

Емельяненко М.В.¹, Овчинников Ю.В.¹, Стеклов В.И.¹, Емельяненко В.М.^{2,3}

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСТАБЛЯЦИОННОЙ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ТИПИЧНЫМ ТРЕПЕТАНИЕМ ПРЕДСЕРДИЙ

¹Филиал ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, 107392, Москва, Россия

²ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, 117997, Москва, Россия

³ООО «Первый клинический медицинский центр», 601900, Ковров, Россия

В статье представлены клинические, инструментальные и электрофизиологические предикторы возникновения поствабляционной фибрилляции предсердий (ФП) после радиочастотной абляции (РЧА) кавотрикуспидального истмуса у 209 пациентов с типичным трепетанием предсердий (ТТП). Проанализированы результаты собственного опыта лечения этих больных. Описана методика модифицированного интраоперационного электрофизиологического теста индукции ФП у больных с ТТП. Проведена оценка роли указанной методики в возникновении поствабляционной ФП. Разработана математическая модель прогнозирования поствабляционной ФП на интраоперационном этапе лечения пациентов с ТТП.

Ключевые слова: типичное трепетание предсердий, радиочастотная абляция, кавотрикуспидальный истмус, предикторы фибрилляции предсердий, электрофизиологический провокационный тест.

Для цитирования: Емельяненко М.В., Овчинников Ю.В., Стеклов В.И., Емельяненко В.М. Математическая модель прогнозирования поствабляционной фибрилляции предсердий у пациентов с типичным трепетанием предсердий. *Клиническая медицина*. 2020;98(9–10):685–690. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2020-98-9-10-685-690>

Для корреспонденции: Емельяненко Михаил Владимирович — преподаватель кафедры терапии неотложных состояний филиала Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова; e-mail: sudmed1@gmail.com

Emelyanenko M.V.¹, Ovchinnikov Yu.V.¹, Steklov V.I.¹, Emelyanenko V.M.^{2,3}

MATHEMATICAL MODEL FOR FORECASTING POSTABLATIVE ATRIAL FIBRILLATION IN PATIENTS WITH TYPICAL ATRIAL FLUTTER

¹Military Medical Academy named after Kirov S.M. (branch) Ministry of Defense of the Russian Federation, 107392, Moscow, Russia

²Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation, 117997, Moscow, Russia

³First Clinical Medical Center LLC, 601900, Kovrov, Russia

The article represents clinical, instrumental and electrophysiological predictors of postablative atrial fibrillation (AF) occurrence after radiofrequency ablation of cavotricuspid isthmus in 209 patients with typical atrial flutter. The results of our own experience in the treatment of these patients are analyzed. The technique of the modified intraoperative electrophysiological test of AF induction in patients with typical atrial flutter is described. The role of this technique in the occurrence of postablative AF is evaluated. A mathematical model for predicting postablative AF at the intraoperative stage of treatment of patients with typical atrial flutter has been developed.

Key words: typical atrial flutter, radiofrequency ablation, cavotricuspid isthmus, predictors of atrial fibrillation, electrophysiological provocative test.

For citation: Emelyanenko M.V., Ovchinnikov Yu.V., Steklov V.I., Emelyanenko V.M. Mathematical model for forecasting postablative atrial fibrillation in patients with typical atrial flutter. *Klinicheskaya meditsina*. 2020;98(9–10):685–690.

DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2020-98-9-10-685-690>

For correspondence: Mikhail V. Emelyanenko — lecturer of the Department of emergency therapy of the branch of the Military Medical Academy named after Kirov S.M.; e-mail: sudmed1@gmail.com

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Information about authors

Emelyanenko M.V., <https://orcid.org/0000-0002-9919-2203>

Ovchinnikov Yu.V., <https://orcid.org/0000-0003-1843-087X>

Received 25.05.2020

Фибрилляция предсердий (ФП) является широко распространенной аритмией среди населения [1], особенно у лиц старшей возрастной категории [2]. ФП часто осложняется развитием тромбоэмболии головного мозга и эмболий других локализаций [3], нередко приводящих к инвалидизации и, таким образом, к большой социаль-

но-экономической нагрузке на бюджеты развитых стран [4]. Одним из методов лечения ФП является радиочастотная катетерная абляция аритмогенных зон в сердце.

Эффективными способами уменьшения частоты осложнений ФП служат ее ранняя диагностика и профилактика. Оптимальный метод, позволяющий врачу и па-

циенту оценить риск возникновения ФП, — это изучение факторов риска данной аритмии. Факторы риска ФП в общей популяции хорошо изучены, это возраст, мужской пол, артериальная гипертензия, клапанные пороки сердца, сердечная недостаточность, сахарный диабет, инфаркт миокарда и др. В то же время у пациентов с типичным трепетанием предсердий (ТТП), в особенности кому выполняется операция радиочастотной абляции (РЧА) кавотрикуспидального истмуса (КТИ), уделяется недостаточное внимание наличию или возможности возникновения у них второй аритмии — ФП. Известно, что ФП и ТТП являются родственными аритмиями, зачастую сосуществующими вместе [5]. Учитывая, что изолированное ТТП в общей популяции в отличие от ФП встречается гораздо реже — 0,037% [6], то всегда, когда мы видим пациента с ТТП, мы обязаны подозревать наличие у него еще и ФП.

Результаты многочисленных исследований доказали, что после операции РЧА КТИ у значительной части пациентов в последующем будет возникать ФП [7, 8]. Терминологически мы определили ее как постабляционную ФП. Однако проблема раннего выявления постабляционной ФП у такой группы пациентов еще далека от своего полного разрешения [9]. Большинство исследований, рассматривающих данный вопрос, опираются на отдельно взятые факторы риска, приводя один или несколько предикторов в качестве статистически значимых ассоциаций [9] с постабляционной ФП. Однако ФП — это многофакторное заболевание, требующее оценки не только отдельного фактора риска, но и взаимосвязей множества изучаемых факторов между собой. Поэтому оценка одного или нескольких отдельно взятых факторов риска возникновения послеоперационной ФП не может обеспечить высокой прогностической точности. К тому же результаты работ о прогностической ценности факторов риска послеоперационной ФП противоречивы [9, 10].

Таким образом, указанные нерешенные проблемы в исследуемой теме послужили мотивом для разработки в рамках данной работы методики, позволяющей лечащему врачу и электрофизиологу с высокой долей вероятности определить риск развития послеоперационной ФП у пациентов с ТТП, подвергающихся РЧА КТИ.

Материал и методы

В исследование включены 209 пациентов с типичным трепетанием предсердий, которым в период с 2010 по 2015 г. на базе ФКУ «Центральный военно-клинический госпиталь имени П.В. Мандрыка» Минобороны России выполнялась операция РЧА КТИ. Возрастной диапазон обследованных пациентов был от 23 до 95 лет, средний возраст составил $64 \pm 11,4$ года. Среди обследованных было 189 (90,5%) мужчин в возрасте от 23 до 95 лет (средний возраст $64 \pm 11,5$ года) и 20 (9,5%) женщин в возрасте от 44 до 81 года (средний возраст $64 \pm 11,1$ года). Клиническая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

В зависимости от возникновения после РЧА КТИ постабляционной ФП все пациенты были разделены на две

группы: первая группа — 142 пациента без развившейся ФП, группа ПАФ(–); вторая группа — 67 пациентов с развившейся постабляционной ФП, группа ПАФ(+). В сравниваемых группах оценивались общеклинические, инструментальные и электрофизиологические признаки.

Особенностью исследования явилось проведение в конце операции РЧА КТИ электрофизиологического провокационного теста (ЭФП-тест) с последующей оценкой его роли в возникновении постабляционной ФП. На основании комбинации статистически значимых ассоциированных факторов риска формировалась прогностическая модель постабляционной ФП. Период послеоперационного наблюдения составил до 4 лет.

Операция РЧА КТИ проводилась в условиях рентгеноперационной по стандартной методике с использованием орошаемого абляционного катетера и двух диагностических катетеров. Радиочастотные аппликации наносились в режиме контроля по температуре с максимальной температурой воздействия 45°C и максимальной мощностью 45 Вт. Конечной точкой операции было создание линии полного блока проведения импульса в КТИ с верификацией критериев полного двунаправленного блока проведения импульса в правом предсердии и невозможности индукции пароксизма ТТП при проведении интраоперационного эндокардиального провокационного теста. Данный тест проводился в конце операции по завершению РЧА с целью индукции ТТП (оценка

Таблица 1

Клиническая характеристика исследованных пациентов (n = 209)

Характеристика	Значение
Возраст, годы	64 ± 11
Пол, мужчины, n (%)	189 (90,5)
ИМТ	$28,6 \pm 4,3$
Длительность аритмического анамнеза ТТП, годы	$4,4 \pm 4,8$
Пароксизмальная форма ТТП, n (%)	127 (61)
Персистирующая и длительно персистирующая форма ТТП, n (%)	82 (39)
Анамнез ФП до РЧА КТИ, n (%)	105 (50)
Гипертоническая болезнь, n (%)	165 (78)
I стадии, n (%)	15 (7,1)
II стадии, n (%)	136 (65)
III стадии, n (%)	14 (6,6)
Длительность гипертонзивного анамнеза, годы	$8,5 \pm 7,8$
ИБС, n (%)	70 (33)
ПИКС, n (%)	28 (13)
СД, n (%)	23 (11)
ФВ ЛЖ, %	56 ± 9
ЛП, см	$4,3 \pm 0,6$
ПП, см	$3,7 \pm 0,6$

Примечание. ИМТ — индекс массы тела; ЛП — левое предсердие; ПП — правое предсердие; ИБС — ишемическая болезнь сердца; ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка; ПИКС — постинфарктный кардиосклероз; СД — сахарный диабет.

эффективности операции), второй важной целью проведения теста являлась оценка индуцируемости ФП. ЭФП-тест проводился по модифицированной нами методике [11] с применением протокола возрастающе-ушащающей сверхчастой стимуляции правого предсердия из области устья коронарного синуса. Сверхчастая эндокардиальная стимуляция предсердий осуществлялась с проксимальной пары электродов диагностического многополюсного катетера, расположенного в большой вене сердца, с частотой стимуляции в диапазоне от 200 до 333 импульсов в минуту, шаг возрастания частоты стимуляции 15 импульсов в минуту с длительностью стимуляции на каждой ступени по 10 с. Перерыв между стимуляционными залпами составлял 5 с. Сила тока наносимого стимула равнялась 7 мА, длительность наносимого стимула 2 мс. В случае возникновения устойчивого пароксизма ФП (длительностью более двух минут) тест считался положительным.

Статистический анализ данных выполнен с помощью статистических пакетов SAS 9.4 и STATISTICA 10. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05. В случае превышения достигнутого уровня значимости статистического критерия этой величины принималась нулевая гипотеза. Статистический анализ матрицы данных с вариативными переменными включал в себя анализ таблиц сопряженности, проверку нормальности распределения количественных признаков в сравниваемых группах, сравнительный анализ групповых средних в оцениваемых двух группах, построение уравнений логистической регрессии для интраоперационного этапа лечения пациента, а также ROC-анализ.

Результаты и обсуждение

В табл. 2 представлены наиболее значимые качественные общеклинические, инструментальные и электрофизиологические признаки, ассоциированные с возникновением постабляционной ФП. Связь качественных признаков оценивалась по критерию Пирсона Хи-квадрат и достигнутому уровню статистической значимости этого критерия, а интенсивность связи оценивалась с помощью критерия V Крамера.

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что наиболее сильная ассоциация с постабляционной ФП выявлена с тяжестью симптомов ТТП, синкопальными состояниями и анамнезом ФП до РЧА КТИ. Наиболее часто постабляционная ФП встречалась у пациентов с выраженными симптомами аритмии по шкале EHRA (58% пациентов). У 8 пациентов из группы постабляционной ФП выявлены синкопальные состояния в течение аритмического синдрома до РЧА КТИ. Интересной и важной, на наш взгляд, оказалась связь возникновения постабляционной ФП с приемом β -блокаторов при лечении ТТП: реже постабляционная ФП возникала при приеме II класса антиаритмиков (β -блокаторов) по классификации Vaughan–Williams. Однако интенсивность данной связи оказалась невысокой ($r = 0,31$). Статистически значимо ассоциированными с постабляционной ФП оказались митральная

недостаточность и наличие предсердной экстрасистолы в клиническом течении ТТП ($r = 0,35$). Из группы пациентов ПАФ(+) у 53% отмечалась предсердная экстрасистолия, в группе пациентов ПАФ(–) предсердная эктопия отмечалась лишь в 29% случаев. Помимо этого, у 50% пациентов из группы ПАФ(+) имелась митральная недостаточность. Среди электрофизиологических параметров наиболее значимая ассоциация постабляционной ФП выявлена с модифицированным ЭФП-тестом. Связь постабляционной ФП с ЭФП-тестом оказалась самой интенсивной среди всех оцениваемых нами не только электрофизиологических, но также общеклинических и эхокардиографических показателей. Мы выявили, что ЭФП-тест был положительным в 86% случаев в группе пациентов ПАФ(+), в то время как в группе ПАФ(–) ЭФП-тест оказался положительным лишь в 15% случаев. Результат анализа парных таблиц сопряженности между постабляционной ФП и ЭФП-тестом показан на рис. 1.

При вычислении диагностических характеристик ЭФП-теста выявлено, что чувствительность методики составила 93%, специфичность — 73%, прогностическая положительность результата — 85%, а прогностическая отрицательность результата — 86%.

Среди исследованных количественных признаков, ассоциированных с возникновением постабляционной ФП, статистически значимой связью обладали признаки, представленные в табл. 3.

Таблица 2

Качественные признаки, ассоциированные с развитием постабляционной ФП

Название признака	Величина критерия V Крамера	Достигнутый уровень значимости, p
Пол	0,05	0,4235
Симптомы ТТП (по шкале EHRA)	0,23	0,01
Синкопе в клинической картине ТТП	0,17	0,0423
Прием β -блокаторов при лечении ТТП	0,31	0,0039
ГБ	0,15	0,1748
ПИКС	0,09	0,3837
Анамнез ФП до РЧА КТИ	0,5	<0,0001
Симптомы аритмии после РЧА КТИ	0,9	<0,0001
Предсердная экстрасистолия	0,35	0,0002
Недостаточность митрального клапана	0,27	0,0165
Недостаточность трикуспидального клапана	0,14	0,6460
Недостаточность аортального клапана	0,18	0,2183
Фоновый ритм при РЧА КТИ (синусовый или пароксизм ТТП)	–0,25	0,0003
Анатомическая область КТИ при РЧА ТТП	0,12	0,3183
ЭФП-тест	0,7	< 0,0001

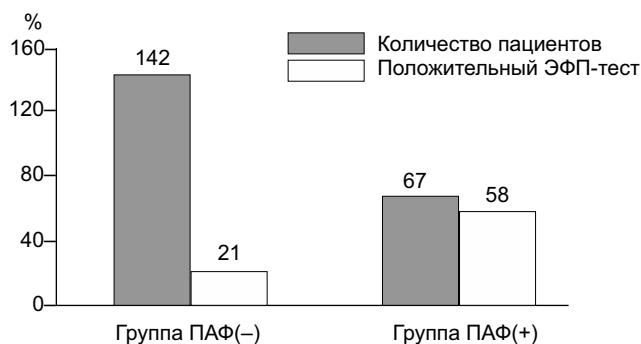


Рис. 1. Ассоциация постабляционной ФП и ЭФП-теста:

для группы ПАФ (+) $p < 0,0001$, $r = 0,7$; ЭФП — электрофизиологический провокационный тест

У пациентов с постабляционной ФП выявлен в два раза более длительный анамнез ТТП до операции РЧА КТИ, составивший 7 лет. В группе пациентов ПАФ(+) отмечался продолжительный анамнез гипертонической болезни продолжительностью 11 лет. Максимальные цифры систолического АД в группе ПАФ(+) были на 20 мм рт. ст. выше, чем в группе ПАФ(-). Значимо большим был и уровень повседневного систолического АД в группе

ПАФ(+) со средним значением 135 мм рт. ст., превышая на 7 мм рт. ст. среднее значение в группе ПАФ(-). Также значимо большими в группе ПАФ(+) оказались размеры ПП и систоло-диастолические размеры ЛЖ, закономерно меньшей оказалась и ФВ ЛЖ, среднее значение которой составило 54%. Следует отметить, что размер ЛП в сравниваемых группах существенно не отличался. Среди количественных электрофизиологических признаков достоверные различия выявлены только в средней продолжительности одного РЧ-воздействия, которое в группе ПАФ(+) было на 20 с меньше.

Учитывая выявленные факторы риска, статистически значимо ассоциированные с постабляционной ФП, мы задались целью на основе их комбинаций получить прогнозную модель, которая позволяла бы определять вероятность развития постабляционной ФП на интраоперационном этапе во время РЧА КТИ. Математическим инструментом, позволившим реализовать итоговую вероятность прогноза, послужил метод логистической регрессии с акцентом на включение в уравнение регрессии такого фактора риска, как ЭФП-тест. В уравнение вошло шесть предикторов, общий вид уравнения представлен ниже:

$$p = \frac{\exp(21,92 + 0,056 \cdot \text{МаксДАД} + (-0,145 \cdot \text{САД}) + (\beta_3 \cdot X_3) + (\beta_4 \cdot X_4) + (\beta_5 \cdot X_5) + (-3,11 \cdot \text{ЭФП}))}{1 + \exp(21,92 + 0,056 \cdot \text{МаксДАД} + (-0,145 \cdot \text{САД}) + (\beta_3 \cdot X_3) + (\beta_4 \cdot X_4) + (\beta_5 \cdot X_5) + (-3,11 \cdot \text{ЭФП}))}$$

Таблица 3

Результаты сравнения групповых средних количественных признаков в исследуемых двух группах

Показатель	Групповые средние и среднеквадратичное отклонение		Уровень значимости p	
	группа ПАФ(-) ($n = 142$)	группа ПАФ(+) ($n = 67$)	критерий Краскела–Уоллиса	критерий Ван дер Вардена
Возраст, годы	63,86 ± 11,46	64,07 ± 11,69	0,7407	0,8601
ИМТ	28,64 ± 4,67	28,17 ± 3,46	0,9122	0,7783
Длительность анамнеза ТТП, годы	3,12 ± 3,66	6,94 ± 6,00	<0,0001	<0,0001
Длительность гипертонического анамнеза, годы	7,28 ± 6,51	11,35 ± 9,53	0,0036	0,0022
Максимальные цифры САД, мм рт. ст.	171,42 ± 25,29	192,72 ± 27,48	<0,0001	<0,0001
Максимальные цифры ДАД, мм рт. ст.	98,65 ± 11,60	105,98 ± 13,19	0,0002	0,0001
Офисное САД, мм рт. ст.	128,19 ± 8,00	135,67 ± 10,58	<0,0001	<0,0001
Офисное ДАД, мм рт. ст.	81,17 ± 5,49	85,14 ± 6,15	<0,0001	<0,0001
КДД ЛЖ, см	5,33 ± 0,56	5,55 ± 0,69	0,0111	0,0260
КСД ЛЖ, см	3,72 ± 0,55	3,84 ± 0,74	0,2863	0,3506
КДО ЛЖ, мл	143,22 ± 29,61	158,58 ± 37,70	0,0020	0,0046
КСО ЛЖ, мл	61,14 ± 20,68	73,60 ± 0,46	0,0003	0,0007
ФВ ЛЖ, %	57,13 ± 9,05	54,32 ± 8,65	0,0147	0,0216
Размер ПЖ, см	3,20 ± 0,37	3,19 ± 0,36	0,9701	0,8607
Размер ПП, см	3,67 ± 0,63	4,04 ± 0,67	0,0003	0,0003
Размер ЛП, см	4,30 ± 0,61	4,38 ± 0,58	0,1870	0,3106
Длительность операции РЧА КТИ, мин	98,57 ± 44,41	108,69 ± 43,44	0,0732	0,1132
Длительность R-скопии при операции РЧА КТИ, мин	18,04 ± 14,42	17,30 ± 9,56	0,3062	0,4675
Количество РЧ-аппликаций	13,99 ± 9,07	13,30 ± 5,16	0,3976	0,4749
Максимальная температура РЧ-воздействия, °C	44,07 ± 2,51	46,80 ± 7,44	0,2325	0,0684
Максимальная мощность РЧ-воздействия, Вт	45,80 ± 2,42	45,82 ± 3,03	0,6267	0,6823
Продолжительность шага одной РЧ-аппликации, с	123,55 ± 73,02	102,46 ± 44,76	0,0098	0,0046

где величина β_1 — коэффициент регрессии соответствующего предиктора X_1 ; МаксДАД — предиктор «максимальные цифры ДАД»; САД — предиктор «офисное САД»; β_3 — коэффициент регрессии, равный 1,05 для предиктора « X_3 »; X_3 — предиктор «дополнительные образования в сердце»; β_4 — коэффициент регрессии, равный 0,8 для предиктора « X_4 »; X_4 — предиктор «анатомическая область истмуса»; β_5 — коэффициент регрессии, равный 2,76 для предиктора « X_5 »; X_5 — предиктор «анамнез ФП до РЧА КТИ»; ЭФП — предиктор «электрофизиологический провокационный тест».

На рис. 2 приведен ROC-анализ для построенной математической модели.

Процент конкордации модели составил 93,9%, коэффициент D-Зомера 0,883. Таким образом, использованная нами математическая модель прогнозирует постабляционную ФП на интраоперационном этапе с вероятностью до 94% у пациентов, подвергающихся РЧА КТИ. На наш взгляд, у больных с ТТП, подвергающихся РЧА КТИ, целесообразно использовать данную модель прогнозирования с целью определения показаний к проведению профилактической абляции ФП. В случае высокого риска возникновения постабляционной ФП оператор может расширить ход операции РЧА с устранением очагов аритмии еще и в левом предсердии. Результаты немногочисленных исследований по такой превентивной РЧА устьев легочных вен у пациентов с ТТП показывают обнадеживающие результаты [11, 13, 14] свободы от рецидивов ФП. Немногочисленность работ, посвященных оценке эффективности превентивной РЧА ФП у пациентов с типичным ТП, с одной стороны, и обнадеживающие результаты этих работ, с другой, являются мотивирующими факторами к проведению дальнейших исследований в этой теме.

Таким образом, интраоперационная индукция ФП по завершении РЧА КТИ, на наш взгляд, является важнейшим прогностическим признаком послеоперационного возникновения ФП. Выявленная роль ЭФП-теста в прогнозе постабляционной ФП доказывает ведущее значение данного электрофизиологического фактора, а сама методика проведения протокола стимуляции служит своеобразным ключом в оценке постабляционной ФП.

Использование унифицированного протокола стимуляции позволяет стандартизировать методику выявления постабляционной ФП, так как использование щадящих и неагрессивных с электрофизиологической точки зрения протоколов индукции (например, программируемая стимуляция правого предсердия) приводит к невысокой вероятности возникновения ФП и, соответственно, ложноотрицательной интерпретации результатов. С другой стороны, применение агрессивных протоколов (сверхчастая стимуляция правого предсердия с частотой 333 имп./мин и более) может провоцировать ФП в том числе и у здоровых лиц (ложноположительный результат).

Выводы

С развитием постабляционной фибрилляции предсердий после радиочастотной катетерной абляции ти-

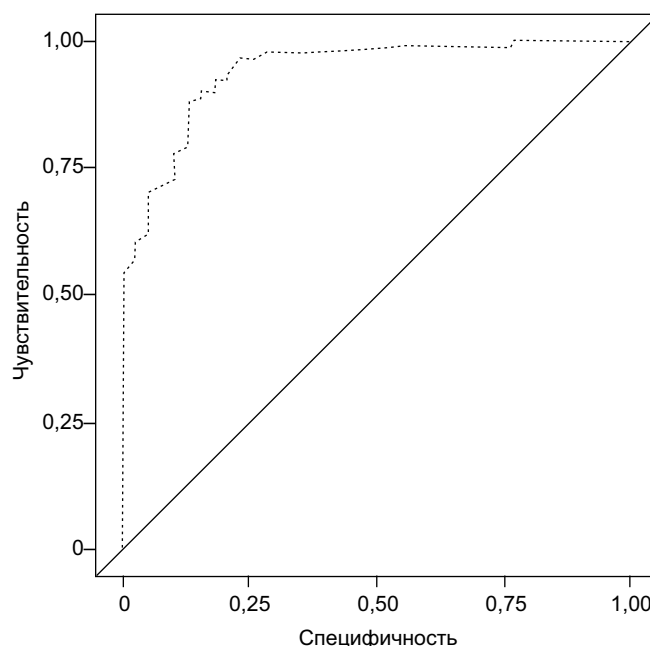


Рис. 2. График ROC-кривой для интраоперационной модели. Area Under the Curve (AUC) — площадь под кривой = 0,9414

пичного трепетания предсердий ассоциированы следующие основные факторы риска: индуцируемость ФП на фоне модифицированного интраоперационного ЭФП-теста, документированная до абляции фибрилляция предсердий, наличие предсердной экстрасистолии, повышение офисного САД до 135 мм рт. ст. и более, повышение офисного ДАД до 85 мм рт. ст. и более, длительность анамнеза ТТП более 7 лет, длительность анамнеза артериальной гипертензии более 11 лет, снижение ФВ ЛЖ менее 54%.

Электрофизиологический провокационный тест индукции ФП у больных с ТТП явился статистически значимым ($p < 0,0001$; коэффициент корреляции V Крамера 0,7) фактором, ассоциированным с послеоперационным возникновением фибрилляции предсердий. Чувствительность метода составила 93%, специфичность — 73%.

Интраоперационная математическая модель с высокой долей вероятности прогнозирует развитие постабляционной фибрилляции предсердий у пациентов, подвергающихся абляции КТИ, способствуя принятию решения непосредственно на интраоперационном этапе о необходимости проведения профилактической абляции ФП.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Chugh S.S., Havmoeller R., Narayanan K. et al. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation*. 2014;129(8):837–47.
2. Alonso A., Bengtson L.G. A rising tide: the global epidemic of atrial fibrillation. *Circulation*. 2014;129:829–830.

3. Mozaffarian D., Benjamin E.J., Go A.S., Arnett D.K., Blaha M.J., Cushman M. et al. Heart disease and stroke statistics-2016 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2016;133(4):e38–360. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000350.
4. Kim M.H., Johnson S.S., Chu B.C., Dalal M.R., Schulman K.L. Estimation of total incremental health care costs in patients with atrial fibrillation in the United States. *Circ. Cardiovasc. Qual Outcomes*. 2011;4:313–320.
5. Waldo A.L., Feld G.K. Inter-relationships of atrial fibrillation and atrial flutter: mechanisms and clinical implications. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008;51:779–786.
6. ACC/AHA/ESC guidelines for the management of patients with supraventricular arrhythmias – executive summary. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003;42(8):1493–531.
7. Lee Y.S., Hyun D.W., Jung B.C. et al. KTK Cardiac Electrophysiology Working Group. Left atrial volume index as a predictor for occurrence of atrial fibrillation after ablation of typical atrial flutter. *J. Cardiol.* 2010;56:348–53.
8. Ozcan C., Strom J.B., Newell J.B. et al. Incidence and predictors of atrial fibrillation and its impact on long-term survival in patients with supraventricular arrhythmias. *Europace*. 2014;16:1508–14.
9. Brembilla-Perrot B., Girerd N., Sellal J. M. et al. Risk of atrial fibrillation after atrial flutter ablation: impact of AF history, gender, and antiarrhythmic drug medication. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2014;25:813–820. DOI: 10.1111/jce.12413.
10. Ellis K., Wazni O., Marrouche N., Martin D. et al. Incidence of atrial fibrillation post-cavotricuspid isthmus ablation in patients with typical atrial flutter: left-atrial size as an independent predictor of atrial fibrillation recurrence. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2007;18:799–802.
11. Стеклов В.И., Серговец А.А., Рзаев Ф.Г. и др. Предикторы фибрилляции предсердий у пациентов с трепетанием предсердий после радиочастотной абляции нижнего перешейка. *Вестник аритмологии*. 2017;87:23–27. [Steklov V.I., Sergovtsev A.A., Rzaev F.G. et al. Predictors of atrial fibrillation in patients with atrial flutter after radiofrequency ablation of the lower isthmus. *Vestnik aritmologii*. 2017;87:23–27. (in Russian)]
12. Navarrete A., Conte F., Moran M. et al. Ablation of atrial fibrillation at the time of cavotricuspid isthmus ablation in patients with atrial flutter without documented atrial fibrillation derives a better long-term benefit. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2011;22(1):34–8. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2010.01845.x.
13. Steinberg J.S., Romanov A., Musat D. et al. Prophylactic pulmonary vein isolation during isthmus ablation for atrial flutter: the PReVENT AF Study I. *Heart Rhythm*. 2014;11(9):1567–72. DOI: 10.1016/j.hrthm.2014.05.011.
14. Mohanty S., Natale A., Mohanty P. Pulmonary vein isolation to reduce future risk of atrial fibrillation in patients undergoing typical flutter ablation: results from a randomized pilot study (REDUCE AF). *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2015;26(8):819–25. DOI: 10.1111/jce.12688.

Поступила 25.05.2020