



## ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ ПОРОКА МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА С СИНУСОВЫМ РИТМОМ

Р.Н. Комаров<sup>1</sup>, Д.А. Мацуганов<sup>2</sup>, Д.О. Быстров<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, Российская Федерация, 119991; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Воровского, 64, Челябинск, Российская Федерация, 454092; <sup>3</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Архангельской области «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волоевич», ул. Суворова, 1, Архангельск, Российская Федерация, 163001

### Основные положения

• Рецидив фибрилляции предсердий – часто встречаемое осложнение операции по хирургическому восстановлению ритма. На данное осложнение влияет большое количество несистематизированных факторов. В статье предложена модель, позволяющая спрогнозировать данное осложнение у прооперированных пациентов с высокой вероятностью.

<b>Цель</b>	Выявить показатели, ассоциированные с высоким риском развития фибрилляции предсердий (ФП) у больных после коррекции порока митрального клапана с синусовым ритмом.
<b>Материалы и методы</b>	Проанализированы результаты хирургического лечения 36 пациентов с митральными пороками и синусовым ритмом, которым была выполнена коррекция клапанной патологии в период с 2013 по 2018 г.
<b>Результаты</b>	Разработана прогностическая модель, описывающая риск развития ФП в зависимости от воздействия факторов риска. При наличии трепетания предсердий до операции риск развития ФП увеличивался в 9,06 раза, при увеличении индексированного конечного систолического размера левого желудочка на 1 сантиметр – в 20,12 раза, при увеличении размера правого предсердия на 1 сантиметр – в 14,99 раза, необходимость во временной электрокардиостимуляции в раннем послеоперационном периоде повышала риск в 14,47 раза.
<b>Заключение</b>	Данная прогностическая модель позволит более тщательно подходить к отбору пациентов высокого риска развития ФП после коррекции порока митрального и трикуспидального клапанов с синусовым ритмом для их возможной профилактической аблации.
<b>Ключевые слова</b>	RAC sign • Аномалия коронарной артерии • Эхокардиография • Ретроортальный ход огибающей артерии

Поступила в редакцию: 22.01.2024; поступила после доработки: 08.02.2024; принята к печати: 02.03.2024

## PREDICTORS OF ATRIAL FIBRILLATION IN PATIENTS WITH SINUS RHYTHM AFTER MITRAL VALVE SURGERY

R.N. Komarov<sup>1</sup>, D.A. Matsuganov<sup>2</sup>, D.O. Bystrov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I.M. Sechenov First Moscow State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, 8-2, Trubetskaya St., Moscow, Russian Federation, 119991; <sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South Ural State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, 64, Vorovsky Str., Chelyabinsk, Russian Federation, 454092; <sup>3</sup> State Budgetary Healthcare Institution of the Arkhangelsk Region “First City Clinical Hospital named E.E. Volosevich”, 1, Suvorova Str., Arkhangelsk, Russian Federation, 163001

Для корреспонденции: Денис Алексеевич Мацуганов, denmacug@yandex.ru; адрес: ул. Воровского, 64, Челябинск, Российская Федерация, 454048

Corresponding author: Denis A. Matsuganov, denmacug@yandex.ru; address: 64, Vorovskogo St., Chelyabinsk, Russian Federation, 454048

**Highlights**

- AF recurrence is a common complication of AF surgical treatment. This complication is influenced by a large number of factors. In this article, we propose a model that allows specialists to predict this complication in patients at high risk.

<b>Aim</b>	To identify predictors associated with a high risk of atrial fibrillation in patients with sinus rhythm following mitral valve surgery.
<b>Methods</b>	The surgical treatment outcomes of 36 patients with mitral valve disease and sinus rhythm who underwent mitral valve surgery from 2013 to 2018 were analyzed.
<b>Results</b>	We have developed a prognostic model describing the risk of atrial fibrillation depending on the impact of risk factors. The presence atrial flutter before surgery increases the risk of developing AF by 9.06 times, an increase in left ventricle end-systolic size by 1 centimeter increases the risk by 20.12 times, an increase in the right atrium size by 1 centimeter increases the risk by 14.99 times, and the need for temporary cardiac pacing in the early postoperative period increases the risk by 14.47 times.
<b>Conclusion</b>	The proposed prognostic model can be used to select patients at high risk of developing AF after mitral valve surgery with sinus rhythm for prophylactic ablation.
<b>Keywords</b>	Atrial fibrillation • Mitral valve disease • Predictors • Sinus rhythm

*Received: 22.01.2024; received in revised form: 08.02.2024; accepted: 02.03.2024*

**Список сокращений**

ЛП – левое предсердие    ФП – фибрилляция предсердий

**Введение**

Частота встречаемости послеоперационной фибрилляции предсердий (ФП), связанной с выполнением операций на сердце, по данным литературы, колеблется от 30 до 50% [1]. Также следует подчеркнуть, что наличие данного осложнения, в частности в раннем послеоперационном периоде, значительно увеличивает риск развития тромбоза левого предсердия (ЛП), что может привести к инсульту [2]. Рост количества данных осложнений свидетельствует о необходимости оплаты дополнительных расходов на лечение и реабилитацию этих пациентов [3]. Стоит отметить, что у 50% больных с коррекцией клапанной патологии и синусовым ритмом до операции, отмечены пароксизмы ФП в раннем и отдаленном послеоперационном периоде, что проявляется клинически, вызывая дискомфорт у пациентов в повседневной активности [4].

Лечение и профилактика развития ФП является одной из актуальных задач современной медицины. Однако трудности заключаются именно в дооперационном скрининге пациентов, направленных на коррекцию патологии митрального клапана с синусовым ритмом и имеющих потенциально высокий риск развития послеоперационной ФП, что обуславливает актуальность данного исследования.

**Цель исследования** – выявить показатели, ассоциированные с высоким риском развития фибрилляции предсердий у больных после коррекции порока митрального клапана с синусовым ритмом в отдаленном послеоперационном периоде.

**Материалы и методы**

В ретроспективное исследование вошли 36 пациентов, прооперированных в отделении кардиохирургии ГБУЗ «Челябинская областная клиническая больница» с января 2013 г. по декабрь 2018 г. Критерии включения: гемодинамически значимый порок митрального и трикуспидального клапанов, требующий хирургической коррекции, синусовый ритм. Критерии исключения: наличие ФП до операции, порок аортального клапана, требующий коррекции, реваскуляризация миокарда, миниинвазивное вмешательство на митральном клапане, сниженная фракция выброса левого желудочка, инфаркт миокарда в анамнезе, острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол № 22 от 21.09.2023).

На дооперационном этапе всем пациентам выполнены: трансторакальная эхокардиография с целью уточнения патологии клапанного аппарата, определения размеров полостей и толщины стенок сердца, фракции выброса левого желудочка; 12-канальная электрокардиография с целью непосредственной оценки и контроля ритма сердца. Наблюдение за больными осуществлено в течение 12 мес. после операции. Трепетание предсердий встречалось в 5 (13,9%) случаях. Дооперационная характеристика пациентов представлена в табл. 1.

### Статистический анализ

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлены в электронных таблицах Microsoft Excel 2016 (Microsoft, США). Статистический анализ проведен с использованием программы IBM SPSS Statistics, версия 26.0 (IBM Corp., США).

Количественные показатели оценены на предмет соответствия нормальному распределению, для этого использованы критерий Шапиро – Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерий Колмогорова – Смирнова (при числе исследуемых более 50), а также показатели асимметрии и эксцесса. Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описаны при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). Номиналь-

ные данные – с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Для проверки различий между двумя сравниваемыми парными выборками применен W-критерий Уилкоксона. При этом для каждого пациента вычисляли величину изменения признака. Все изменения были упорядочены по абсолютной величине (без учета знака). Затем рангам приписывали знак изменения (+ или –), для каждого знака ранги суммировали. Была выбрана меньшая сумма рангов (W), которую сравнивали с критическим значением W-критерия. Если рассчитанное значение W было меньше или равно критическому, делали вывод о наличии статистической значимости различий сравниваемых выборок.

Анализ выживаемости пациентов проведен методом регрессии Кокса, подразумевающим прогнозирование риска наступления события для рассматриваемого объекта и оценку влияния заранее определенных независимых переменных (предикторов) на этот риск. Риск рассматривали как функ-

**Таблица 1.** Исходные характеристики пациентов  
**Table 1.** Baseline patient characteristics

Показатель / Indicator	Всего пациентов / Total patients, n = 36
Возраст, лет / Age, years, Me [Q1–Q3]	59,5 [52–64,5]
Мужчин / Male, n (%)	16 (44,4%)
Женщин / Female, n (%)	20 (55,6%)
Предоперационный койко-день, дней / Preoperative bed-day, days, Me [Q1–Q3]	4,0 [2,0–5,5]
Сахарный диабет / Diabetes mellitus, n (%)	1 (2,8)
Трепетание предсердий / Atrial flutter, n (%)	5 (13,9)
Риск по шкале EuroSCORE / EuroSCORE risk, %, Me [Q1–Q3]	3,1 [2,2–5,1]
Этиология поражения митрального клапана / Etiology of mitral valve pathology, n (%)	
ревматический порок / Rheumatic disease	14 (38,9)
дегенеративный порок / Degenerative disease	16 (44,4)
инфекционное поражение / Infectious disease	6 (16,7)
Степень недостаточности митрального клапана / The degree of mitral valve insufficiency, n (%):	
легкая (vena contracta до 3 мм) / Mild (vena contracta up to 3 mm)	–
умеренная (vena contracta 4–6 мм) / Moderate (vena contracta 4–6 mm)	15 (41,7)
тяжелая (vena contracta более 7 мм) / Severe (vena contracta over 7 mm)	21 (58,3)
Функциональный класс сердечной недостаточности по NYHA / NYHA functional class of heart failure, n (%):	
III	28 (77,8)
IV	8 (22,2)
Размер ЛП, см / LA dimension, cm, Me [Q1–Q3]	5,2 [4,9–5,5]
ИОЛП, мл/м <sup>2</sup> / LAVI, mL/m <sup>2</sup> , Me [Q1–Q3]	56,5 [44,5–69]
КДР ЛЖ, см / LVEDD, cm, Me [Q1–Q3]	5,85 [5,5–6,2]
Индексированный КСР ЛЖ, см <sup>2</sup> / Indexed LVESD, cm <sup>2</sup> , Me [Q1–Q3]	2,0 [1,9–2,3]
Размер ПП, см / RA dimension, cm, Me [Q1–Q3]	5,15 [4,9–5,5]
ФВ ЛЖ / LVEF, %, Me [Q1–Q3]	63,5 [60,5–67]
Систолическое давление в правом желудочке, мм рт. ст. / Right ventricle systolic pressure, mmHg, Me [Q1–Q3]	53,5 [45–60]

**Примечание:** риск EuroSCORE – риск летального исхода после операции на сердце; ИОЛП – индекс объема левого предсердия; КДР ЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка; КСР ЛЖ – конечный систолический размер левого желудочка; ЛП – левое предсердие; ПП – правое предсердие; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; NYHA – Нью-Йоркская классификация сердечной недостаточности.

**Note:** EuroSCORE risk - the risk of death after heart surgery; LA – left atrium; LAVI – left atrium volume index; LVEDD – left ventricle end-diastolic dimension; LVEF – left ventricle ejection fraction; LVESD – left ventricle end-systolic dimension; NYHA – New York Classification of Heart Failure; RA – right atrium.

цию, зависящую от времени. Базовые предположения, лежащие в основе метода, состоят в том, что все объясняющие переменные независимы, линейно влияют на риск наступления события, а также в том, что риски наступления события для любых двух объектов в любой отрезок времени пропорциональны.

Формула расчета риска наступления события для  $i$ -того объекта:

$h_i(t) = h_0(t) \times \exp(\beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_n x_{in})$ , где  $h_0(t)$  – базовый риск, одинаковый для всех объектов;  $\beta_1, \dots, \beta_n$  – коэффициенты;  $x_1, \dots, x_n$  — независимые переменные, предикторы.

При увеличении значения предиктора  $x_j$  на единицу (при отсутствии изменений значений остальных переменных) риск наступления события возрастает в  $\exp(\beta_j)$  раз.

Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## Результаты

В интраоперационном периоде преимущественно выполнена радикальная коррекция порока митрального клапана – 20 (55,6%) случаев. Резекция ушка ЛП проведена лишь 6 (16,7%) пациентам с протезированием

митрального клапана с целью профилактики тромбообразования на фоне атриомегалии (табл. 2).

Случаев госпитальной летальности не зарегистрировано. Среднее время искусственной вентиляции легких составило 8 [6–11,5] ч. Временная электрокардиостимуляция потребовалась в 4 (11,1%) случаях. Острый респираторный дистресс-синдром развился в 2 (5,6%) случаях. Отсутствовали такие осложнения, как острое нарушение мозгового кровообращения, инфаркт миокарда, хирургическая инфекция с развитием нестабильности грудины, делирий (табл. 3).

На момент выписки синусовый ритм был у 34 (94,4%) пациентов, в 2 случаях зарегистрирована впервые возникшая ФП с неэффективной попыткой восстановления синусового ритма с помощью электрической кардиоверсии. Медикаментозная кардиоверсия успешна проведена с целью восстановления ритма в 100% случаев, в одном случае после насыщения амиодароном в суммарной дозировке 10 г успешно проведена электрическая кардиоверсия. В течение 3 мес. после операции рецидива ФП не отмечено, в этот период пациенты принимали амиодарон в суммарной дозировке 400 мг в сутки и бисопролол в объеме 5 мг. По окончании 3 мес. с учетом сохранения

**Таблица 2.** Данные интраоперационного периода  
**Table 2.** Intraoperative period data

Показатель / Indicator	Всего пациентов / Total patients, n = 36
Время пережатия аорты, мин / Aortic cross-clamping time, min, Me [Q1–Q3]	85,5 [71,5–99,5]
Время искусственного кровообращения, мин / Cardiopulmonary bypass time, min, Me [Q1–Q3]	123 [99–137]
Протезирование МК / MV replacement, n (%): биологическим протезом «НеоКор» / “NeoCor” biological prosthesis механическим протезом «МедИнж» / “MedInzh” mechanical prosthesis	10 (27,8) 10 (27,8)
Пластика МК жестким опорным кольцом «МедИнж» / MV repair with “MedInzh” stiff annuloplasty ring, n (%)	16 (44,4)
Пластика ТК жестким опорным кольцом «МедИнж» / TV repair with “MedInzh” stiff annuloplasty ring, n (%)	32 (88,9)
Резекция ушка ЛП / LA appendage resection, n (%)	6 (16,7)

**Примечание:** ЛП – левое предсердие; МК – митральный клапан; ТК – трикуспидальный клапан.  
**Note:** LA – left atrium; MV – mitral valve; TV – tricuspid valve.

**Таблица 3.** Данные раннего послеоперационного периода  
**Table 3.** Early postoperative period data

Показатель / Indicator	Всего пациентов / Total patients, n = 36
Искусственная вентиляция легких, ч / Mechanical ventilation, hours, Me [Q1–Q3]	8 [6–11,5]
Кровопотеря по дренажам за первые сутки, мл / Bleeding during 1 <sup>st</sup> day, mL, Me [Q1–Q3]	200 [200–300]
Временная электрокардиостимуляция / Temporary cardiac pacemaker, n (%)	4 (11,1)
Пароксизм ФП / Paroxysmal AF, n (%)	6 (16,7)
Необходимость кардиоверсии / The need for cardioversion, n (%) медикаментозная / medicinal электрическая / electric	3 (8,3) 3 (8,3)
Реоперация ввиду кровотечения / Re-operation due to bleeding, n (%)	1 (2,8)
Острый респираторный дистресс-синдром / Acute respiratory distress-syndrome, n (%)	2 (5,6)
Синусовый ритм на момент выписки / Sinus rhythm before discharge, n (%)	34 (94,4)

**Примечание:** ФП – фибрилляция предсердий.  
**Note:** AF – atrial fibrillation.

синусового ритма прием амиодарона отменен, пациент продолжил принимать только бисопролол.

Рецидив ФП возник у 5 (13,9%) пациентов через 5, 6, 9, 11 и 12 мес. после операции. При анализе причин и риска развития ФП при помощи описанной в нашей работе формулы установлено, что все пациенты имели трепетание предсердий до операции, а также необходимость временной электрокардиостимуляции в раннем п/о периоде – 4 (11,1%) случая (1 случай – без необходимости). Размер правого предсердия у всех больных до операции составил более 5,4 см, конечный систолический размер левого желудочка – более 2,2 см<sup>2</sup>.

При оценке комплексного влияния факторов на риск развития ФП у пациентов с синусовым ритмом до операции по поводу коррекции порока митрального клапана с помощью метода регрессии Кокса была получена следующая модель пропорциональных рисков:

$$h_i(t) = h_0(t) \times \exp(2,204 \times X_1 + 3,002 \times X_2 + 2,707 \times X_3 + 2,672 \times X_4) \quad (1),$$

где  $h_i(t)$  – прогнозируемый риск развития ФП для  $i$ -того пациента (в %);  $h_0(t)$  – базовый риск развития ФП за определенный временной период  $t$  (в %);  $X_1$  – наличие трепетания предсердий (0 – нет, 1 – да),  $X_2$  – индексированный конечный систолический размер левого желудочка (см/м<sup>2</sup>),  $X_3$  – размер правого предсердия (в сантиметрах),  $X_4$  – потребность во временной электрокардиостимуляции в раннем послеоперационном периоде (0 – нет, 1 – да).

Полученная регрессионная модель была статистически значимой ( $p < 0,001$ ). Значения базового

**Таблица 4.** Значения базового риска развития ФП для разных временных периодов (максимальный срок – 12 мес.)  
**Table 4.** Values of the basic risk of AF for different time periods (period to 12 months)

Период, мес. / Period, months	Значения базового риска $h_0(t)$ / Values of the basic risk $h_0(t)$
3	$1,4 \times 10^{-10}$
6	$3,2 \times 10^{-10}$
12	$1,1 \times 10^{-9}$

**Таблица 5.** Изменения риска развития ФП по сравнению с базовым у пациентов с синусовым ритмом до операции в зависимости от влияния отдельных факторов

**Table 5.** Changes in the AF risk compared with the baseline in patients with sinus rhythm before surgery, depending on the individual factors influence

Предиктор / Predictor	ОР / HR (95% ДИ / CI)	p*
Наличие ТП / Atrial flutter before surgery	9,06 (1,53–53,85)	0,01
Индексированный КСР ЛЖ, см/м <sup>2</sup> / Indexed LVESD, cm/m <sup>2</sup>	20,12 (1,29–314,87)	0,03
Размер ПП, см / RA dimension, cm	14,99 (1,11–201,81)	0,04
Потребность во временной ЭКС / Need for temporary cardiac pacemaker	14,47 (1,44–145,37)	0,02

**Примечание:** \* влияние фактора статистически значимо ( $p < 0,05$ ); ДИ – доверительный интервал; ОР – отношение рисков; ЭКС – электрокардиостимуляция; КСР ЛЖ – конечный систолический размер левого желудочка; ПП – правое предсердие; ТП – трепетание предсердий.

**Note:** \* – the influence of the factor is statistically significant ( $p < 0.05$ ); CI – confidence interval; HR – hazard ratio; LVESD – left ventricle end-systolic dimension; RA – right atrium.

риска развития ФП для разных временных периодов наблюдения представлены в табл. 4.

Изменения риска развития ФП в зависимости от наличия или увеличения каждого из факторов указаны в табл. 5.

В соответствии с результатами проведенного анализа отмечено статистически значимое увеличение риска развития ФП при наличии трепетания предсердий до операции в 9,06 раза, индексированного конечного систолического размера левого желудочка на 1 сантиметр – в 20,12 раза, размера правого предсердия – в 14,99 раза, необходимости временной электрокардиостимуляции в раннем послеоперационном периоде – в 14,47 раза (рис. 1).

С целью оценки диагностической значимости прогностической модели (1) применен метод ROC-кривых (рис. 2).

Площадь под ROC-кривой, соответствующей взаимосвязи прогноза развития ФП и значения прогностической модели, составила  $0,91 \pm 0,07$  с 95% ДИ 0,8–1,0. Модель была статистически значимой ( $p < 0,001$ ). Пороговое значение прогностической модели (1) в точке cut-off составило 0,8. Показатели функции, равные или превышающие данное значение, соответствовали прогнозу развития ФП. Чувствительность и специфичность метода составили 87,5 и 96,4% соответственно. Стоит отметить, что тип коррекции патологии митрального и трикуспидального клапанов был включен в мультифакторную прогностическую модель, но статистически значимого влияния на риск развития рецидива ФП не оказывал.

## Обсуждение

Большинство случаев послеоперационной ФП (примерно у 70% пациентов) приходится на 2–4-й день раннего послеоперационного периода. Существует огромное разнообразие предикторов развития послеоперационной ФП, которые делятся на клинико-anamnestические (пожилой возраст, мужской пол, наличие гипертензии, сахарного диабета, хронической обструктивной болезни легких, хронической почечной недостаточности, предшествующих пароксизмов фибрилляции предсердий в анамнезе, застойной сердечной недостаточности, избыточной массы тела), инструментальные (сниженная фракция выброса левого желудочка, увеличение полости левого и правого предсердий), интраоперационные (операция на клапанах сердца, особенно в сочетании с аортокоронарным шунтированием, ишемия предсердий, травма пред-

сердия) и послеоперационные (длительная искусственная вентиляция легких, перегрузка предсердий объемом) [5–8].

По результатам исследования, выполненного под руководством Л.А. Бокерии и коллег (2015), были определены гистологические факторы риска развития ФП после аортокоронарного шунтирования, среди которых высокая степень миолиза кардиомиоцитов предсердия и выраженный интерстициальный фиброз [9].

Рядом авторов представлены данные о том, что деформация ЛП в фазе резервуара, диаметр и индексированный объем ЛП статистически значимо ( $p < 0,05$ ) коррелировали с возникновением послеоперационной ФП [10]. Отмечено, что тяжесть поражения коронарного русла имела обратно пропорциональную взаимосвязь с качественными и количественными параметрами деформации предсердий ( $p < 0,05$ ) на фоне отсутствия патологических изменений их размеров и объемных параметров [11].

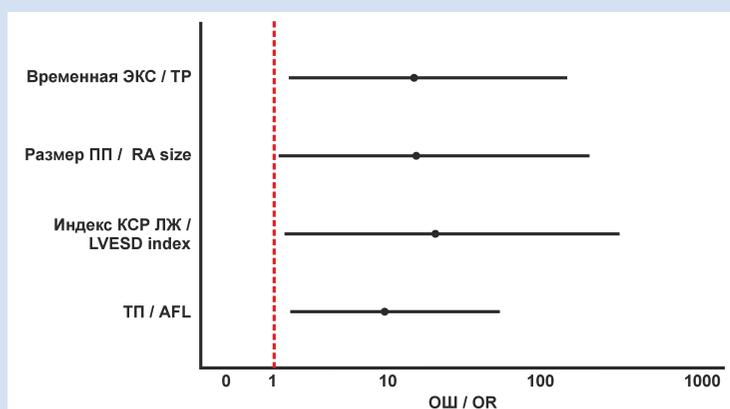
М. Qureshi и соавт. (2021) определили такие факторы риска, как аномалии предсердий, ожирение, обструктивное апноэ во сне, воспаление, вызванное искусственным кровообращением, электролитный дисбаланс и острое повреждение почек после операции на сердце [12]. Эти данные подтверждаются результатами исследования, проведенного L.H. Prince-Wright и коллегами (2022), которые определили факторами риска возраст, мужской пол, коагулопатию, нарушения водно-электролитного баланса и застойную сердечную недостаточность в анамнезе [13].

По результатам крупного рандомизированного исследования были определены следующие предикторы: фракция выброса левого желудочка (менее 60%), вмешательство на клапанах сердца, печеночная недостаточность, сахарный диабет, анемия, тромбоцитопения, низкий уровень липопротеинов низкой плотности, высокий уровень прямого билирубина,

низкая скорость клубочковой фильтрации и высокий уровень С-реактивного белка [14]. По некоторым данным, увеличенный размер ЛП и диастолическая дисфункция левого желудочка являются мощным предикторами развития фибрилляции предсердий после операций на сердце [15]. Существуют данные о значимом вкладе в риск развития фибрилляции предсердий длительности зубца Р. Однако, по результатам метаанализа, который включал 20 201 пациента, определена низкая чувствительность и специфичность (72 и 68% соответственно) [16]. Приведенные данные зарубежных и отечественных авторов демонстрируют многообразие факторов риска ФП, большинство из которых являются немодифицируемыми.

По результатам представленного нами исследования, наличие трепетания предсердий, индексированный конечный систолический размер левого желудочка, размер правого предсердия, а также потребность во временной электрокардиостимуляции в раннем послеоперационном периоде с высокой чувствительностью и специфичностью (87,5 и 96,4% соответственно) являются факторами высокого риска развития послеоперационной ФП. Упоминания данных предикторов при обзоре отечественной и зарубежной литературы не обнаружено, что определяет новизну данного исследования.

Наличие ФП в 95% случаев связано с периаулярным циркулированием волны re-entry, что провоцируется аннулодилатацией и атриомегалией правого предсердия. Данное состояние можно профилактировать, вовремя направив пациента на оперативное лечение при изолированной патологии митрального клапана, до момента развития относительной (вторичной) трикуспидальной недостаточности. Также стоит отметить, что на данном этапе не существует единого мнения авторов в отношении точных предикторов и моделей, которые позволили

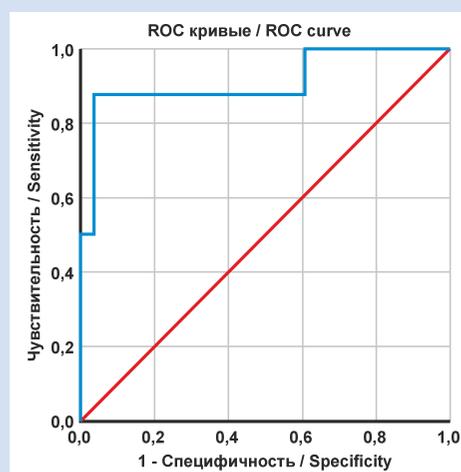


**Рисунок 1.** Характеристики предикторов модели (1)

**Примечание:** черные точки показывают взвешенный размер эффекта, черные отрезки – 95% ДИ; КСР ЛЖ – конечный систолический размер левого желудочка; ОШ – отношение шансов; ПП – правое предсердие; ТП – трепетание предсердий; ЭКС – электрокардиостимуляция.

**Figure 1.** Characteristics of the predictors of the model (1)

**Note:** The black points show the weighted effect size, the black segments are 95% CI; AFL – atrial flutter; LVESD – left ventricle end-systolic dimension; OR – odds ratio; RA – right atrium; TP – temporary pacemaker.



**Рисунок 2.** ROC-кривая, характеризующая чувствительность и специфичность прогностической модели (1)

**Figure 2.** ROC curve characterizing the sensitivity and specificity of the predictive model (1)

бы с достаточной точностью отобрать пациентов высокого риска развития фибрилляции предсердий. Необходимы дальнейшие исследования в данной области, ведь решение этой проблемы является актуальной задачей современного здравоохранения.

**Ограничения исследования.** Небольшое число наблюдений.

### Заключение

По результатам представленного исследования была разработана прогностическая модель, позволяющая определить пациентов высокого риска разви-

тия ФП в отдаленном послеоперационном периоде, направленных на коррекцию порока митрального и трикуспидального клапанов с синусовым ритмом.

### Конфликт интересов

Р.Н. Комаров заявляет об отсутствии конфликта интересов. Д.А. Мацуганов заявляет об отсутствии конфликта интересов. Д.О. Быстров заявляет об отсутствии конфликта интересов.

### Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

#### Информация об авторах

*Комаров Роман Николаевич*, доктор медицинских наук, профессор директор клиники аортальной и сердечно-сосудистой хирургии, заведующий кафедрой факультетской хирургии № 1 им. Н.Н. Бурденко, врач – сердечно-сосудистый хирург высшей квалификационной категории федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-3904-6415

*Мацуганов Денис Алексеевич*, врач – сердечно-сосудистый хирург отделения кардиохирургии государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Челябинская областная клиническая больница», Российская Федерация; ассистент кафедры анатомии и оперативной хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Челябинск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-5393-7070

*Быстров Дмитрий Олегович*, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург высшей квалификационной категории отделения кардиохирургии государственного бюджетного учреждения здравоохранения Архангельской области «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич», Архангельск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-4909-4381

#### Вклад авторов в статью

*KPH* – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*MDA* – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*BDO* – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретация данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

#### Author Information Form

*Komarov Roman N.*, PhD, Professor, Director of the Clinic of Aortic and Cardiovascular Surgery, Head of the Department of Intermediate Course of Surgery No. 1 named after N.N. Burdenko, Cardiovascular Surgeon, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I.M. Sechenov First Moscow State Medical University” of the Ministry Healthcare of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-3904-6415

*Matsuganov Denis A.*, Cardiovascular Surgeon at the Department of Cardiac Surgery, State Budgetary Healthcare Institution “Chelyabinsk Regional Clinical Hospital”, Russian Federation; Assistant at the Department of Anatomy and Surgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “South Ural State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Chelyabinsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-5393-7070

*Bystrov Dmitry O.*, PhD, Cardiovascular Surgeon at the Department of Cardiac Surgery, State Budgetary Healthcare Institution of the Arkhangelsk Region “E.E. Volosevich First City Clinical Hospital”, Arkhangelsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-4909-4381

#### Author Contribution Statement

*KRN* – contribution to the concept and design of the study, data collection, analysis and interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*MDA* – contribution to the concept and design of the study, data collection, analysis and interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*BDO* – contribution to the concept and design of the study, data collection, analysis and interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меликулов АХ, Маглакелидзе ДА. Возможные механизмы и стратегии профилактики фибрилляции предсердий после операции на открытом сердце // Анналы аритмологии. 2012; 9(1):13-19.
2. Rostagno C, Blanzola C, Pinelli F, et al. Atrial fibrillation after

isolated coronary surgery. Incidence, long-term effects and relation with operative technique // Heart Lung Vessel. 2014;6: 171-179.

3. Echahidi N, Pibarot P, O'Hara G., et al. Mechanisms, prevention, and treatment of atrial fibrillation after cardiac surgery

// J. Am. Coll. Cardiol. 2008;51: 793-801.

4. Трофимов НА, Медведев АП, Бабокин ВЕ, и др. Улучшение результатов хирургической коррекции сложных нарушений ритма и профилактика их рецидива у кардиохирургических пациентов // Альманах клинической медицины. 2015; 38:74–80. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2015-38-74-80>.

5. Ломиворотов ВВ, Ефремов СМ, Покушалов ЕА, и др. Фибрилляция предсердий после кардиохирургических операций: патофизиология и методы профилактики // Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2017; 14(1):58-66.

6. Todorov H, Janssen I, Honndorf S, et al. Clinical significance and risk factors for new onset and recurring atrial fibrillation following cardiac surgery - a retrospective data analysis // BMC Anesthesiol. 2017;17(163). <https://doi.org/10.1186/s12871-017-0455-7>.

7. Колесников ВН, Боева ОИ, Булгакова НЕ, и др. Аспекты патогенеза послеоперационной фибрилляции предсердий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015; 10(4): 638–642.

8. Петракова ЕС, Савина НМ, Молочков АВ. Фибрилляция предсердий после операций аортокоронарного шунтирования: факторы риска, профилактика и лечение // Кардиология. 2020;60(9):134–148.

9. Канаметов ТН, Пасхалов ИД, Бокерия ЛА. Послеоперационная фибрилляция предсердий при внесердечных и кардиохирургических вмешательствах // Анналы аритмологии. 2022; 19(1): 4–13.

10. Ozben B, Akaslan D, Sunbul M, et al. Postoperative Atrial

Fibrillation after Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Two-dimensional Speckle Tracking Echocardiography Study // Heart Lung Circ. 2016;25(10):993-9. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2016.02.003>.

11. Khedr L, Elasar A, Hekal S, et al. Assessment of left and right atrial geometrical changes in patients with stable coronary artery disease: Left and right atrial strain and strain rate imaging study // Egypt Heart J. 2018;70(2):101-106. <https://doi.org/10.1016/j.ehj.2018.02.003>.

12. Qureshi M, Ahmed A, Massie V, et al. Determinants of atrial fibrillation after cardiac surgery // Rev Cardiovasc Med. 2021;22(2):329-341. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2202040>.

13. Prince-Wright LH, Akinyemi O, Nnorom SO, et al. Postoperative atrial fibrillation following non-cardiac surgery: Predictors and risk of mortality // Am J Surg. 2022;224(4):1062-1067. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2022.07.010>.

14. Turkkolu ST, Selçuk E, Köksal C. Biochemical predictors of postoperative atrial fibrillation following cardiac surgery // BMC Cardiovasc Disord. 2021;21(1):167. <https://doi.org/10.1186/s12872-021-01981-z>.

15. Lacalzada J, Jiménez JJ, Iribarren JL, et al. Early Transthoracic Echocardiography after Cardiac Surgery Predicts Postoperative Atrial Fibrillation // Echocardiography. 2016;33(9):1300-8. <https://doi.org/10.1111/echo.13254>.

16. Kawczynski MJ, Van De Walle S, Maesen B, et al. Preoperative P-wave parameters and risk of atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis of 20 201 patients // Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2022;35(4):ivac220. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivac220>.

## REFERENCES

1. Melikulov AH, Maglakelidze DA. Possible manifestations and prevention of atrial fibrillation after heart surgery. Journal of Arrhythmology. 2012;9(1):13-19. (In Russ.)

2. Rostagno C, Blanzola C, Pinelli F, et al. Atrial fibrillation after isolated coronary surgery. Incidence, long-term effects and relation with operative technique // Heart Lung Vessel. 2014;6: 171-179.

3. Echahidi N, Pibarot P, O'Hara G., et al. Mechanisms, prevention, and treatment of atrial fibrillation after cardiac surgery // J. Am. Coll. Cardiol. 2008;51: 793-801.

4. Trofimov NA, Medvedev AP, Babokin VE, et al. Surgical treatment of complex arrhythmias in patients with non-ischemic mitral insufficiency // Al'manakh Klinicheskoy Meditsiny (Almanac of Clinical Medicine). 2015; 38: 74–80 (in Russ.). <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2015-38-74-80>.

5. Lomivorotov VV, Efremov SM, Pokushalov EA, et al. Atrial fibrillation after cardiac surgery: pathophysiology and prevention methods // Bulletin of Anesthesiology and Resuscitation. 2017; 14(1):58-66. (In Russ.)

6. Todorov H, Janssen I, Honndorf S, et al. Clinical significance and risk factors for new onset and recurring atrial fibrillation following cardiac surgery - a retrospective data analysis // BMC Anesthesiol. 2017;17(163). <https://doi.org/10.1186/s12871-017-0455-7>.

7. Kolesnikov V N, Boeva OI, Bulgakova NE, et al. Aspects of the pathogenesis of postoperative atrial fibrillation // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2015; 10(4): 638–642 (in Russ.)

8. Petrakova ES, Savina NM, Molochkov AV. Atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery: risk factors, prevention and treatment // Cardiology. 2020;60(9):134–148 (in Russ.)

9. Kanametov TN, Paskhalov ID, Bokeria LA. Postoperative

atrial fibrillation in extra-cardiac and cardiac surgical interventions // Annals of arrhythmology. 2022; 19(1): 4–13 (in Russ.)

10. Ozben B, Akaslan D, Sunbul M, et al. Postoperative Atrial Fibrillation after Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Two-dimensional Speckle Tracking Echocardiography Study // Heart Lung Circ. 2016;25(10):993-9. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2016.02.003>.

11. Khedr L, Elasar A, Hekal S, et al. Assessment of left and right atrial geometrical changes in patients with stable coronary artery disease: Left and right atrial strain and strain rate imaging study // Egypt Heart J. 2018;70(2):101-106. <https://doi.org/10.1016/j.ehj.2018.02.003>.

12. Qureshi M, Ahmed A, Massie V, et al. Determinants of atrial fibrillation after cardiac surgery // Rev Cardiovasc Med. 2021;22(2):329-341. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2202040>.

13. Prince-Wright LH, Akinyemi O, Nnorom SO, et al. Postoperative atrial fibrillation following non-cardiac surgery: Predictors and risk of mortality // Am J Surg. 2022;224(4):1062-1067. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2022.07.010>.

14. Turkkolu ST, Selçuk E, Köksal C. Biochemical predictors of postoperative atrial fibrillation following cardiac surgery // BMC Cardiovasc Disord. 2021;21(1):167. <https://doi.org/10.1186/s12872-021-01981-z>.

15. Lacalzada J, Jiménez JJ, Iribarren JL, et al. Early Transthoracic Echocardiography after Cardiac Surgery Predicts Postoperative Atrial Fibrillation // Echocardiography. 2016;33(9):1300-8. <https://doi.org/10.1111/echo.13254>.

16. Kawczynski MJ, Van De Walle S, Maesen B, et al. Preoperative P-wave parameters and risk of atrial fibrillation after cardiac surgery: a meta-analysis of 20 201 patients // Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2022;35(4):ivac220. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivac220>.

**Для цитирования:** Комаров Р.Н., Мацуганов Д.А., Быстров Д.О. Факторы риска развития фибрилляции предсердий у больных после коррекции порока митрального клапана с синусовым ритмом. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2024;13(2): 135-142. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-2-135-142

**To cite:** Komarov R.N., Matsuganov D.A., Bystrov D.O. Predictors of atrial fibrillation in patients with sinus rhythm after mitral valve surgery. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2024;13(2): 135-142. DOI: 10.17802/2306-1278-2024-13-2-135-142