

# Прогнозирование «новой» фибрилляции предсердий у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства на основе дооперационных и интраоперационных предикторов

Р.Л. Пак<sup>1,3</sup>, Б.И. Гельцер<sup>1,2</sup>, К.И. Шахгельдян<sup>1,2</sup>, Н.С. Куксин<sup>1</sup>, Е.А. Кокарев<sup>3</sup>, В.Ю. Рублев<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Россия, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, д. 10, к. 25

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», Россия, 690014, Приморский край, г. Владивосток, ул. Гоголя, д. 41

<sup>3</sup>ГБУЗ «Приморская краевая клиническая больница № 1», Россия, 690091, Приморский край, г. Владивосток, ул. Алеутская, 57

**Реферат. Введение.** Впервые развившаяся или «новая» фибрилляция предсердий у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства ухудшает краткосрочный прогноз этого заболевания. В настоящее время отсутствуют общепринятые инструменты для оценки риска развития данного осложнения. **Цель.** Разработка прогностических моделей «новой» фибрилляции предсердий у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства на основе дооперационных и интраоперационных предикторов. **Материалы и методы.** В рамках одноцентрового проспективного исследования анализировали данные 796 больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST, среди которых было выделено 2 группы: 68 (8,5%) больных с «новой» фибрилляцией предсердий после чрескожного коронарного вмешательства и 728 (91,5%) – без нарушения сердечного ритма. Алгоритм отбора предикторов включал статистический анализ данных, их категоризацию, разработку прогностических моделей методами Catboost и многофакторной логистической регрессии, оценку важности предикторов методом аддитивного объяснения Шепли. Эффективность чрескожного коронарного вмешательства определяли по шкале Thrombolysis in myocardial infarction (TIMI). **Результаты и их обсуждение.** На основе многоступенчатого анализа предиктивного потенциала дооперационных и интраоперационных показателей были разработаны прогностические модели «новой» фибрилляции предсердий у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST, развившейся после чрескожного коронарного вмешательства. Структура модели с лучшими метриками качества (AUC=0,808) включала 12 категориальных предикторов. Наибольшее и сопоставимое влияние на развитие «новой» фибрилляции предсердий оказывали показатели TIMI<3 и класс острой сердечной недостаточности по T.Killip>2. Значительный вклад в реализацию конечной точки вносили также факторы мочевины>8,9 ммоль/л, фибриногена>5,54 г/л и хронической сердечной недостаточности II-III функционального класса. Менее заметные взаимосвязи с «новой» фибрилляцией предсердий имели возраст >66 лет, отношение моноцитов к лимфоцитам  $\geq 0,52$  усл. ед., лактат>1,7 ммоль/л, отношение нейтрофилов к эозинофилам  $\geq 48$  усл. ед. и систолическое АД<131,5 мм рт. ст. Наименьшее влияние на ее развитие оказывали концентрация в крови ионов хлора<106,5 ммоль/л и общий холестерин<5,4 ммоль/л. **Выводы.** Многофакторная прогностическая модель «новой» фибрилляции предсердий у больных инфарктом с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства, объединяющая дооперационные и интраоперационные категориальные предикторы, обладает высокой точностью и может быть полезным инструментом для стратификации риска развития этого осложнения.

**Ключевые слова:** инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, чрескожное коронарное вмешательство, фибрилляция предсердий, прогнозирование, машинное обучение.

**Для цитирования:** Пак Р.Л., Гельцер Б.И., Шахгельдян К.И., [и др.]. Прогнозирование «новой» фибрилляции предсердий у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства на основе дооперационных и интраоперационных предикторов // Вестник современной клинической медицины. – 2026. – Т. 19, вып. 2. – С. 62–73. DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(2).62-73.

## Prediction of new-onset atrial fibrillation in patients with ST-segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention based on preprocedural and intraprocedural predictors

Regina L. Pak<sup>1,3</sup>, Boris I. Geltser<sup>1,2</sup>, Karina I. Shakhgelyan<sup>1,2</sup>, Nikita S. Kuksin<sup>1,2</sup>, Evgenii A. Kokarev<sup>1,3</sup>, Vladislav U. Rublev<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Far Eastern Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, 690922 Vladivostok, Russia

<sup>2</sup>Vladivostok State University, 41 Gogol str., 690014 Vladivostok, Russia

<sup>3</sup>Regional Clinical Hospital No. 1, 57 Aleutskaya str., 690091 Vladivostok, Russia

**Abstract. Introduction.** New-onset atrial fibrillation in patients with ST-segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention worsens short-term outcomes of the disease. Currently, no universally accepted tools exist for assessing the risk of this complication. **Aim.** To develop predictive models for new-onset atrial fibrillation in patients with ST-segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention based on pre- and intraprocedural predictors. **Materials and Methods.** This single-center prospective study included 796 patients with ST-segment elevation myocardial infarction, who were divided into two groups: 68 (8.5%) patients with new-onset atrial fibrillation after percutaneous coronary intervention and 728 (91.5%) patients without arrhythmia. The feature selection algorithm involved statistical analysis, data categorization, predictive model development using CatBoost and multivariate logistic regression, and assessment of predictor importance via Shapley Additive explanations. Efficacy of percutaneous coronary intervention was assessed using the Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) score. **Results and Discussion.** Predictive models for new-onset atrial fibrillation after percutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation myocardial infarction were developed based on a multistep analysis of pre- and intraprocedural variables. The model with the best performance metrics (AUC = 0.808) included 12 categorical predictors. The most significant and comparable impact on the NOAF development was observed for TIMI < 3 and Killip class > II. Substantial contributions were also noted for blood urea > 8.9 mmol/L, fibrinogen > 5.54 g/L, and chronic heart failure (NYHA class II–III). Less pronounced associations were observed for age > 66 years, monocyte-to-lymphocyte ratio  $\geq 0.52$ , lactate > 1.7 mmol/L, neutrophil-to-eosinophil ratio  $\geq 48$ , and systolic blood pressure < 131.5 mmHg. The weakest associations were found for  $Cl^{-}$  < 106.5 mmol/L and total cholesterol < 5.4 mmol/L. **Conclusions.** A multifactorial predictive model for new-onset atrial fibrillation in patients with ST-segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention, incorporating pre- and intraprocedural categorical predictors, demonstrated high accuracy and may serve as a useful tool for predicting the risks for this complication.

**Keywords:** ST-segment elevation myocardial infarction, percutaneous coronary intervention, atrial fibrillation, risk prediction, machine learning.

**For citation:** Pak, R.L.; Geltser, B.I.; Shakhgeldyan, K.I.; et al. Prediction of new-onset atrial fibrillation in patients with ST-segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention based on preprocedural and intraprocedural predictors. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2026, 19 (2), 62-73. DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(2).62-73.

**Введение.** Фибрилляция предсердий (ФП) – одно из наиболее распространенных нарушений сердечного ритма, которое фиксируется у 2-4% обследованных в общей популяции взрослого населения, а среди больных инфарктом миокарда (ИМ) показатель распространенности ФП составляет 4-28% [1]. Эпидемиологические и клинко-патогенетические аспекты взаимосвязей ФП и ИМ представлены в ряде публикаций, результаты которых указывают как на возрастающий риск развития впервые возникшей или “новой” ФП (нФП) у больных ИМ, так и на инициирующее влияние предшествующей (хронической) ФП на его развитие [1,2]. Частота регистрации нФП у больных ИМ варьирует от 6 до 21% [3, 4], а результаты выявления хронической ФП более однородны и составляют около 10% [1]. В ряде работ выделяют два варианта нФП при ИМ: развившуюся до выполнения чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) и после него. Показано, что неблагоприятный прогноз чаще фиксируется среди больных ИМ с нФП после ЧКВ [4]. Различия в исходах этих форм нФП могут зависеть от преобладания ишемических или реперфузионных факторов аритмогенеза, что ассоциируется с эффективностью восстановления коронарного кровотока после ЧКВ, оценку которой по шкале Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) относят к важным предикторам нФП. Показано, что нФП чаще фиксируется при ИМ с подъемом сегмента ST (ИМнST), чем при ИМ без подъема ST [5]. Негативные последствия нФП в остром периоде ИМнST связаны прежде всего со значительным ростом смертности больных на различных горизонтах наблюдения, что актуализирует проведение исследований, направленных на разработку эффективных инструментов ее прогнозирования. При этом необходимо отметить, что

в настоящее время отсутствуют общепринятые риск-метры для оценки вероятности развития нФП у больных ИМнST после ЧКВ, что обусловлено сложностью верификации надежных предикторов этого осложнения. Показано, что применение для этих целей шкал POAF, PAFAC, COM-AF, mc2NEST, CHA2DS2VASc, HATCH, разработанных для оценки риска ФП и ее осложнений при различных клинических состояниях, не всегда соответствует приемлемой точности прогноза [6].

**Цель исследования** состояла в разработке прогностических моделей нФП у больных ИМнST после ЧКВ на основе дооперационных и интраоперационных предикторов.

#### **Материалы и методы.**

Проведено одноцентровое проспективное когортное исследование, в рамках которого анализировали данные 796 больных ИМнST (566 мужчин и 230 женщин) в возрасте от 23 до 97 лет с медианой (МЕ) 63 года и 95% доверительным интервалом (ДИ) [55;70], поступивших в Региональный сосудистый центр ГБУЗ “Краевая клиническая больница № 1» г. Владивостока с апреля 2024 по апрель 2025 г. Критерии включения в исследование: пациенты с диагнозом ИМнST, которым было выполнено ЧКВ. Критерии невключения: пациенты с ИМнST, у которых фиксировалась любая форма ФП при поступлении в стационар или имеющая место в анамнезе. Было выделено 2 группы лиц, в первую из которых вошли 68 (8,5%) пациентов с впервые зарегистрированной ФП после выполнения ЧКВ, а во вторую – 728 (91,5%) больных без нарушения сердечного ритма. Наличие ФП подтверждали посредством непрерывного мониторинга ЭКГ в отделении реанимации и интенсивной терапии и ежедневного ЭКГ-контроля в кардиологическом отделении. Забор венозной крови у пациентов осуществлялся при поступлении в

стационар до выполнения инвазивной коронарографии с последующим исследованием на анализаторе Beckman Coulter AU 480. Определяли клинико-биохимические показатели: высокочувствительный сердечный тропонин I (вч-сТnI), общий холестерин (ОХС), ХС липопротеинов низкой и высокой плотности (ЛПНП и ЛПВП), триглицериды (ТГ), креатинин (Cr), мочевины, фибриноген, глюкоза. Рассчитывали соотношения нейтрофилов к лимфоцитам (NLR), нейтрофилов к эозинофилам (NER), нейтрофилов к базофилам (NBR), тромбоцитов к лимфоцитам (PLR), моноцитов к лимфоцитам (MLR), моноцитов к ЛПВП (MHR), глюкозы к лимфоцитам (Glu-LR), а также индексы системного воспаления (SII), системного воспалительного ответа (SIRI) и совокупный индекс системного воспаления (AISI). Забор артериальной крови для исследования ее газового и электролитного составов, кислотно-основного состояния (КОС) осуществлялся при выполнении ЧКВ с последующим исследованием на аппарате Radiometer ABL800. Определяли pH, парциальное напряжение кислорода ( $p\text{aO}_2$ ), углекислого газа ( $p\text{aCO}_2$ ), бикарбонат ( $\text{HCO}_3^-$ ), дефицит оснований (BE), лактат (Lac),  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , ионизированный  $\text{Ca}$  ( $\text{iCa}^{2+}$ ). Рассчитывали соотношения лактата к бикарбонату (Lac/B), глюкозы к лактату (Glu/Lac) и  $\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ . Оценку качества восстановления коронарного кровотока после ЧКВ проводили с использованием шкалы TIMI по данным ангиографической съемки, полученной сразу после имплантации коронарного стента. Конечная точка исследования была представлена нФП у больных ИМнСТ в форме категориального бинарного признака («отсутствие» или «развитие»). Входные признаки – подгруппа потенциальных предикторов выражалась в форме непрерывных и категориальных переменных.

Для обработки и анализа данных использовали методы статистического анализа и машинного обучения. Первые включали тесты хи-квадрат, Фишера, Манна-Уитни, однофакторную логистическую регрессию (ОЛР). Вторые – категориальный бустинг (CatBoost) и многофакторную логистическую регрессию (МЛР), с помощью которых разрабатывали прогностические модели нФП. Выделение пороговых значений потенциальных предикторов проводили методом мультиметрической категоризации [7], а оценку важности предикторов – методом аддитивного объяснения Шепли [8]. Показатели были представлены Me и 95% ДИ, так как их распределение не соответствовало нормальному. Статистическая значимость подтверждалась значением  $p\text{-value} < 0,05$ . Качество моделей оценивали по 3 метрикам: площадь под ROC-кривой (AUC), чувствительность (Sen) и специфичность (Sp). При построении моделей данные были разделены следующим образом: 80% – для обучения и кросс-валидации, которая проводилась методом стратифицированного KFold по 10 выборкам, и 20% – для заключительного тестирования. Разделение данных для обучения и заключительного тестирования повторялось случайным образом 100 раз, все метрики качества усредняли с вычислением 95% ДИ. Анализ данных и разработка моделей выполнялась на языке Python.

Дизайн исследования включал 5 этапов. На первом из них проведен статистический анализ 47 показателей в группах сравнения. На втором этапе по нормализованным данным с помощью моделей ОЛР определяли весовые коэффициенты отдельных показателей, позволяющие дать предварительную оценку степени их влияния на конечную точку. На третьем этапе методом CatBoost разрабатывали базовые модели прогноза нФП, структура которых была представлена предикторами из отдельных групп дооперационных и интраоперационных данных. На четвертом этапе разрабатывали новые прогностические модели, объединяющие предикторы лучших базовых моделей. На заключительном этапе проводили категоризацию непрерывных предикторов и построение на их основе модели МЛР с последующей оценкой важности влияния категориальных предикторов на конечную точку методом аддитивного объяснения Шепли.

### Результаты.

На первом этапе исследования выполнен межгрупповой анализ 47 показателей, характеризующих клинико-функциональный статус больных ИМнСТ, который демонстрировал наличие статистически значимых различий у 24 из них (табл. 1). Больные с нФП после ЧКВ отличались более старшим возрастом, значительным преобладанием лиц с классом острой сердечной недостаточности (ОСН) по T.Killip  $>2$ , наличием ХСН II-III ФК в анамнезе, резким подъемом госпитальной летальности (ГЛ), более низкими значениями САД и ДАД. При этом в группах сравнения фиксировалось сопоставимое число больных женского пола, с ранее перенесенным ИМ, артериальной гипертензией, острым нарушением мозгового кровообращения, сахарным диабетом. Среди биохимических показателей крови у лиц первой группы отмечены более высокие уровни вч-сТnI, глюкозы, Cr, мочевины, фибриногена и более низкая концентрация ОХС и ЛПНП. По сравнению с контрольной группой у больных с нФП установлено увеличение значений гематологических индексов: NLR (4,41 vs 3,17;  $p\text{-value} = 0,00079$ ), NER (179,25 vs 63,74;  $p\text{-value} < 0,000001$ ), MLR (0,53 vs 0,39;  $p\text{-value} = 0,0027$ ), SIRI (3,87 vs 2,53;  $p\text{-value} = 0,0003$ ) и AISI (836,32 vs 563,96;  $p\text{-value} = 0,0099$ ), свидетельствующее об интенсификации системного воспалительного ответа (ВО) на острую ишемию и некроз кардиомиоцитов. При этом межгрупповые различия показателей PLR, NBR и SII не были статистически значимыми. Оценка индикаторов КОС, газового и электролитного состава артериальной крови демонстрировала более высокий уровень лактата у больных с нФП (1,40 vs 1,20;  $p\text{-value} = 0,005187$ ) и более низкую концентрацию хлоридов (106,00 ммоль/л vs 108,00 ммоль/л;  $p = 0,046$ ). При этом показатели pH, парциального давления газов ( $p\text{aO}_2$ ,  $p\text{aCO}_2$ ),  $\text{HCO}_3^-$ , BE, содержания электролитов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{iCa}^{2+}$ ) не имели статистически значимых межгрупповых различий. У больных с нФП установлены более высокие значения комбинированных индексов Glu-LR (5,10 vs 3,40;  $p\text{-value} = 0,0011$ ), MHR (0,83 vs 0,68;  $p\text{-value} = 0,0068$ ) и Lac/B (0,07 vs 0,06;  $p\text{-value} = 0,0018$ ), что может косвенно свидетельство-

Таблица 1

## Клинико-функциональные показатели больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST

Table 1

## Clinical and functional parameters in patients with ST-segment elevation myocardial infarction

| Показатели                                              | Группа 1 (n=68)          | Группа 2 (n=728)         | ОШ (95%) ДИ      | p-value   |
|---------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-----------|
| Клинико-анамнестические показатели                      |                          |                          |                  |           |
| Возраст, лет                                            | 69 [62,75; 75]           | 63 [55; 70,25]           | -                | 0,00006   |
| Женский пол, n (%)                                      | 23 (34%)                 | 230 (32%)                | 1,1 [0,65; 1,9]  | 0,81      |
| ГЛ, n (%)                                               | 6 (8,8%)                 | 25 (3,4%)                | 6,0 [2,9; 13]    | < 0,00001 |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>                                  | 27,7 [24,42; 31,76]      | 27,58 [25,03; 30,72]     | -                | 0,945     |
| САД, мм рт. ст.                                         | 130 [110; 140]           | 140 [120; 150]           | -                | 0,002     |
| ДАД, мм рт. ст.                                         | 80 [67,5; 90]            | 85 [77,75; 100]          | -                | 0,0071    |
| ЧСС, уд в мин                                           | 75 [69,5; 80]            | 72 [70; 80]              | -                | 0,331     |
| ОСН по Т. Killip $\geq 2$ , n (%)                       | 19 (28%)                 | 106 (15%)                | 2,3 [1,3; 4]     | 0,0064    |
| СД, n (%)                                               | 18 (26%)                 | 150 (21%)                | 1,4 [0,79; 2,4]  | 0,328     |
| ГБ, n (%)                                               | 48 (71%)                 | 517 (71%)                | 0,9 [0,52; 1,5]  | 0,8       |
| ПИКС, n (%)                                             | 9 (13%)                  | 64 (8,8%)                | 1,6 [0,75; 3,3]  | 0,32      |
| ОНМК/ТИА в в анамнезе, n (%)                            | 4 (5,9%)                 | 52 (7,1%)                | 0,81 [0,28; 2,3] | 0,89      |
| ХСН II-III ФК, n (%)                                    | 43 (63%)                 | 294 (40%)                | 2,5 [1,5; 4,2]   | 0,0004    |
| Биохимические показатели                                |                          |                          |                  |           |
| Глюкоза, ммоль/л                                        | 7,7 [5,7; 10,8]          | 6,7 [5,5; 8,2]           | -                | 0,006     |
| вч-сТnI, нг/мл                                          | 6,74 [3,04; 17,98]       | 5,35 [0,96; 13,3]        | -                | 0,025     |
| Cr, мкмоль/л                                            | 81,23 [63,45; 109,43]    | 69,3 [59,80; 84,45]      | -                | 0,00043   |
| Мочевина, ммоль/л                                       | 8,01 [5,31; 10,59]       | 5,54 [4,39; 7,25]        | -                | 0,000002  |
| ОХС, ммоль/л                                            | 4,7 [4; 5,65]            | 5,3 [4,5; 6,3]           | -                | 0,0008    |
| ТГ, ммоль/л                                             | 1,36 [1,04; 1,83]        | 1,52 [1,13; 2,07]        | -                | 0,067     |
| ЛПНП, ммоль/л                                           | 2,91 [2,35; 3,6]         | 3,36 [2,73; 4,07]        | -                | 0,00047   |
| ЛПВП, ммоль/л                                           | 1,09 [0,94; 1,25]        | 1,15 [0,96; 1,35]        | -                | 0,095     |
| Фибриноген, г/л                                         | 4,46 [3,99; 5,62]        | 4,25 [3,6; 4,97]         | -                | 0,0147    |
| Гематологические индексы                                |                          |                          |                  |           |
| NLR                                                     | 4,41 [2,92; 6,74]        | 3,17 [2,19; 4,94]        | -                | 0,0008    |
| NER                                                     | 179,25 [73,71; 351,56]   | 63,74 [33,19; 173,28]    | -                | <0,000001 |
| NBR                                                     | 172 [160; 190]           | 160 [150; 180]           | -                | 0,16      |
| PLR                                                     | 114,36 [78,27; 153]      | 114,46 [86,34; 151,1]    | -                | 0,686     |
| MLR                                                     | 0,53 [0,35; 0,64]        | 0,39 [0,29; 0,53]        | -                | 0,0027    |
| SII                                                     | 966,95 [577,09; 1377,85] | 766,2 [482,1; 1192,83]   | -                | 0,084     |
| SIRI                                                    | 3,87 [2,28; 6,78]        | 2,53 [1,56; 4,18]        | -                | 0,0003    |
| AISI                                                    | 836,32 [409,3; 1469,67]  | 563,96 [333,89; 1029,24] | -                | 0,009     |
| Показатели КОС, газового и электролитного состава крови |                          |                          |                  |           |
| pH <sub>a</sub>                                         | 7,3 [7,27; 7,37]         | 7,32 [7,26; 7,37]        | -                | 0,476     |
| раО <sub>2</sub> , мм рт. ст.                           | 88,2 [75; 107,00]        | 90,65 [74,42; 116]       | -                | 0,398     |
| раСО <sub>2</sub> , мм рт. ст.                          | 35,7 [31,75; 39,05]      | 36,9 [33,1; 40,4]        | -                | 0,163     |
| НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ммоль/л                 | 18,95 [15,5; 21,65]      | 19,8 [16,45; 22,1]       | -                | 0,121     |
| Лактат, ммоль/л                                         | 1,4 [1,1; 2,1]           | 1,2 [0,9; 1,6]           | -                | 0,0052    |
| K <sup>+</sup> , ммоль/л                                | 3,7 [3,4; 3,9]           | 3,6 [3,4; 3,8]           | -                | 0,2       |
| Na <sup>+</sup> , ммоль/л                               | 134 [129; 138]           | 134 [130; 137]           | -                | 0,345     |
| Cl <sup>-</sup> , ммоль/л                               | 106 [103,25; 110]        | 108 [105; 111]           | -                | 0,046     |
| iCa <sup>2+</sup> , ммоль/л                             | 1 [0,9; 1,1]             | 1 [0,9; 1,1]             | -                | 0,69      |
| BE, ммоль/л                                             | -7,2 [-11,22; -3,18]     | -5,40 [-10,22; -2,5]     | -                | 0,133     |
| Комбинированные индексы                                 |                          |                          |                  |           |
| Glu-LR                                                  | 5,1 [2,9; 6,43]          | 3,4 [2,4; 5,14]          | -                | 0,001     |
| MHR                                                     | 0,83 [0,6; 1,14]         | 0,68 [0,49; 0,96]        | -                | 0,0068    |
| Lac/B                                                   | 0,07 [0,05; 0,12]        | 0,06 [0,04; 0,08]        | -                | 0,0018    |
| Na <sup>+</sup> /Cl <sup>-</sup>                        | 4,86 [3,62; 8,33]        | 5,71 [4,07; 7,38]        | -                | 0,356     |
| Glu-Lac                                                 | 1,27 [1,18; 1,31]        | 1,26 [1,18; 1,3]         | -                | 0,4       |
| Результат ЧКВ                                           |                          |                          |                  |           |
| TIMI <3                                                 | 17 (25%)                 | 60 (8,2%)                | 3,7 [2; 6,8]     | 0,000002  |
| TIMI=3                                                  | 51 (75%)                 | 668 (91,8%)              | 0,27 [0,15; 0,5] | 0,000002  |

**Примечание:** вч-сТnI – высокочувствительный сердечный тропонин I, ГБ – гипертоническая болезнь, ГЛ – внутривенная летальность, ДАД – диастолическое артериальное давление, ИМТ – индекс массы тела, КОС – кислотно-основное состояние, ЛПВП – липопротеины высокой плотности, ЛПНП – липопротеины низкой плотности, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, ОЧН – острая сердечная недостаточность, ОХС – общий холестерин, ПИКС – постинфарктный кардиосклероз, САД – систолическое артериальное давление, СД – сахарный диабет, ТГ – триглицериды, ТИА – транзиторная ишемическая атака, ФК – функциональный класс, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ЧСС – частота сердечных сокращений, AISI – совокупный индекс системного воспаления, BE – дефицит/избыток оснований, Cr – креатинин, Glu-Lac – отношение глюкозы к лактату, Glu-LR – отношение глюкозы к лимфоцитам, Lac/B – отношение лактата к бикарбонату, MHR – отношение моноцитов к ЛПВП, NBR – отношение нейтрофилов к базофилам, NER – отношение нейтрофилов к эозинофилам, NLR – отношение нейтрофилов к лимфоцитам, paO<sub>2</sub> – парциальное напряжение кислорода в артериальной крови, paCO<sub>2</sub> – парциальное напряжение углекислого газа в артериальной крови, pHa – pH артериальной крови, SII – индекс системного воспаления, SIRI – индекс системного воспалительного ответа, TIMI – шкала Thrombolysis in Myocardial Infarction.

**Note:** hs-cTnI – high-sensitivity cardiac troponin I, HT – hypertension, IHM – in-hospital mortality, DBP – diastolic blood pressure, BMI – body mass index, ABB – acid-base balance, HDL – high-density lipoprotein, LDL – low-density lipoproteins, aCVA – acute cerebrovascular accident, AHF – acute heart failure, TC – total cholesterol, PICS – post-infarction cardiosclerosis, SBP – systolic blood pressure, DM – diabetes mellitus, Tg – triglycerides, TIA – transient ischemic attack, FC – functional class, CHF – chronic heart failure, HR – heart rate, AISI – Aggregate Index of Systemic Inflammation, BE – base excess, Cr – creatinine, Glu-Lac – glucose-lactate ratio, Glu-LR – glucose-lymphocyte ratio, Lac/B – lactate-bicarbonate ratio, MHR – monocyte-to-high-density lipoprotein ratio, NBR – neutrophil-basophil ratio, NER – neutrophil-eosinophil ratio, NLR – neutrophil-lymphocyte ratio, paO<sub>2</sub> – partial pressure of O<sub>2</sub> in arterial blood, paCO<sub>2</sub> – partial pressure of CO<sub>2</sub> in arterial blood, pHa – pH of arterial blood, SII – systemic immune-inflammation index, SIRI – systemic inflammation response index, TIMI – Thrombolysis in Myocardial Infarction (score).

вать о более выраженных нарушениях гомеостаза, индуцированных метаболическим стрессом и дисбалансом нейрогуморальной регуляции. Анализ эффективности проведенного ЧКВ показал, что у пациентов с нФП полное восстановление коронарного кровотока (TIMI=3) достигалось значительно реже (75% vs 91,8%; p-value = 0,000002), чем у больных ИМпСТ без нарушений сердечного ритма, что указывает на возможную роль данного фактора в развитии аритмии.

На втором этапе исследования по данным моделей ОЛР рассчитывали весовые коэффициенты отдельных показателей, позволяющие дать предварительную оценку степени их влияния на реализацию конечной точкой (табл.2). Было установлено, что статистически значимый уровень весовых коэффициентов имел место у 28 факторов. Его наибольшее значение фиксировалось у показателя мочевины (2,713). Меньшие величины этого индикатора была связаны с возрастом (1,859), ЛПНП (-1,738), ОХС (-1,608), глюкозой (1,573), САД (-1,57), ГЛ (1,547), лактатом (1,49), классом ОЧН по T.Killip>2 (1,482), фибриногеном (1,47), ДАД (-1,464), NBR (1,313), вч-сТnI (1,229), TIMI<3 (1,19) и TIMI=3 (-1,179). Минимальные значения весовых коэффициентов были у показателей SII (0,036), iCa<sup>2+</sup> (-0,061), Glu-Lac (0,073). В разработанных моделях ОЛР положительные значения весовых коэффициентов указывают на увеличение вероятности развития нФП при наличии этих признаков или повышении их уровня, а отрицательные – свидетельствуют о возрастающем риске ее инициации при снижении уровня этих показателей. На третьем этапе исследования для уточнения предиктивной ценности анализируемых факторов и их комбинаций методом Catboost были разработаны прогностические модели нФП, структура которых была представлена только показателями из однородных групп данных (табл.3). Оценка метрик качества демонстрировала недостаточную точность прогноза (AUC<0,7) у моделей, где в качестве предикторов изолированно использовались биохимические показатели, индикаторы КОС, электролитного и газового состава крови, а также комбинированные индексы. Приемлемую прогностическую точность

(0,7 ≤ AUC < 0,8) имели модели (3-7) на основе клинико-anamnestических данных и модели (3-8), включающие гематологические индексы. При этом лучшими и сопоставимыми прогностическими свойствами обладали “клинико-anamnestическая” модель с 4 предикторами (возраст больных, наличие в анамнезе ХСН II-III ФК, САД, класс ОЧН по T.Killip>2) и модель, где в качестве предикторов были представлены 4 гематологических индикатора системного ВО: NLR, NER, NBR, MLR (AUC: 0,723 и 0,724, соответственно; p-value=0,136). На 4 этапе исследования были разработаны прогностические модели нФП, структура которых была представлена сочетанием предикторов базовых моделей (табл.4). По отношению к модели (1) более высокую точность прогноза демонстрировали модели 2-3 (AUC: 0,784 и 0,785, соответственно). На заключительном этапе исследования была выполнена категоризация предикторов модели (3) с выделением их пороговых значений, преодоление которых ассоциируется с усилением влияния на конечную точку и повышением точности прогноза (табл.5). Было установлено, что наибольшая вероятность развития нФП была связана с выходом за критериальные границы таких факторов, как: NER>48 (ОШ=8), мочевина>8,9 ммоль/л (ОШ=5,3), MLR>0,52 (ОШ=3), возраст>66 лет (ОШ=2,8), фибриноген>5,54 г/л (ОШ=2,6). Менее заметная взаимосвязь с нФП ассоциировалась с концентрацией в крови лактата >1,7 ммоль/л (ОШ=2,1), ОХС<5,4 ммоль/л (ОШ=1,9), Cl<106,5 ммоль/л (ОШ=1,8) и САД<131,5 мм рт.ст. (ОШ=1,8). На основе категоризированных предикторов методом МЛР была разработана прогностическая модель нФП (табл.4, модель 4), которая отличалась лучшими показателями качества (AUC=0,808, Sen=0,764, Sp=0,757). Относительный вклад отдельных предикторов этой модели в реализацию конечной точки определяли методом аддитивного объяснения Шепли (рис.1). Установлено, что наибольшее влияние на риск развития нФП после ЧКВ оказывали ангиографический критерий TIMI<3 (0,0133 усл.ед.) и класс ОЧН по T.Killip>2 (0,013 усл.ед.), а наименьшее – Cl<106,5 ммоль/л (0,0001 усл.ед.) и ОХС<5,4 ммоль/л (0,0002 усл.ед.).

## Весовые коэффициенты однофакторных моделей логистической регрессии

Table 2

## Weight coefficients of single-factor logistic regression models

| Предиктор                               | Коэффициент            | p-value    | AUC                  |
|-----------------------------------------|------------------------|------------|----------------------|
| Возраст, лет                            | 1,859 [1,84;1,882]     | <0,000001  | 0,646 [0,635; 0,658] |
| Женский пол, n (%)                      | 0,086 [0,07;0,099]     | 0,690562   | 0,497 [0,487; 0,507] |
| ГЛ, n (%)                               | 1,548 [1,547;1,549]    | 0,000054   | 0,499 [0,489; 0,509] |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>                  | 0,279 [0,244;0,31]     | 0,405704   | 0,563 [0,553; 0,574] |
| САД, мм рт. ст.                         | -1,57 [-1,591;-1,558]  | <0,000001  | 0,612 [0,602; 0,622] |
| ДАД, мм рт. ст.                         | -1,464 [-1,482;-1,441] | <0,000001  | 0,581 [0,569; 0,594] |
| ЧСС, уд в мин                           | 0,224 [0,216;0,244]    | 0,320367   | 0,588 [0,577; 0,599] |
| ОСН по Т. Killip $\geq 2$ , n(%)        | 1,482 [1,456;1,486]    | 0,000046   | 0,575 [0,568; 0,582] |
| СД, n (%)                               | 0,305 [0,296;0,314]    | 0,253518   | 0,524 [0,516; 0,533] |
| ГБ, n (%)                               | -0,112 [-0,119;-0,105] | 0,457066   | 0,499 [0,489; 0,509] |
| ХОБЛ, n (%)                             | -0,358 [-0,358;-0,358] | 0,686379   | 0,509 [0,506; 0,512] |
| ПИКС, n (%)                             | 0,404 [0,388;0,421]    | 0,29352    | 0,518 [0,511; 0,525] |
| ОНМК/ТИА в анамнезе, n(%)               | -0,11 [-0,128;-0,093]  | 0,829734   | 0,493 [0,488; 0,498] |
| ХСН II-III ФК, n (%)                    | 0,867 [0,85;0,879]     | <0,000001  | 0,618 [0,609; 0,628] |
| Глюкоза, ммоль/л                        | 1,573 [1,555;1,585]    | 0,006168   | 0,607 [0,595; 0,619] |
| вч-сТnI, нг/мл                          | 1,229 [1,213;1,257]    | 0,007954   | 0,589 [0,579; 0,598] |
| Креатинин, мкмоль/л                     | 0,758 [0,727;0,782]    | 0,002658   | 0,62 [0,607; 0,632]  |
| Мочевина, ммоль/л                       | 2,713 [2,677;2,732]    | 0,000668   | 0,665 [0,654; 0,677] |
| ОХС, ммоль/л                            | -1,608 [-1,634;-1,595] | 0,000024   | 0,613 [0,602; 0,623] |
| ТГ, ммоль/л                             | -0,709 [-0,724;-0,694] | 0,425692   | 0,537 [0,528; 0,546] |
| ЛПНП, ммоль/л                           | -1,738 [-1,761;-1,729] | 0,000001   | 0,628 [0,617; 0,639] |
| ЛПВП, ммоль/л                           | -0,977 [-0,995;-0,961] | 0,021993   | 0,535 [0,526; 0,544] |
| Фибриноген, г/л                         | 1,47 [1,441;1,499]     | <0,000001  | 0,598 [0,585; 0,611] |
| NLR                                     | 0,445 [0,435;0,454]    | 0,008043   | 0,629 [0,619; 0,639] |
| NER                                     | 0,495 [0,486;0,504]    | 0,000705   | 0,699 [0,69; 0,707]  |
| NBR                                     | 1,363 [1,344;1,379]    | 0,065194   | 0,671 [0,658; 0,683] |
| PLR                                     | -0,166 [-0,17;-0,156]  | 0,949728   | 0,509 [0,498; 0,519] |
| MLR                                     | 0,553 [0,538;0,562]    | 0,007346   | 0,613 [0,602; 0,623] |
| SII                                     | 0,036 [0,029;0,044]    | 0,978965   | 0,583 [0,573; 0,592] |
| SIRI                                    | 0,946 [0,932;0,965]    | 0,000427   | 0,642 [0,631; 0,653] |
| AISI                                    | 0,502 [0,485;0,51]     | 0,007812   | 0,61 [0,601; 0,62]   |
| pH <sub>a</sub>                         | -0,444 [-0,472;-0,421] | 0,036215   | 0,539 [0,528; 0,551] |
| раО <sub>2</sub> , мм рт. ст.           | 0,282 [0,269;0,301]    | 0,683656   | 0,549 [0,538; 0,56]  |
| раСО <sub>2</sub> , мм рт. ст.          | -0,3 [-0,323;-0,279]   | 0,345491   | 0,538 [0,526; 0,55]  |
| НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , ммоль/л | -0,698 [-0,716;-0,686] | 0,041928   | 0,49 [0,48; 0,501]   |
| Лактат, ммоль/л                         | 1,492 [1,479;1,519]    | 0,006228   | 0,597 [0,586; 0,607] |
| K <sup>+</sup> , ммоль/л                | 0,301 [0,289;0,307]    | 0,672559   | 0,534 [0,523; 0,545] |
| Na <sup>+</sup> , ммоль/л               | -0,499 [-0,515;-0,484] | 0,090097   | 0,513 [0,502; 0,524] |
| Cl <sup>-</sup> , ммоль/л               | -0,440 [-0,451;-0,430] | 0,010154   | 0,579 [0,568; 0,591] |
| iCa <sup>2+</sup> , ммоль/л             | -0,061 [-0,07;-0,058]  | 0,959768   | 0,511 [0,499; 0,522] |
| BE, ммоль/л                             | -0,708 [-0,729;-0,684] | 0,055660   | 0,576 [0,559;0,595]  |
| Glu-LR                                  | 0,631 [0,61;0,638]     | 0,00614604 | 0,631 [0,621; 0,642] |
| MHR                                     | 1,133 [1,117;1,145]    | 0,000693   | 0,589 [0,578; 0,6]   |
| Lac/B                                   | 0,793 [0,779;0,802]    | 0,00791471 | 0,618 [0,606; 0,63]  |
| Na/Cl                                   | 0,149 [0,134;0,164]    | 0,861753   | 0,602 [0,591; 0,612] |
| Glu-Lac                                 | -0,073 [-0,079;-0,068] | 0,965065   | 0,62 [0,609; 0,632]  |
| TIMI <3                                 | 1,190 [1,178;1,197]    | <0,000001  | 0,576 [0,567; 0,584] |
| TIMI=3                                  | -1,179 [-1,191;-1,160] | <0,000001  | 0,576 [0,567; 0,584] |

**Сокращения:** вч-сТnI – высокочувствительный тропонин I, ГБ – гипертоническая болезнь, ГЛ – госпитальная летальность, ДАД – диастолическое артериальное давление, ИМТ – индекс массы тела, ЛПВП – липопротеины высокой плотности, ЛПНП – липопротеины низкой плотности, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения, ОСН – острая сердечная недостаточность, ОХС – общий холестерин, ПИКС – постинфарктный кардиосклероз, САД – систолическое артериальное давление, СД – сахарный диабет, ТГ – триглицериды, ТИА – транзиторная ишемическая атака, ФК – функциональный класс, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ЧСС – частота сердечных сокращений, AISI – совокупный индекс системного воспаления, BE – дефицит/избыток оснований, Cr – креатинин, Glu-Lac – отношение глюкозы к лактату, Glu-LR – отношение глюкозы к лимфоцитам, Lac/B – отношение лактата к бикарбонату, MHR – отношение моноцитов к ЛПВП, NBR – отношение нейтрофилов к базофилам, NER – отношение нейтрофилов к эозинофилам, NLR – отношение нейтрофилов к лимфоцитам, раО<sub>2</sub> – парциальное напряжение кислорода в артериальной крови, раСО<sub>2</sub> – парциальное напряжение углекислого газа в

артериальной крови, рНa – pH артериальной крови, SII – индекс системного воспаления, SIRI – индекс системного воспалительного ответа, TIMI – шкала Thrombolysis in Myocardial Infarction.

**Note:** hs-cTnI – high-sensitivity cardiac troponin I, HT – hypertension, IHM – in-hospital mortality, DBP – diastolic blood pressure, BMI – body mass index, HDL – high-density lipoprotein, LDL – low-density lipoproteins, aCVA – acute cerebrovascular accident, AHF – acute heart failure, TC – total cholesterol, PICS – post-infarction cardiosclerosis, SBP – systolic blood pressure, DM – diabetes mellitus, Tg – triglycerides, TIA – transient ischemic attack, FC – functional class, CHF – chronic heart failure, HR – heart rate, AISI – Aggregate Index of Systemic Inflammation, BE – base deficit/excess, Cr – creatinine, Glu-Lac – glucose-lactate ratio, Glu-LR – glucose-lymphocyte ratio, Lac/B – lactate-bicarbonate ratio, MHR – monocyte-to-high-density lipoprotein ratio, NBR – neutrophil-basophil ratio, NER – neutrophil-eosinophil ratio, NLR – neutrophil-lymphocyte ratio, paO<sub>2</sub> – partial pressure of O<sub>2</sub> in arterial blood, paCO<sub>2</sub> – partial pressure of CO<sub>2</sub> in arterial blood, pHa – pH of arterial blood, SII – systemic immune-inflammation index, SIRI – systemic inflammation response index, TIMI – Thrombolysis in Myocardial Infarction (score).

Таблица 3

Базовые модели “новой” ФП на основе потенциальных предикторов из групп однородных данных

Table 3

Baseline models for new-onset atrial fibrillation derived from homogeneous data groups of potential predictors

|                                                                      | Предикторы                                       | Тестовые выборки     |                      |                      |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                                                      |                                                  | Auc                  | Sen                  | Sp                   |
| Клинико-анамнестические показатели                                   |                                                  |                      |                      |                      |
| 1                                                                    | Возраст                                          | 0,645 [0,634; 0,656] | 0,65 [0,64; 0,66]    | 0,623 [0,615; 0,632] |
| 2                                                                    | Возраст, ХСН II-III ФК                           | 0,688 [0,679; 0,697] | 0,65 [0,641; 0,659]  | 0,658 [0,649; 0,666] |
| 3                                                                    | Возраст, ХСН II-III ФК, САД                      | 0,713 [0,703; 0,722] | 0,65 [0,641; 0,659]  | 0,658 [0,648; 0,667] |
| 4                                                                    | Возраст, ХСН II-III ФК, САД, ДАД                 | 0,708 [0,698; 0,717] | 0,675 [0,665; 0,685] | 0,669 [0,659; 0,679] |
| 5                                                                    | Возраст, ХСН II-III ФК, САД, ЧСС                 | 0,711 [0,701; 0,72]  | 0,7 [0,690; 0,71]    | 0,696 [0,686; 0,706] |
| 6                                                                    | Возраст, ХСН II-III ФК, САД, ОЧН по T,Killip > 2 | 0,723 [0,714; 0,733] | 0,65 [0,641; 0,659]  | 0,642 [0,633; 0,65]  |
| Биохимические показатели                                             |                                                  |                      |                      |                      |
| 1                                                                    | вч-сTnI                                          | 0,583 [0,573; 0,594] | 0,538 [0,527; 0,55]  | 0,533 [0,522; 0,544] |
| 2                                                                    | вч-сTnI, фибриноген                              | 0,605 [0,592; 0,617] | 0,542 [0,53; 0,555]  | 0,554 [0,542; 0,565] |
| 3                                                                    | вч-сTnI, фибриноген, ОХС                         | 0,675 [0,665; 0,685] | 0,627 [0,617; 0,638] | 0,627 [0,617; 0,637] |
| 4                                                                    | вч-сTnI, фибриноген, ОХС, Сг                     | 0,676 [0,665; 0,687] | 0,66 [0,650; 0,669]  | 0,647 [0,637; 0,656] |
| 5                                                                    | вч-сTnI, фибриноген, ОХС, Сг, мочевины           | 0,691 [0,678; 0,703] | 0,629 [0,617; 0,641] | 0,628 [0,616; 0,64]  |
| 6                                                                    | вч-сTnI, фибриноген, ОХС, Сг, мочевины, глюкоза  | 0,692 [0,679; 0,704] | 0,686 [0,673; 0,698] | 0,674 [0,662; 0,686] |
| Гематологические индексы                                             |                                                  |                      |                      |                      |
| 1                                                                    | NLR                                              | 0,629 [0,619; 0,639] | 0,579 [0,568; 0,589] | 0,583 [0,574; 0,593] |
| 2                                                                    | NLR, NER                                         | 0,701 [0,691; 0,71]  | 0,669 [0,658; 0,68]  | 0,653 [0,642; 0,663] |
| 3                                                                    | NLR, NER, NBR                                    | 0,722 [0,711; 0,733] | 0,633 [0,621; 0,646] | 0,632 [0,621; 0,644] |
| 4                                                                    | NLR, NER, NBR, PLR                               | 0,717 [0,707; 0,728] | 0,667 [0,655; 0,678] | 0,669 [0,659; 0,680] |
| 5                                                                    | NLR, NER, NBR, MLR                               | 0,724 [0,714; 0,734] | 0,677 [0,666; 0,689] | 0,676 [0,665; 0,687] |
| 6                                                                    | NLR, NER, NBR, MLR, AISI                         | 0,712 [0,702; 0,722] | 0,701 [0,689; 0,713] | 0,696 [0,685; 0,707] |
| 7                                                                    | NLR, NER, NBR, MLR, SII                          | 0,715 [0,704; 0,725] | 0,636 [0,623; 0,649] | 0,639 [0,627; 0,651] |
| 8                                                                    | NLR, NER, NBR, MLR, SIRI                         | 0,716 [0,706; 0,727] | 0,613 [0,601; 0,624] | 0,631 [0,620; 0,642] |
| Показатели газового, электролитного состава и КОС артериальной крови |                                                  |                      |                      |                      |
| 1                                                                    | Cl <sup>-</sup>                                  | 0,579 [0,566; 0,591] | 0,553 [0,54; 0,566]  | 0,553 [0,544; 0,563] |
| 2                                                                    | Cl <sup>-</sup> , pаCO <sub>2</sub>              | 0,55 [0,538; 0,563]  | 0,528 [0,515; 0,54]  | 0,529 [0,518; 0,541] |
| 3                                                                    | Cl <sup>-</sup> , pаO <sub>2</sub>               | 0,554 [0,543; 0,565] | 0,559 [0,548; 0,57]  | 0,547 [0,537; 0,558] |
| 4                                                                    | Cl <sup>-</sup> , iCa <sup>2+</sup>              | 0,564 [0,551; 0,576] | 0,539 [0,528; 0,55]  | 0,536 [0,526; 0,547] |
| 5                                                                    | Cl <sup>-</sup> , K <sup>+</sup>                 | 0,566 [0,553; 0,578] | 0,556 [0,545; 0,566] | 0,566 [0,555; 0,576] |
| 6                                                                    | Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup>                | 0,575 [0,564; 0,585] | 0,487 [0,476; 0,498] | 0,499 [0,489; 0,509] |
| 7                                                                    | Cl <sup>-</sup> , pH                             | 0,577 [0,564; 0,59]  | 0,563 [0,551; 0,575] | 0,556 [0,545; 0,567] |
| 8                                                                    | Cl <sup>-</sup> , BE                             | 0,602 [0,589; 0,616] | 0,578 [0,566; 0,59]  | 0,575 [0,563; 0,587] |
| 9                                                                    | Cl <sup>-</sup> , BE, Lac                        | 0,643 [0,629; 0,656] | 0,588 [0,575; 0,601] | 0,573 [0,561; 0,586] |
| Комбинированные индексы                                              |                                                  |                      |                      |                      |
| 1                                                                    | Glu-LR                                           | 0,626 [0,616; 0,637] | 0,658 [0,647; 0,669] | 0,648 [0,637; 0,659] |
| 2                                                                    | Glu-LR, Glu-Lac                                  | 0,653 [0,64; 0,666]  | 0,624 [0,612; 0,635] | 0,614 [0,604; 0,624] |
| 3                                                                    | Glu-LR, Glu-Lac, Lac/B                           | 0,664 [0,651; 0,677] | 0,645 [0,633; 0,657] | 0,653 [0,642; 0,665] |
| 4                                                                    | Glu-LR, Glu-Lac, Lac/B, Na/Cl                    | 0,68 [0,668; 0,693]  | 0,656 [0,644; 0,668] | 0,664 [0,653; 0,676] |
| 5                                                                    | Glu-LR, Glu-Lac, Lac/B, Na/Cl, MHR               | 0,678 [0,667; 0,69]  | 0,618 [0,606; 0,629] | 0,623 [0,612; 0,634] |

**Примечание:** вч-сTnI – высокочувствительный тропонин I, ОЧН – острая сердечная недостаточность, ОХС – общий холестерин, САД – систолическое артериальное давление, ФК – функциональный класс, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ЧСС – частота сердечных сокращений, AISI – совокупный индекс системного воспаления, BE – дефицит/избыток оснований, Cr – креатинин, Glu-Lac – отношение глюкозы к лактату, Glu-LR – отношение глюкозы к лимфоцитам, Lac/B – отношение лактата к бикарбонату, MHR – отношение моноцитов к ЛПВП, NBR – отношение нейтрофилов к базофилам, NER – отношение

нейтрофилов к эозинофилам, NLR – отношение нейтрофилов к лимфоцитам,  $paO_2$  – парциальное напряжение кислорода в артериальной крови,  $paCO_2$  – парциальное напряжение углекислого газа в артериальной крови, SII – индекс системного воспаления, SIRI – индекс системного воспалительного ответа.

**Note:** hs-cTnI – high-sensitivity cardiac troponin I, AHF – acute heart failure, TC – total cholesterol, SBP – systolic blood pressure, FC – functional class, CHF – chronic heart failure, HR – heart rate, AISI – Aggregate Index of Systemic Inflammation, Cr – creatinine, Glu-Lac – glucose-lactate ratio, Glu-LR – glucose-lymphocyte ratio, Lac/B – lactate-bicarbonate ratio, MHR – monocyte-to-high-density lipoprotein ratio, NBR – neutrophil-basophil ratio, NER – neutrophil-eosinophil ratio, NLR – neutrophil-lymphocyte ratio,  $paO_2$  – partial pressure of  $O_2$  in arterial blood,  $paCO_2$  – partial pressure of  $CO_2$  in arterial blood, pH – pH of arterial blood, SII – systemic immune-inflammation index, SIRI – systemic inflammation response index.

Таблица 4

**Прогностические алгоритмы “новой” ФП на основе комбинации предикторов базовых моделей**

Table 4

**Predictive algorithms for new-onset atrial fibrillation based on the predictor combinations of baseline models**

|                                             | Предикторы моделей                                                                                                                                                                                                                   | Тестовые выборки        |                         |                         |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                      | Auc                     | Sen                     | Sp                      |
| Модели Catboost с непрерывными предикторами |                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                         |                         |
| 1                                           | Возраст, ХСН II-III ФК, САД, ОСН по T.Killip > 2, NER, MLR, Cl <sup>-</sup> , BE, Lac, фибриноген, ОХС, мочевины                                                                                                                     | 0,774<br>[0,763; 0,785] | 0,683<br>[0,672; 0,695] | 0,682<br>[0,671; 0,693] |
| 2                                           | Возраст, ХСН II-III ФК, САД, ОСН по T.Killip > 2, NER, MLR, Cl <sup>-</sup> , Lac, фибриноген, ОХС, мочевины                                                                                                                         | 0,784<br>[0,774; 0,793] | 0,742<br>[0,731; 0,752] | 0,742<br>[0,732; 0,752] |
| 3                                           | Возраст, ХСН II-III ФК, САД, ОСН по T.Killip > 2, NER, MLR, Cl <sup>-</sup> , Lac, фибриноген, ОХС, мочевины, TIMI < 3                                                                                                               | 0,785<br>[0,772; 0,791] | 0,734<br>[0,657; 0,777] | 0,738<br>[0,674; 0,794] |
| Модель МЛР с категориальными предикторами   |                                                                                                                                                                                                                                      |                         |                         |                         |
| 4                                           | Возраст≥ 66 лет, САД < 131,5мм рт.ст., NER ≥48, MLR≥0,52, Cl <sup>-</sup> <106,5 ммоль/л, Lac> 1,7 ммоль/л, Фибриноген ≥5,54 г/л, Холестерин < 5,4 ммоль/л, Мочевина ≥ 8,9 ммоль/л, ХСН II-III ФК, класс ОСН по T.Killip > 2, TIMI<3 | 0,808<br>[0,799; 0,816] | 0,764<br>[0,753; 0,775] | 0,757<br>[0,747; 0,766] |

**Примечание:** ОЧН – острая сердечная недостаточность, ОХС – общий холестерин, САД – систолическое артериальное давление, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ФК – функциональный класс, BE – дефицит (избыток) оснований, MLR – отношение моноцитов к лимфоцитам, Lac – лактат, NER – отношение нейтрофилов к эозинофилам.

**Note:** AHF – acute heart failure, TC – total cholesterol, SBP – systolic blood pressure, CHF – chronic heart failure, FC – functional class, BE – base deficit/excess, MLR – monocyte-lymphocyte ratio, Lac – lactate, NER – neutrophil-eosinophil ratio.

Таблица 5

**Категоризация непрерывных предикторов с выделением их пороговых значений**

Table 5

**Categorization of continuous predictors, their threshold values being identified**

| Предиктор              | Группа 1 | Группа 2  | ОШ<br>[95%ДИ]     | p-value    | AUC                     |
|------------------------|----------|-----------|-------------------|------------|-------------------------|
| Cl < 106,5 ммоль/л     | 35 (51%) | 282 (39%) | 1,8<br>[1,1; 3,1] | 0,0324     | 0,525<br>[0,411; 0,639] |
| Lac ≥ 1,7 ммоль/л      | 24 (35%) | 148 (20%) | 2,1<br>[1,2; 3,5] | 0,0133     | 0,569<br>[0,495; 0,643] |
| Возраст ≥ 66 лет       | 45 (66%) | 296 (41%) | 2,8<br>[1,7; 4,8] | 0,0015     | 0,637<br>[0,577; 0,698] |
| САД < 131,5 мм рт.ст.  | 44 (65%) | 371 (51%) | 1,8<br>[1,1; 3]   | 0,04       | 0,581<br>[0,503; 0,660] |
| NER ≥ 48               | 59 (87%) | 414 (57%) | 8,0<br>[3,2; 20]  | <0,000001  | 0,669<br>[0,601; 0,737] |
| MLR ≥ 0,52             | 33 (49%) | 181 (25%) | 3,0<br>[1,8; 4,9] | 0,00056    | 0,631<br>[0,531; 0,730] |
| Фибриноген ≥ 5,54 г/л  | 19 (28%) | 96 (13%)  | 2,6<br>[1,5; 4,7] | 0,00128399 | 0,592<br>[0,529; 0,654] |
| ОХС < 5,4 ммоль/л      | 41 (60%) | 353 (48%) | 1,9<br>[1,1; 3,2] | 0,0314265  | 0,604<br>[0,495; 0,713] |
| Мочевина ≥ 8,9 ммоль/л | 30 (44%) | 98 (13%)  | 5,3<br>[3,1; 9]   | <0,000001  | 0,682<br>[0,585; 0,779] |

**Примечание:** САД – систолическое артериальное давление, ОХС – общий холестерин, Lac – лактат, MLR – отношение моноцитов к лимфоцитам, NER – отношение нейтрофилов к эозинофилам.

**Note:** SBP – systolic blood pressure, TC – total cholesterol, Lac – lactate, MLR – monocyte-lymphocyte ratio, NER – neutrophil-eosinophil ratio.

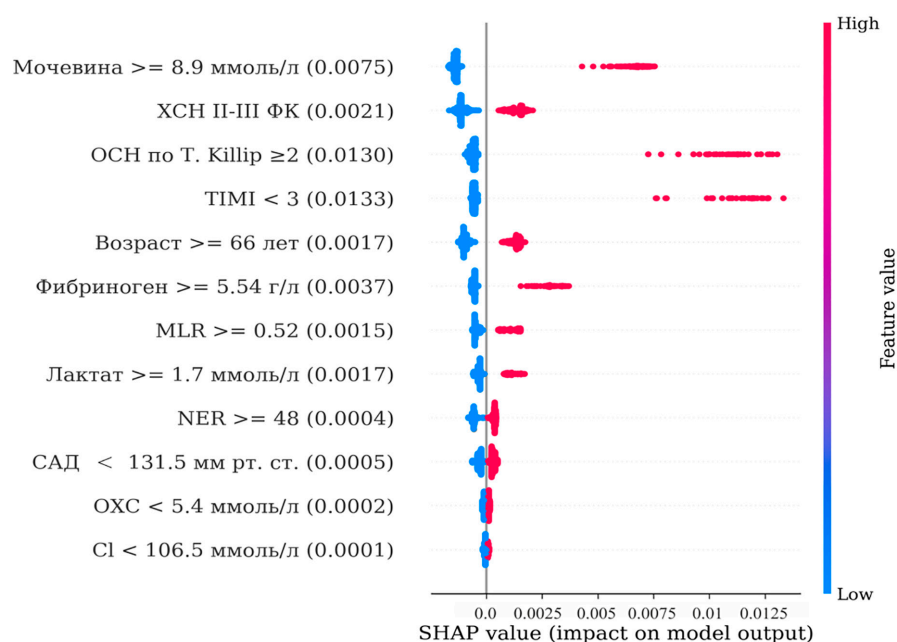


Рисунок 1. SHAP – значения категориальных предикторов модели многофакторной логистической регрессии.

Примечание: ОСН – острая сердечная недостаточность, ОХС – общий холестерин, САД – систолическое артериальное давление, ФК – функциональный класс, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, Cl – концентрация хлора в крови, MLR – отношение моноцитов к лимфоцитам, NER – отношение нейтрофилов к эозинофилам, TIMI – шкала Thrombolysis in Myocardial Infarction.

Figure 1. SHAP – values of categorial predictors in the multivariate logistic regression model.

Note: AHF – acute heart failure, TC – total cholesterol, SBP – systolic blood pressure, FC – functional class, CHF – chronic heart failure, Cl – chloride concentration in blood, MLR – monocyte-lymphocyte ratio, NER – neutrophil-eosinophil ratio, TIMI – Thrombolysis in Myocardial Infarction (score).

## Обсуждение.

ИМнСТ относится к наиболее опасным клиническим формам ИБС, что актуализирует исследования по совершенствованию прогностических технологий, связанных с этим заболеванием. В ряде работ показано, что нФП, развившаяся после ЧКВ, ухудшает краткосрочный прогноз ИМнСТ [9]. Эти данные подтверждались результатами нашего исследования, в котором при сочетании признаков ИМнСТ и нФП показатель ГП был почти в 2,6 раза выше, чем у больных ИМнСТ без нарушения сердечного ритма (8,8% vs 3,4%,  $p$ -value $<0,00001$ ). Прогнозирование нФП в остром периоде ИМнСТ относится к одной из наиболее сложных задач предиктивной аналитики в клинической кардиологии, что обусловлено многофакторностью патогенеза этого осложнения, которая затрудняет процесс отбора его предикторов [6, 10]. В настоящей работе эта проблема решалась за счет многоступенчатого анализа предиктивной ценности дооперационных и интраоперационных факторов, включающего ранжирование входных признаков на 5 групп: клинико-anamnestическую, биохимическую (венозная кровь, до ЧКВ), гематологических индексов (венозная кровь, до ЧКВ), показателей КОС, газового и электролитного состава (артериальная кровь, в процессе ЧКВ), комбинированных индексов (венозная и артериальная кровь). Использование данного подхода и расчет весовых коэффициентов в моделях ОЛР позволили детализировать линейные взаимосвязи этих факторов с конечной точкой и дать предварительную оценку их прогностическим свойствам. Дальнейший ана-

лиз показал, что отобранные на предварительном этапе предикторы нФП обеспечивают приемлемую точность ее прогноза только в базовых моделях с наборами клинико-anamnestических данных и гематологических индикаторов ВО. Объединение этих факторов с последующим расширением состава предикторов за счет показателей Cl<sup>-</sup>, Lac, мочевины, фибриногена, ОХС и TIMI $<3$  повышало качество модели (AUC=0,785). Вместе с тем многофакторность и нелинейность прогностических моделей, обусловленная влиянием на конечную точку комплекса разнородных данных, ограничивает их прозрачность и возможности для клинической интерпретации генерируемых заключений [11]. Одним из способов преодоления этого барьера является категоризация непрерывных предикторов с выделением их пороговых значений, которую относят к технологиям объяснимого искусственного интеллекта (ОИИ) [7]. В нашей работе к классическим категориальным предикторам нФП относились пожилой возраст больных ( $>66$  лет), предшествующая ХСН II-III ФК и класс ОСН по т.Killip  $>2$ , эффективность которых была доказана в многочисленных исследованиях [1, 9]. Вместе с тем до настоящего времени в научных публикациях обсуждается вопрос о соотношении ишемических и реперфузионных факторов, участвующих в патогенезе нФП после ЧКВ [9, 12]. Сложность их идентификации как предикторов аритмогенеза обусловлена наличием типовых патофизиологических процессов, объединяющих негативные эффекты ишемии-реперфузии (эндотелиальная дисфункция, накопление в сосудистой стенке лейкоцитов

и тромбоцитов, микроэмболизация коронарных артерий, отек и сдавление перикапиллярных тканей и др. [12]. В нашем исследовании феномен невосстановленного коронарного кровотока (TIMI<3) у больных с нФП после ЧКВ преобладал над успешной реваскуляризацией миокарда (TIMI=3) и оказывал существенное влияние на ее развитие. Ранее была показана взаимосвязь между эффективностью, выполненной ЧКВ, интенсивностью системного ВО и вероятностью инициации нФП [13, 14]. Полученные нами результаты подтверждают прогностическую ценность в отношении нФП таких индикаторов ВО, как: NER, MLR и фибриноген. Среди показателей липидного спектра более заметным предиктивным потенциалом обладал ОХС<5,4 ммоль/л, вошедший в структуру многофакторных моделей. Влияние липидного профиля на риск возникновения нФП остаётся предметом дискуссии и обсуждается в контексте “липидного парадокса”, проявления которого были связаны с меньшим риском развития нФП у больных ИМ с более высокой концентрацией в крови ОХС, ТГ, ЛПНП и низким содержанием ЛПВП [15,16]. В нашем исследовании влияние фактора ОХС <5,4 ммоль/л на реализацию конечной точки было минимальным (рис.1). Несмотря на известные аритмогенные эффекты электролитного дисбаланса нами не было установлено взаимосвязи нФП с содержанием в артериальной крови  $K^+$ ,  $iCa^{2+}$ ,  $Na^+$ , уровень которых в интраоперационном периоде ЧКВ находился в референсном диапазоне. В ряде публикаций категориальный признак концентрации  $K^+$  в дооперационный период менее 3,5 ммоль/л обладал прогностическим ресурсом в отношении нФП после ЧКВ [17]. В нашей работе показатель  $Cl^-$ <106,5 ммоль/л имел незначительный предиктивный потенциал, который по данным графика SHAP-value был сопоставим с ОХС<5,4 ммоль/л. При этом Лас>1,7 ммоль/л имел более выраженный прогностический ресурс, аритмогенные эффекты которого у больных ИМнСТ ассоциировались с гипоперфузией тканей [18]. В настоящем исследовании существенный вклад в достижение конечной точки вносил показатель мочевины > 8,9 ммоль/л. В научной литературе прогностическое значение этого фактора в отношении ФП у лиц пожилого возраста было представлено только в единичных публикациях [19]. Несмотря на более высокий уровень вч-сTnI при ИМнСТ с нФП (табл.1), косвенно указывающий на более широкую зону повреждения кардиомиоцитов у этой когорты больных, данный фактор не был верифицирован нами в качестве предиктора нФП. В ряде работ показано, что пиковые значения вч-сTnI у больных с нФП были статистически значимо выше, чем у пациентов без нарушений сердечного ритма, а сам показатель рассматривался как независимый предиктор развития нФП после ЧКВ [20]. При этом отмечено, что предиктивная ценность вч-сTnI может значительно снижаться после включения в структуру многофакторных прогностических моделей индикаторов насосной функции ЛЖ и системного ВО, что обусловлено их взаимозависимостью [21]. В ряде публикаций [22, 23] установлено прогностическое

значение гипергликемии и комбинированных индексов (Glu-LR, MHR и др.), которое не подтверждалось результатами нашего исследования, что может быть обусловлено недостаточной выборкой больных. Метод аддитивного объяснения Шепли (SHAP) признан эффективным инструментом ОИИ, использование которого позволило оценить вклад отдельных предикторов в развитие нФП после ЧКВ и выделить 2 основных фактора риска этого осложнения: класс ОЧН по T.Killip>2 и неполное восстановление коронарного кровотока (TIMI<3).

**Ограничения исследования.** Ограничения исследования связаны с его одноцентровым характером, необходимостью увеличения выборки больных и валидации прогностических моделей на когортах пациентов с ИМнСТ из других лечебных учреждений, вероятностью наличия у части обследованных бессимптомных эпизодов ФП в анамнезе.

#### **Выводы.**

На основе многоступенчатого анализа предиктивного потенциала дооперационных и интраоперационных показателей были разработаны прогностические модели нФП у больных ИМнСТ, развившейся после ЧКВ. Структура модели с лучшими метриками качества (AUC=0,808, Sen=0,764, Sp=0,757) включала 12 категориальных предикторов. Наибольшее и сопоставимое влияние на развитие нФП оказывали показатели TIMI<3 и класс ОЧН по T.Killip>2. Значительный вклад в реализацию конечной точки вносили также факторы мочевины>8,9 ммоль/л, фибриногена>5,54 г/л и ХСН II-III ФК. Менее заметные взаимосвязи с нФП имели показатели возраста>66 лет, MLR≥0,52 усл. ед., Лас>1,7 ммоль/л, NER≥48 усл.ед. и САД<131,5 мм рт. ст. Наименьшее влияние на ее развитие оказывали факторы  $Cl^-$ <106,5 ммоль/л и ОХС<5,4 ммоль/л.

**Прозрачность исследования.** Исследование выполнено в рамках реализации проекта FZNS-2023-0010 государственного задания Министерства образования и науки РФ в Дальневосточном федеральном университете. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

**Декларация о финансовых и других взаимоотношениях.** Все авторы принимали участие в разработке концепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

**Вклад авторов:** Пак Р.Л. – разработка концепции, проведение исследования, написание и редактирование текста; Гельцер Б.И. – разработка концепции, написание и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи; Шахгельдян К.И. – написание и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи; Куксин Н.С. – проведение исследования, написание и редактирование текста; Кокарев Е.А. – проведение исследования, написание и редактирование текста; Рублев В.Ю. - проведение исследования, написание и редактирование текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Зыков М. В., Барбараш О.Л. Патогенетические и клинические аспекты фибрилляции предсердий при инфаркте миокарда // Российский кардиологический журнал. – 2021. – № 26(2). – С.134-140.  
Zykov MV, Barbarash OL. Patogeneticheskie i klinicheskie aspekty fibrillyacii predserdij pri infarkte miokarda [Pathogenetic and clinical aspects of atrial fibrillation in myocardial infarction]. Rossijskij kardiologicheskij zhurnal [Russian Journal of Cardiology]. 2021; 26(2): 134-140. (In Russ.)  
DOI: 10.15829/1560-4071-2021-43073
2. Шишкина Е.А., Хлынова О.В., Лебедева Ю.И., [и др.]. Фибрилляция предсердий и инфаркт миокарда: клинико-патогенетические взаимосвязи и влияние на прогноз // Доктор. Ру. – 2023. – № 22 (8). – С.23-28.  
Shishkina EA, Khlynova OV, Lebedeva UI, et al. Fibrillyaciya predserdij i infarkt miokarda: kliniko-patogeneticheskie vzaimosvyazi i vliyanie na prognoz [Atrial Fibrillation and Myocardial Infarction: Clinical and Pathogenic Correlations and Impact for the Prognosis]. Doctor.Ru. 2023; 22 (8): 23–28. (In Russ.)  
DOI: 10.31550/1727-2378-2023-22-8-23-28
3. Галютдинов Г.С., Горелкин И.В., Ибрагимова К.Р., [и др.]. Впервые возникшая фибрилляция предсердий в условиях острого коронарного синдрома. Актуальные вопросы // Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. – 2018. – №14 (3). – С. 451-457.  
Galyautdinov GS, Gorelkin IV, Ibragimova KR, et al. Vpervye vznikshaya fibrillyaciya predserdij v usloviyah ostrogo koronarnogo sindroma. Aktual'nye voprosy [New-Onset Atrial Fibrillation in Settings of Acute Coronary Syndrome. Current Issues]. Racional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii [Rational Pharmacotherapy in Cardiology]. 2018;14(3):451-457. (In Russ.)  
DOI: 10.20996/1819-6446-2018-14-3-451-457
4. Болдуева С. А., Соловьева М. В., Облвацкий Д. В., [и др.]. Инфаркт миокарда у больных с фибрилляцией предсердий // Кардиология. – 2020. – №60 (1). – С. 53–61.  
Boldueva SA, Solov'eva MV, Oblavackij DV, et al. Infarkt miokarda u bol'nyh s fibrillyaciej predserdij [Myocardial Infarction in the Group of Patients With Atrial Fibrillation]. Kardiologiya [Cardiology]. 2020; 60(1):53-61. (In Russ.)  
DOI:10.18087/cardio.2020.1.n620
5. Kea B, Alligood T, Manning V, et al. A Review of the Relationship of Atrial Fibrillation and Acute Coronary Syndrome. Curr Emerg Hosp Med Rep. 2016 Jul 6;4(3):107–118.  
DOI: 10.1007/s40138-016-0105-2
6. Пак Р. Л., Гельцер Б. И., Шахгельдян К. И., [и др.]. Эффективность прогностических шкал в оценке риска впервые возникшей фибрилляции предсердий у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства // Российский кардиологический журнал. – 2024. – №29(12). – С.72-78.  
Pak RL, Geltser BI, Shakhgelyan KI, et al. Effektivnost' prognosticheskikh shkal v ocenke riska vpervye vznikshej fibrillyacii predserdij u bol'nyh infarktom miokarda s pod'emom segmenta ST posle chreskozhnogo koronarnogo vmeshatel'stva [Efficiency of prognostic scores in predicting the new-onset atrial fibrillation in patients with ST-elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention]. Rossijskij kardiologicheskij zhurnal [Russian Journal of Cardiology]. 2024;29(12):72-78. (In Russ.)  
DOI: 10.15829/1560-4071-2024-6125
7. Shakhgelyan K, Kuksin N, Domzhalov I, et al. Interpretable machine learning for in-hospital mortality risk prediction in patients with ST-elevation myocardial infarction after percutaneous coronary interventions. Computers in Biology and Medicine. 2024; 170: 107953.  
DOI:10.1016/j.compbiomed.2024.107953
8. Nohara Y, Matsumoto K, Soejima H, Nakashima N. Explanation of machine learning models using shapley additive explanation and application for real data in hospital. Comput Methods Programs Biomed. 2022;214:106584.  
DOI: 10.1016/j.cmpb.2021.106584
9. Al-Obaidi F, Al-Kinani T, Al-Ali MH, Al-Myahi MH. New-onset atrial fibrillation in the post-primary PCI setting: a systematic review. Acta Medica Bulgarica. 2019; 46(2):62-70.  
DOI: 10.2478/amb-2019-0021
10. Wu N, Li J, Xu X, et al. Prediction Model of New Onset Atrial Fibrillation in Patients with Acute Coronary Syndrome. International Journal of Clinical Practice. 2023;23:3473603.  
DOI: 10.1155/2023/3473603
11. Шахгельдян К.И., Куксин Н.С., Домжалов И.Г., [и др.]. Анализ эффективности прогностических моделей внутригоспитальной летальности у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST на основе предикторов в категориальной и непрерывной формах // Современные технологии в медицине. – 2024. – №16 (1). – С. 15.  
Shakhgelyan KI, Kuksin NS, Domzhalov IG, et al. Analiz effektivnosti prognosticheskikh modelej vnutrigospital'noj letal'nosti u bol'nyh infarktom miokarda s pod'emom segmenta ST na osnove prediktorov v kategorial'noj i nepreryvnoj formah [Performance of the Models Predicting In-Hospital Mortality in Patients with ST-segment Elevation Myocardial Infarction with Predictors in Categorical and Continuous Forms]. Sovremennye tekhnologii v medicine [Modern Technologies in Medicine]. 2024;16(1):15. (In Russ.)  
DOI:10.17691/stm2024.16.1.02
12. Бородашкина С.Ю., Протасов КВ. Клинико-патогенетические особенности инфаркта миокарда у больных фибрилляцией предсердий // Сибирское медицинское обозрение. – 2020. – №5. – С. 31-39.  
Borodashkina SU, Protasov KV. Kliniko-patogeneticheskie osobennosti infarkta miokarda u bol'nyh fibrillyaciej predserdij. [Clinical and pathogenetic features of myocardial infarction in patients with atrial fibrillation]. Sibirskoe medicinskoe obozrenie [Siberian Medical Review]. 2020;(5):31-39. (In Russ.)  
DOI: 10.20333/2500136-2020-5-31-39
13. Гельцер Б. И., Шахгельдян К. И., Пак Р.Л., [и др.]. Индикаторы системного воспалительного ответа и их взаимосвязь с фибрилляцией предсердий у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства // Российский кардиологический журнал. – 2025. – №30(5). – С.91-98.  
Geltser BI, Shakhgelyan KI, Pak RL, et al. Indikatory sistemnogo vospalitel'nogo otveta i ih vzaimosvyaz' s fibrillyaciej predserdij u bol'nyh infarktom miokarda s pod'emom segmenta ST posle chreskozhnogo koronarnogo vmeshatel'stva [Parameters of the systemic inflammatory response and their relationship with atrial fibrillation in patients with ST-elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention]. Rossijskij kardiologicheskij zhurnal [Russian Journal of Cardiology]. 2025; 30(5): 91-98. (In Russ.)  
DOI: 10.15829/1560-4071-2025-6175
14. Băghină R-M, Cris an S, Luca S, et al. Association between Inflammation and New-Onset Atrial Fibrillation in Acute Coronary Syndromes. J Clin Med. 2024; 13: 5088.  
DOI: 10.3390/jcm13175088
15. Liu L, Liu X, Ding X, et al. Lipid Levels and New-Onset Atrial Fibrillation in Patients with Acute Myocardial Infarction. J Atheroscler Thromb. 2023; 30: 515-530.  
DOI: 10.5551/jat.63574
16. Xue Y, Zhou Q, Shen J, et al. Lipid Profile and New-Onset Atrial Fibrillation in Patients With Acute ST-Segment Elevation Myocardial Infarction (An Observational Study in Southwest of China). Am J Cardiol. 2019;124(10):1512-1517.  
DOI: 10.1016/j.amjcard.2019.07.070
17. Пак Р.Л., Гельцер Б.И., Шахгельдян Б.И., [и др.]. Показатели клинического анализа крови в прогнозировании фибрилляции предсердий у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после чрескожного коронарного вмешательства // Вестник современной клинической медицины. – 2025. – №18 (1). – С. 48-56.  
Pak RL, Geltser BI, Shakhgelyan KI, et al. Pokazateli klinicheskogo analiza krvi v prognozirovanii fibrillyacii predserdij u bol'nyh infarktom miokarda s pod'emom segmenta ST posle chreskozhnogo koronarnogo vmeshatel'stva [Complete blood count parameters as prognostic factor of new-onset atrial fibrillation in patients with st-segment elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention]. Vestnik sovremennoj klinicheskoy mediciny [The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine]. 2025;18(1):48-56. (In Russ.)  
DOI:10.20969/VSKM.2025.18(1).48-56
18. Lazzeri C, Valente S, Chiostrì M, et al. Clinical significance of lactate in acute cardiac patients. World J Cardiol. 2015; 7(8): 483-489.  
DOI: 10.4330/wjc.v7.i8.483

19. Lan Q, Zheng L. The Value of Blood Urea Nitrogen in the Prediction of Risks of Cardiovascular Disease in an Older Population. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2021; 8: 614117. DOI: 10.3389/fcvm.2021.614117
20. Zebir R, Tekkesin A, Haykir N, et al. Peak troponin I level predicts new-onset atrial fibrillation in patients with myocardial infarction. *Clin Invest Med*. 2016; 39 (6): E213-E219. DOI: 10.25011/cim.v39i6.27489
21. Raczowska-Golanko M, Raczak G, Gruchala M, et al. Comprehensive Use of Routine Clinical Parameters to Identify Patients at Risk of New-Onset Atrial Fibrillation in Acute Myocardial Infarction. *J Clin Med*. 2021; 10(16): 3622. DOI: 10.3390/jcm10163622
22. Ulus T, Isgandarov K, Yilmaz A, et al. Predictors of new-onset atrial fibrillation in elderly patients with acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2018; 30(12): 1475-1482. DOI: 10.1007/s40520-018-0926-9
23. Liu J, Hu X. Association between glucose-to-lymphocyte ratio and in-hospital mortality in acute myocardial infarction patients. *PLoS ONE*. 2023; 18 (12): e0295602. DOI: 10.1371/journal.pone.0295602

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

**ПАК РЕГИНА ЛЕОНИДОВНА**, ORCID: 0009-0004-3745-5399, e-mail: nonchalant@bk.ru ; старший преподаватель департамента фундаментальной медицины, младший научный сотрудник лаборатории анализа больших данных в здравоохранении и медицине Школы медицины и наук о жизни, ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет, Россия, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, д. 10, к.25; врач анестезиолог-реаниматолог Регионального сосудистого центра ГБУЗ «ПМКБ № 1», Россия, 690091, Приморский край, г. Владивосток, ул. Алеутская 57.

**ГЕЛЬЦЕР БОРИС ИЗРАЙЛЕВИЧ**, ORCID: 0000-0002-9250-557X, докт. мед. наук, профессор, член-корр. РАН, e-mail: geltserb@gmail.com ; главный научный сотрудник НОЦ «Искусственный интеллект», ФГБОУ ВО Владивостокский государственный университет, Россия, 690014, Приморский край, г. Владивосток, ул. Гоголя, д. 41; профессор департамента клинической медицины Школы медицины и наук о жизни, ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет, Россия, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, д. 10, к.25;

**ШАХГЕЛЬДЯН КАРИНА ИОСИФОВНА**, ORCID: 0000-0002-4539-685X, докт. тех. наук, доцент, e-mail: carinashakh@gmail.com ; зав. лабораторией анализа больших данных в здравоохранении и медицине Школы медицины и наук о жизни, ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет, Россия, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, д. 10, к.25; директор НОЦ «Искусственный интеллект», ФГБОУ ВО Владивостокский государственный университет, Россия, 690014, Приморский край, г. Владивосток, ул. Гоголя, д. 41.

**КУКСИН НИКИТА СЕРГЕЕВИЧ**, ORCID: 0009-0005-9106-0117, e-mail: kuksin.ns@dvfu.ru ; аспирант, Институт математики и компьютерных технологий, ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет, Россия, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, д. 10, к.25; младший научный сотрудник НОЦ «Искусственный интеллект», Россия, 690014, Приморский край, г. Владивосток, ул. Гоголя, д. 41.

**КОКАРЕВ ЕВГЕНИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ**, ORCID: 0000-0002-8726-0491; канд. мед. наук, e-mail: kokareve@yandex.ru ; заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии регионального сосудистого центра, ГБУЗ «ПМКБ № 1», Россия, 690091, Приморский край, г. Владивосток, ул. Алеутская 57.

**РУБЛЕВ ВЛАДИСЛАВ ЮРЬЕВИЧ**, ORCID: 0000-0001-7620-445, канд. мед. наук., e-mail: dr.rublev.v@gmail.com ; младший научный сотрудник лаборатории анализа больших данных в здравоохранении и медицине Школы медицины и наук о жизни, ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет, Россия, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, пос. Аякс, д. 10, к.25; врач сердечно-сосудистый хирург Регионального сосудистого центра, ГБУЗ «ПМКБ № 1», Россия, 690091, Приморский край, г. Владивосток, ул. Алеутская 57.

## ABOUT THE AUTHORS:

**REGINA L. PAK**, ORCID: 0009-0004-3745-5399, e-mail: nonchalant@bk.ru ; Senior Lecturer at the Department of Fundamental Medicine, Junior Researcher at the Big Data Analysis Laboratory in Healthcare and Biomedicine, School of Medicine and Life Sciences, Far Eastern Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, 690922 Vladivostok, Russia; Intensive Care Physician of the Regional Vascular Centre, Regional Clinical Hospital No. 1, 57 Aleutskaya str., 690091 Vladivostok, Russia.

**BORIS I. GELTSER**, ORCID: 0000-0002-9250-557X, Dr. sc. med., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, e-mail: geltserb@gmail.com ; Chief Researcher at the Artificial Intelligence Research and Education Center, Vladivostok State University, 41 Gogol str., 690922 Vladivostok, Russia; Professor at the Department of Clinical Medicine, School of Medicine and Life Sciences, Far Eastern Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, 690922 Vladivostok, Russia.

**KARINA I. SHAKHGELDYAN**, ORCID: 0000-0002-4539-685X, Dr. sc. tech., Associate Professor, e-mail: carinashakh@gmail.com ; Head of the Big Data Analysis Laboratory in Medicine and Healthcare, School of Medicine and Life Sciences, Far Eastern Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, 690922 Vladivostok, Russia; Director of the Artificial Intelligence Research and Education Center, Vladivostok State University, 41 Gogol str., 690922 Vladivostok, Russia.

**NIKITA S. KUKSIN**, ORCID: 0009-0005-9106-0117, e-mail: kuksin.ns@dvfu.ru ; Postgraduate Student, Institute of Mathematics and Computer Technology, Far Eastern Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, 690922 Vladivostok, Russia; Junior Researcher at the Artificial Intelligence Research and Education Center, Vladivostok State University, 41 Gogol str., 690922 Vladivostok, Russia.

**EVGENII A. KOKAREV**, ORCID: 0000-0002-8726-0491, Cand. sc. med; e-mail: kokareve@yandex.ru ; Head of the Intensive Care Unit Department, Regional Vascular Centre, Regional Clinical Hospital No. 1, 57 Aleutskaya str., 690091 Vladivostok, Russia.

**VLADISLAV U. RUBLEV**, ORCID: 0000-0001-7620-4454, Cand. sc. med., e-mail: dr.rublev.v@gmail.com ; Junior Researcher at the Big Data Analysis Laboratory in Healthcare and Biomedicine, School of Medicine and Life Sciences, Far Eastern Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, 690922 Vladivostok, Russia; Cardiovascular Surgeon at the Regional Vascular Centre, Regional Clinical Hospital No. 1, 57 Aleutskaya str., 690091 Vladivostok, Russia.