anatomy was observed in 56.1% of patients, while atypical anatomy was found in 43.9%. Among the latter, the most common variants included accessory pulmonary veins (13.3%), a common pulmonary vein trunk (10.1%), and combined anatomical variants (20.5%). The overall 12-month recurrence rate of AF was 14.1%, with a significantly higher rate among patients with atypical PV anatomy ($p = 0.0049$). The highest recurrence rates were observed in patients with accessory veins (28.6%, $p = 0.0045$) and combined anatomical variants (20%, $p = 0.0346$). In patients with typical anatomy, recurrence occurred in only 8.5% of cases. Additionally, an association was found between enlarged left atrial size, reduced ejection fraction, and recurrence risk.

Conclusion. The anatomical features of the left atrium and pulmonary veins are significant predictors of the outcome of interventional treatment for AF. Preoperative morphological assessment using computed tomography assesses the risk of recurrence. Further studies are needed to develop predictive models that incorporate anatomical parameters.

Keywords: atrial fibrillation, pulmonary veins, anatomy, catheter ablation, recurrence, interventional treatment

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее распространенная наджелудочковая тахикардия, ассоциированная с повышенным риском тромбоэмболических осложнений, сердечной недостаточности и смертности. По последним данным, ФП встречается у 1–2% населения, но с возрастом ее распространенность резко возрастает, достигая 12% у лиц старше 80 лет. При этом многие случаи, особенно пароксизмальной формы, остаются не зарегистрированными [1].

Фибрилляция предсердий классифицируется на четыре основные формы: пароксизмальная, персистирующая, длительно персистирующая и постоянная. Однако последние данные Европейской ассоциации сердечного ритма предлагают стадийное представление о ФП как о прогрессирующем заболевании, акцентируя внимание на профилактике и раннем выявлении [2].

Современная стратегия лечения ФП включает медикаментозную терапию, а также инвазивные методы лечения, в первую очередь – катетерную абляцию с изоляцией устьев легочных вен (ЛВ).

Механизмы возникновения и поддержания ФП многофакторны. На ранних этапах основную роль играет триггерная активность, преимущественно из устьев ЛВ. Эти зоны характеризуются повышенным автоматизмом или активностью. Нарушения реполяризации, фиброз миокарда, асинхронная активация и ремоделирование предсердий также способствуют поддержанию аритмии. Доказано, что в структуре ЛВ присутствуют мышечные муфты и миокардиальные рукава, обладающие уникальными электрофизиологическими свойствами, делающими их аритмогенными [3].

Структурные изменения, такие как дилатация предсердий и фиброз, являются не только

следствием, но и фактором прогрессирования ФП. Этим изменениям способствуют воспаление, окислительный стресс, активация миофибробластов и даже жировая инфильтрация миокарда. Важную роль играет также вегетативная нервная система, модулирующая частоту и тяжесть приступов [4].

Анатомические особенности впадения ЛВ и морфология левого предсердия (ЛП) могут влиять на эффективность лечения, однако данный аспект остается недостаточно изученным. Типичная анатомия ЛП и ЛВ представляет собой четыре отдельных устья ЛВ, но у значительной доли пациентов выявляются атипичные анатомические варианты: общий ствол ЛВ, добавочные вены, объединенные устья, вестибулы и комбинации этих вариантов. Такие особенности могут существенно влиять на само интервенционное лечение и на его исходы. Эпикардальные соединения ЛВ с другими участками предсердий, включая связку Маршалла, также участвуют в патогенезе ФП и требуют учета при планировании интервенционного вмешательства [5, 6].

Методика изоляции ЛВ направлена на предотвращение распространения триггерной активности из ЛВ в ЛП. Интервенционные подходы к лечению ФП, такие как радиочастотная и криобаллонная абляция, стали «золотым стандартом» для симптоматических пациентов. Радиочастотная абляция эволюционировала от точечных воздействий до сложных алгоритмов, учитывающих силу контакта, глубину поражения и топографию проводящей системы [7]. Системы электроанатомического картирования (ЭАК) позволяют создавать высокоточные 3D-модели сердца, значительно повышая эффективность и безопасность вмешательств [8, 9]. Криобаллонная абляция менее зависима от анатомических вариантов, но может быть ограничена при больших диаметрах ЛВ [10].

Однако, несмотря на техническое совершенствование, уровень рецидивов ФП после катетерной абляции остается высоким – по различным данным, от 20 до 50% в течение 12 мес. Причины рецидивов могут быть связаны с восстановлением проводимости между ЛВ и ЛП, субоптимальной абляцией, а также анатомическими особенностями самих ЛВ и ЛП. Становится очевидным, что морфология и морфометрия ЛВ являются не только техническим препятствием при абляции, но и важными предикторами ее неэффективности.

Метаанализ D. Qi, J. Zhang подтвердил значимость диаметра вен в прогнозировании рецидивов ФП, а анатомическая вариабельность ЛВ была обнаружена у 38% обследованных образцов, что указывает на высокую клиническую значимость анатомической оценки перед вмешательством [11]. Кроме того, современные методы визуализации, такие как мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и ЭАК, становятся неотъемлемыми в планировании эффективной абляции.

Таким образом, анатомия ЛВ – от структуры, количества и угла впадения ЛВ до диаметра и овальности устьев – играет ключевую роль в успехе интервенционного лечения ФП. Это обуславливает необходимость тщательной предоперационной визуализации и индивидуализированного подхода к каждому пациенту.

Цель исследования – оценить влияние анатомии ЛП и вариантов впадения ЛВ на эффективность интервенционного лечения у пациентов с пароксизмальной формой ФП.

Материал и методы

В одноцентровое проспективное исследование включены 248 пациентов с пароксизмальной формой ФП, прошедших интервенционное лечение в НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева в 2023–2024 гг. Все пациенты дали письменное информированное согласие. Средний возраст составил $59,9 \pm 10,8$ года. 54% участников были мужского пола (табл. 1).

Критерии включения: возраст старше 18 лет; пароксизмальная форма ФП, подтвержденная ЭКГ и/или суточным мониторингом; отсутствие тромба в ЛП по данным чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭхоКГ); отсутствие тяжелой структурной патологии сердца; согласие на участие в исследовании.

Критерии исключения: персистирующая и постоянная формы ФП; фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) менее 35%; выраженные клапанные пороки; ранее перенесенные вмешательства на ЛП или ЛВ.

Методы визуализации и анатомической оценки

Мультиспиральная компьютерная томография сердца (64-срезовая): использовалась для оценки анатомии ЛВ и ЛП – определяли количество устьев, их диаметр, форму (круглая/

Таблица 1

Основные параметры по группам

Параметр	1-я группа	2-я группа	3-я группа
ЭхоКГ-размеры ЛП (апикально), мм	43,8 ± 5,4	44,2 ± 6,6	44,2 ± 5,4
ФВ ЛЖ по Симпсону, %	60,5 ± 5,1	59,6 ± 5,8	60,9 ± 6,7
краниокаудальный, мм	63,7 ± 6,8	63,5 ± 6,6	62,4 ± 6,2
передне-задний, мм	43,8 ± 6,5	42,1 ± 7,5	42,2 ± 7,1
медиолатеральный, мм	63,1 ± 8,3	63,3 ± 9,4	63,8 ± 8,3
диаметр ПВЛВ, мм	19,4 ± 3,0	19,1 ± 3,3	18,8 ± 2,9
диаметр ПНЛВ, мм	18,0 ± 3,3	18,7 ± 14,4	16,9 ± 3,2
диаметр ЛВЛВ, мм	18,0 ± 3,0	18,2 ± 2,9	17,7 ± 2,9
диаметр ЛНЛВ, мм	17,0 ± 2,4	16,9 ± 2,8	16,7 ± 2,4
Время процедуры, мин	118,9 ± 33,6	90,6 ± 23,8	99,9 ± 20,3
Время аблации, с	1151,2 ± 320,9	887,6 ± 78,8	1408,3 ± 227,6
Доза рентгеновского излучения	2,4 ± 0,9	2,7 ± 0,5	17,6 ± 2,8

овальная), наличие общего ствола, дополнительных вен.

Трансторакальная и ЧПЭхоКГ: измеряли размеры ЛП, ФВ ЛЖ по Симпсону, исключали внутриполостные тромбы.

Электроанатомическое картирование (ЭАК): использовались три навигационные системы – CARTO 3 (Biosense Webster), NavX EnSite Precision (Abbott) и Rhythmia (Boston Scientific). Они позволяют построить 3D-анатомическую модель ЛП, а также интегрировать изображения КТ/МРТ. Эволюция показателей аблации, включающих мощность, продолжительность аблации и силу контакта в одну формулу для оценки качества повреждения, еще больше усилила эффективность систем ЭАК. Радиочастотная аблация с использованием аблационных катетеров с датчиком контактного усилия в сочетании с индикаторами качества и трансмуральности поражения позволяет автоматически пометать точки аблации для интерактивного анализа местоположения и качества радиочастотных поражений.

Методы интервенционного лечения

Радиочастотная аблация (51%): проводилась точечная изоляция устьев ЛВ с применением орошаемых радиочастотных катетеров. Контролировалась контактная сила (10–20 г), энергия 40–45 Вт. Выполнялся контроль изоляции каждого устья ЛВ по электрофизиологическим критериям (блок входа–выхода).

Криобаллонная аблация (39%) выполнялась с использованием 28 мм криобаллона.

В устье каждой ЛВ вводился баллон, достигалась его полная окклюзия с контролем положения с помощью инъекции контраста. Температура замораживания достигала -40°C ... -50°C , продолжительность аппликации – 180–240 с. Контроль изоляции проводился с использованием диагностического циркулярного катетера внутри вены.

Аблация с применением Lasso (10%) включала регистрацию электрической активности ЛВ с использованием циркулярного диагностического катетера Lasso. На основании картирования выполнялась точечная сегментарная аблация устьев триггерных вен с последующей проверкой их полной изоляции.

Оценка исходов:

- рецидив ФП определяли по результатам ЭКГ и 24–48-часового холтеровского мониторинга через 3, 6 и 12 мес после изоляции ЛВ;
- рецидив определяли как эпизод ФП более 30 с вне «слепого» периода (первые 3 мес);
- фиксировались клинические параметры: длительность процедуры, индукция аритмии, выполнение ЭИТ после операции для восстановления ритма, доза излучения.

Статистическая обработка

Анализ выполняли с использованием Python (pandas, scipy, seaborn). Использовались методы описательной статистики, сравнение количественных данных (t-тест, ANOVA), категориальных переменных (χ^2), метод регрессии Кокса. Результаты визуализированы в виде графиков и таблиц.

Диагностическая точность методов

МСКТ демонстрирует высокую чувствительность (до 94%) в определении анатомических вариантов ЛВ. ЭАК обеспечивает точную визуализацию во время аблации, что особенно критично при атипичной анатомии. ICE (интракардиальная эхография) применялась в отдельных случаях для визуального контроля пункции межпредсердной перегородки (МПП).

Таким образом, исследование было комплексным и включало оценку анатомии с применением современных методов визуализации, трех различных подходов к изоляции ЛВ и клинического наблюдения до 12 мес.

Результаты

Средний возраст пациентов составил $59,9 \pm 10,8$ года (от 19 до 78 лет), 54% были мужского пола. Типичная анатомия ЛПП наблюдалась у 56,1% пациентов, атипичная – у 43,9%, из которых добавочные ЛВ имели 13,3% пациентов, общий ствол – 10,1%, комбинированные варианты анатомии – 20,5%.

Рецидивы ФП в течение 12 мес зафиксированы у 14,1% пациентов. Распределение по срокам: до 3 мес – 5,2%, до 6 мес – 4,4%, до 12 мес – 4,4%.

Наибольшая частота рецидивов наблюдалась при атипичной анатомии (табл. 2).

Общая частота рецидивов при типичной анатомии составила 8,5%, тогда как у пациентов с атипичными вариантами она достигала 28,6% (дополнительная ЛВ), 18,2% (общий ствол) и 20,0% (комбинированные формы).

Сравнительный анализ показал статистически значимые различия между типичной и атипичной анатомией:

- $p = 0,0047$ при обобщенном сравнении всех атипичных форм с типичной анатомией;
- наибольшую значимость продемонстрировала группа с дополнительной ЛВ ($p = 0,0045$) и комбинированной анатомией ($p = 0,0346$);
- различия в группе с общим стволом оказались статистически незначимыми ($p = 0,25$).

Средняя ФВ по Симпсону составила $60,1 \pm 5,8\%$. У пациентов с рецидивом ФП ФВ была ниже (в среднем 56,8%), чем у тех, у кого рецидивов не было (61,2%, $p < 0,05$). Также отмечена тенденция к большему размеру ЛПП у пациентов с рецидивами (средний размер 49,3 мм против 45,1 мм).

Обсуждение

Анатомические особенности ЛПП и ЛВ играют ключевую роль в эффективности катетерной аблации при лечении ФП. Наше исследование подтвердило, что наличие атипичной анатомии впадения ЛВ в ЛПП ассоциируется с повышенной частотой рецидивов ФП после аблации. Эти данные согласуются с результатами других исследований, подчеркивающих значимость предоперационной оценки анатомии ЛПП и ЛВ для оптимизации результатов лечения.

В исследовании К. Kiuchi et al. было показано, что вариантная анатомия топографии ЛВ на МСКТ является предиктором рецидива ФП после аблации [6].

В. Xu et al. выявили, что наличие левого общего ствола ЛВ предсказывает более благоприятный исход только при повторной аблации [10].

Также известно, что при использовании криобаллонной аблации сложные анатомические формы (например, общий ствол и крупные вены) могут препятствовать достижению полной трансмуральной изоляции, что повышает риск рецидива [10]. Аналогичные выводы сделаны в обзоре Р. Kirchhof et al., где подчеркивается значимость индивидуализации процедуры на основании оценки МСКТ [13].

Согласно метаанализу D. Qi, J. Zang, пациенты с рецидивом ФП после радиочастотной аблации имели достоверно больший диаметр ЛВ по сравнению с пациентами без рецидивов ($СЗ = 0,33$ мм, $p = 0,04$). Авторы предполагают, что даже небольшое увеличение диаметра вен может ассоциироваться с более высокой триггерной активностью и сложностью при изоляции этих вен [11].

Таблица 2

Частота рецидивов ФП в зависимости от варианта анатомии ЛПП и ЛВ

Группа	Число пациентов, n	Рецидивы, n	Частота рецидивов, %
Типичная анатомия	139	11	8,5
Добавочная легочная вена	33	9	28,6
Общий ствол	25	4	18,2
Комбинированная анатомия	51	10	20,0

Исследование E.M. Marom et al. на 100 анатомических препаратах показало, что 38% исследуемых сердец имели вариантную анатомию вен, включая дополнительную правую средне-долевую вену (28%) и общий левый ствол (16%). При этом вариантные вены были достоверно более овальными (индекс овальности более 1,2) и ассоциировались с более трудной изоляцией и нестабильным положением катетера [14].

S. Abbara et al. подчеркивают важность МСКТ в планировании интервенционного лечения пациентов с ФП. Компьютерная томография позволяет не только выявить морфологию ЛП и ЛВ, но и точно измерить диаметр устьев, определить форму (овальную, круглую), а также оценить соотношение с окружающими структурами (пищевод, венозные синусы), что особенно важно для снижения риска осложнений, таких как предсерно-пищеводные фистулы или стенозы ЛВ [15].

Ряд работ подтверждает, что наличие общего ствола ЛВ, дополнительных ЛВ или раннего их разделения приводит к меньшей эффективности криоабляции [16–18]. Так, в нашей выборке у пациентов с левым общим стволом рецидивы ФП наблюдались в 28,6% случаев, тогда как при типичной анатомии – лишь в 8,5% случаев.

Все вышеуказанные данные указывают на необходимость обязательной предоперационной КТ-оценки морфологии ЛП и ЛВ с целью индивидуализации тактики лечения. Пациенты с вариантной анатомией нуждаются в более тщательной навигации, возможно – выборе альтернативной технологии. Также при наличии более широких вен следует учитывать необходимость использования баллонов с изменяемым диаметром (31 мм вместо стандартных 28 мм) [19, 20].

Таким образом, анатомические характеристики ЛВ и ЛП должны стать одним из ключевых параметров при планировании абляции. Использование мультимодальной визуализации (МСКТ, МРТ, ЭАК) и расширенных анатомических классификаций может способствовать не только повышению эффективности лечения, но и снижению частоты рецидивов и осложнений.

Заключение

Анатомические особенности ЛП и ЛВ – значимые факторы, влияющие на исход интервенционного лечения ФП. Предпроцедурная оценка морфологии с использованием КТ и ЭхоКТ должна учитываться при планировании метода абляции для каждого пациента.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

1. Atrial fibrillation – diagnosis and management. Effective date: July 26, 2023. <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/health/practitioner-pro/bc-guidelines/doctorsbc-afib-guideline.pdf> (дата обращения 23.06.2025/accessed June 23, 2025).
2. Tzeis S., Gerstenfeld E.P., Kalman J., Nattel S., Rotter M., Duytschaever M. et al. 2024 European Heart Rhythm Association/Heart Rhythm Society/Asia Pacific Heart Rhythm Society/Latin American Heart Rhythm Society expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Europace*. 2024; 26 (4): euae043. DOI: 10.1093/europace/euae043
3. Haïssaguerre M., Jaïs P., Shah D.C., Garrigue S., Hocini M., Clémenty J., Le Métayer P. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N. Engl. J. Med.* 1998; 339 (10): 659–666. DOI: 10.1056/NEJM199809033391003
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. Anatomic-functional remodeling of the left atrium in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation after cryoballoon pulmonary vein isolation. *Creative Cardiology*. 2024; 18 (1): 59–72 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-1-59-72
5. Ревишвили А.Ш., Макаренко В.Н., Александрова С.А. Оценка морфологии легочных вен у пациентов с фибрилляцией предсердий с использованием компьютерной томографии. *Вестник аритмологии*. 2006; 45: 42–48.
Revishvili A.S., Makarenko V.N., Alexandrova S.A. Evaluation of pulmonary vein morphology in patients with atrial fibrillation using computed tomography. *Vestn. Aritmol.* 2006; 45: 42–48. (in Russ.).
6. Kiuchi K., Yoshida A., Takei A., Saitoh K., Watanabe T., Nakamura K. et al. Topographic variability of the left atrium and pulmonary veins assessed by 3D-CT predicts the recurrence of atrial fibrillation after catheter ablation. *J. Arrhythm.* 2015; 31 (5): 286–292. DOI: 10.1016/j.joa.2015.03.006
7. Calkins H., Hindricks G., Cappato R., Kim Y.H., Saad E.B., Aguinaga L. et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: Executive summary. *J. Arrhythm.* 2017; 33 (5): 369–409. DOI: 10.1016/j.joa.2017.08.001
8. Honarbakhsh S., Schilling R.J., Dhillon G., Ullah W., Keating E., Providência R. et al. A novel mapping system for panoramic mapping of the left atrium: application to detect and characterize localized sources maintaining atrial fibrillation. *JACC Clin. Electrophysiol.* 2018; 4 (2): 124–134. DOI: 10.1016/j.jacep.2017.07.022
9. Sporton S.C., Earley M.J., Nathan A.W., Schilling R.J. Electroanatomic versus fluoroscopic mapping for catheter ablation procedures: a prospective randomized study. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2004; 15 (3): 310–315. DOI: 10.1046/j.1540-8167.2004.03444.x
10. Xu B., Xing Y., Xu C., Li M., Huang H., Zhao X. et al. A left common pulmonary vein: anatomical variant predicting

- good outcomes of repeat catheter ablation for atrial fibrillation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2019; 30 (5): 717–726. DOI: 10.1111/jce.13876
11. Qi D., Zhang J. Relationship between anatomical characteristics of pulmonary veins and atrial fibrillation recurrence after radiofrequency catheter ablation: a systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2023; 10: 1235433. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1235433
 12. 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 predictors of recurrence in patients after cryoballoon pulmonary vein isolation with different forms of atrial fibrillation. *Vestn. Aritmol.* 2023; 30 (4): 13–22 (in Russ.). DOI: 10.35336/VA-1195
 13. Kirchhof P., Benussi S., Kotecha D., Ahlsson A., Atar D., Casadei B. et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur. Heart J.* 2016; 37 (38): 2893–2962. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw210
 14. Marom E.M., Herndon J.E., Kim Y.H., McAdams H.P., Erasmus J.J., Goodman P.C. et al. Morphological and morphometric study of pulmonary vein anatomy in relation to cardiac invasive and electrophysiological procedures. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2004; 28 (3): 323–329. DOI: 10.1097/00004728-200405000-00006
 15. Abbara S., Mundada P., Weaver K.R., Romero J., Ghoshhara B.B., Kalva S.P. et al. The role of CT in arrhythmia management: treatment planning and post-procedural imaging surveillance. *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 2020; 14 (1): 9–19. DOI: 10.1016/j.jcct.2019.12.003
 16. Andrade J.G., Wells G.A., Deyell M.W., Bennett M., Essebag V., Sapp J.L. et al. Cryoablation or radiofrequency ablation for atrial fibrillation assessed by continuous monitoring: a randomized clinical trial. *Circulation.* 2019; 140 (22): 1779–1788. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.042622
 17. Аванесян Г.А., Темірбулатов И.А., Сапарбаев А.А. Этапный подход в лечении фибрилляции предсердий у пациента с коморбидной патологией. *Анналы аритмологии.* 2022; 19 (2): 90–95. DOI: 10.15275/annaritmol.2022.2.4
Avanesyan G.A., Temirbulatov I.A., Saparbaev A.A. Stepwise approach in atrial fibrillation treatment in a patient with comorbid pathology. *Annaly aritmologii.* 2022; 19 (2): 90–95 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2022.2.4
 18. Аванесян Г.А., Филатов А.Г. Нарушения ритма сердца после COVID-19. Эпидемиология, этиология и патофизиология. *Анналы аритмологии.* 2023; 20 (1): 52–58. DOI: 10.15275/annaritmol.2023.1.6
Avanesyan G.A., Filatov A.G. Cardiac rhythm disorders after COVID-19: Epidemiology, etiology and pathophysiology. *Annaly aritmologii.* 2023; 20 (1): 52–58 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2023.1.6
 19. Gebhard C., Stahli B.E., Gebhard C.E., Schmid J., Greutmann M., Biaggi P. et al. Characterization of pulmonary vein dimensions using high-definition 64-slice computed tomography prior to catheter ablation for atrial fibrillation. *Cardiol. Res. Pract.* 2014; 2014: 179632. DOI: 10.1155/2014/179632
 20. Hauser T.H., Essebag V., Baldessin F., McClennen S., Manning W.J., Yeon S.B. et al. Prognostic value of pulmonary vein size in prediction of atrial fibrillation recurrence after pulmonary vein isolation: a cardiovascular magnetic resonance study. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2015; 17: 49. DOI: 10.1186/s12968-015-0151-z

Поступила 02.06.2025

Принята к печати 23.06.2025

Рубрика: электрокардиостимуляция

© В.В. СТЕПАНОВА, С.В. ЗУБАРЕВ, В.А. МАРИНИН, М.А. САВЕЛЬЕВА, Т.В. ЧУМАРНАЯ, Д.С. ЛЕБЕДЕВ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.132.11-073.756.8

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.2.6

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЕН КОРОНАРНОГО СИНУСА ПРИ МУЛЬТИСРЕЗОВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И БАЛЛОННОЙ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ОККЛЮЗИОННОЙ ВЕНОГРАФИИ

Тип статьи: оригинальная статья

В.В. Степанова¹, С.В. Зубарев^{2,3}, В.А. Маринин¹, М.А. Савельева¹, Т.В. Чумарная³, Д.С. Лебедев^{2,3}

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, 197341, Российская Федерация

³ ФГБУН «Институт иммунологии и физиологии Уральского отделения Российской академии наук», Екатеринбург, 620078, Российская Федерация

Степанова Вера Владимировна, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург; orcid.org/0000-0003-2540-6544

Зубарев Степан Владимирович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., кардиолог; orcid.org/0000-0002-4670-5861

Маринин Валерий Алексеевич, д-р мед. наук, сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением; orcid.org/0000-0002-8141-5149

Савельева Мария Анатольевна, клинический ординатор; orcid.org/0009-0008-5667-115X, e-mail: savelyeva.mariaanat@yandex.ru

Чумарная Татьяна Владиславовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.; orcid.org/0000-0002-7965-2364

Лебедев Дмитрий Сергеевич, д-р мед. наук, профессор РАН, гл. науч. сотр., профессор кафедры; orcid.org/0000-0002-2334-1663

Цель – проведение сравнительного анализа визуализации вен коронарного синуса (КС) при использовании стандартной методики – баллонной интраоперационной окклюзионной венографии (БВг) и предлагаемой для использования мультисрезовой компьютерной томографии сердца с контрастированием КС при имплантации устройств сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ).

Материал и методы. В статье сравниваются данные о венозной анатомии сердца, полученные при выполнении венографии по компьютерной томографии (КТВг) и БВг у 60 пациентов с показаниями к СРТ, которым до имплантации ресинхронизирующего устройства была выполнена КТВг, а в ходе процедуры имплантации – БВг. Оценивались ствол КС, заднебоковая, боковая, переднебоковая и передняя межжелудочковая вены в аспекте возможности и качества их визуализации. Также анализировался ход операции, фиксировались трудности при имплантации левожелудочкового электрода, вызванные анатомическим строением русла КС. Статистическую обработку результатов проводили с применением критериев Макнемара и Уилкоксона.

Результаты. По результатам анализа задняя и задняя межжелудочковая вены были визуализированы у статистически значимо большей доли пациентов при КТВг, чем при БВг ($p < 0,001$), остальные вены КС не отличались по возможности визуализации при обеих методиках. Качество визуализации было статистически значимо выше при использовании КТВг для визуализации задней и задней межжелудочковой вен ($p < 0,001$), заднебоковой ($p = 0,007$) и боковой вен ($p = 0,003$).

Заключение. Методика КТВг не только не уступает «золотому стандарту» – БВг, но и превосходит ее в аспекте возможности и качества визуализации венозного русла сердца.

Ключевые слова: сердечная ресинхронизирующая терапия, визуализация коронарного синуса, таргетная имплантация, баллонная окклюзионная венография, мультисрезовая компьютерная томография сердца с контрастированием

COMPARATIVE ANALYSIS OF CORONARY SINUS VENOUS SYSTEM VISUALIZATION DURING MULTI-SECTION COMPUTED TOMOGRAPHY AND BALLOON INTRAOPERATIVE OCCLUSIVE VENOGRAPHY

V.V. Stepanova¹, S.V. Zubarev^{2, 3}, V.A. Marinin¹, M.A. Savelyeva¹, T.V. Chumarnaya³, D.S. Lebedev^{2, 3}

¹ Mechnikov North-Western State Medical University of the Ministry of Health of Russia, St. Petersburg, 195067, Russian Federation

² Almazov National Medical Research Center, St. Petersburg, 197341, Russian Federation

³ Institute of Immunology and Physiology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 620078, Russian Federation

Vera V. Stepanova, Cand. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon; orcid.org/0000-0003-2540-6544

Stepan V. Zubarev, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Cardiologist; orcid.org/0000-0002-4670-5861

Valeriy A. Marinin, Dr. Med. Sci., Cardiovascular Surgeon, Head of the Department; orcid.org/0000-0002-8141-5149

Maria A. Savelyeva, Clinical Resident; orcid.org/0009-0008-5667-115X, e-mail: savelyeva.mariaanat@yandex.ru

Tatiana V. Chumarnaya, Cand. Biol. Sci., Senior Researcher; orcid.org/0000-0002-7965-2364

Dmitriy S. Lebedev, Dr. Med. Sci., Professor of the Russian Academy of Sciences, Leading Researcher, Professor of the Chair; orcid.org/0000-0002-2334-1663

Objective. To conduct a comparative analysis of coronary sinus vein visualization using the standard technique – intraoperative balloon occlusion venography (BOV) – and the proposed method of multislice computed tomography of the heart with coronary sinus contrast for cardiac resynchronization therapy (CRT) device implantation.

Material and methods. This article compares data on cardiac venous anatomy obtained via computed tomography venography (CTVG) and BOV in 60 patients with indications for CRT. All patients underwent CTVG prior to CRT device implantation and BOV during the implantation procedure. The coronary sinus trunk, posterior lateral, lateral, anterolateral, and anterior interventricular veins were assessed in terms of the feasibility and quality of their visualization. The course of the operation was also analyzed, and difficulties during left ventricular electrode implantation caused by the anatomical structure of the coronary sinus bed were recorded. Statistical analysis was performed using McNemar's test and the Wilcoxon test.

Results. The analysis revealed that the posterior and posterior interventricular veins were visualized in a statistically significantly larger proportion of patients with CTVG compared to BOV ($p < 0,001$). The other coronary sinus veins showed no difference in visualization feasibility between the two methods. The quality of visualization was statistically significantly higher with CTVG for the posterior and posterior interventricular veins ($p < 0.001$), the posterolateral vein ($p = 0.007$), and the lateral vein ($p = 0.003$).

Conclusion. The CTVG method is not only non-inferior to the gold standard, BOV, but also surpasses it in terms of the feasibility and quality of cardiac venous bed visualization.

Keywords: cardiac resynchronization therapy, coronary sinus imaging, targeted implantation, balloon occlusion venography, contrast-enhanced multislice computed tomography of the heart

Введение

Сердечная ресинхронизирующая терапия (СРТ) зарекомендовала себя как эффективный метод лечения, увеличивающий продолжительность жизни пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН), сопряженной с низкой фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) и блокадой левой ножки пучка Гиса. Имплантация устройства СРТ предполагает размещение левожелудочкового электрода (ЛЖЭ) в одном из венозных притоков коронарного синуса (КС). В качестве стандарта для визуализации вен сердца в ходе имплантации используется интраоперационная баллонная окклюзионная венография (БВг) [1]. Стоит отметить, что КС обладает значительной вариабельностью строения. По данным литературы, в 10% случаев

не удастся позиционировать ЛЖЭ трансвенозно из-за анатомических особенностей КС [2]. В связи с этим встает вопрос о предоперационной визуализации для понимания особенностей анатомии КС при планировании имплантации СРТ. Наиболее информативный неинвазивный метод оценки – мультисрезовая компьютерной томографии сердца с контрастированием [3–5]. В настоящее время проведение венографии по данным компьютерной томографии (КТВг) перед имплантацией выполняют не повсеместно, данные, представленные в литературе, ограничены. Неинвазивная предоперационная диагностика с использованием КТВг может быть крайне полезной, так как позволит хирургу знать заранее потенциальные особенности строения основного ствола КС и его притоков.

Цель исследования – сравнительный анализ визуализации вен КС при проведении мультисрезовой компьютерной томографии и баллонной интраоперационной окклюзионной венографии.

Материал и методы

В исследование были включены 60 пациентов с показаниями для СРТ I и IIa классов согласно рекомендациям ESC 2021 г. по электрокардиостимуляции и СРТ. Все пациенты были информированы о проводимом исследовании и подписали информированное добровольное согласие. Исследование соответствовало принципам «Надлежащей клинической практики» (Good Clinical Practice) и принципам Хельсинкской декларации.

Перед имплантацией СРТ всем включенным в исследование выполняли контрастную мультисрезовую компьютерную томографию сердца на сканере Siemens Somatom Force. Первоначально выполнялся тест болюс со сканированием на уровне восходящего отдела аорты. После введения 10 мл контраста (оптирей или ультравист 300) и последующих 50 мл физиологического раствора оценивался график и пик кривой наполнения восходящего отдела аорты в секундах. Учитывая время максимального наполнения, рассчитывалось индивидуальное время для сканирования сердца в венозную фазу. Данный подход позволял у всех пациентов получить максимально плотное наполнение КС. Сканирование сердца осуществлялось с ЭКГ-синхронизацией на задержке дыхания и с руками, поднятыми вверх. Лучевая нагрузка составляла от 1,5 до 3,5 миллизиверт (мЗв), в зависимости от антропометрических данных пациента. Суммарный объем использованного йодсодержащего контрастирующего вещества с учетом тест-болюса составлял 110 мл на исследование. Суммарный объем физиологического раствора с учетом тест-болюса – 75 мл на исследование. Далее врач из полученных изображений Dicom вручную сегментировал основной ствол и притоки КС. Результаты сохранялись в виде изображений в трех стандартных проекциях, (AP 0°, LAO 30°, RAO 30°). Также сохранялась объемная модель реконструированного КС, что давало дополнительную возможность интерактивной оценки под любым интересующим углом и плоскостью.

В ходе имплантации ресинхронизирующих устройств всем пациентам выполняли интраопе-

рационную БВг. Баллонный катетер (Attain 6215-80 Medtronic, США) устанавливали так, чтобы его дистальный отдел выходил из системы доставки на 15–20 мм. Флюороскопическую С-дугу (Philips BV Pulsera, Philips Medical Systems, Нидерланды) устанавливали в одну из трех стандартных позиций (AP 0°, LAO 30°, RAO 30°). Под контролем рентгеноскопии проводили центрирование зоны интереса в соответствующей проекции. Далее выполняли раздувание баллона и вводили 5–15 мл контрастирующего вещества с одновременным проведением рентгенографии. В качестве контрастирующего вещества использовали йодсодержащие фармпрепараты оптирей или ультравист 300 объемом до 50 мл. После контрастирования баллон сдували. Затем процедуру повторяли в другой рентгенологической позиции. Суммарная лучевая нагрузка при БВг составляла 2–3 мЗв в зависимости от антропометрических данных пациента.

Далее проводили сравнение венограмм, полученных при применении обеих методик в одинаковых проекциях (AP 0°, LAO 30°, RAO 30° или при других одинаковых углах по необходимости). Оценивали возможность визуализации вен (анатомическая структура видна или не видна) и качество визуализации. Качество визуализации вен при обоих исследованиях оценивали следующим методом: 0 баллов – приток не визуализируется, 1 балл – приток визуализируется, однако оценка анатомических характеристик затруднена, 2 балла – приток хорошо визуализируется на всем протяжении и его анатомические характеристики доступны для оценки. Пример визуализации боковой вены представлен на рисунке 1.

Использовалась стандартная номенклатура вен сердца, согласно которой в КС впадают (от проксимального к дистальному) следующие вены: задняя межжелудочковая вена, проходящая в задней межжелудочковой борозде; задняя вена, проходящая по нижней стенке ЛЖ, часто впадающая близко к устью КС; заднебоковая вена – приток, проходящий по нижней и боковой стенкам ЛЖ; боковая вена, проходящая по боковой стенке ЛЖ. Далее по ходу КС впадает переднебоковая вена. Затем КС переходит в переднюю вену, которая, как только начинает спускаться по передней межжелудочковой борозде, получает название передней межжелудочковой вены [6]. Был проанализирован ход операции, фиксировались трудности при имплантации ЛЖЭ, вызванные анатомическим строением русла КС.

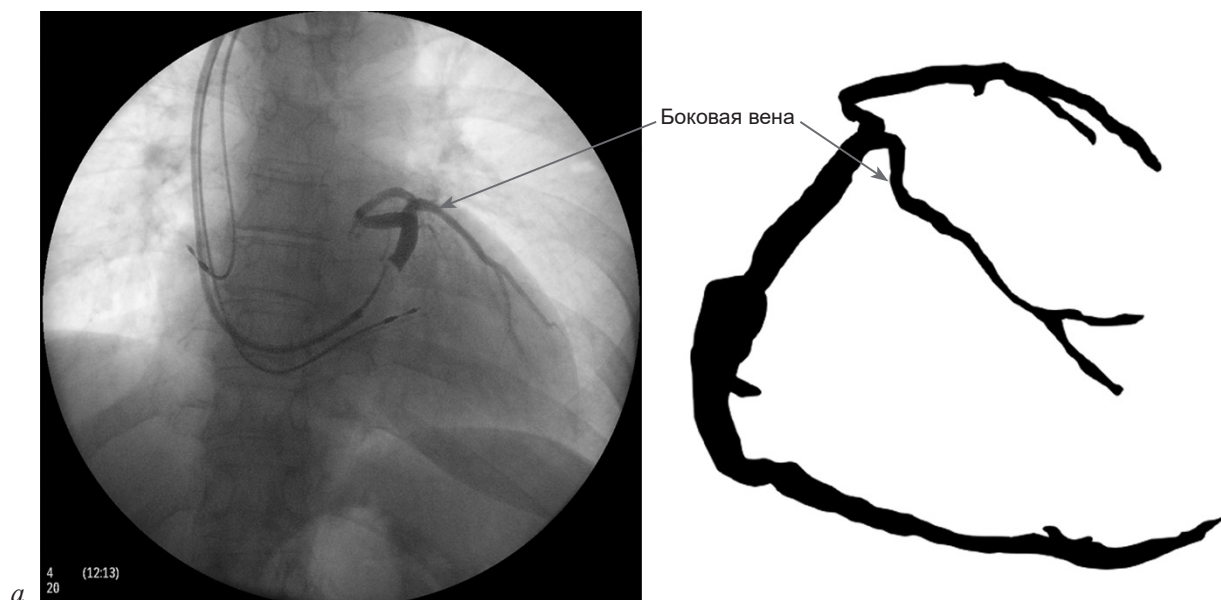


Рис. 1. Визуализация боковой вены с оценкой 2 балла, когда приток хорошо визуализируется на всем протяжении:

a – баллонная венография; *б* – венография при КТ

Для статистического анализа использовался программный пакет SPSS 27.0 (IBM, США). Качественные характеристики представлены в виде абсолютного значения и процента от общего числа наблюдений. Количественные характеристики представлены в виде медиан (Me) и значений 25- и 75-го квартилей. Критерий Макнемара для связанных выборок использовался для сравнения доли пациентов, у которых КС визуализировался с помощью методов КТВг и БВг. Критерий Уилкоксона для связанных выборок использовался для сравнения качества визуализации, выраженного в баллах, при выполнении КТВг и БВг. Статистические гипотезы подтверждались значениями $p < 0,05$.

Результаты

Характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в таблице 1.

Суммарно было исследовано 313 вен КС, оценивались возможность и качество визуализации при КТВг и БВг. 311 (99%) вен были визуализированы при КТВг и 255 (81%) – при БВг. В 2 (0,6%) случаях был выявлен патологический изгиб начального отдела ствола КС.

Ствол КС и передняя межжелудочковая вена при КТВг и при БВг визуализировались у 60 (100%) пациентов. Боковая вена определялась в 43 (71,7%) случаях при КТВг и в 39 (65%) при БВг ($p = 0,125$). Заднебоковая вена детектировалась в 26 (43,3%) случаях обоими

методами. Переднебоковая вена определялась в 13 (21,7%) случаях по КТВг и в 12 (20%) при БВг. Задняя межжелудочковая вена обнаруживалась в 60 (100%) случаях по КТВг, по данным БВг – в 26 (43,3%) ($p < 0,001$). Задняя вена по данным КТВг визуализировалась у 48 (80%) пациентов, по данным БВг – у 26 (43,3%) ($p < 0,001$) (табл. 2).

Таблица 1

Клинико-инструментальные показатели пациентов

Показатель	Значение
Количество, n	60
Возраст, лет	65 (58; 69)*
Пол	
женский, n (%)	11 (18)
мужской, n (%)	49 (82)
Индекс массы тела, кг/м ²	28 (25,55; 31,5)*
Генез, n (%)	
неишемическая кардиомиопатия	22 (37)
ишемическая кардиомиопатия	38 (63)
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	34 (57)
ФК ХСН, n (%)	
II	27 (45)
III	33 (55)
Синусовый ритм/ФП, n (%)	50 (83)/10 (17)
Длительность QRS, мс	190 (177,5; 203)*
ФВ ЛЖ, %	27 (24; 31)*

Примечание. * – медиана (значения 25- и 75-го квартилей), ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка по Симпсону; ФК ХСН – функциональный класс хронической сердечной недостаточности; ФП – фибрилляция предсердий.

Таблица 2

Возможность визуализации вен при КТВг и БВг (n = 60)

Метод	Ствол КС, n (%)	ЗМЖВ, n (%)	ЗВ, n (%)	ЗБВ, n (%)	БВ, n (%)	ПБВ, n (%)	МЖВ, n (%)
КТВг	60 (100)	60 (100)	48 (80)	27 (45)	43 (71,7)	13 (21,7)	60 (100)
БВг	60 (100)	26 (43,3)	26 (43,3)	26 (43,3)	39 (65)	12 (20)	60 (100)
p*	1,0	< 0,001	< 0,001	1,0	0,125	1,0	1,0

Примечание. КС – коронарный синус, КТВг – венография по компьютерной томографии, БВг – баллонная венография, ЗМЖВ – задняя межжелудочковая вена, ЗВ – задняя вена, ЗБВ – заднебоковая вена, БВ – боковая вена, ПБВ – переднебоковая вена, ПМЖВ – передняя межжелудочковая вена, n – количество случаев, в которых определялась данная вена.

* – значимость критерия Макнемара для сравнения связанных выборок.

Далее был проведен балльный анализ КТВг и БВг в оценке качества визуализации вен. На рисунке 2 представлен пример данной оценки боковой вены. На рисунке 2 видно, что КТВг имеет 2 балла в 42 случаях и 1 балл в 1 случае визуализации боковой вены. В то время как методом БВг показан результат 0 баллов в 4 случаях (на тонких венах), в 1–8,2 балла – в 31 случае.

Суммарные процентные данные о распределении пациентов по баллам визуализации конкретных вен представлены в таблице 3.

На основании таблицы 3 установлено, что качество визуализации задней, заднебоковой, боковой, задней межжелудочковой вен было статистически выше при выполнении КТВг. Качество визуализации ствола КС, передней межжелудочковой и переднебоковой вен значимо не отличалось при КТВг и БВг.

Обсуждение

В текущей работе показано, что с помощью КТВг можно визуализировать больше венозных притоков первого порядка. Так, при КТВг было определено 311 (99%) притоков, в то время как при БВг удалось распознать 255 (81%). По данным С. Knackstedt et al., в группе, включающей

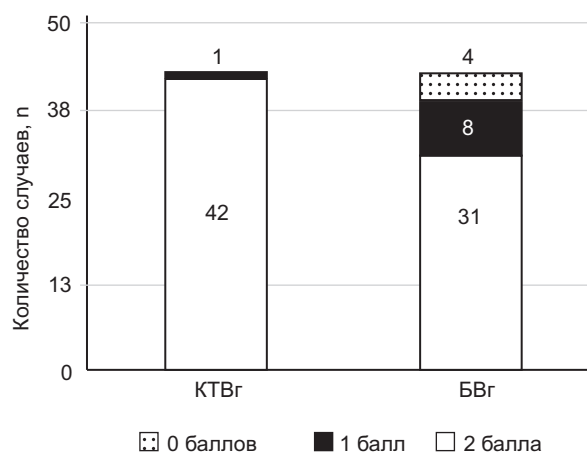


Рис. 2. Характеристика качества визуализации боковой вены при выполнении КТВг и БВг

20 пациентов, с помощью БВг было детектировано 114 (89%) вен, при КТВг – 121 (94,5%) [7]. U.C. Nguуên et al. на выборке, включающей 18 пациентов, показали, что при БВг в 10% случаев упускался тот или иной приток КС, тогда как при КТВг это происходило лишь в 2,3% случаев [5].

Ствол КС и передняя межжелудочковая вена визуализировались в нашем исследовании в 100% случаев, что согласуется с данными других авторов [1, 7, 8]. Это связано с тем, что ствол

Таблица 3

Характеристика качества визуализации вен КС при КТВг и БВг (n = 60)

Метод	Баллы	Ствол КС, n (%)	ЗМЖВ, n (%)	ЗВ, n (%)	ЗБВ, n (%)	БВ, n (%)	ПБВ, n (%)	ПМЖВ, n (%)
КТВг	2	60 (100)	60 (100)	43 (89,6)	27 (100)	42 (97,7)	10 (76,9)	59 (98,3)
	1	0 (0)	0 (0)	5 (10,4)	0 (0)	1 (2,3)	3 (23,1)	1 (1,7)
	0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
БВг	2	60 (100)	14 (23,3)	21 (43,8)	19 (70,4)	31 (72,1)	6 (46,2)	59 (98,3)
	1	0 (0)	12 (20)	5 (10,4)	7 (25,9)	8 (18,6)	6 (46,2)	1 (1,7)
	0	0 (0)	34 (56,7)	22 (45,8)	1 (3,7)	4 (9,3)	1 (7,7)	0 (0)
p*		1,0	< 0,001	< 0,001	0,007	0,003	0,059	1,0

* – значимость критерия Уилкоксона для связанных выборок.

КС и передняя межжелудочковая вена представляют собой наиболее крупные и постоянные анатомические структуры.

Боковая вена в текущей работе визуализировалась с одинаковой частотой (71,7%) при использовании обеих методик (см. табл. 2). В исследовании G. Mühlenbruch et al. боковая вена также визуализировалась с одинаковой частотой (85,7%) при использовании КТВг и БВг [1]. В работе С. Knackstedt et al. боковая вена была не распознана при БВг в 2 случаях, а при КТВг – в 1 из 19 случаев, в которых эта вена присутствовала (всего были включены 20 пациентов). При этом различия обеих методик относительно возможности визуализации боковой вены также были статистически незначимыми [7]. В то же время качество визуализации боковой вены в нашей работе было выше при КТВг ($p = 0,003$).

Задняя вена статистически значимо чаще и лучше по балльной оценке ($p < 0,001$) определялась при КТВг в сравнении с БВг (см. табл. 2, 3). Наиболее вероятно это было связано с тем, что

у 22 из 60 пациентов, включенных в исследование, отмечалось близкое впадение задней вены по отношению к остиальному отделу КС. При таком впадении трудно добиться устойчивого нахождения системы доставки в начальном деле КС, так как необходимо ее заведение на определенную глубину. В этой связи остиальный отдел задней вены может быть перекрыт системой доставки. Как подтверждение этому на рисунке 3 представлен пример собственного опыта, который показывает недетектирование задней вены при перекрывании ее системой доставки.

При таком сценарии БВг можно ошибочно определить заднюю вену как отсутствующую в анатомии пациента. Однако, благодаря проведенной КТВг, стало известно о наличии задней вены, впадающей очень близко от устья основного ствола КС, что позволило в конечном итоге провести имплантацию точно в заднюю вену.

По данным литературы, задняя вена обнаруживалась в 100% случаев ($n = 22$) при КТВг и БВг [1]. В другом исследовании задняя вена

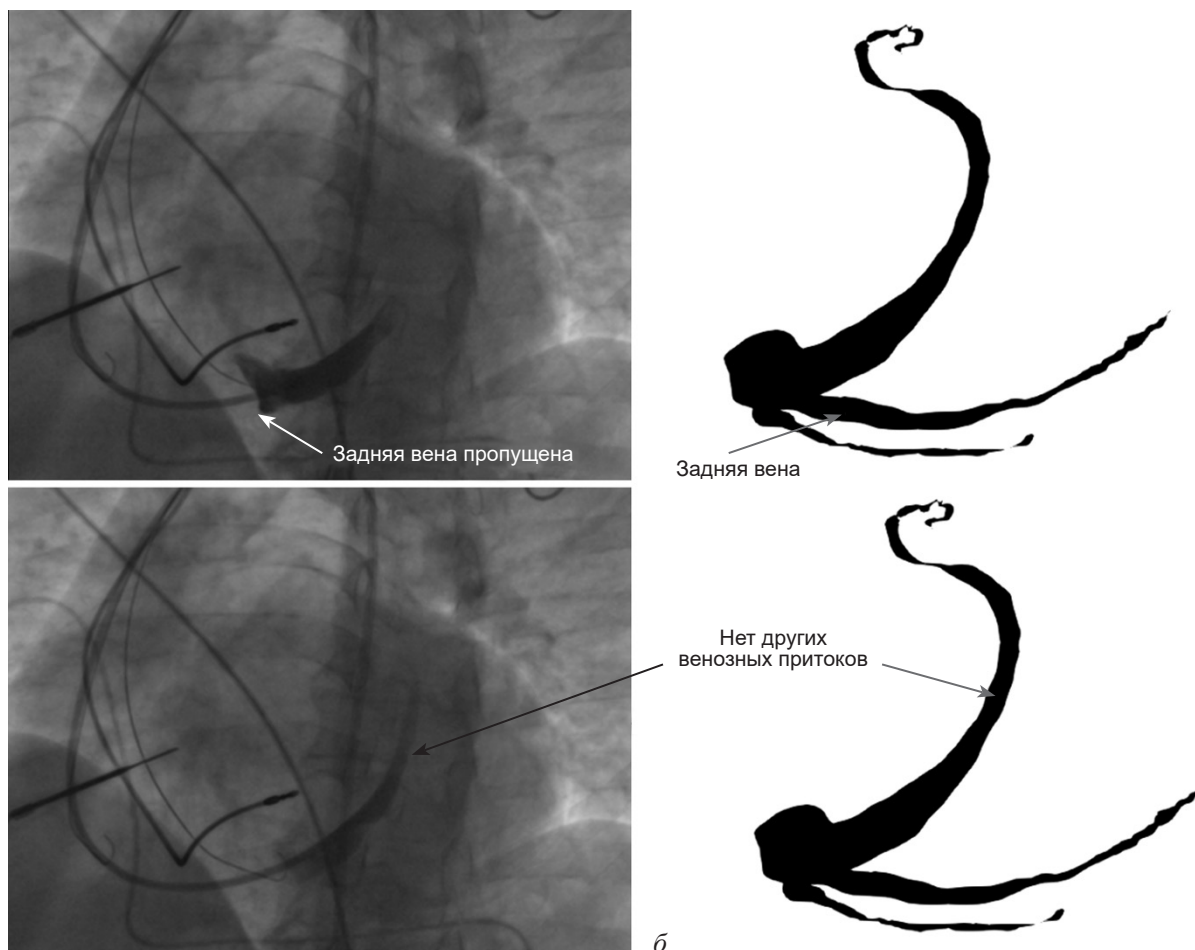


Рис. 3. Сравнение детекции задней вены:

а – перекрытие баллоном задней вены при инвазивной БВг; б – четко детектированная задняя вена по данным КТВг

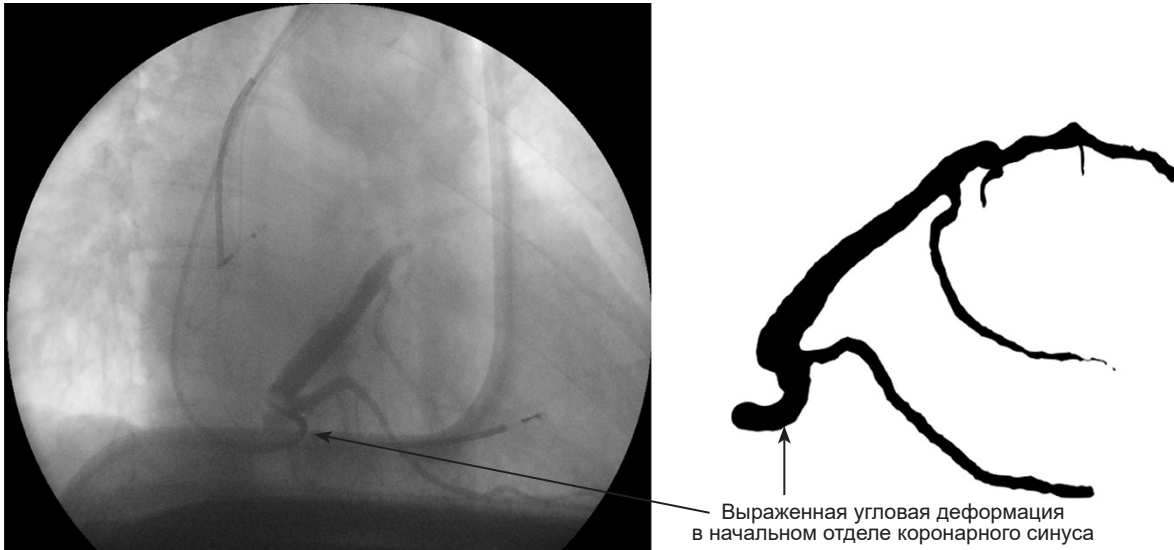


Рис. 4. Выраженная угловая деформация в начальном отделе КС

была упущена при БВг у одного пациента из 15, у которых она отмечалась, при этом при КТВг задняя вена визуализировалась во всех случаях [7]. Исходя из наших и литературных данных, можно сделать вывод о том, что если не выполнена предварительная КТВг, то существует потенциальный риск пропуска задней вены на рутинной БВг.

Говоря о визуализации заднебоковой вены, также возможен сценарий, аналогичный с задней веной, при близком впадении от устья основного ствола КС. Так, в нашем исследовании заднебоковая вена не была детектирована при БВг у 1 (3,7%) из 27 пациентов, у которых отмечался такой приток. При этом заднебоковая вена при КТВг в этом случае определялась оптимально. В целом же заднебоковая вена, наряду с переднебоковой веной, контрастировалась в нашем исследовании менее, чем у половины исследуемых при использовании обеих методик. Это свидетельствует об их непостоянном характере. Так, в работах G. Mühlenbruch et al. и М.А. Шляппо и др. данные по этим венам не приводятся. Вероятно, это связано с тем, что авторы старались визуализировать и сравнивать наиболее крупные и постоянные притоки КС, такие как основной ствол КС, передняя и задняя межжелудочковые, задняя, боковая вены [1, 8]. По данным балльной оценки в нашей работе, заднебоковая вена статистически значимо лучше определялась при КТВг, в то время как переднебоковая вена не показала такой разницы (см. табл. 3).

Визуализация задней межжелудочковой вены в нашем исследовании статистически зна-

чимо ($p < 0,001$) была лучше при КТВг по сравнению с БВг (см. табл. 2). Детекция лишь в 26 (43,3%) случаях при БВг связана с частым перекрытием данного притока системой доставки. По данным С. Knackstedt et al., задняя межжелудочковая вена пропускалась у 1 (5%) из 20 пациентов, у которых она присутствовала при БВг, и визуализировалась во всех случаях при КТВг [7]. В целом для имплантации ЛЖЭ задняя межжелудочковая вена не используется, что делает ее пропуск незначимым для принятия решения во время СРТ.

Оценка анатомии остиального отдела основного ствола КС также важна. Именно строение данного отдела порой диктует технические возможности заведения системы доставки и всей процедуры имплантации ЛЖЭ. В текущей работе мы столкнулись с 2 (0,6%) случаями патологического изгиба начального отдела ствола КС. На рисунке 4 представлен пример, демонстрирующий патологический изгиб начального отдела КС, который был детектирован при КТВг и при БВг.

Стоит отметить, что оценить строение устья КС при КТВг иногда крайне непросто. Сложность заключается в том, что начальная часть КС проходит в толще миокарда, а не сразу выходит на эпикардиальную поверхность. Иногда патологический изгиб начального отдела КС при КТВг виден только по косвенному признаку в виде неравномерного контрастирования двух соседних участков вены. С другой стороны, при БВг устье КС также не всегда качественно визуализируется из-за размывания

контраста проксимальнее баллона. Кроме того, БВг возможна, только если удалось завести систему доставки КС.

Причинами снижения качества изображения венозных притоков при БВг, с нашей точки зрения, является двухмерность изображения (контуры притоков могут накладываться один на другой, затрудняя оценку венозной анатомии), а также возможное несоответствие диаметров КС и вводимого в него баллона. При диаметре КС больше диаметра баллона, окклюзия может быть недостаточной для полноценного контрастирования.

С другой стороны, возможность визуализации венозного русла КС с помощью КТВг имеет сильную зависимость от сократимости миокарда, ритма и частоты у конкретных пациентов. Так, по нашему опыту, при снижении ФВ ЛЖ до 15% или наличии тахисистолической формы ФП контрастирование оказывается менее плотным и, как следствие, изображение имеет более низкое качество для анализа вен КС. Кроме того, визуализация притоков второго порядка с помощью КТВг является более затруднительной, чем с помощью БВг. При этом в хирургической практике визуализация вен второго порядка тоже крайне желательна. Это обусловлено тем, что иногда конечная фиксация ЛЖЭ происходит именно в вене второго порядка при слишком широком просвете притока первого порядка. Однако стоит отметить технологический прогресс в медицине, что находит отражение в разрешающей способности томографов. Этим и можно объяснить тот факт, что в нашем исследовании результаты КТВг были лучше по сравнению с рутинной БВг.

В заключение следует акцентировать внимание на то, что возможность имплантации ЛЖЭ в область интереса, прежде всего, заключается в венах, считающихся наиболее предпочтительными: боковая, заднебоковая и задняя [9, 10]. По КТВг и БВг факт наличия боковой и заднебоковой вен статистически был неразличим (см. табл. 2). В то же время задняя вена статистически чаще детектировалась на КТВг ($p < 0,001$). В связи с этим практический совет заключается в том, что при отсутствии детекции целевых вен необходимо постараться расположить систему доставки более проксимально. Это позволит минимизировать вероятность пропуска притока, который может впадать близко от устья основного ствола КС.

При наличии возможности выполнения КТВг повышается степень предоперационной диагностики, что позволяет более взвешенно планировать метод имплантации ЛЖЭ и всей операции СРТ в целом [11].

Заключение

Показано преимущество использования КТВг перед БВг в аспекте возможности и качества визуализации вен КС. КТВг может ответить на вопрос об особенностях строения вен КС уже на этапе планирования имплантации ресинхронизирующего устройства.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена в рамках гранта № 24-15-00335 Российского научного фонда.

Библиографический список/References

1. Mühlenbruch G., Koos R., Wildberger J.E. et al. Imaging of the cardiac venous system: comparison of MDCT and conventional angiography. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2005; 185 (5): 1252–1257. DOI: 10.2214/AJR.04.1231
2. Mak G.S., Hill A.J., Moisiuc F., Krishnan S.C. Variations in Thebesian valve anatomy and coronary sinus ostium: implications for invasive electrophysiology procedures. *Europace.* 2009; 11 (9): 1188–1192. DOI: 10.1093/europace/eup179
3. Rad M.M., Blaauw Y., Dinh T. et al. Left ventricular lead placement in the latest activated region guided by coronary venous electroanatomic mapping. *Europace.* 2015; 17 (1): 84–93. DOI: 10.1093/europace/euu221
4. Wei Y., Xie P., Pang W. et al. The relationship between the coronary sinus and coronary artery using multislice spiral computed tomography and conventional invasive angiography. *Int. J. Cardiol.* 2009; 137 (3): 276–281. DOI: 10.1016/j.ijcard.2008.12.217
5. Nguyễn UC, Cluitmans MJM, Luermans JGLM, et al. Visualisation of coronary venous anatomy by computed tomography angiography prior to cardiac resynchronisation therapy implantation. *Neth. Heart J.* 2018; 26 (9): 433–444. DOI: 10.1007/s12471-018-1132-2
6. Barold S.S., Stroobandt R.X., Sinnaeve A.F. Cardiac pacemakers and resynchronization therapy step-by-step: an illustrated guide. 2nd ed. Wiley–Blackwell: 2010.
7. Knackstedt C., Mühlenbruch G., Mischke K. et al. Imaging of the coronary venous system in patients with congestive heart failure: comparison of 16 slice MSCT and retrograde coronary sinus venography: comparative imaging of coronary venous system. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2008; 24 (8): 783–791. DOI: 10.1007/s10554-008-9333-1
8. Шляппо М.А., Александрова С.А., Юрпольская Л.А. и др. Особенности исследования венозного русла сердца при компьютерной томографии. *Креативная кардиология.* 2017; 11 (2): 137–144. DOI: 10.24022/1997-3187-2017-11-2-137-144

- Shlyappo M.A., Aleksandrova S.A., Yurpol'skaya L.A. et al. Osobennosti issledovaniya venoznogo rusla serdca pri komp'yuternoj tomografii. *Creative Cardiology*. 2017; 11 (2): 137–144 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2017-11-2-137-144
9. Riedlbauchová L., Cihák R., Bytesník J. et al. Optimization of right ventricular lead position in cardiac resynchronisation therapy. *Eur. J. Heart Fail.* 2006; 8 (6): 609–614. DOI: 10.1016/j.ejheart.2005.11.009
10. Randhawa A., Saini A., Aggarwal A. et al. Variance in coronary venous anatomy: a critical determinant in optimal candidate selection for cardiac resynchronization therapy. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2013; 36 (1): 94–102. DOI: 10.1111/pace.12026
11. Gerber T.C., Kantor B., Keelan P.C. et al. The coronary venous system: an alternate portal to the myocardium for diagnostic and therapeutic procedures in invasive cardiology. *Curr. Interv. Cardiol. Rep.* 2000; 2 (1): 27–37.

Поступила 26.05.2025

Принята к печати 23.06.2025

Рубрика: неинвазивная аритмология

© Г.А. АВАНЕСЯН, Д.А. ФИЛАТОВА, Н.П. ИЛЬЯЕВ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.89:616.12-008.318

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.2.7

ПСИХИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ НАРУШЕНИЙ РИТМА СЕРДЦА

Тип статьи: обзорная статья

Г.А. Аванесян¹, Д.А. Филатова², Н.П. Ильяев³

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

² ФГБУ «НМИЦ психиатрии и наркологии им. В.И. Сербского», Москва, 119034, Российская Федерация

³ ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, 125047, Российская Федерация

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

Филатова Дарья Андреевна, ординатор; orcid.org/0009-0004-6427-4470

Ильяев Натан Петрович, мл. науч. сотр., врач-психиатр; orcid.org/0009-0002-27488766, e-mail: nilyaev@nsi.ru

Психические расстройства оказывают значительное влияние на сердечно-сосудистую систему, в частности на ритм сердца. Стресс, тревожные расстройства, депрессия и посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) могут провоцировать аритмии за счет активации симпатической нервной системы, повышения уровня стрессовых гормонов (кортизола, адреналина) и снижения вариабельности сердечного ритма. Тревожные расстройства часто сопровождаются тахикардией, экстрасистолой и паническими атаками, в то время как депрессия ассоциируется с ухудшенной адаптацией сердца к нагрузкам и повышенным риском внезапной сердечной смерти. ПТСР увеличивает вероятность фибрилляции предсердий, а психосоматические расстройства могут вызывать субъективные ощущения перебоев в работе сердца даже при отсутствии органической патологии. Для профилактики и лечения важно контролировать психоэмоциональное состояние с помощью психотерапии, когнитивно-поведенческой терапии, умеренной физической активности, дыхательных упражнений и медитации. В некоторых случаях назначаются медикаментозные препараты (антидепрессанты, анксиолитики) под контролем врача. Поддержание психического здоровья снижает риск развития аритмий и способствует общей гармонизации работы сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: нарушения ритма сердца, психические расстройства, стресс

MENTAL DISORDERS AND THEIR IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF CARDIAC ARRHYTHMIA

G.A. Avanesyan¹, D.A. Filatova², N.P. Ilyayev³

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

² Serbsky National Research Medical Center of Psychiatry and Narcology, Moscow, 119034, Russian Federation

³ Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery, Moscow, 125047, Russian Federation

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

Darya A. Filatova, Resident; orcid.org/0009-0004-6427-4470

Nathan P. Ilyayev, Junior Researcher, Psychiatrist; orcid.org/0009-0002-27488766, e-mail: nilyaev@nsi.ru

Mental disorders have a significant impact on the cardiovascular system, in particular on the heart rhythm. Stress, anxiety disorders, depression and post-traumatic stress disorder (PTSD) can provoke arrhythmias by

activating the sympathetic nervous system, increasing the level of stress hormones (cortisol, adrenaline) and reducing heart rate variability. Anxiety disorders are often accompanied by tachycardia, extrasystole and panic attacks, while depression is associated with impaired cardiac adaptation to stress and an increased risk of sudden cardiac death. PTSD increases the likelihood of atrial fibrillation, and psychosomatic disorders can cause subjective sensations of interruptions in the heart's work even in the absence of organic pathology. For prevention and treatment, it is important to control the psychoemotional state with the help of psychotherapy, cognitive behavioral therapy, moderate physical activity, breathing exercises and meditation. In some cases, medications (antidepressants, anxiolytics) are prescribed under the supervision of a doctor. Maintaining mental health reduces the risk of arrhythmia and promotes overall harmonization of the cardiovascular system.

Keywords: heart rhythm disturbances, mental disorders, stress

Введение

Частота госпитализаций в стационар пациентов с нарушениями ритма сердца (НРС) для проведения как консервативного, так и интервенционного и/или хирургического лечения растет из года в год.

Нарушение ритма сердца – это заболевание, при котором происходит нарушение частоты и ритмичности сокращений. В структуре НРС выделяется огромное разнообразие проявлений аритмий.

Согласно данным академика РАН Е.З. Голуховой и др., опубликованным в сборнике «Аритмология – 2023», в период с 2020 по 2023 г. число пациентов с НРС увеличилось на 16,3% (с 78 801 до 91 670). По данным Минздрава России, за период с 2018 по 2023 г. число операций у больных с нарушениями ритма и проводимости выросло на 21,7% (с 82 254 до 100 138). Особенно высокие темпы роста отмечены в группе пациентов с тахиаритмиями – увеличение на 25,3% (с 30 787 до 38 572 процедур), причем катетерные абляции демонстрируют прирост на 32% (с 27 785 до 36 663) [1, 2].

Самую многочисленную подгруппу пациентов с тахиаритмиями составляют больные с фибрилляцией (ФП) и трепетанием предсердий, которых в 2023 г. было 19 469 и 7 697 чел. соответственно. За последнее десятилетие (2014–2023 гг.) общее число операций при НРС увеличилось на 46,5%, в том числе операций по коррекции тахиаритмий – на 63,1%, а имплантации кардиовертеров-дефибрилляторов – на 50%. Эти данные отражают значительное увеличение заболеваемости и подчеркивают необходимость дальнейшего развития специализированной помощи для пациентов с НРС [1].

К основным факторам, влияющим на развитие НРС, относятся нарушения, происходящие в сердечно-сосудистой, эндокринной и нервной системах.

Изменение эмоциональной сферы наблюдается у каждого третьего пациента с НРС. При этом

некоторые психологические события или реакции на них, могут выступать как основным этиологическим фактором в возникновении аритмии, так и быть триггером в инициации нарушения ритма.

В структуре психических нарушений можно выделить симптомы депрессии и/или тревоги, реакции на стресс и расстройств адаптации, соматоформные расстройства и др.

Цель данного обзора – обобщение отечественного и международного опыта в лечении пациентов с различными НРС и сопутствующими расстройствами психического состояния.

Психическое расстройство характеризуется клинически значимым нарушением когнитивной функции, эмоциональной регуляции или поведения человека. По данным Института показателей и оценки здоровья (Institute for Health Metrics and Evaluation) на 2019 г., каждый 8-й человек на планете страдал психическим расстройством, при этом наиболее распространенными были депрессивные и тревожные состояния. На фоне пандемии COVID-19 частота психических расстройств возросла почти в 3 раза [1, 3, 4].

Депрессивные расстройства характеризуются широким спектром аффективной психопатологической симптоматики: сниженное настроение, апатия, тоска, тревога, снижение мотивации и инициации, нарушения сна, снижение аппетита и веса, а также психическая и психическая утомляемость, когнитивные нарушения и др.

Тревожные расстройства у больных с патологией сердечного ритма чаще связаны со стрессовыми ситуациями, при которых нарушается способность регулировать эмоциональные реакции, проявляются в виде тревоги, страха, паники, вегетативными нарушениями.

Психические нарушения у пациентов с фибрилляцией предсердий

Фибрилляция предсердий – наиболее распространенное НРС среди взрослого населения во всем мире, при том что частота забо-

леваемости увеличивается на 15–20% у лиц в возрасте старше 80 лет. К 2050 г. ожидается резкое увеличение числа пациентов с ФП, что, в свою очередь, увеличит затраты системы здравоохранения в связи с необходимостью постоянного мониторинга и фармакологического, хирургического и/или интервенционного лечения [5, 6].

Наиболее частым осложнением является возникновение ишемического инсульта, который может привести к развитию летального исхода.

На сегодняшний день существуют две основные стратегии в лечении пациентов с ФП: медикаментозная терапия и хирургическое и/или интервенционное лечение (выполнение радиочастотной абляции (РЧА) устьев легочных вен). При этом в стратегии медикаментозной терапии следует выделить два ключевых момента. Это назначение антиаритмической и антикоагулянтной терапии [1, 7].

В 2020 г. коллектив авторов под руководством Б.А. Волель была опубликована обзорная статья про влияние психических расстройств на приверженность в применении медикаментозной терапии у пациентов с ФП. По результатам проведенного анализа мировой литературы было установлено, что у пациентов с ФП высока вероятность наличия психических расстройств, в том числе когнитивных нарушений, нередко оказывающих влияние на течение аритмии, частоту осложнений и применение медикаментозной терапии [5].

В 2022 г. был завершен метаанализ, который проводили Т.А. Shaik et al. Всего в текущий метаанализ было включено 10 исследований (1 рандомизированное контролируемое и 9 ретроспективных), охватывающих 275 392 пациентов, которые были разделены на две группы. В 1-ю группу вошли 33 291 пациент, которым была выполнена РЧА в комбинации с медикаментозной антикоагулянтной терапией. Текущий метаанализ показал, что РЧА ФП снижает риск развития инсульта (отношение рисков (ОР) 0,61, 95% доверительный интервал (ДИ) 0,49–0,77), риск развития смертности (ОР 0,60, 95% ДИ 0,51–0,71), а также риск госпитализации по поводу сердечной недостаточности (ОР 0,57, 95% ДИ 0,43–0,76). Стоит отметить, что одним из ключевых факторов риска развития инсульта являлась приверженность к применению антикоагулянтной терапии, которая наблюдалась у пациентов с психическими нарушениями [8].

В 2020 г. К.Н. Ladwig et al. провели систематический анализ, в который были проанализированы крупномасштабные исследования, демонстрирующие взаимосвязь между психическими расстройствами и течением ФП. Данный обзор демонстрирует вовлечение психических расстройств в этиологию развития ФП и прогностическое воздействие на ее клиническое течение. Было установлено, что чрезмерная рабочая напряженность, длительный рабочий день и влияние тяжелого стресса, независимо от основных соматических факторов риска, способны выступать в роли этиологического фактора развития тахикардии. Помимо этого, влияние депрессии и развитие тревожных расстройств способствуют усугублению течения ФП [9].

В 2022 г. было завершено крупное исследование FinACAF, проведенное коллективом авторов под руководством К. Терро в период с 2007 по 2018 г., в которое были включены 205 019 пациентов с ФП (50,9% женщин, средний возраст 72,3 года). Было выявлено увеличение на 6,1% риска развития кровотечения во время приема антикоагулянтной терапии у пациентов с психическими нарушениями. Зачастую развитие кровотечения было связано с неадекватным приемом лекарственных препаратов [10].

Влияние тяжелого стресса на пациентов с желудочковыми нарушениями ритма

Эпидемиологические исследования стрессовых факторов населения, таких как землетрясение и война, подтвердили способность острого психологического стресса вызывать внезапную сердечную смерть (ВСС).

Внезапная сердечная смерть является серьезной проблемой для общественного здравоохранения, составляя 20% случаев летального исхода от общей смертности в развитых странах. ВСС чаще всего происходит у людей, находившихся вне больницы, где зачастую затруднено оказание реанимационной помощи, что приводит к низкой выживаемости, – от 4 до 27% случаев по всей Европе. Кроме того, те, кому успели оказать реанимационную помощь, приобретают целый ряд осложнений из-за длительной гипоперфузии сердца и головного мозга [11].

На протяжении десятилетий тревога и стрессовые факторы были связаны с возникновением ВСС. В то время как тревога может присутствовать без внешнего раздражителя, реакция на стресс рассматривается как прямой ответ

на внешние раздражители. Однако различие между этими эмоциональными реакциями не всегда ясно и профили симптомов очень похожи [12].

Связь между симптомами тревоги и наличием тяжелого стресса у больных с ВСС изучалась в различных систематических обзорах. В своей работе P.C. Strike et al. пришли к выводу, что стресс, вызванный воздействием различных стрессовых факторов, таких как землетрясения или эмоционально сложные спортивные события, являются вероятными триггерами для острых коронарных синдромов, что, в свою очередь, может привести к развитию пароксизма желудочковой тахикардии, а затем к фибрилляции желудочков и впоследствии к ВСС [13].

В 2014 г. группа авторов под руководством N.M. Batelaan провели метаанализ, в котором они установили, что симптомы тревоги являются предрасполагающим фактором к развитию летального исхода от ВСС с увеличением риска развития летального исхода на 61% [14].

V.R. Moulaert et al. провели многоцентровое рандомизированное исследование пациентов, которое включало пациентов, переживших остановку сердца и сердечно-легочную реанимацию. В исследование были включены 185 пациентов со средним периодом наблюдения 12 мес. Оценивалось их взаимодействие с обществом и психические расстройства. Были выявлены психологические факторы, влияющие на качество жизни. Данное исследование продемонстрировало эффективность в ранней диагностике и психотерапии в улучшении общего состояния и продолжительности жизни [15–17].

В 2022 г. N.M. Batelaan et al. провели один из крупнейших метаанализов, проанализировав 1580 публикаций и отобрав 20 наиболее значимых исследований. В данной работе они изучали связь между симптомами тревоги и стрессовых факторов с ВСС. В результате проведенного анализа, было установлено, что тревога опосредованно влияет на развитие ВСС, но напрямую влияет на развитие других психиатрических нарушений, которые в конечном итоге способствуют увеличению риска развития ВСС на 34,5%. Кроме того, они установили, что тяжелый стресс увеличивает риск летального исхода. Стоит отметить, что данные психические нарушения способствуют развитию и прогрессированию эндокринных нарушений, в частности увеличивая риск развития сахарного диабета [18, 19].

Влияние медикаментозной терапии на развитие НРС

Большинство препаратов, применяемых в психиатрической практике, таких как антидепрессанты и антипсихотики, могут оказывать неблагоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему. Побочные действия лекарственных препаратов варьируют от развития тахикардии до потенциально смертоносных желудочковых аритмий.

В психиатрии большое внимание уделяется оценке риска психиатрических препаратов всех групп, которые способны индуцировать аритмии за счет нарушения реполяризации кардиомиоцитов и/или удлинение QT-интервала.

С 2005 г. на Международной конференции по гармонизации (The International Council for Harmonisation, ICH) был впервые детально рассмотрен вопрос о влиянии антидепрессантов и антипсихотиков на удлинении QT-интервала. При проведении дальнейших исследований в течение четырехлетнего периода на повторной конференции было принято решение об ужесточении отбора психотропных препаратов из-за их негативного влияния и развития жизнеугрожающих НРС [7].

В 2021 г. группа ученых под руководством M. Elsayed провели исследование влияния наиболее часто используемых в психиатрической практике препаратов: антидепрессантов и антипсихотиков. При анализе полученных данных, было выявлено отрицательное влияние данных препаратов и увеличение рисков развития удлинения QT-интервала, что в последующем может спровоцировать жизнеугрожающую тахикардию по типу Torsade de pointes [20].

Несмотря на все эти усилия по мерам безопасности, до сих пор продолжают дебаты об относительном сердечном риске каждого вещества в каждой группе психотропных препаратов, особенно в отношении риска развития НРС и в удлинении QT-интервала.

Заключение

На сегодняшний день остается актуальным вопрос о влиянии психических нарушений, в том числе стресса, на развитие НРС. Стоит отметить, что еще более актуальным становится вопрос о применении психотропных препаратов в лечении данной группы пациентов. При назначении психофармакологических препаратов, следует отдавать предпочтение современным

медикаментам: атипичным нейролептикам (кветиапин, арипипразол, палиперидон и др.), среди антидепрессантов целесообразно использовать препараты из группы селективных ингибиторов обратного захвата серотонина (эсциталопрам, агомелатин, флувоксамин и др.), в последнее время хорошо себя зарекомендовал вортиоксетин. Подход в лечении должен быть мультидисциплинарным.

Лечение пациентов с НРС и сопутствующими психическими расстройствами требует одновременно учитывать соматические и психические аспекты. Отечественный и международный опыт свидетельствует, что игнорирование одного из компонентов ведет к неполноценному результату. Напротив, интегрированный подход – диагностика и терапия в тандеме кардиолога и психиатра – позволяет разорвать связь между сердцем и мозгом, улучшая качество жизни и здоровье пациентов.

На наш взгляд, требуется проведение многоцентровых исследований с выявлением критериев в ранней диагностике психических заболеваний, влияния лекарственных препаратов с последующим созданием классификации по группам и рискам возникновения НРС и создание оптимальных условий во избежание прогрессирования психических нарушений.

Библиографический список/References

1. 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»; 2023. Golukhova E.Z., Milievskaya E.B., Filatov A.G. et al. Arrhythmology – 2023. Heart rhythm and conduction disorders. Moscow; 2023 (in Russ.).
2. Голухова Е.З., Филатов А.Г., Аванесян Г.А. и др. Проспективное рандомизированное контролируемое исследование «Сравнительный анализ радиочастотной и криоабляции задней стенки левого предсердия у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий» в Российской Федерации («ПРИОРИТЕТ-ФП»): обоснование, цели и дизайн исследования / *Креативная кардиология*. 2024; 18 (3): 317–327. DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-3-317-327
Golukhova E.Z., Filatov A.G., Avanesyan G.A. et al. Prospective randomized controlled trial “Comparative analysis of radiofrequency and cryoablation of the posterior wall of the left atrium in patients with persistent atrial fibrillation” in the Russian Federation (“PRIORITY-AF”): rationale, objectives and design. *Creative Cardiology*. 2024; 18 (3): 317–327 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-3-317-327
3. Institute of Health Metrics and Evaluation. Global Health Data Exchange (GHDx). <https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/> (дата обращения 30.05.2025/ accessed May 30, 2025).
4. Ромасенко Л.В., Пархоменко И.М., Кадушина Е.Б. Терапия расстройств тревожно-депрессивного спектра у пациентов с артериальной гипертензией. *Фарматека*. 2012; 19 (252): 32–38.
Romashenko L.V., Parkhomenko I.M., Kadushina E.B. Therapy of anxiety-depressive disorders in patients with arterial hypertension. *Pharmateka*. 2012; 19 (252): 32–38.
5. Волель Б.А., Трошина Д.В., Фомичева А.В. Влияние психических расстройств на приверженность терапии у пациентов с фибрилляцией предсердий. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020; 13 (6): 530–538. DOI: 10.17116/kardio202013061530
Volel B.A., Troshina D.V., Fomicheva A.V. Impact of mental disorders on adherence to therapy in patients with atrial fibrillation. *Cardiol. Cardiovasc. Surg.* 2020; 13 (6): 530–538. DOI: 10.17116/kardio202013061530
6. Mental health and COVID-19: early evidence of the pandemic’s impact. Geneva: World Health Organization; 2022.
7. Food and Drug Administration, HHS. International Conference on Harmonisation; guidance on E14 Clinical Evaluation of QT/QTc Interval Prolongation and Proarrhythmic Potential for Non-Antiarrhythmic Drugs; availability. *Notice. Fed. Regist.* 2005; 70 (202): 61134–61135.
8. Shaik T.A., Haseeb M., Faisal S. et al. Impact of catheter ablation on long-term outcomes in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis. *Cureus*. 2022; 14 (9): e29202. DOI: 10.7759/cureus.29202
9. Ladwig K.H., Goette A., Atasoy S., Johar H. Psychological aspects of atrial fibrillation: A systematic narrative review: Impact on incidence, cognition, prognosis, and symptom perception. *Curr. Cardiol. Rep.* 2020; 22 (11): 137. DOI: 10.1007/s11886-020-01396-w
10. Teppo K., Jaakkola J., Biancari F. et al. Mental health conditions and bleeding events in patients with incident atrial fibrillation: a Finnish nationwide cohort study. *Gen. Hosp. Psychiatry*. 2022; 78: 117–122. DOI: 10.1016/j.genhosppsych.2022.08.003
11. Oving I., de Graaf C., Masterson S. et al. European first responder systems and differences in return of spontaneous circulation and survival after out-of-hospital cardiac arrest: a study of registry cohorts. *Lancet Reg. Health Eur.* 2020; 1: 100004. DOI: 10.1016/j.lanpe.2020.100004
12. Kamarck T., Jennings J.R. Biobehavioral factors in sudden cardiac death. *Psychol. Bull.* 1991; 109 (1): 42–75. DOI: 10.1037/0033-2909.109.1.42
13. Strike P.C., Steptoe A. Behavioral and emotional triggers of acute coronary syndromes: a systematic review and critique. *Psychosom. Med.* 2005; 67 (2): 179–186. DOI: 10.1097/01.psy.0000155663.93160.d2
14. Batelaan N.M., Seldenrijk A., Bot M. Anxiety and new onset of cardiovascular disease: critical review and meta-analysis. *Br. J. Psychiatry*. 2016; 208 (3): 223–231. DOI: 10.1192/bjp.bp.114.156554
15. Moulart V.R., van Heugten C.M., Winkens B. et al. Early neurologically-focused follow-up after cardiac arrest improves quality of life at one year: A randomised controlled trial. *Int. J. Cardiol.* 2015; 193: 8–16. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.04.229
16. Writing Group Members; Mozaffarian D., Benjamin E.J., Go A.S. et al. Heart disease and stroke statistics-2016 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2016; 133 (4): e38–360. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000350
17. Сергуладзе С.Ю., Тетвадзе И.В., Проничева И.В. О чем «молчит» фибрилляция предсердий: методы, частота и клинические последствия ее выявления у бессимптомных

- пациентов. *Креативная кардиология*. 2021; 15 (3): 307–321. DOI: 10.24022/1997-3187-2021-15-3-307-321
- Serguladze S.Yu., Tetvadze I.V., Pronicheva I.V. What “silent” atrial fibrillation does not reveal: Methods, frequency, and clinical consequences of its detection in asymptomatic patients. *Creative Cardiology*. 2021; 15 (3): 307–321 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2021-15-3-307-321
18. Batelaan N.M., Seldenrijk A., van den Heuvel O.A. et al. Anxiety, mental stress, and sudden cardiac arrest: epidemiology, possible mechanisms and future research. *Front. Psychiatry*. 2022; 12: 813518. DOI: 10.3389/fpsyt.2021.813518
19. Бокерия Л.А., Полунина А.Г., Лефтерова Н.П. и др. Фибрилляция предсердий, дилатация левых камер сердца: пусковые механизмы развития когнитивных нарушений у кардиологических пациентов. *Креативная кардиология*. 2015; 9 (1): 38–45. DOI: 10.15275/kreatkard.2015.01.04
- Бокерия Л.А., Полунина А.Г., Лефтерова Н.П. et al. Fibrillation of the atria, dilation of the left heart chambers: Triggers of cognitive impairment in cardiac patients. *Creative Cardiology*. 2015; 9 (1): 38–45 (in Russ.). DOI: 10.15275/kreatkard.2015.01.04
20. Elsayed M., Abdel-Kahaar E., Gahr M. et al. Arrhythmias related to antipsychotics and antidepressants: an analysis of the summaries of product characteristics of original products approved in Germany. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* 2021; 77 (5): 767–775. DOI: 10.1007/s00228-020-03049-x

Поступила 30.05.2025

Принята к печати 23.06.2025

Вниманию авторов!

*Примеры оформления блока «Литература/References»
(рубрикация дана для авторов и носит пояснительный характер)*

Статья из журнала:

1. Duppen N., Etnel J.R., Spaans L., Takken T., Van den Berg-Emons R.J., Boersma E. et al. Does exercise training improve cardiopulmonary fitness and daily physical activity in children and young adults with corrected tetralogy of Fallot or Fontan circulation? A randomized controlled trial. *Am. Heart J.* 2015; 170 (3): 606–14. DOI: 10.1016/j.ahj.2015.06.018
2. Киселева М.Г. Психологические особенности детей второго года жизни с врожденными пороками сердца. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2017; 18 (5): 501–6. DOI: 10.24022/1810-0694-2017-18-5-501-506
Kiseleva M.G. Psychological characteristics of children of the second year of life with congenital heart disease. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2017; 18 (5): 501–6 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2017-18-5-501-506

Статья из электронного журнала:

3. Abood S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am. J. Nurs.* 2002; 102 (6). <http://nursingworld.org/AJN/2002/june/Wawatch.htm> (дата обращения 17.10.2013/ accessed October 17, 2013).

Книга (монография, сборник):

4. Mavroudis C., Backer C. (Eds.) *Pediatric cardiac surgery.* 3rd ed. Philadelphia: Mosby; 2003.
5. Бокерия Л.А., Голухова Е.З. (ред.) *Клиническая кардиология: диагностика и лечение.* В 3 т. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2011. Т. 3.
Bockeria L.A., Golukhova E.Z. (Eds.). *Clinical cardiology: diagnosis and treatment.* In 3 vols. Moscow; 2011. V. 3 (in Russ.).

Глава из книги:

6. Кокшенёв И.В. Имплантаты в детской кардиохирургии. В кн.: Бокерия Л.А., Шаталов К.В. (ред.) *Детская кардиохирургия: руководство для врачей.* М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ; 2016.
Kokshenev I.V. Implants in pediatric cardiac surgery. In: Bockeria L.A., Shatalov K.V. (Eds.) *Pediatric cardiac surgery: a guide for physicians.* Moscow; 2016 (in Russ.).

Интернет-ресурс:

7. Z-score calculator. Boston Children's Hospital. <https://zscore.chboston.org/> (дата обращения 28.08.2021/ accessed August 28, 2021).

Материалы научных конференций:

8. Актуальные вопросы гематологии и трансфузиологии: материалы научно-практической конференции. 8 июля 2009 г. Санкт-Петербург. СПб.; 2009.
Actual issues of hematology and transfusiology: proceedings of scientific and practical conference. July 8, 2009. Saint Petersburg; 2009 (in Russ.).
9. Салов И.А., Маринушкин Д.Н. Акушерская тактика при внутриутробной гибели плода. В кн.: *Материалы IV Российского форума «Мать и дитя».* М.; 2000: 516–9.
Salov I.A., Marinushkin D.N. Obstetric tactics for fetal death. In: *Proceedings of the 4th Russian Forum "Mother and Child".* Moscow; 2000: 516–9 (in Russ.).
10. European meeting on hypertension. Milan, June 15–19, 2007. Milan; 2007.
11. Harnden P., Joffe J.K., Jones W.G. (Eds.) *Germ cell tumours V: Proceedings of the 5th Germ cell tumour conference.* 2001, Sept. 13–15; Leeds; UK. New York: Springer; 2001.

Методические пособия, клинические рекомендации:

12. Попов Д.А. Алгоритмы периоперационной антибиотикопрофилактики и терапии в сердечно-сосудистой хирургии: Методические рекомендации. М.: НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева; 2020.
Popov D.A. Algorithms for perioperative antibiotic prophylaxis and therapy in cardiovascular surgery: Guidelines. Moscow; 2020 (in Russ.).
13. Голухова Е.З. (ред.) *Комплексная программа по физической и психологической реабилитации пациентов с респираторными осложнениями после кардиохирургических операций и ассоциированной с COVID-19 пневмонией: Методическое пособие.* М.: НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева; 2021.
Golukhova E.Z. (Ed.) *A comprehensive program for the physical and psychological rehabilitation of patients with respiratory complications after cardiac surgery and pneumonia associated with COVID-19: A guide.* Moscow; 2021 (in Russ.).
14. Национальные рекомендации по ведению, диагностике и лечению клапанных пороков сердца. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева; 2009.
National guidelines for the management, diagnosis and treatment of valvular heart disease. Moscow; 2009 (in Russ.).