

УДК 616.12-008.311: 616.12-008.318.5:616-005.4: 616-008.63: 616-008.64

DOI 10.17802/2306-1278-2019-8-4S-62-69

## ВЛИЯНИЕ АНАТОМИИ ЛЕГОЧНЫХ ВЕН НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ КРИОБАЛЛОННОЙ ИЗОЛЯЦИИ В ЛЕЧЕНИИ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ

Т.Ю. Чичкова , С.Е. Мамчур, Е.А. Хоменко, М.П. Романова, А.Н. Коков

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновский бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

### Основные положения

• В работе было изучено влияние анатомического фактора на отдаленную эффективность криобаллонной изоляции легочных вен в сравнении с радиочастотным воздействием. Продемонстрировано негативное влияние наличия общего устья левых легочных вен на результаты криоабляции.

#### Цель

Оценить эффективность криоизоляции при различных анатомических вариантах легочных вен.

#### Материалы и методы

В исследование вошло 230 пациентов в возрасте 57 (53; 62) лет, примерно равная доля мужчин и женщин. До 1/3 страдали изолированной ФП, большая часть относилась к категории высокого риска тромбоэмболических осложнений. Для оценки анатомического варианта ЛВ применялась модифицированная классификация E. Marom et al. В группах криобаллонной и радиочастотной изоляции ЛВ выделялись подгруппы типичной и вариантной анатомии. Оценка эффективности вмешательства базировалась на выявлении любых (симптомных и асимптомных) документированных эпизодов предсердных аритмий длительностью более 30 секунд за период наблюдения 12 месяцев.

#### Результаты

Сравнение эффективности при типичной анатомии ЛВ не выявило достоверных различий между группами крио- и РЧА независимо от вида применяемого устройства. Подгруппа I генерации криобаллонов продемонстрировала свободу от ФП 83,2%, II генерации – 87,5%, группа РЧА – 82,7% при  $p = 0,82$ . В то же время при вариантной анатомии ЛВ эффективность криоизоляции с применением II генерации устройств составила 52,2 против 85,7% в группе РЧА (ОШ = 0,25; 95% ДИ 0,09–0,71;  $p = 0,02$ ). При проведении анализа отдаленных результатов в группах крио- и РЧА в зависимости от анатомического варианта было установлено, что при РЧА наличие общего устья слева (коллектора/вестибюля), а также наличие добавочных вен, демонстрировало результаты, сопоставимые с группой типичной анатомии. В то же время в группе криоабляции наличие общего устья слева сопровождалось снижением эффективности до 23,1 против 84,9% при типичной анатомии (ОШ = 0,14; 95% ДИ 0,03–0,6;  $p = 0,02$ ) и 90% при наличии добавочных вен (ОШ = 0,1; 95% ДИ 0,01–0,64;  $p = 0,02$ ). При наличии общего устья слева эффективность криоабляции с применением баллонов второй генерации составила 23,1 против 82,4% в группе РЧА (ОШ = 0,16; 95% ДИ 0,05–0,5).

#### Заключение

Наличие общего устья левых легочных вен приводит к снижению эффективности криоабляции в отдаленном периоде наблюдения относительно группы типичной анатомии до 23,1 против 84,9% (ОШ = 0,14; 95% ДИ 0,03–0,6) и 82,4% при радиочастотной абляции (ОШ = 0,16; 95% ДИ 0,05–0,5). Наличие добавочных вен правосторонней локализации не влияет на эффективность вмешательства.

#### Ключевые слова

Фибрилляция предсердий • Легочные вены • Криобаллонная изоляция • Радиочастотная абляция

Поступила в редакцию: 16.11.19; поступила после доработки: 30.11.19; принята к печати: 12.12.19

Для корреспонденции: Чичкова Татьяна Юрьевна, e-mail: [chi4cova@yandex.ru](mailto:chi4cova@yandex.ru); адрес: 650002, Россия, г. Кемерово, Сосновский бульвар, 6

Corresponding author: Chichkova Tatiana Yu., e-mail: [chi4cova@yandex.ru](mailto:chi4cova@yandex.ru); adress: Russian Federation, 650002, Kemerovo, 6, Sosonoviy Blvd.

## IMPACT OF PULMONARY VEIN ANATOMY ON CRYOBALLOON ISOLATION RESULTS

T.Yu. Chichkova , S.E. Mamchur, E.A. Khomenko, M.P. Romanova, A.N. Kokov

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, Sosonoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

### Highlights

- The impact of pulmonary vein anatomy on the long-term effectiveness of cryoballoon isolation was evaluated and compared to RFA. In addition, the presence of a left common PV affected cryoablation results.

### Aim

To estimate the efficacy of pulmonary veins (PV) cryoballoon isolation in different anatomical variants of PVs.

### Methods

230 patients aged 57 (53; 62) years were enrolled in the study with approximately equal proportion of males and females. Of them, up to 1/3 of patients suffered from isolated AF. Most of them had a high risk of thromboembolic complications. To evaluate the PV anatomical variant, a modified classification of E. Marom et al was used. The subgroups of typical and variant anatomy were allocated within the groups of cryoballoon and radio-frequency isolation. The effectiveness of the intervention was evaluated based on the identification of at least one period of asymptomatic or symptomatic device-documented episode of atrial arrhythmias lasting more than 30 seconds at 12 months.

### Results

None significant differences in the efficacy of the intervention in typical PV anatomy were found between cryo and RFA groups, regardless of the type of the device used. Freedom from AF was 83.2% in the subgroup of the first-generation cryoballoons, 87.5% – in the second-generation cryoballoon subgroup, and 82.7% – in the RFA ( $p = 0.82$ ). However, the efficiency of cryoisolation in the variant anatomy of PVs using the second-generation devices was 52.2 vs. 85.7% in the RFA group (OR = 0.25; 95% CI 0.09–0.71;  $p = 0, 02$ ). The analysis of the long-term results in the cryo and RFA groups depending on the anatomical variant reported that the results of RFA in patients with a left common PV and those with additional veins were comparable with the group of typical anatomy, whereas in the cryoablation group, the presence of a left common PV was associated with a 23.1% decrease in efficiency compared to 84.9% in the typical anatomy subgroup (OR = 0.14; 95% CI 0.03–0.6;  $p = 0.02$ ) and 90% in patients with additional veins (OR = 0.1; 95% CI 0.01–0.64;  $p = 0.02$ ). The efficiency of cryoablation using the second-generation cryoballoons was 23.1% in patients with a left common PV, compared to 82.4% in the RFA group (OR = 0.16; 95% CI 0.05–0.5).

### Conclusion

The efficacy of cryoablation in patients with a left common PV was lower than in patients with typical anatomy. The presence of additional right-sided PVs did not affect the effectiveness of the intervention.

### Keywords

Atrial fibrillation • Pulmonary veins • Cryoballoon isolation • Radiofrequency ablation

Received: 16.11.19; received in revised form: 30.11.19; accepted: 12.12.19

### Список сокращений

ДИ – доверительный интервал	ОШ – отношение шансов
ЛВ – легочная вена	РЧА – радиочастотная абляция
ЛЖ – левый желудочек	ФВ – фракция выброса
ЛП – левое предсердие	ФП – фибрилляция предсердий

### Введение

Фибрилляция предсердий (ФП), являясь самым распространенным нарушением ритма, ассоциирована с развитием и прогрессированием сердечной недостаточности и когнитивной дисфункции, нега-

тивным влиянием на качество жизни, а также повышением риска внезапной смерти [1, 2]. Все это ведет к существенному росту нагрузки на систему здравоохранения и значимым социально-экономическим последствиям [3–6].

Согласно экспертному консенсусу HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE, поддержанному европейской ассоциацией кардиологов, краеугольным камнем аблации ФП является антральная изоляция легочных вен (ЛВ) [1]. Для достижения полной изоляции ЛВ необходимо создание непрерывной линии аблации с обеспечением трансмурального повреждения. С этой целью наиболее изучено применение радиочастотной энергии. Однако данная методика с нанесением большого количества аппликаций «point-by-point» не всегда позволяет достичь четкой зоны повреждения и часто ассоциируется с развитием осложнений (до 4,9%) – стенозов ЛВ, перфорации предсердия, а также тромбоемболий [7]. Метод криоаблации основан на деструкции аритмогенной зоны с помощью глубокого локального охлаждения по периметру контакта криобаллона с устьем ЛВ в одно воздействие («single shot»), характеризуется более деликатным действием на ткань, а также формированием более четкой зоны рубца [8].

Одним из наиболее дискуссионных вопросов в применении методик для одномоментной аблации остается значение анатомического фактора. В литературе данные на этот счет противоречивы. Еще до начала эры активного применения криотехнологии было выполнено немало работ, посвященных визуализации ЛП. Основной фокус в них был нацелен на анатомический вариант ЛВ. Наибольшую распространенность и практическое применение с целью оценки анатомии находят МРТ и МСКТ сердца с контрастированием ЛП и ангиографией ЛВ [9–11].

До 37% пациентов имеют вариантную анатомию ЛВ [11, 12]. Сегодня большие сомнения вызывает эффективность процедуры криоизоляции при наличии общего коллектора, а также общего вестибюля ЛВ. Исследование М. Kubala et al. (2011) демонстрирует результаты с достоверным снижением эффективности в группе общего ствола слева до 41% против 67 ( $p < 0,01$ ) [13]. В ряде одноцентровых исследований предпринимались попытки выявления анатомических предикторов рецидива после криоаблации. Данные этих исследований противоречивы.

**Цель исследования** – оценить эффективность криоизоляции при различных анатомических вариантах легочных вен.

## Материал и методы

Все пациенты перед включением в исследование подписали информированное согласие об участии в нем. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации и надлежащей клинической практики.

Критерии включения: возраст 18–75 лет; наличие пароксизмальной или персистирующей формы ФП, документированной на основании регистрации ЭКГ и сопровождающейся симптоматикой

Пб-IV класса по данным модифицированной шкалы EHRA; документированная неэффективность антиаритмической терапии хотя бы одним из препаратов I или III класса по классификации E.M. Vaughan-Williams, включая их комбинации с  $\beta$ -адреноблокаторами.

Критерии исключения: предшествующие аблации ФП; длительно персистирующая форма ФП; ФП, ассоциированная с приобретенными пороками сердца; аллергическая реакция на контрастное вещество; противопоказания к антикоагулянтной терапии; ХСН III–IV класса по NYHA; неконтролируемая артериальная гипертензия; транзиторные ишемические атаки или инсульты в течение предшествующих 6 месяцев; инфаркты миокарда давностью менее 6 месяцев; показания к реваскуляризации миокарда или ее выполнение в предшествующие 6 месяцев; наличие протезированных клапанов сердца; показания к кардиохирургическим или сосудистым операциям; наличие имплантированного внутрисердечного устройства; активный инфекционный процесс; обострение/нестабильное течение сопутствующей патологии любых органов или систем; хроническая обструктивная болезнь легких с наличием признаков формирования хронического легочного сердца; скорость клубочковой фильтрации менее 30 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>; неконтролируемый гипо- или гипертиреозидизм; беременность или грудное вскармливание; фракция выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) <35%; переднезадний размер левого предсердия (ЛП) >55 мм по данным трансторакальной эхокардиографии; тромбоз ЛП; максимальный диаметр одной из ЛВ более 26 мм.

Проспективное исследование выполнялось на протяжении 3 лет. Пациенты были случайно распределены в группы крио- и радиочастотной аблации (РЧА). Пациенты с вариантной анатомией в 1 подгруппу не включались. Срок наблюдения составил 12 мес. В качестве первичной конечной точки принималось время до возникновения первого устойчивого пароксизма ФП, верифицированного на ЭКГ после отмены антиаритмической терапии за пределами «слепого» периода наблюдения.

Всего включено 230 пациентов в возрасте 57 (53; 62) лет, примерно равная доля мужчин и женщин. До 1/3 страдали изолированной ФП, большая часть относилась к категории высокого риска тромбоемболических осложнений. Клиническая характеристика пациентов приведена в Табл. 1. Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с помощью программ Medcalc v 18.2.1 (Softwa, Бельгия) и STATISTICA 10 (StatSoft, США).

Для оценки анатомического варианта ЛВ применялась модифицированная классификация E. Maron et al. [14], базирующаяся на оценке анатомии правых и левых ЛВ с применением соответствующего индекса (R или L) и указанием количества устьев

с каждой стороны в виде числового индекса, а также характеристики анатомического паттерна в виде буквенного индекса. Таким образом, описание анатомического варианта имеет вид кода, сочетающего особенности анатомии правых и левых ЛВ.

В группах криобаллонной и радиочастотной изоляции ЛВ выделялись подгруппы типичной и вариантной анатомии. В подгруппу типичной анатомии включены случаи, когда правые и левые вены соответствовали коду R2a-b L2a по Maгом, т.е. имело место по 2 отдельных устья с каждой стороны. Такому анатомическому типу соответствовала большая часть изучаемой выборки 80,8% (n = 186) и 81,1% (n = 99) в группах криоизоляции, 80,6% (n = 87) в группе РЧА при отсутствии межгрупповых различий.

В подгруппу вариантной анатомии вошли пациенты с наличием коллектора левых ЛВ без подразделения по длине ствола (R2a L1a-b) – 6,1% (n = 14), общего вестибюля слева (R2a L2b) – 7,0% (n = 16), а также наличием добавочной вены правосто-

ронней локализации, впадающей отдельным устьем (R3c L2a) – 6,1% (n = 14).

## Результаты

В представленном анализе группы с наличием единого устья были объединены. Достоверных различий в распределении вариантов между группами крио- и РЧА выявлено не было. Более подробная характеристика по анатомическому признаку приведена в Табл. 2.

Достоверных различий в отношении исходной клинической характеристики подгрупп вариантной и типичной анатомии не выявлено. Частота встречаемости персистирующей формы ФП при типичной анатомии ЛВ в группе криоабляции составила 12,1% (n = 12), в группе РЧА – 18,4% (n = 16) при p = 0,3; при вариантной анатомии – 6/23 случаев в группе крио- и 2/21 – в группе РЧА при p = 0,28; при наличии общего устья слева – 3/13 случаев в группе крио- и 2/17 в группе РЧА при p = 0,64.

**Таблица 1.** Исходная клиническая характеристика пациентов  
**Table 1.** Baseline characteristics of patients

Показатель / Parameters	Пациенты / Patients, n = 230
Возраст, лет / Age, year, Me (Lq; Uq)	57 (53; 62)
Пол / Sex, n (%): мужчины / male	114 (49,6)
Артериальная гипертензия / Hypertension, n (%)	166 (72,2)
ИБС / CAD, n (%): Постинфарктный кардиосклероз / ЧКВ / Postinfarction cardiosclerosis / PCI	83 (36,1) 15 (6,5) / 13 (5,7)
Хроническая сердечная недостаточность I-II ФК (NYHA) / HF NYHA class I-II, n (%)	101 (43,9)
Изолированная ФП / Isolated AF, n (%)	64 (27,8)
Инсульт / Stroke, n (%)	18 (7,8)
Трепетание предсердий (1 тип) / Atrial flutter (type I), n (%)	32 (13,9)
Стаж ФП / AF duration, Me (Lq; Uq)	4 (2; 6)
Форма ФП / AF type, n (%): (пароксизмальная / персистирующая) / paroxysmal / persistent	194 (84,3) / 36 (15,7)
Класс симптомности по EHRA / EHRA class, n (%): IIb / III / IV	53 (23,0) / 110 (47,8) / 67 (29,2)
CHA2DS2Vasc, n (%): низкий / умеренный / высокий риск / low / moderate / high risk	37 (16,1) / 44 (19,1) / 149 (64,8)
HASBLED, n (%): низкий риск / low risk	199 (86,5%)
ФВ ЛЖ (Simpson Biplane) / LV EF, %, Me (Lq; Uq)	65 (62; 67)
Переднезадний размер ЛП / anteroposterior size of LA, мм, Me (Lq; Uq)	42 (39; 46)

**Примечания:** ИБС – ишемическая болезнь сердца; ФК – функциональный класс; ФП – фибрилляция предсердий; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ЛП – левое предсердие; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; NYHA – Нью-Йоркская кардиологическая ассоциация.

**Note:** CAD – coronary artery disease; HF – heart failure; AF – atrial fibrillation; PCI – percutaneous coronary intervention; LVEF – left ventricle ejection fraction; LA – left atrium; NYHA – New York Heart Association.

**Таблица 2.** Характеристика групп по различным анатомическим вариантам  
**Table 2.** Characteristics of the groups with different anatomical variants of PVs

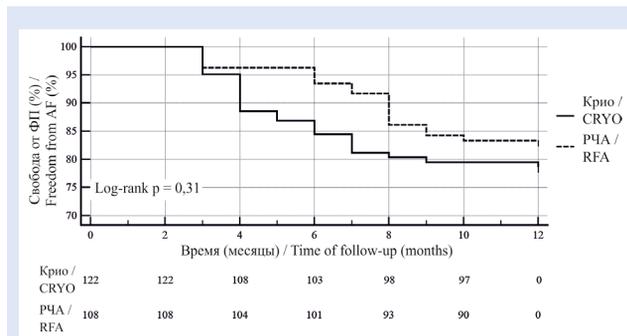
Вариант анатомии ЛВ / PVs anatomy, n (%)	Всего / Total, n = 230	Криоабляция / Cryoablation, n = 122	РЧА / RFA, n = 108	P
Типичная / Typical (R2a-b L2a)	186 (80,8)	99 (81,1)	87 (80,6)	0,78
Вариантная / Variant	44 (19,1)	23 (18,9)	21 (19,4)	0,78
Коллектор левых ЛВ / Left common trunk (R2a L1a-b)	14 (6,1)	5 (4,1)	9 (8,3)	0,71
Вестибюль левых ЛВ / Common left PV ostium (R2a L2b)	16 (7,0)	8 (6,6)	8 (7,4)	0,27
Добавочная вена справа / Additional right PV (R3c L2a)	14 (6,1)	10 (8,2)	4 (3,7)	0,26

**Примечания:** ЛВ – легочная вена (ы), РЧА – радиочастотная абляция.  
**Note:** PV – pulmonary vein (s), RFA – radiofrequency ablation.

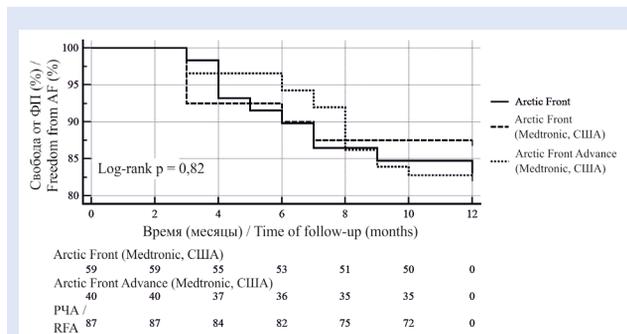
Оценка эффективности вмешательства базировалась на выявлении любых (симптомных и асимптомных) документированных эпизодов предсердных аритмий длительностью более 30 секунд за период наблюдения 12 месяцев. Отдаленная эффективность в группе криоабляции составила 78,8%, в группе РЧА – 83,3% (ОШ = 0,74; 95% ДИ 0,41–1,3;  $p = 0,31$ ) (Рис. 1).

Сравнение эффективности при типичной анатомии ЛВ не выявило достоверных различий между группами крио- и РЧА независимо от вида применяемого устройства (Рис. 2).

Подгруппа I генерации криобаллонов продемонстрировала свободу от ФП 83,2%, II генерации – 87,5%, группа РЧА – 82,7% при  $p = 0,82$ . В то же время при вариантной анатомии ЛВ эффективность криоизоляции с применением II генерации устройств составила 52,2 против 85,7% в группе РЧА (ОШ = 0,25; 95% ДИ 0,09–0,71;  $p = 0,02$ ). При проведении анализа отдаленных результатов в группах крио- и РЧА в зависимости от анатомического варианта было установлено, что при РЧА наличие общего устья слева (коллектора/вестибуля), а также наличие добавочных вен, демонстрировало результаты, сопоставимые с группой типичной анатомии (Рис. 3).



**Рисунок 1.** Свобода от фибрилляции предсердий в группах криобаллонной и радиочастотной абляции за 12-месячный период наблюдения  
**Примечания:** РЧА – радиочастотная абляция; ФП – фибрилляция предсердий.  
**Figure 1.** Freedom from AF in the CBA and RFA groups at 12 months  
**Note:** AF – atrial fibrillation; RFA – radiofrequency ablation.

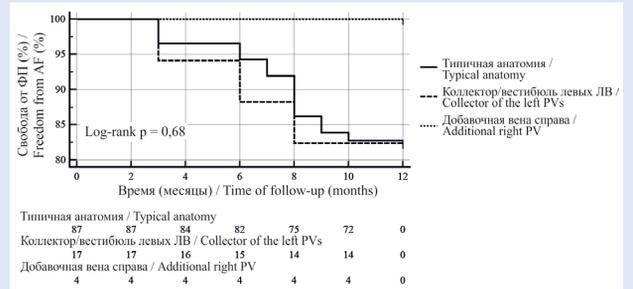


**Рисунок 2.** Динамика рецидивов в группах криобаллонной и РЧА при типичной анатомии ЛВ  
**Примечания:** РЧА – радиочастотная абляция; ФП – фибрилляция предсердий.  
**Figure 2.** Recurrence in the groups of cryoballoon and RFA with typical anatomy of PVs  
**Note:** AF – atrial fibrillation; RFA – radiofrequency ablation.

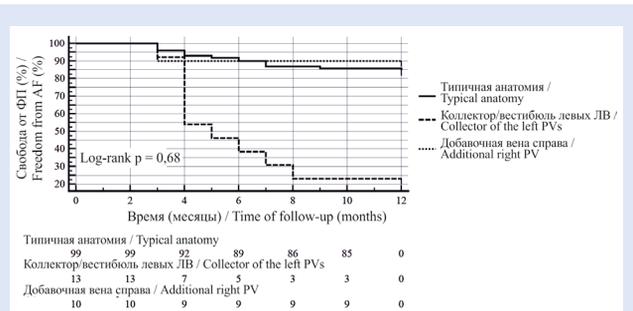
ставимые с группой типичной анатомии (Рис. 3).

В то же время в группе криоабляции наличие общего устья слева сопровождалось снижением эффективности до 23,1 против 84,9% при типичной анатомии (ОШ = 0,14; 95% ДИ 0,03–0,6;  $p = 0,02$ ) и 90% при наличии добавочных вен (ОШ = 0,1; 95% ДИ 0,01–0,64;  $p = 0,02$ ) (Рис. 4).

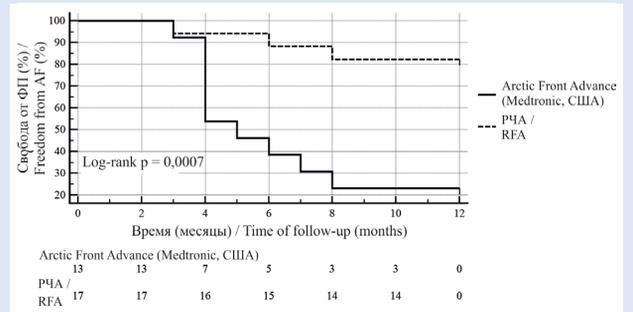
При наличии общего устья слева эффективность криоабляции с применением баллонов второй генерации составила 23,1 против 82,4% в группе РЧА (ОШ = 0,16; 95% ДИ 0,05–0,5) (Рис. 5).



**Рисунок 3.** Свобода от ФП. Влияние различных анатомических вариантов на результаты РЧА  
**Примечания:** ФП – фибрилляция предсердий.  
**Figure 3.** Freedom from AF. Impact of different variants of PVs on RFA results  
**Note:** RFA – radiofrequency ablation.



**Рисунок 4.** Свобода от ФП. Влияние различных анатомических вариантов на результаты криоабляции  
**Примечания:** ФП – фибрилляция предсердий.  
**Figure 4.** Freedom from AF. Impact of different variants of PVs on cryoablation results  
**Note:** RFA – radiofrequency ablation.



**Рисунок 5.** Динамика рецидивов в группах крио- и радиочастотной абляции при наличии коллектора/вестибуля левых легочных вен  
**Примечания:** РЧА – радиочастотная абляция; ФП – фибрилляция предсердий.  
**Figure 5.** Recurrence in the cryo and RFA groups with the left pulmonary vein collector  
**Note:** AF – atrial fibrillation; RFA – radiofrequency ablation.

## Обсуждение

Частота выявления различных анатомических вариантов ЛВ в настоящем исследовании соответствовала опубликованным данным [11, 15]. При этом в работе встречались наиболее распространенные варианты.

Таким образом, наличие коллектора/вестибуля левых ЛВ в настоящем исследовании сопровождается значимым снижением отдаленной эффективности вмешательства. Опубликованные литературные данные относительно эффективности при наличии общего устья слева дискуссионны. Большинство авторов не выделяют коллекторы и вестибулы левых ЛВ, объединяя их в понятие общего устья, как и в настоящем анализе. Полученные данные согласуются с результатами М. Kubala et al. (2011), также показавшими снижение эффективности при наличии общего устья [13]. В других работах не было выявлено влияния анатомического варианта на отдаленную эффективность [16, 17]. В исследовании С. Heeger et al. [16] эффективность криоизоляции с применением второй генерации баллонов была сопоставима в группах общего устья слева и типичной анатомии. При анализе результатов опубликованных работ обращает внимание не только противоречивость полученных результатов, но и тот факт, что анатомия ЛВ была изучена в основном с позиций анатомического варианта без анализа морфометрических и других характеристик вен.

В вышеупомянутой работе С. Heeger et al. [16] анатомический фактор и вовсе изучался на основании ангиографии. В то же время в ряде работ была показана более низкая эффективность криоизоляции при наличии устьев вен, в частности ПВЛВ, больших диаметров. В других исследованиях, посвященных выбору предпочтительного размера криобаллона, также была показана меньшая эффективность 23-мм устройств. Теоретически при большом размере устья ЛВ воздействие осуществляется более дистально относительно оси вены,

соответственно происходит выключение меньшего объема миокарда антрума, в котором нередко выявляются дополнительные цели для воздействия. В настоящем исследовании у 3 из 13 пациентов с наличием общего устья слева не было рецидива ФП в отдаленном периоде наблюдения. При этом к моменту завершения вмешательства во всех случаях электрофизиологически подтвержден факт изоляции коллектора/вестибуля несмотря на наличие сложностей при окклюзии в 4 случаях.

## Заключение

Наличие общего устья левых легочных вен приводит к снижению эффективности криоабляции в отдаленном периоде наблюдения относительно группы типичной анатомии до 23,1 против 84,9% (ОШ = 0,14; 95% ДИ 0,03–0,6) и 82,4% при радиочастотной абляции (ОШ = 0,16; 95% ДИ 0,05–0,5). Наличие добавочных вен правосторонней локализации не влияет на эффективность вмешательства.

## Конфликт интересов

Т.Ю. Чичкова заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.Е. Мамчур входит в редакционную коллегию журнала КПССЗ. Е.А. Хоменко заявляет об отсутствии конфликта интересов. М.П. Романова заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Н. Коков заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках поисковых научных исследований «Криобаллонная изоляция легочных вен для повышения безопасности интервенционного лечения фибрилляции предсердий» на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательского института комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний».

## Информация об авторах

*Чичкова Татьяна Юрьевна*, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела диагностики сердечно-сосудистых заболеваний Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-5011-0070

*Мамчур Сергей Евгеньевич*, доктор медицинских наук, заведующий отделом диагностики сердечно-сосудистых заболеваний Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-8277-5584

*Романова Мария Петровна*, младший научный сотрудник отдела диагностики сердечно-сосудистых заболеваний Федерального государственного бюджетного научного

## Author Information Form

*Chichkova Tatiana Yu.*, MD, researcher at the Department of Cardiovascular Diseases Diagnostics, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-5011-0070

*Mamchur Sergey E.*, PhD., Head of Department of Cardiovascular Diseases Diagnostics, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-8277-5584

*Romanova Mariya P.*, research assistant at the Department of Cardiovascular Diseases Diagnostics, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues

учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-0598-1675

*Хоменко Егор Александрович*, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела диагностики сердечно-сосудистых заболеваний Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-1933-7768

*Коков Александр Николаевич*, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией рентгеновской и томографической диагностики отдела диагностики сердечно-сосудистых заболеваний Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-7573-0636

of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-0598-1675

*Khomenko Egor A.*, MD, researcher at the Department of Cardiovascular Diseases Diagnostics, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-1933-7768

*Kokov Alexander N.*, MD., Head of the Laboratory for Radiology and Tomography Diagnosis, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-7573-0636

#### Вклад авторов в статью

*ЧТЮ* – вклад в концепцию исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*МСЕ* – анализ данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*РМП* – интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*ХЕА* – анализ данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

*КАН* – получение данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание.

#### Author Contribution Statement

*ChTYu* – contribution to the concept of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*MSE* – data analysis, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*RMP* – data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*KhEA* – data analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

*KAN* – data collection, editing, approval of the final version, fully responsible for the content.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Calkins H, Hindricks G, Cappato R, Kim YH, Saad EB, Aguinaga L, Akar JG, Badhwar V, Brugada J, Camm J, Chen PS, Chen SA, Chung MK, Cosedis Nielsen J, Curtis AB, Davies DW, Day JD, d'Avila A, Natasja de Groot NMS, Di Biase L, Duytschaever M, Edgerton JR, Ellenbogen KA, Ellinor PT, Ernst S, Fenelon G, Gerstenfeld EP, Haines DE, Haissaguerre M, Helm RH, Hylek E, Jackman WM, Jalife J, Kalman JM, Kautzner J, Kottkamp H, Kuck KH, Kumagai K, Lee R, Lewalter T, Lindsay BD, Macle L, Mansour M, Marchlinski FE, Michaud GF, Nakagawa H, Natale A, Nattel S, Okumura K, Packer D, Pokushalov E, Reynolds MR, Sanders P, Scanavacca M, Schilling R, Tondo C, Tsao HM, Verma A, Wilber DJ, Yamane T; Document Reviewers: 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Europace*. 2018 Jan 1;20(1):e1-e160. doi: 10.1093/europace/eux274.
- Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, Ahlsson A, Atar D, Casadei B, Castella M, Diener HC, Heidbuchel H, Hendriks J, Hindricks G, Manolis AS, Oldgren J, Popescu BA, Schotten U, Van Putte B, Vardas P; ESC Scientific Document Group. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J*. 2016; 1.9 (37): 2893-2962. doi: 10.1093/eurheartj/ehw210.
- Montbleau KE, King D, Henault L, Magnani JW. Health literacy, health-related quality of life, and atrial fibrillation. *Cogent Med*. 2017;4:1412121. doi:10.1080/2331205X.2017.1412121.
- Romero JR, Wolf PA. Epidemiology of Stroke: Legacy of the Framingham Heart Study. *Glob Heart*. 2013 Mar 1;8(1):67-75. DOI: 10.1016/j.gheart.2012.12.007.
- Stewart S, Murphy NF, Walker A, McGuire A, McMurray JJ. Cost of an emerging epidemic: an economic analysis of atrial fibrillation in the UK. *Heart*. 2004 Mar;90(3):286-92. DOI: 10.1136/hrt.2002.008748.
- Reynolds MR, Lamotte M, Todd D, Khaykin Y, Egginton S, Tsintzos S, Klein G. Cost-effectiveness of cryoballoon ablation for the management of paroxysmal atrial fibrillation. *Europace*. 2014 May;16(5):652-9. doi: 10.1093/europace/eut380.
- Cappato R, Calkins H, Chen SA, Davies W, Iesaka Y, Kalman J, Kim YH, Klein G, Natale A, Packer D, Skanes A. Prevalence and causes of fatal outcome in catheter ablation of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2009 May 12;53(19):1798-803. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.022.
- Avitall B, Kalinski A. Cryotherapy of cardiac arrhythmia: From basic science to the bedside. *Heart Rhythm*. 2015 Oct;12(10):2195-203. doi: 10.1016/j.hrthm.2015.05.034.
- Gebhard C, Krasniqi N, Stähli BE, Klaeser B, Fuchs TA, Ghadri JR, Haegeli L, Lüscher TF, Kaufmann PA, Duru F. Characterization of Pulmonary Vein Dimensions Using High-Definition 64-Slice Computed Tomography prior to Radiofrequency Catheter Ablation for Atrial Fibrillation. *Cardiol Res Pract*. 2014;2014:179632. doi: 10.1155/2014/179632.

10. Hauser TH, Peters DC, Wylie JV, Manning WJ. Evaluating the left atrium by magnetic resonance imaging. *Europace*. 2008;10 Suppl 3:iii22–iii27. doi:10.1093/europace/eun223.
11. Krum D, Hare J, Gilbert C, Choudhuri I, Mori N, Sra J. Left Atrial Anatomy in Patients Undergoing Ablation for Atrial Fibrillation. *J Atr Fibrillation*. 2013;5(6):755. doi:10.4022/jafib.755.
12. Sánchez-Quintana D, López-Mínguez JR, Macías Y, Cabrera JA, Saremi F. Left atrial anatomy relevant to catheter ablation. *Cardiol Res Pract*. 2014;2014:289720. doi:10.1155/2014/289720.
13. Kubala M, Hermida JS, Nadji G, Quenum S, Traulle S, Jarry G. Normal pulmonary veins anatomy is associated with better AF-free survival after cryoablation as compared to atypical anatomy with common left pulmonary vein. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2011 Jul;34(7):837-43. doi: 10.1111/j.1540-8159.2011.03070.x.
14. Marom EM, Herndon JE, Kim YH, McAdams HP. Variations in pulmonary venous drainage to the left atrium: implications for radiofrequency ablation. *Radiology*. 2004 Mar;230(3):824-9. DOI: 10.1148/radiol.2303030315.
15. Heist EK, Holmvang G, Abbara S, Ruskin JN, Mansour M. Pre-Procedural Imaging to Direct Catheter Ablation of Atrial Fibrillation: Anatomy and Ablation Strategy. *J Atr Fibrillation*. 2008;1(2):13. Published 2008 Jul 16. doi:10.4022/jafib.13.
16. Heeger CH, Tscholl V, Wissner E, Fink T, Rottner L, Wohlmuth P, Bellmann B, Roser M, Mathew S, Sohns C, Reißmann B, Lemeš C, Maurer T, Santoro F, Riedl J, Goldmann B, Landmesser U, Ouyang F, Kuck KH, Rillig A, Metzner A. Acute efficacy, safety, and long-term clinical outcomes using the second-generation cryoballoon for pulmonary vein isolation in patients with a left common pulmonary vein: A multicenter study. *Heart Rhythm*. 2017 Aug;14(8):1111-1118. doi: 10.1016/j.hrthm.2017.05.003.
17. Khoueiry Z, Albenque JP, Providencia R, Combes S, Combes N, Jourda F, Sousa PA, Cardin C, Pasquie JL, Cung TT, Massin F, Marijon E, Boveda S. Outcomes after cryoablation vs. radiofrequency in patients with paroxysmal atrial fibrillation: impact of pulmonary veins anatomy. *Europace*. 2016 Sep;18(9):1343-51. doi: 10.1093/europace/euv419.

*Для цитирования:* Т.Ю. Чичкова, С.Е. Мамчур, Е.А. Хоменко, М.П. Романова, А.Н. Коков. Влияние анатомии легочных вен на результаты их криобаллонной изоляции в лечении фибрилляции предсердий. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2019; 8 (4S): 62-69. DOI: 10.17802/2306-1278-2019-8-4S-62-69

*To cite:* T.Yu. Chichkova, S.E. Mamchur, E.A. Khomenko, M.P. Romanova, A.N. Kokov. Impact of pulmonary vein anatomy on cryoballoon isolation results. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2019; 8 (4S): 62-69. DOI: 10.17802/2306-1278-2019-8-4S-62-69