

**МЕТОД НЕФЛЮОРОСКОПИЧЕСКОЙ АБЛАЦИИ ТИПИЧНОГО ТРЕПЕТАНИЯ ПРЕДСЕРДИЙ:  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ**

**М.А.Подьянов<sup>1</sup>, О.В.Сапельников<sup>1</sup>, Д.И.Черкашин<sup>1</sup>, Д.Ф.Ардус<sup>1</sup>, Т.М.Ускач<sup>1</sup>, А.А.Куликов<sup>1</sup>,  
А.В.Верещагина<sup>1</sup>, И.Р.Гришин<sup>1</sup>, К.Б.Тимижева<sup>1</sup>, Г.К.Рамазанов<sup>1</sup>, М.Ф.Демурчев<sup>1</sup>, А.С.Омеляненко<sup>2</sup>,  
И.Б.Лукин<sup>3</sup>, А.А.Ширяев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУ «НМИЦ кардиологии им. ак. Е.И.Чазова» МЗ РФ, Россия, Москва, Москва, 3-я Черепковская ул., 15а;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Россия, Казань, ул. Кремлевская, д.18;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» МЗ РФ, Россия, Тверь, ул. Советская, д. 4

**Цель.** Оценить эффективность и безопасность катетерного лечения типичного трепетания предсердий (ТП) с использованием исключительно внутрисердечной эхокардиографии (ВС-ЭхоКГ) в сравнении с флюороскопическим методом.

**Материал и методы исследования.** В исследование было включено 176 пациентов с типичным ТП (по 88 пациентов в каждой группе). Исследуемую группу составили пациенты, которым выполнялась радиочастотная аблация (РЧА) под контролем только ВС-ЭхоКГ (ZF - Zero Fluoro). В группу сравнения вошли больные, которым РЧА ТП проводилась с применением минимального времени флюороскопии и ВС-ЭхоКГ (MF - Minimal Fluoro). Продолжительность наблюдения составила 12 месяцев.

**Результаты.** Интраоперационный успех был достигнут в 100% случаев в обеих группах. Отсутствие рецидива ТП в течение периода наблюдения оказалось сопоставимо (94,2% против 96,5%, p=0,4703). Не было зафиксировано острых и отсроченных осложнений. Во всех случаях в ВС-ЭхоКГ-группе операция была проведена без использования флюороскопии (p<0,001). Такие интраоперационные параметры, как продолжительность операции и время радиочастотного воздействия (РЧ-воздействия), статистически не отличались (69,4 мин. против 63,9 мин, p=0,1030; 9,1 мин. против 8,3 мин, p=0,1606, соответственно) в MF- и ZF-группах.

**Заключение.** Катетерная РЧА типичного ТП под контролем ВС-ЭхоКГ выполнима без использования флюороскопии при сопоставимых показателях эффективности и безопасности.

**Ключевые слова:** трепетание предсердий; каво-трикуспидальный истмус; аблация; нефлюороскопический; внутрисердечный ультразвук; внутрисердечная эхокардиография

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Финансирование:** отсутствует.

**Рукопись получена:** 04.09.2025 **Исправленная версия получена:** 14.10.2025 **Принята к публикации:** 21.11.2025

**Ответственный за переписку:** Подьянов Максим Андреевич, E-mail: makassoroksem@gmail.com

М.А.Подьянов - ORCID ID 0009-0003-7069-6349, О.В.Сапельников - ORCID ID 0000-0002-5186-2474, Д.И.Черкашин - ORCID ID 0000-0003-1679-1719, Д.Ф.Ардус - ORCID ID 0000-0001-8305-1855, Т.М.Ускач - ORCID ID 0000-0003-4318-0315, А.А.Куликов - ORCID ID 0000-0003-0043-6472, А.В.Верещагина - ORCID ID 0000-0001-8158-3794, И.Р.Гришин - ORCID ID 0000-0001-5839-1858, К.Б.Тимижева - ORCID ID 0000-0002-2464-8210, Г.К.Рамазанов - ORCID ID 0009-0006-0529-7941, М.Ф.Демурчев - ORCID ID 0009-0005-3823-4907, А.С.Омеляненко - ORCID ID 0000-0002-5976-7922, И.Б.Лукин - ORCID ID 0000-0003-1871-2754, А.А.Ширяев - ORCID ID 0000-0002-3325-9743

**Для цитирования:** Подьянов МА, Сапельников ОВ, Черкашин ДИ, Ардус ДФ, Ускач ТМ, Куликов АА, Верещагина АВ, Гришин ИР, Тимижева КБ, Рамазанов ГК, Демурчев МФ, Омеляненко АС, Лукин ИБ, Ширяев АА. Метод нефлюороскопической аблации типичного трепетания предсердий: эффективность и безопасность. *Вестник аритмологии*. 2025;32(4): 37-44. <https://doi.org/10.35336/VA-1558>.

**NON-FLUOROSCOPIC ABLATION OF TYPICAL ATRIAL FLUTTER: EFFECTIVENESS AND SAFETY**

**М.А.Podianov<sup>1</sup>, О.В.Sapelnikov<sup>1</sup>, Д.И.Cherkashin<sup>1</sup>, Д.Ф.Ardus<sup>1</sup>, Т.М.Uskach<sup>1</sup>, А.А.Kulikov<sup>1</sup>,  
А.В.Vereshchagina<sup>1</sup>, И.Р.Grishin<sup>1</sup>, К.Б.Timizheva<sup>1</sup>, Г.К.Ramazanov<sup>1</sup>, М.Ф.Demurchev<sup>1</sup>, А.С.Omelianenko<sup>2</sup>,  
И.Б.Lukin<sup>3</sup>, А.А.Shiryaev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>FSBI «NMRC of cardiology named after academician E.I.Chazov» of the MH RF, Russia, Moscow, 15a,  
3rd-Cherepkovskaya str.; <sup>2</sup>FSAEI «Kazan (Volga Region) Federal University», Russia, Kazan, 18 Kremlyovskaya str.;

<sup>3</sup>FSBEI HE «Tver State Medical University» of the MH RF, Russia, Tver, 4 Sovetskaya str.

**Aim.** To evaluate the effectiveness and safety of catheter treatment of typical atrial flutter (AFL) using exclusively intracardiac echocardiography (ICE) compared to the fluoroscopic method.

**Material and methods.** There were 176 patients with typical AFL (88 patients in each group). The study group consisted of patients who underwent radiofrequency ablation (RFA) with intracardiac ultrasound visualization only (ZF - Zero Fluoro). The comparison group included patients who underwent RFA of the AFL using minimal fluoroscopy time and ICE (MF - Minimal Fluoro). The follow-up period was 12 months.

**Results.** Intraoperative success rate was 100% in both groups. The absence of recurrence of AFL during the follow-up period was comparable (94.3% vs. 96.6%, p=0.4703). No acute or delayed complications were reported. Fluoroscopy was used in none patient who underwent the procedure under intracardiac ultrasound guidance (p < 0.001). Surgery time and overall RF-ablation time did not differ statistically (69.4 min vs. 63.9 min, p=0.1030; 9.1 min vs. 8.3 min, p=0.1606, respectively) in the MF- and ZF-group.

**Conclusion.** Catheter RFA of a typical AFL with ICE-visualization is feasible without the use of fluoroscopy, with comparable efficiency and safety results.

**Key words:** atrial flutter; cavo-tricuspid isthmus; ablation; nonfluoroscopic; intracardiac ultrasound; intracardiac echocardiography

**Conflict of Interest:** none.

**Funding:** none.

**Received:** 04.09.2025 **Revision received:** 14.10.2025 **Accepted:** 21.11.2025

**Corresponding author:** Podianov Maksim, E-mail: makassoroksem@gmail.com

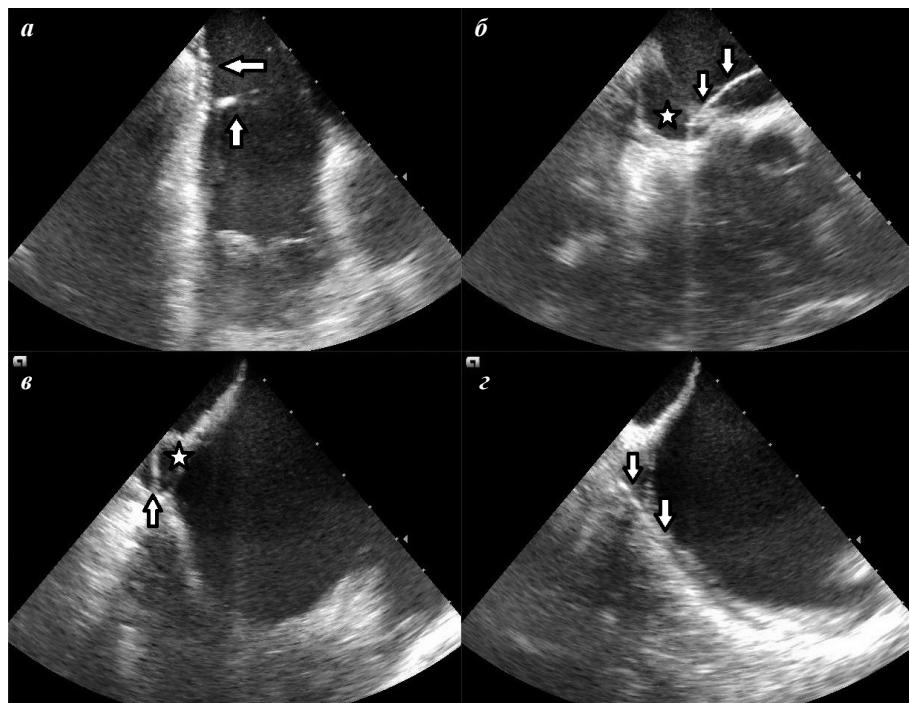
M.A.Podianov - ORCID ID 0009-0003-7069-6349, O.V.Sapelnikov - ORCID ID 0000-0002-5186-2474, D.I.Cherkashin - ORCID ID 0000-0003-1679-1719, D.F.Ardus - ORCID ID 0000-0001-8305-1855, T.M.Uskach - ORCID ID 0000-0003-4318-0315, A.A.Kulikov - ORCID ID 0000-0003-0043-6472, A.V.Vereshchagina - ORCID ID 0000-0001-8158-3794, I.R.Grishin - ORCID ID 0000-0001-5839-1858, K.B.Timizheva - ORCID ID 0000-0002-2464-8210, G.K.Ramazanov - ORCID ID 0009-0006-0529-7941, M.F.Demurchev - ORCID ID 0009-0005-3823-4907, A.S.Omelianenko - ORCID ID 0000-0002-5976-7922, I.B.Lukin - ORCID ID 0000-0003-1871-2754, A.A.Shiryaev - ORCID ID 0000-0002-3325-9743

**For citation:** Podianov MA, Sapelnikov OV, Cherkashin DI, Ardus DF, Uskach TM, Kulikov AA, Vereshchagina AV, Grishin IR, Timizheva KB, Ramazanov GK, Demurchev MF, Omelianenko AS, Lukin IB, Shiryaev AA. Non-fluoroscopic ablation of typical atrial flutter: effectiveness and safety. *Journal of Arrhythmology*. 2025;32(4): 37-44. <https://doi.org/10.35336/VA-1558>.

Типичное трепетание предсердий (ТП) является одним из наиболее распространенных нарушений ритма сердца (НРС). Выявляемость данной аритмии составляет 88 случаев на 100 000 человеко-лет, достигая 317 случаев на 100 000 человеко-лет среди населения старше 50 лет [1]. Длительное течение данной аритмии ассоциировано с развитием и прогрессированием хронической сердечной недостаточности, тромбоэмбологическими осложнениями, увеличением количества госпитализаций и смертности [2-4]. Исследования показывают, что катетерное лечение ТП снижает частоту повторных госпитализаций, рецидивов фибрилляции предсердий (ФП), улучшает качество жизни и клиническое течение хронической сердечной недостаточности за счет снижения «бремени» аритмии в сравнении с кардиоверсией и медикаментозным контролем ритма [5-7].

Катетерное лечение типичного ТП, при котором

фронт тахикардии циркулирует вокруг кольца трикуспидального клапана (ТК), заключается в создании



**Рис. 1. Позиционирование катетеров под ВС-ЭхоКГ визуализацией:**  
**a** - абляционный катетер (горизонтальная стрелка) на центральной части КТИ (обращает на себя внимание выраженная длина перешейка),  
**б-г** - постановка диагностического 10-полюсного катетера (вертикальные стрелки) в коронарный синус, где звездочка - устье коронарного синуса.

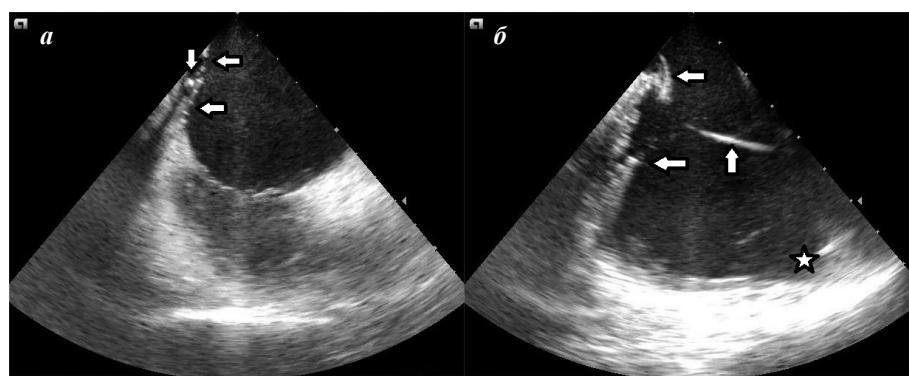
непрерывного блока проведения по кавотрикуспидальному истмусу (КТИ). Долгосрочная эффективность радиочастотной аблации (РЧА) КТИ превышает 90% при использовании двунаправленного истмус-блока в качестве конечной интраоперационной точки [8, 9].

Общепринятый способ выполнения РЧА КТИ основан на использовании флюороскопии в качестве основного метода визуализации катетеров, что неизбежно сопряжено с большой лучевой нагрузкой как на пациентов, так и на медицинский персонал. Согласно литературным данным, время облучения при данной

операции достигает 6,7-13,1 Gy/cm<sup>2</sup> [10, 11]. Внедрение в клиническую практику внутрисердечной эхокардиографии (ВС-ЭхоКГ) как дополнительного метода визуализации позволило снизить потребность в флюороскопии при выполнении многих электрофизиологических вмешательств [12-17]. Первое использование ротационного ультразвукового датчика при аблации в правом предсердии (ПП) было описано в 1994 г. E.Chu и соавт. [18]. В 2003 г. Joseph B Morton и соавт. впервые применили фазированный ВС-ЭхоКГ датчик при проведении РЧА КТИ. В качестве дополнительных преимуществ данного метода авторы отметили визуализацию анатомии перешейка на всем его протяжении и контроль контакта абляционного катетера с эндокардом [19].

В 2023 г. Blerim Luani и соавт. впервые опубликовали опыт полностью нефлюороскопического метода катетерного лечения ТП, основанного на применении внутрисердечного ультразвука в качестве единственного средства визуализации. В работе описано выполнение РЧА КТИ у 30

**Таблица 1.**



**Рис. 2. Техника проверки истмус-блока с двумя катетерами:** а - абляционный катетер (горизонтальные стрелки) позиционирован на латеральной части КТИ, б - на боковой стенке ПП (Вертикальная стрелка - диагностический 10-полюсный катетер в коронарном синусе, звездочка - ушко ПП).

#### Клинико-демографическая характеристика пациентов.

	MF (n=88)	ZF (n=88)	p
Мужской пол, %	64,8	76,1	0,0995
Возраст, лет	61,5±10,4	61,2±10,6	0,841
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	30,2±5,3	30,3±4,9	0,886
АГ, n (%)	63 (71,6)	70 (79,5)	0,2208
ИБС, n (%)	20 (22,7)	25 (28,4)	0,3890
ХСН, n (%)	24 (27,3)	34 (38,6)	0,1098
СД, n (%)	13 (14,8)	21 (23,9)	0,1277
ЛГ, n (%)	4 (4,5)	4 (4,5)	1,0
ИУС, n (%)	6 (6,8)	9 (10,2)	0,4193
Размеры ПП, см	19,4±4,9	20,8±5,1	0,0650
ПарТП, %	39,8	52,3	0,0971
ПерсТП, %	60,2	47,7	
ФП, n (%)	41 (46,6)	30 (34)	0,0919
ААП 1с класса, n	20 (аллапинин - 40%, пропафенон - 60%)	13 (аллапинин - 54%, пропафенон - 46%)	0,3464
ААП 2 класса, n	42 (бисопролол - 67%, метопролол - 33%)	42 (бисопролол - 79%, метопролол - 21%)	1,0
ААП 3 класса, n	17 (сotalол - 59%, амиодарон - 41%)	25 (сotalол - 52%, амиодарон - 48%)	0,1583
ААП 4 класса, n	5 (верапамил - 100%)	2 (верапамил - 100%)	0,2486
Дигоксин, n	3	3	1,0
КомбААТ, n	14	18	0,4357
Без ААТ, n	15	20	0,3464

Примечание: здесь и далее MF - minimal fluoro; ZF - zero fluoro; ИМТ - индекс массы тела; АГ - артериальная гипертензия; ИБС - ишемическая болезнь сердца; ХСН - хроническая сердечная недостаточность; СД - сахарный диабет; ЛГ - легочная гипертензия; ИУС - имплантированное устройство; ПП - правое предсердие; парТП и персТП - пароксизмальное и персистирующее трепетание предсердий; ФП - фибрillation предсердий; ААП - антиаритмический препарат, комбААТ - комбинированная антиаритмическая терапия (ААТ).

пациентов с типичным ТП. Авторы отметили, что выполнение всех этапов операции было возможным без использования флюороскопии, не было зафиксировано интраоперационных осложнений [20].

На данный момент в мировой литературе нет данных по долгосрочной эффективности РЧА ТП под контролем исключительно внутрисердечного ультразвука.

Целью данного исследования являлось сравнение интраоперационных и долгосрочных показателей эффективности и безопасности нефлюороскопического подхода к катетерному лечению типичного ТП с использованием ВС-ЭхоКГ в качестве средства визуализации и общепринятого флюороскопического метода.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ретропроспективное одноцентровое исследование, выполненное на базе лаборатории хирургических и рентген-хирургических методов лечения нарушений ритма сердца ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И.Чазова» Минздрава России за период с 2019 по 2024 гг было включено 176 пациентов с типичным ТП. Критериями включения в исследование были документально подтвержденный диагноз пароксизмальной или персистирующей формы ТП. Критериями исключения из исследования являлись анамнез кардиохирургического вмешательства или катетерного лечения НРС (что предполагало вероятность наличия постинцизионального ТП). Если у пациента исходно регистрировался синусовый ритм, выполнялось электрофизиологическое исследование и программная стимуляция на индукцию тахикардии. В случае отсутствия интраоперационной индукции тахикардии выполнялась эмпирическая РЧА КТИ до достижения двунаправленного блока проведения, при этом пациент исключался из исследования. Если у больного индуцировалось отличное от типичного ТП НРС, он получал лечение в соответствующем объеме, но также исключался из исследования.

Исследуемую группу составили пациенты, которым были проведены РЧА с использованием только ВС-ЭхоКГ (ZF - Zero Fluoro). В группу сравнения вошли больные, которым РЧА КТИ проводилась с применением минимального времени флюороскопии и внутрисердечного ультразвука (MF - Minimal Fluoro). Спустя 3, 6 и 12 месяцев после операции проводилось контрольное холтеровское мониторирование. Длительность периода наблюдения для каждого пациента составила 12 месяцев.

В MF группе для визуализации использовались флюороскопия и ВС-ЭхоКГ. Диагностические 20-ти и 10-типолюсный катетеры позиционировались под рентген-контролем по боковой стенке правого предсердия (ПП) и в коронарный синус, соответственно. Абляционный катетер устанавливался в области КТИ под контролем внутрисердечного

ультразвука. После подтверждения диагноза типично-го ТП при постоянной оценке контакта катетера с эндокардом выполнялась непрерывная линейная абляция КТИ от кольца ТК до устья нижней полой вены (НПВ) с параметрами: мощность 35 Вт, орошение 30 мл/мин. Воздействие в каждой конкретной точке производилась до момента изменения морфологии локального сигнала, регистрируемого на дистальной паре электродов абляционного катетера. (рис. 1а). Абляция выполнялась до момента достижения двунаправленного блока проведения, что определялось по изменению характера активации на диагностических катетерах.

В группе ZF позиционирование катетеров на всех этапах операции производилось под контролем исключительно ВС-ЭхоКГ. Для оценки внутрисердечных эндограмм использовался абляционный катетер, установленный в области КТИ и один диагностический 10-полюсный катетер, вместо двух. 20-полюсный катетер не использовался ввиду технической сложности его позиционирования по боковой стенке ПП без применения флюороскопии (рис. 1б-г). Диагноз типичного ТП подтверждался методом entrainment при стимуляции из области КТИ. Под контролем ВС-ЭхоКГ выполнялась линейная абляция КТИ от кольца ТК до устья НПВ с параметрами, аналогичными таковым в группе MF. Наличие истмус-блока оценивалось при стимуляции с проксимальных электродов 10-полюсного катетера, расположенных в области устья коронарного синуса. Оценка интервала от спайка стимула до сигнала на электродах абляционного катетера производилась при его расположении в двух точках: непосредственно латеральнее линии РЧ-воздействий и на боковой стенке ПП. При наличии блока проведения по КТИ интервал стимул-сигнал уменьшался при смещении абляционного катетера дальше от линии РЧ

**Таблица 2.**  
*Сравнение госпитальных и интраоперационных показателей при MF- и ZF-подходах*

	MF	ZF	p
Интраоперационный успех, %	100	100	
Продолжительность операции, мин	69,4±23,7	63,9±20,6	0,1030
Время флюороскопии, мин	6,5±4,9	0	<0,001
Время РЧ-воздействия, мин	9,1±4,1	8,3±3,4	0,1606
Осложнения	0	0	1,0
Длительность ПГП, дней	4,6±1,7	4,3±2,4	0,302

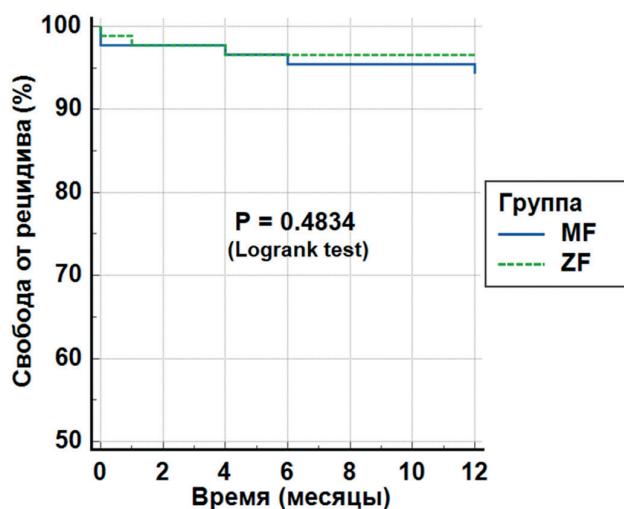
Примечание: РЧ - радиочастотный; ПГП - послеоперационный госпитальный период.

**Таблица 3.**  
*Сравнение долгосрочных (12 месяцев наблюдения) показателей при MF- и ZF-подходах*

	MF	ZF	p
Отсутствие рецидива, %	94,2	96,5	0,4703
Смертность, n (%)	2 (2,8)	2 (2,8)	1,0
ФП*, n (%)	27 (30,7)	20 (22,7)	0,2343

Примечание: \* - в течение периода наблюдения

воздействий. Аналогичным образом производилась оценка интервала стимул-сигнал при стимуляции с аблатационного катетера (рис. 2). Таким образом подтверждался двунаправленный истмус-блок. Данная методика описана D.G.Katrutsis и соавт. [21].



*Рис. 3. Кривая Каплана-Майера по рецидивам ТП, где MF - minimal fluoro, ZF - zero fluoro.*

Для ВС-ЭхоКГ использовался внутрисердечный ультразвуковой датчик AcuNav (Siemens, Германия). Для нанесения РЧ-воздействий использовался орошаемый 4-мм ненавигационный аблатационный катетер Blazer OpenIrrigated (Boston Scientific, США), установленный через управляемый внутрисердечный интродьюсер, что позволяло обеспечить наиболее состоятельный и стабильный контакт с эндокардом. При возникновении проведения через перешеек аблатационным катетером выполнялось картирование с поиском предполагаемого места прорыва и нанесением дополнительных РЧ-аппликаций. При необходимости выполнялась линейная абляция латеральной части КТИ (рис. 2). Интраоперационный успех считался достигнутым при сохранении блока проведения по КТИ в течение 20 минут экспозиции.

Первичными конечными точками являлись свобода от рецидива ТП в течение периода наблюдения и отсутствие осложнений. Ко вторичным конечным точкам относились продолжительность операции от первой пункции до извлечения последнего инструмента, время флюороскопии, а также длительность послеоперационного госпитального периода и количество летальных исходов в течение периода наблюдения.

*Таблица 4.*

*Сравнение результатов MF-подхода в различных исследованиях*

	Данное исследование	Hindricks 2009 [23]	Bencsik 2012 [11]	Herman 2017 [10]	Turcsan 2023 [22]	Debrecceni 2023 [24]
ДСВ	ВС-ЭхоКГ	ЭАН	ВС-ЭхоКГ	ВС-ЭхоКГ	ВС-ЭхоКГ	ВС-ЭхоКГ
Количество операций, n	88	105	50	40	219	40
Непосредственный успех, %	100	94	100	100	100	100
Долгосрочный успех, %	94,3	93,3	99	-	-	-
Осложнения, %	0	0	0	0	0	0
Время операции, мин	69,4±23,7	99±57	68,1±15,1	82,0±20,8	70 [52; 90]	55,5 [46,5; 66,8]
Время РЧ-воздействия, мин	9,1±4,1	-	8±8,9	10±6,3	10,9 [6,9; 16,4]	9,9 [7,5; 15,1]
Время флюороскопии, мин	6,5±4,9	7,7±7,3	5,54±3,77	3,29±2,60	15 [9,4; 19,6]	0,9 [0,6; 1,5]

Примечание: здесь и далее ДСВ - дополнительное средство визуализации; ВС-ЭхоКГ - внутрисердечная эхокардиография; ЭАН - электроанатомическая навигация.

*Таблица 5.*

*Сравнение результатов ZF-подхода в различных исследованиях*

	Данное исследование	Alvarez 2011 [25]	Fernandez-Gomez 2014 [26]	Debrecceni 2023 [24]	Luani 2023 [20]
Средство визуализации	ВС-ЭхоКГ	ЭАН	ЭАН	ВС-ЭхоКГ	ВС-ЭхоКГ
Количество операций	88	83	153	40	30
Непосредственный успех, %	100	98,8	99,3	100	100
Необходимость во флюороскопии, %	0	9,6	5,9	2,5	0
Долгосрочный успех, %	96,6	96,25	100	-	-
Осложнения, %	0	1,2	0	0	0
Время операции, мин	63,9±20,6	141±47	102,3±52,9	51,5 [44,0; 65,5]	41,4±19,9
Время РЧ-воздействия, мин	8,3±3,4	15±13	7,8±11,3	7,2 [4,3; 12,5]	6±3,1
Время флюороскопии, мин	0	1,8±7,2	-	-	0

Статистическая обработка данных исследования проведена с помощью программ SPSS Statistics, Medcalc и Microsoft Excel. Описательная статистика непрерывных количественных данных представлена в виде среднего арифметического и стандартного отклонения. Аналитическая статистика была выполнена при помощи t-теста Стьюдента для сравнения количественных переменных и критерия Пирсона  $\chi^2$  для качественных показателей. Свобода от рецидива аритмии в отдаленном периоде проводилась с помощью метода Каплана-Майера. Различие считалось значимым при  $p < 0,05$ .

### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В анализ было включено 176 пациентов: 88 в группе MF, 88 в группе ZF. Сравниваемые группы были сопоставимы по основным клинико-демографическим параметрам. При этом отмечалась тенденция к большему размеру ПП в группе ZF (19,4 см против 20,9 см,  $p=0,0611$ , соответственно), однако, статистически значимого расхождения получено не было (табл. 1).

Интраоперационный успех был достигнут в 100% случаев. Время оперативного вмешательства статистически не отличалось между группами. В нефлюороскопической группе 100% оперативных вмешательств прошло без использования рентгеновского излучения. Клинически значимых осложнений в обеих группах зафиксировано не было. Продолжительность послеоперационного нахождения в стационаре также не отличалась между группами (табл. 2).

В течение периода наблюдения летальный исход наступил у 4 пациентов (2 в группе MF, 2 в группе ZF,  $p=1,0$ ): в 2 случаях от течения легочной гипертензии (ЛГ), имевшей место до операции, в 1 случае от острой тромбоэмболии легочной артерии, в 1 случае в исходе инфаркта миокарда. Среди 172 пациентов, дошедших до конца периода наблюдения, долгосрочная эффективность была сопоставима и составила 94,2% и 96,5% ( $p=0,4703$ ) в течение года в MF- и ZF-группах соответственно. Частота развития ФП также не отличалась между группами и составила 30,7% и 22,7% ( $p=0,2343$ ) в MF и ZF когортах, соответственно (табл. 3). Для оценки свободы от рецидива ТП в течение периода наблюдения использовалась кривая Каплана-Майера (рис. 3).

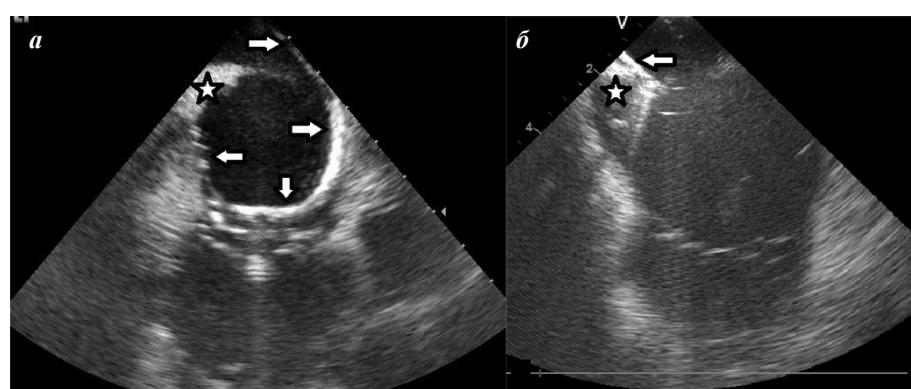
### ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Общепризнанным методом визуализации при проведении операции РЧА КТИ считается флюороскопия. Однако развитие и внедрение в клиническую практику новых технологий, таких как 3D-электроанатомическая навигация и внутрисердечный ультразвук, позволило свести потребность в рентгеновском излучении к минимуму. В мировой лите-

ратуре опубликовано несколько работ, оценивающих методы, минимизирующие (MF) и полностью исключающие (ZF) потребность в флюороскопии при проведении РЧА КТИ, основанные на использовании электроанатомического картирования или ВС-ЭхоКГ (табл. 4, 5) [10, 11, 20, 22-26]. Применение внутрисердечного ультразвука в качестве дополнительного средства визуализации при катетерном лечении типичного ТП, согласно литературным данным, способствует значительному снижению времени и дозы облучения для достижения результатов, сопоставимых по эффективности и безопасности с классическим флюороскопическим методом [10, 11, 22]. В то же время в 5-13% случаев для достижения интраоперационного успеха в дополнение к флюороскопии использовали внутрисердечный ультразвук ввиду анатомических особенностей, не позволявших нанести состоятельную линию блока. Такие свойства, как протяженность, вогнутая форма КТИ, трабекулярность, выраженная Евстахиева заслонка (ЕЗ), являются главными факторами, затрудняющими создание состоятельного истмус-блока [27, 28]. При выполнении абляции ключевым становится непосредственная визуализация анатомических структур, что недостижимо при флюороскопии или электроанатомическом картировании.

В ходе исследования выявлено, что ключевым фактором, препятствующим достижению состоятельного истмус-блока с первой линии абляции является выраженная ЕЗ. Достичь адекватного контакта с эндокардом возле устья НПВ в таких условиях возможно только методом максимального сгиба управляемого интродьюсера и абляционного катетера под непосредственным визуальным контролем внутрисердечного ультразвука (рис. 4а). В данном исследовании применение вышеописанного маневра потребовалось у 36 из 176 (20,4%) пациентов для достижения состоятельного истмус-блока. В некоторых случаях добиться блока проведения помогала дополнительная абляция самой ЕЗ (рис. 4б).

Всего в исследовании было включено 8 пациентов с ЛГ, что составило 4,5% от всей выборки. Известно, что манифестация НРС у пациентов с ЛГ ассоциирована с правожелудочковой недостаточностью, ухуд-



**Рис. 4. Абляция при выраженной евстахиевой заслонке (звездочки): а - максимальное сгибание управляемого интродьюсера и абляционного катетера (стрелки) для достижения адекватного контакта с эндокардом возле устья нижней полой вены, б - абляция самой евстахиевой заслонки со стороны устья нижней полой вены.**

шением клинического статуса и повышенной смертностью. При этом тактика восстановления и контроля синусового ритма по данным последних исследований сопряжена с лучшим клиническим исходом [29]. У 4 из 8 пациентов (2 в группе MF и 2 в группе ZF) в данном исследовании интраоперационно отмечалось истончение миокарда в области КТИ по данным ВС-ЭхоКГ. В целях безопасности аблация в таких условиях выполнялась с особой осторожностью и со сниженными параметрами мощности - не более 30 Вт. Всего 25% (2 из 8) пациентов с ЛГ скончались от причин, не связанных с рецидивом ТП. Остальные 33,3% пациентов (2 из 6) получили рецидив ТП в течение периода наблюдения, что сопоставимо с данными последних исследований [30]. Дискутируемым остается вопрос, связан ли высокий процент рецидивов непосредственно с течением ЛГ, либо сниженными параметрами мощности при аблации КТИ в условиях истонченного миокарда у таких пациентов, с учетом того, что состоятельный истмус-блок был получен во всех случаях. Дальнейшие исследования с большей выборкой необходимы для выяснения причин рецидивирования типичного ТП после катетерного лечения у пациентов с ЛГ.

Частота развития ФП в течение периода наблюдения не отличалась между группами. Всего эпизоды ФП отмечались у 47 из 176 (26,7%) пациентов. При этом показатели составили 42% и 16% среди пациентов с исходным анамнезом фибрилляции и без него, соответственно. Данные показатели сопоставимы с результатами крупного мета-анализа F.J.Pérez и соавт. [8].

При сравнении двух групп в исследовании не было получено расхождений по ключевым параметрам эффективности и безопасности (табл. 2, 3). Каждая операция в ZF-группе была выполнена под контролем исключительно внутрисердечного ультразвука без необходимости в флюороскопии на всех этапах при сопоставимых показателях продолжительности операции и

времени РЧ-воздействия. Таким образом, продемонстрирована состоятельность ВС-ЭхоКГ в качестве самостоятельного средства визуализации при катетерном лечении типичного ТП.

В сравнении с данными мировых исследований были получены сопоставимые результаты по таким ключевым показателям, как интраоперационная и долгосрочная эффективность, безопасность и продолжительность операции (табл. 4, 5). Данное исследование является первой работой, оценивающей долгосрочную эффективность нефлюороскопического метода катетерного лечения типичного ТП, основанного на использовании исключительно ВС-ЭхоКГ в качестве средства визуализации в сравнении с флюороскопическим подходом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие методик катетерного лечения НРС, основанных на нефлюороскопических средствах визуализации, является одним из наиболее актуальных направлений современной интервенционной аритмологии. ВС-ЭхоКГ широко используется как дополнительное средство визуализации при выполнении большинства аритмологических вмешательств, позволяя при этом существенно снизить лучевую нагрузку. В данном исследовании описан безрентгеновский метод катетерного лечения типичного ТП, основанный на использовании внутрисердечного ультразвука в качестве единственного средства визуализации. Отсутствие значимых различий в эффективности методик показывает, что ВС-ЭхоКГ способна заменить флюороскопию на всех этапах операции РЧА КТИ, в некоторых случаях демонстрируя более детальную визуализацию. Описанный метод позволяет полностью исключить потребность в рентгеновском излучении при катетерном лечении типичного ТП без ущерба эффективности и безопасности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Granada J, Uribe W, Chyou PH, et al. Incidence and predictors of atrial flutter in the general population. *J Am Coll Cardiol.* 2000;36(7): 2242-2246. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)00982-7](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)00982-7).
2. Diamant MJ, Andrade JG, Virani SA, et al. Heart failure and atrial flutter: a systematic review of current knowledge and practices. *ESC Heart Fail.* 2021;8(6): 4484-4496.
3. <https://doi.org/10.1002/ehf2.13526>.
4. Vadmann H, Nielsen PB, Hjortshøj SP, et al. Atrial flutter and thromboembolic risk: a systematic review. *Heart.* 2015;101(18): 1446-1455. <https://doi.org/10.1136/heart-jnl-2015-307550>
5. Rahman F, Wang N, Yin X, et al. Atrial flutter: Clinical risk factors and adverse outcomes in the Framingham Heart Study. *Heart Rhythm.* 2016;13(1): 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.07.031>.
6. Natale A, Newby KH, Pisanó E, et al. Prospective randomized comparison of antiarrhythmic therapy versus first-line radiofrequency ablation in patients with atrial flutter. *J Am Coll Cardiol.* 2000;35(7): 1898-1904. [https://doi.org/10.1016/s0735-1097\(00\)00635-5](https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)00635-5).
7. Roșu R, Mureșan L, Andronache M, et al. The role of radiofrequency ablation as a first line therapy in the treatment of atrial flutter. *Rom J Intern Med.* 2010;48(3): 249-253.
8. Ардус Д.Ф. Влияние катетерной аблации фибрилляции и трепетания предсердий на клиническое течение хронической сердечной недостаточности: дис. канд. мед. наук: 3.1.20, 3.1.15. - Москва, 2023. - 133 с. [Arduz D.F. The Effect of Catheter Ablation of Atrial Fibrillation and Flutter on the Clinical Course of Chronic Heart Failure: PhD Thesis: 3.1.20, 3.1.15. - Moscow, 2023. - 133 p. (In Russ.)].
9. Pérez FJ, Schubert CM, Parvez B, et al. Long-term outcomes after catheter ablation of cavo-tricuspid isthmus dependent atrial flutter: a meta-analysis. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2009;2(4): 393-401. <https://doi.org/10.1161/CIRCEP.109.871665>.
10. Maglia G, Pentimalli F, Verlato R, et al. Ablation of CTI-dependent flutter using different ablation technologies: acute and long-term outcome from the LEONARDO study. *J Interv Card Electrophysiol.* 2023;66(7): 1749-1757. doi:10.1007/s10840-023-01519-7. <https://doi.org/10.1007/s10840-023-01519-7>.
11. Herman D, Osmancik P, Zdarska J, Prochazkova R. Routine use of intracardiac echocardiography for atrial

- al flutter ablation is associated with reduced fluoroscopy time, but not with a reduction of radiofrequency energy delivery time. *J Atr Fibrillation.* 2017;10(2): 1553. Published 2017 Aug 31. <https://doi.org/10.4022/jafib.1553>.
12. Bencsik G, Pap R, Makai A, et al. Randomized trial of intracardiac echocardiography during cavotricuspid isthmus ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2012;23(9): 996-1000.
  13. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2012.02331.x>.
  14. Сапельников ОВ, Партигурова АС, Saidova MA, и др. Роль внутрисердечной эхокардиографии в клинической электрофизиологии. Кардиология. 2015;55(1): 64-69. [Sapelnikov OV, Partigulova AS, Saidova MA et al. The role of intracardiac echocardiography in clinical practice. *Kardiologija.* 2015;55(1): 64-69. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18565/cardio.2015.1.64-69>.
  15. Сапельников ОВ, Ардус ДФ, Костин ВС, и др. Нефлюороскопический подход к катетерному лечению фибрилляции предсердий. Российский кардиологический журнал. 2020;25(12): 3928. [Sapelnikov OV, Arduis DF, Kostin VS et al. Nonfluoroscopic catheter ablation in patients with atrial fibrillation. *Russian Journal of Cardiology.* 2020;25(12): 3928. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3928>.
  16. Костин ВС, Сапельников ОВ, Ускач ТМ, и др. Нефлюороскопический подход к криобаллонной аблации фибрилляции предсердий. (Результаты годового наблюдения). Кардиологический вестник. 2021;16(4): 49-57. [Kostin VS, Sapelnikov OV, Uskach TM, et al. Non-fluoroscopic approach to cryoballoon ablation for atrial fibrillation. (1 year follow-up results). *Russian Cardiology Bulletin.* 2021;16(4): 49-57. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20211604149>.
  17. Гусейнли ЭГ, Сапельников ОВ, Аманатова ВА, и др. Непосредственная эффективность и безопасность нефлюороскопического подхода в катетерном лечении желудочковых тахикардий. Кардиология. 2023;63(3): 36-45. [Huseynli EG, Sapelnikov OV, Amanatova VA, et al. Efficacy and Safety of Nonfluoroscopic Approach During Catheter Ablation of Ventricular Tachycardias. *Kardiologija.* 2023;63(3): 36-45. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18087/cardio.2023.3.n2243>.
  18. Подьянов МА, Сапельников ОВ, Черкашин ДИ, и др. Нефлюороскопическая аблация наджелудочковых тахиаритмий: результаты применения нового подхода. Кардиологический вестник. 2024;19(4): 80-86. [Podianov MA, Sapelnikov OV, Cherkashin DI, et al. Non-fluoroscopic ablation of supraventricular tachycardia — results of a new approach. *Russian Cardiology Bulletin.* 2024;19(4): 80-86. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20241904180>.
  19. Goya M, Frame D, Gache L, et al. The use of intracardiac echocardiography catheters in endocardial ablation of cardiac arrhythmia: Meta-analysis of efficiency, effectiveness, and safety outcomes. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2020;31(3): 664-673. <https://doi.org/10.1111/jce.14367>.
  20. Chu E, Fitzpatrick AP, Chin MC, et al. Radiofrequency catheter ablation guided by intracardiac echocardiography. *Circulation.* 1994;89(3): 1301-1305. <https://doi.org/10.1161/01.cir.89.3.1301>.
  21. Morton JB, Sanders P, Davidson NC, et al. Phased-array intracardiac echocardiography for defining cavotricuspid isthmus anatomy during radiofrequency ablation of typical atrial flutter. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2003;14(6): 591-597. <https://doi.org/10.1046/j.1540-8167.2003.02152.x>.
  22. Luani B, Basho M, Ismail A, et al. Catheter navigation by intracardiac echocardiography enables zero-fluoroscopy linear lesion formation and bidirectional cavotricuspid isthmus block in patients with typical atrial flutter. *Cardiovasc Ultrasound.* 2023;21(1): 13. <https://doi.org/10.1186/s12947-023-00312-w>.
  23. Katritsis DG, Chokesuwananaskul R, Zografos T, et al. A simplified differential pacing technique for the evaluation of bidirectional cavo-tricuspid isthmus block during ablation of typical atrial flutter. *J Interv Card Electrophysiol.* 2022;63(1): 109-114. <https://doi.org/10.1007/s10840-020-00935-3>.
  24. Turcsan M, Janosi KF, Debreceni D, et al. Intracardiac Echocardiography Guidance Improves Procedural Outcomes in Patients Undergoing Cavotricuspidal Isthmus Ablation for Typical Atrial Flutter. *J Clin Med.* 2023;12(19): 6277. <https://doi.org/10.3390/jcm12196277>.
  25. Hindricks G, Willems S, Kautzner J, et al. Effect of electroanatomically guided versus conventional catheter ablation of typical atrial flutter on the fluoroscopy time and resource use: a prospective randomized multicenter study. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2009;20(7): 734-740. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2009.01439.x>.
  26. Debreceni D, Janosi KF, Turcsan M, et al. Feasibility and safety of cavotricuspid isthmus ablation using exclusive intracardiac echocardiography guidance: a proof-of-concept, observational trial. *Front Cardiovasc Med.* 2023;10: 1244137. Published 2023 Oct 12. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1244137>.
  27. Álvarez M, Tercedor L, Herrera N, et al. Cavotricuspid isthmus catheter ablation without the use of fluoroscopy as a first-line treatment. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2011;22(6): 656-662. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2010.01962.x>.
  28. Fernández-Gómez JM, Morilla-Vázquez P, Morales Edel R, et al. Exclusion of fluoroscopy use in catheter ablation procedures: six years of experience at a single center. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2014;25(6): 638-644. <https://doi.org/10.1111/jce.12385>.
  29. Scaglione M, Caponi D, Di Donna P, et al. Typical atrial flutter ablation outcome: correlation with isthmus anatomy using intracardiac echo 3D reconstruction. *Europace.* 2004;6(5): 407-417. <https://doi.org/10.1016/j.eupc.2004.05.008>.
  30. Shimizu Y, Yoshitani K, Murotani K, et al. The deeper the pouch is, the longer the radiofrequency duration and higher the radiofrequency energy needed-Cavotricuspid isthmus ablation using intracardiac echocardiography. *J Arrhythm.* 2018;34(4): 410-417. Published 2018 Jun 4. <https://doi.org/10.1002/joa.3.12075>.
  31. Rajdev A, Garan H, Biviano A. Arrhythmias in pulmonary arterial hypertension. *Prog Cardiovasc Dis.* 2012;55(2): 180-186. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2012.06.002>.
  32. Zhang A, Ding L, Zhang H, et al. Radiofrequency catheter ablation for pulmonary hypertension patients with atrial flutter. *ESC Heart Fail.* 2024;11(2): 883-892. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14659>.