



<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-4-103-110>

УДК 616.132.2-089.168:615.472.5.032.13]:004.9

Применение информационной медицинской системы с целью быстрого скрининга сердечно-сосудистого риска у пациентов после коронарного стентирования

Г.С. Пушкарев, В.А. Кузнецов, О.А. Гуськова, Л.М. Малишевский

Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук,
625026, Российская Федерация, Тюмень, ул. Мельникайте, 111

Аннотация

Цель: разработать и внедрить систему поддержки принятия решения для программного продукта – информационной медицинской системы «1С: Медицина» в виде калькулятора для определения абсолютного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), показать возможность использования этой системы для пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), перенесших коронарное стентирование (КС).

Материал и методы. В Тюменском кардиологическом научном центре Томского НИМЦ была разработана внешняя оболочка для программного продукта – информационной медицинской системы «1С: Медицина», предназначенная для определения 10-летнего абсолютного суммарного риска смерти от ССЗ у мужчин трудоспособного возраста (Тюменская шкала риска – ТШР) с целью поддержки принятия врачебных решений. Программа была апробирована на 764 пациентах мужского пола из «Проспективного регистра чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ)». Средний возраст пациентов составил $56,9 \pm 8,8$ года. В качестве переменной проверки состояния использовали все случаи смерти, зарегистрированные в течение одного года после проведения ЧКВ ($n = 23$). Для сравнения предсказывающей точности интегрированной модели были выбраны алгоритмы: PROCAM и FRAMINGHAM. Для оценки предсказывающей точности моделей использовали информационный критерий Шварца и данные ROC-анализа.

Результаты. Критерий Шварца для ТШР у мужчин составил 283, для моделей PROCAM и FRAMINGHAM – 235 и 490 соответственно. Показатель AUC для ТШР составил 0,655 (95% ДИ 0,510–0,800), что свидетельствует об удовлетворительном качестве полученной модели. Показатель AUC для алгоритмов FRAMINGHAM и PROCAM составил 0,599 (95% ДИ 0,442–0,757) и 0,653 (95% ДИ 0,509–0,796) соответственно.

Выводы. Созданная и интегрированная в информационную медицинскую информационную систему ТШР, включающая в себя психосоциальные факторы, может быстро и успешно применяться для определения вероятности наступления летального исхода у пациентов с ИБС в течение одного года после проведения КС, превосходит традиционную шкалу риска FRAMINGHAM и не уступает шкале PROCAM. Таким образом, ТШР может использоваться в качестве программы поддержки принятия врачебных решений.

Ключевые слова:	факторы риска, суммарный сердечно-сосудистый риск, информационная медицинская система, цифровая медицина, коронарное стентирование.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
Соответствие принципам этики:	информированное согласие получено от каждого пациента. Исследование одобрено этическим комитетом Тюменского кардиологического научного центра, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук (протокол № 141 от 15.10.2018 г.).
Для цитирования:	Пушкарев Г.С., Кузнецов В.А., Гуськова О.А., Малишевский Л.М. Применение информационной медицинской системы с целью быстрого скрининга сердечно-сосудистого риска у пациентов после коронарного стентирования. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2020;35(4):103–110. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-4-103-110 .

Medical information system for the rapid screening of cardiovascular risk in patients after coronary stenting

Georgiy S. Pushkarev, Vadim A. Kuznetsov, Olga A. Guskova,
Lev M. Malishevsky

Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences,
111, Melnikaita str., Tyumen, 625026, Russian Federation

Abstract

Aim. To develop and implement a decision support system for a software product – medical information system “1C: Medicine” in the form of calculator for assessment of the absolute risk of death from cardiovascular diseases (CVD) and to show the prospects of using this system for patients with coronary artery disease (CAD) after coronary stenting.

Material and Methods. The medical information system “1C: Medicine” software interface was developed in Tyumen Cardiology Research Center. It was designed to assess 10-year absolute total mortality risk from CVD in males of working age (Tyumen Risk Scale (TRS)) to provide medical decision support. The program was tested in 764 male patients from the Prospective Registry of Percutaneous Coronary Interventions (PCI). The mean age of patients was 56.9 ± 8.8 years. All death cases, recorded within a year after PCI ($n = 23$), were used as the status check variable. The following algorithms were chosen to compare the predictive accuracy of the integrated model: PROCAM and FRAMINGHAM. The Schwarz information test and ROC analysis data were used to assess the predictive accuracy of the models.

Results. The values of Schwarz's criterion in males were 283 for TRS, 235 for PROCAM, and 490 for FRAMINGHAM model. AUC indicator for TRS was 0.655 (95% CI 0.510–0.800), suggesting the satisfactory quality of resulting model. AUC indicators for FRAMINGHAM and PROCAM algorithms were 0.599 (95% CI 0.442–0.757) and 0.653 (95% CI 0.509–0.796), respectively.

Conclusion. The created TRS, integrated into the medical information system with psychosocial factors, may be quickly and successfully implemented to determine mortality risk in CAD patients within one year after coronary stenting. The TRS has an advantage over the traditional FRAMINGHAM risk scale and non-inferior to the PROCAM scale. Therefore, TRS may be used as a medical decision support program.

Keywords:	risk factors, total cardiovascular risk, medical information system, digital medicine, coronary stenting.
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest.
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
Adherence to ethical standards:	informed consent was obtained from all patients. The study was approved by the Ethics Committee of Tyumen Cardiology Research Center of Tomsk NRCM (protocol No. 141 from 15.10.2018).
For citation:	Pushkarev G.S., Kuznetsov V.A., Guskova O.A., Malishevsky L.M. Medical information system for the rapid screening of cardiovascular risk in patients after coronary stenting. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2020;35(4):103–110. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2020-35-4-103-110 .

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются одной из самых частых причин преждевременной смерти во всем мире [1]. В большинстве случаев риск сердечно-сосудистой смерти можно оценить, исходя из совокупности небольшого числа простых факторов [2], на основе которых могут быть созданы электронные калькуляторы риска для разработки программ поддержки принятия врачебных решений. В целом такие программы представляют собой системы, основанные на информационных технологиях, которые оценивают специфические характеристики пациентов и комбинируют их в соответствии с установленными алгоритмами. На сегодняшний день программы поддержки принятия врачебных решений становятся исключительно важными при обеспечении здоровья пациентов и поддержке на всех этапах терапии [3].

Такие программы позволяют в кратчайшие сроки обрабатывать информацию и выявлять проблему [4], способствуют улучшению проводимой терапии в соответствии с клиническими рекомендациями [5].

Цель исследования: разработать и внедрить систему поддержки принятия решения для программного продукта – информационной медицинской системы «1С: Медицина» в виде калькулятора для определения абсолютного риска смерти от ССЗ, показать возможность использования этой системы для пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), перенесших коронарное стентирование (КС).

Материал и методы

В Тюменском кардиологическом научном центре Томского НИМЦ была разработана внешняя оболочка для программного продукта – информационной

медицинской системы «1С: Медицина», предназначенная для определения 10-летнего абсолютного суммарного риска смерти от ССЗ у мужчин трудоспособного возраста (Тюменская шкала риска – ТШР) с целью поддержки принятия врачебных решений. Пользователь-

ский интерфейс выполнен в виде калькулятора, содержащего поля для выбора пациента в информационной системе «1С: Медицина», а также для ввода переменных, используемых в калькуляторе, и вывода конечного результата (рис. 1).

Рис. 1. Пользовательский интерфейс калькулятора медицинской информационной системы 1С
Fig. 1. User interface of the medical information 1C system calculator

Для определения 10-летнего абсолютного суммарного риска смерти от ССЗ у мужчин трудоспособного возраста (ТШР) использовалась математическая формула, разработанная и запатентованная нами ранее [6, 7]. ТШР была создана с использованием мультивариантной регрессионной модели Кокса. В результате ранее выполненного анализа было продемонстрировано статистически значимое влияние на риск смерти от ССЗ шести факторов с уровнем статистической значимости $p < 0,05$: возраст (x_1), диастолическое артериальное давление (x_2), общий холестерин (x_3), начальный уровень образования (x_4), занятость в профессиях тяжелого физического труда (x_5) и одинокий брачный статус (x_6) [7].

На основании регрессии Кокса была построена модель для оценки суммарного риска смерти от ССЗ:

$$h(t; x) = h_0(t) \cdot \exp((x_1 - x_{\text{среднее1}}) \beta_1 + (x_2 - x_{\text{среднее2}}) \beta_2 + (x_3 - x_{\text{среднее3}}) \beta_3 + (x_4 - x_{\text{среднее4}}) \beta_4 + (x_5 - x_{\text{среднее5}}) \beta_5 + (x_6 - x_{\text{среднее6}}) \beta_6) \quad (1),$$

где $h(t; x)$ – показатель интенсивности риска смерти от ССЗ в течение 10 лет при воздействии шести найденных факторов, $h_0(t)$ – интенсивность риска смерти от ССЗ в течение 10 лет при анализе тех же факторов, задаваемых средними величинами, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ и β_6 , – регрессионные коэффициенты переменных x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 и x_6 , которые составили 0,043; 0,042; 0,007; 0,801; 0,900 и 1,232 соответственно [7].

Суммарная вероятность смерти (абсолютный риск смерти) от ССЗ в течение 10 лет (в %) рассчитывалась по формуле:

$$P = 100 (1 - a^{\exp(y)}) \quad (2),$$

где $a = e^{-\int_0^{10 \text{ лет}} h_0(t) dt}$, т. е. значение функции дожития к концу срока наблюдения, определенное для средних

значений переменных в полученной многофакторной модели Кокса, – 0,928,

$$Y = (x_1 - x_{\text{среднее1}}) \beta_1 + (x_2 - x_{\text{среднее2}}) \beta_2 + (x_3 - x_{\text{среднее3}}) \beta_3 + (x_4 - x_{\text{среднее4}}) \beta_4 + (x_5 - x_{\text{среднее5}}) \beta_5 + (x_6 - x_{\text{среднее6}}) \beta_6.$$

Выделяя из последней формулы – $(x_{\text{среднее1}} \beta_1 + x_{\text{среднее2}} \beta_2 + x_{\text{среднее3}} \beta_3 + x_{\text{среднее4}} \beta_4 + x_{\text{среднее5}} \beta_5 + x_{\text{среднее6}} \beta_6)$, было получено – 7,6411.

Таким образом, итоговая формула расчета абсолютного риска (в %) имела вид:

$$P = 100 \times (1 - 0,928^{\exp(-7,6411 + x_1 \cdot 0,043 + x_2 \cdot 0,042 + x_3 \cdot 0,007 + x_4 \cdot 0,801 + x_5 \cdot 0,900 + x_6 \cdot 1,232)}) \quad (3).$$

Использование информационной медицинской системы 1С в качестве среды разработки позволило реализовать функцию получения медицинских данных пациента из базы данных Тюменского кардиологического научного центра с последующим автоматическим заполнением полей калькулятора. С этой целью разработанная функция выполняет поиск медицинских документов по запрограммированному алгоритму (в зависимости от цели калькулятора могут подгружаться как самые ранние, так и самые последние документы). В информационной системе «1С: Медицина» медицинские документы представлены в виде xml-файлов, откуда разработанная функция извлекает значения показателей, используемых в калькуляторе, и автоматически подставляет их в соответствующие поля. Также была разработана функция для выделения незаполненных полей красным цветом, так как у части пациентов в системе «1С: Медицина» могут отсутствовать данные, используемые в калькуляторе. Эта функция позволяет врачу выявить незаполненное поле и ввести недостающее значение вручную, что увеличивает скорость работы с модулем и снижает вероятность ошибки, что

имеет особое значение для качественных переменных (см. рис. 1).

Принцип работы разработанного калькулятора представлен на рисунке 2.

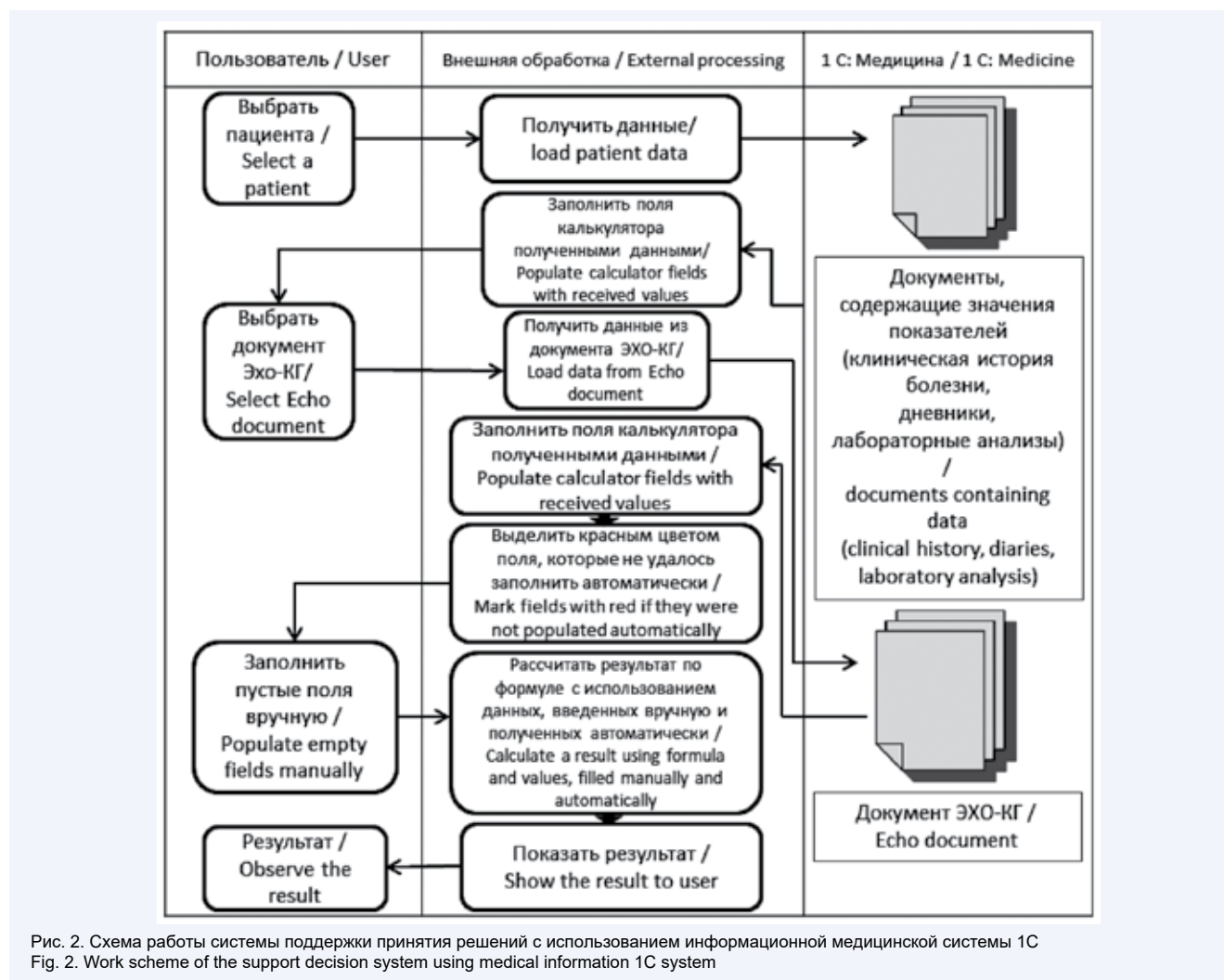


Рис. 2. Схема работы системы поддержки принятия решений с использованием информационной медицинской системы 1C
Fig. 2. Work scheme of the support decision system using medical information 1C system

Чтобы провести оценку возможного использования интегрированной ТШР в информационную медицинскую систему «1С: Медицина» для предсказания неблагоприятного прогноза у пациентов с ИБС после выполненного КС, были проанализированы данные сердечно-сосудистого риска 764 пациентов мужского пола из «Проспективного регистра чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ)» Тюменского кардиологического научного центра. Средний возраст пациентов составил $56,9 \pm 8,8$ года. В качестве переменной проверки состояния использовали все случаи смерти, зарегистрированные в течение одного года после проведения ЧКВ ($n = 23$). Для сравнения предсказывающей точности построенной модели были выбраны самые распространенные алгоритмы расчета абсолютного риска: PROCAM-Algorithm и FRAMINGHAM-Algorithm [8, 9].

Для оценки предсказывающей точности интегрированной ТШР, в сравнении с известными алгоритмами риска PROCAM и FRAMINGHAM, использовали информационный критерий Шварца и данные ROC-анализа [10, 11]. При сравнении средних величин применяли непараметрический анализ, для связанных выборок – критерий знаковых рангов Вилкоксона. Значение $p < 0,05$ оценивалось как статистически значимое.

Результаты

Средняя величина ошибки абсолютного риска для ТШР составила $-0,16 \pm 0,41$, что статистически значимо отличалось от аналогичных показателей, определенных для моделей PROCAM и FRAMINGHAM: $-0,12 \pm 0,54$ ($p < 0,001$) и $-0,30 \pm 0,30$ ($p < 0,001$) соответственно.

Из таблицы видно, что критерий Шварца для ТШР у мужчин равнялся 283, для моделей PROCAM и FRAMINGHAM – 235 и 490 соответственно. Исходя из полученных данных, наибольшей предсказывающей ценностью обладала шкала PROCAM.

Если предсказывающую точность шкалы PROCAM принять за единицу, то наихудший предсказывающий результат для обследованной когорты мужчин был у алгоритма FRAMINGHAM (меньше приблизительно в 2,1 раза). ТШР имела приблизительно равную прогностическую точность по сравнению с алгоритмом PROCAM (рис. 3).

Помимо информационного критерия Шварца проводили сравнение моделей абсолютного риска, используя данные ROC-анализа (рис. 4). Для точного сравнения ROC-кривых применяли показатель AUC (area under ROC curve – площадь под ROC-кривой).

Таблица. Сравнительная характеристика Тюменской шкалы риска с алгоритмами PROCAM и FRAMINGHAM

Table. Comparative characteristic of the Tyumen Risk Scale with the PROCAM and FRAMINGHAM algorithms

Показатели Parameters	Тюменская шкала риска Tyumen Risk Scale	PROCAM	FRAMINGHAM
Средняя ошибка модели (I_0) Model average error	$-0,16 \pm 0,41$	$-0,12 \pm 0,54$	$-0,30 \pm 0,30$
Суммарная ошибка модели (I) Model total error	-121,5	-90,6	-224,8
Критерий Шварца (SC) The Schwartz criterion	283	235	490
P для сравнения средних величин ошибки P of the average values comparison	–	<0,001	<0,001

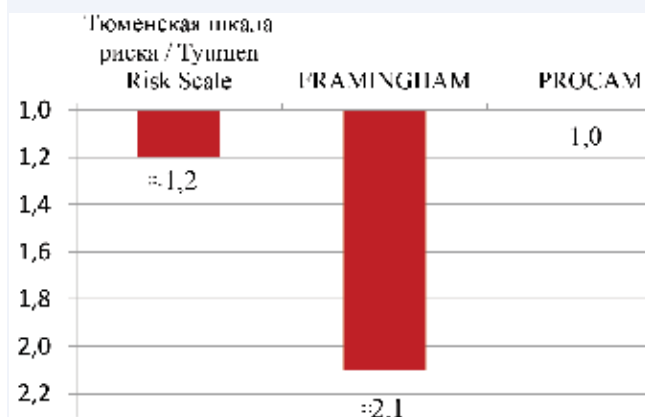


Рис. 3. Сравнение прогностической точности Тюменской шкалы риска с алгоритмами PROCAM и FRAMINGHAM
Fig. 3. Predictive accuracy comparison of the Tyumen Risk Scale with the PROCAM and FRAMINGHAM algorithms

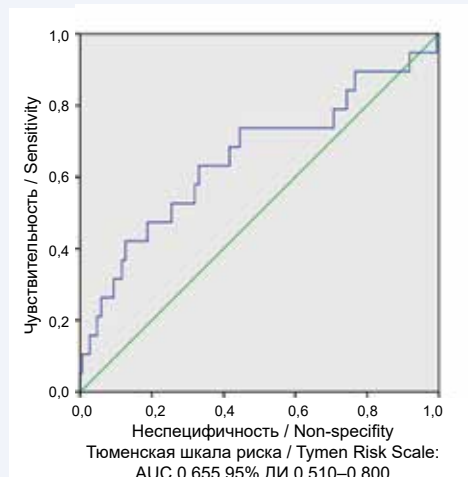


Рис. 4. Данные ROC-анализа Тюменской шкалы риска в отношении прогноза у пациентов с ишемической болезнью сердца
Fig. 4. ROC-analysis data of the Tyumen Risk Scale for prediction in patients with coronary artery disease

Показатель AUC для ТШР составил 0,655 (95% ДИ 0,510–0,800), что свидетельствует об удовлетворительном качестве полученной модели в отношении прогноза риска смерти у пациентов с ИБС после ЧКВ. Показатель AUC для алгоритмов FRAMINGHAM и PROCAM составил

0,599 (95% ДИ 0,442–0,757) и 0,653 (95% ДИ 0,509–0,796) соответственно (рис. 5, 6). Приведенные данные свидетельствуют об удовлетворительном предсказывающем качестве модели PROCAM и о соответствии прогностической точности ТШР.

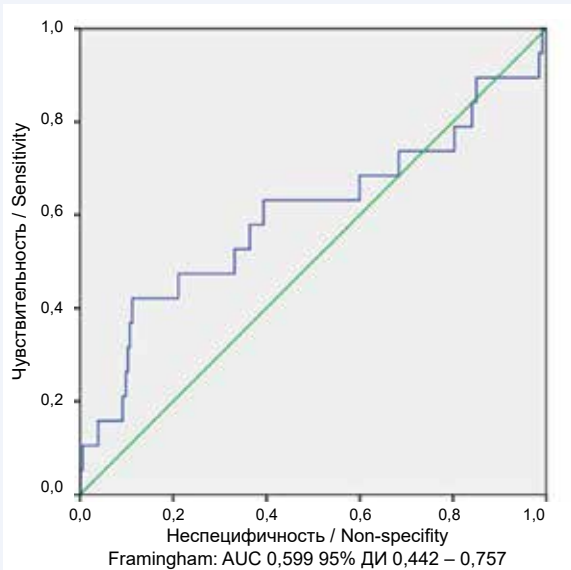


Рис. 5. Данные ROC-анализа шкалы FRAMINGHAM в отношении прогноза у пациентов с ишемической болезнью сердца
Fig. 5. ROC-analysis data of the FRAMINGHAM scale for prognosis in patients with coronary artery disease

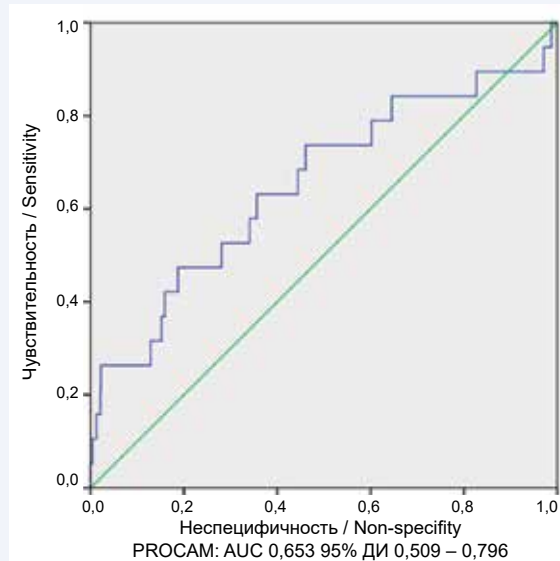


Рис. 6. Данные ROC-анализа шкалы PROCAM в отношении прогноза у пациентов с ишемической болезнью сердца
Fig. 6. ROC-analysis data of the PROCAM scale for prediction in patients with coronary artery disease

Так как 95% ДИ для алгоритма FRAMINGHAM пересекает отметку 0,5, данный алгоритм не обладает прогностической ценностью. Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что интегрированный алгоритм ТШР по оценке сердечно-сосудистого риска может быть применен с целью определения степени риска смерти у пациентов с ИБС в течение одного года после операции ЧКВ. С этой же целью можно использовать традиционный алгоритм PROCAM.

Обсуждение

В данной работе было проведено сопоставление известных алгоритмов по оценке суммарного кардиоваскулярного риска, таких как PROCAM [8] и FRAMINGHAM [9], с разработанной ТШР, которая была интегрирована в информационную медицинскую систему. Следует отметить, что алгоритмы PROCAM и FRAMINGHAM применялись традиционным способом, т. е. с ручным расчетом показателей риска для каждого отдельного пациента, в то время как применение ТШР проводилось в автоматическом режиме, благодаря интеграции данного алгоритма в модуль «1С: Медицина», что позволило в значительной степени упростить процесс и сократить время для определения суммарного риска. С точки зрения иностранных исследователей, применение новых информационных цифровых технологий высвобождает время для взаимодействия врача и пациента. Помимо этого, предсказательная аналитика, включающая в себя персонализированную оценку риска и выгоды, ориентирована на индивидуальные различия гораздо больше, чем многие из имеющихся клинических руководств, основанных на опыте терапии больших групп пациентов [12]. Таким образом, значительным преимуществом внедрения цифровых технологий является предоставление безопасной, эффективной персонализированной помощи на всех этапах терапии, начиная с профилактики и ранней диагностики и заканчивая назначением адекватной терапии и контролем течения заболевания [13].

Необходимо сказать, что хотя модели PROCAM и FRAMINGHAM изначально были предназначены для оценки риска развития фатального и нефатального инфаркта миокарда в открытой популяции, основные традиционные факторы риска, входящие в эти шкалы, используются для прогнозирования различных сердечно-сосудистых исходов во множестве других моделей по оценке суммарного кардиоваскулярного риска [14]. К тому же, по данным литературы, использование указанных алгоритмов позволяет успешно прогнозировать риск развития инсультов и метаболического синдрома [15]. В недавних исследованиях было показано, что традиционные шкалы риска FRAMINGHAM и PROCAM могут быть успешно применены для возможной оценки степени и тяжести коронарного атеросклероза у пациентов с ИБС [16]. В другом исследовании авторы изучали возможность традиционных алгоритмов риска, таких как FRAMINGHAM, SCORE, PROCAM, прогнозировать гемодинамически значимое поражение коронарных артерий и основные сердечно-сосудистые события у пациентов с подозрением на ИБС и пациентов, направленных на компьютерную томографическую ангиографию сердца. По результатам исследования авторы пришли к выводу, что шкалы риска FRAMINGHAM и SCORE обладают удовлетворительным качеством в прогнозировании значимых

стенозов коронарных артерий по данным компьютерной ангиографии [17].

Таким образом, применение алгоритмов PROCAM и FRAMINGHAM для оценки риска смерти от ССЗ у пациентов после КС в данной работе представляется правомочным. Использование традиционных алгоритмов для расчета риска только фатальных осложнений имеет преимущество по сравнению с применением этих алгоритмов для расчета как фатальных, так и нефатальных осложнений, так как статистика последних сильно зависит от критериев и качества диагностики.

Анализ критерия Шварца и ROC-анализ свидетельствуют о менее точной оценке риска смерти от ССЗ при применении алгоритма FRAMINGHAM в сравнении с ТШР и сопоставимой оценке риска с алгоритмом PROCAM. В то же время надежная оценка риска по шкале FRAMINGHAM была подтверждена в многочисленных исследованиях [18]. Однако в проведенном обзоре 27 исследований, где использовалась шкала FRAMINGHAM, было выявлено, что в популяции высокого риска наблюдалась недооценка риска, тогда как в популяции низкого риска расчетный риск был превышен почти в три раза [19].

Проведенные исследования показали, что алгоритм PROCAM в целом соответствует алгоритму FRAMINGHAM в точности оценки сердечно-сосудистого риска в популяции [20]. Однако другие исследователи отмечают, что шкала PROCAM может недооценивать риск у пациентов с явным атеросклерозом [21].

Таким образом, хотя в целом известные модели риска дают приемлемый результат прогноза развития сердечно-сосудистых осложнений, в ряде случаев риск может быть переоценен или недооценен, в то же время добавление в модель дополнительных факторов риска может повысить прогностическую ценность модели. Так, например, добавление в модель социально-экономических факторов позволило более точно прогнозировать сердечно-сосудистый риск смерти. Следует отметить, что попытки включения в модели прогнозирования суммарного сердечно-сосудистого риска социально-экономических факторов предпринимались ранее (например, иностранные шкалы оценки сердечно-сосудистого риска ASSIGN и QRISK [22, 23]). Исследователи из Томска запатентовали способ определения риска смерти от ИБС у мужчин на основе формулы, в которую был включен брачный статус пациента [24].

Таким образом, добавление в шкалы риска социально-экономических факторов является важным шагом в признании значения социальной депривации для оценки сердечно-сосудистого риска, а интеграция данного алгоритма в информационную систему «1С: Медицина» способствует более простому и быстрому его применению.

Выводы

Созданная и интегрированная в информационную медицинскую информационную систему ТШР, включающая в себя психосоциальные факторы, может быстро и успешно применяться для определения вероятности наступления летального исхода у пациентов с ИБС в течение одного года после проведения КС; она превосходит традиционную шкалу риска FRAMINGHAM и не уступает шкале PROCAM. Таким образом, ТШР может использоваться в качестве программы поддержки принятия врачебных решений.

Литература

- Coorey G.M., Neubeck L., Mulley J., Redfern J. Effectiveness, acceptability and usefulness of mobile applications for cardiovascular disease self-management: Systematic review with meta-synthesis of quantitative and qualitative data. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2018;25(5):505–521. DOI: 10.1177/2047487317750913.
- Yusuf S., Joseph P., Rangarajan S., Islam S., Mente A., Hystad P. et al. Modifiable risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 155 722 individuals from 21 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): A prospective cohort study. *Lancet.* 2020;395(10226):795–808. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)32008-2.
- Tamburrano A., Vallone D., Carrozza C., Urbani A., Sanguinetti M., Nicolotti N. et al. Evaluation and cost estimation of laboratory test overuse in 43 commonly ordered parameters through a Computerized Clinical Decision Support System (CCDSS) in a large university hospital. *PLoS One.* 2020;15(8):e0237159. DOI: 10.1371/journal.pone.0237159.
- Kharbada E.O., Asche S.E., Sinaiko A.R., Ekstrom H.L., Nordin J.D., Sherwood N.E. et al. Clinical Decision Support for Recognition and Management of Hypertension: A Randomized Trial. *Pediatrics.* 2018;141(2):e20172954. DOI: 10.1542/peds.2017-2954.
- Patterson B.W., Pulia M.S., Ravi S., Hoonakker P.L.T., Hundt A.S., Wiegmann D. et al. Scope and Influence of Electronic Health Record-Integrated Clinical Decision Support in the Emergency Department: A Systematic Review. *Ann. Emerg. Med.* 2019;74(2):285–296. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2018.10.034.
- Трубачева И.А., Пушкарев Г.С., Акимова Е.В., Кузнецов В.А., Солдатова А.М., Акимов А.М. Патент РФ № 2649829 C1. Способ определения 10-летнего абсолютного суммарного риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин трудоспособного возраста. Оpubl. 04.04.2018.
- Пушкарев Г.С., Кузнецов В.А., Акимова Е.В. Суммарный 10-летний риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин 25–64 лет Тюмени. *Профилактическая медицина.* 2020;23(1):81–88. DOI: 10.17116/profmed20202301177.
- Assmann G., Cullen P., Schulte H. Simple scoring scheme for calculating the risk of acute coronary events based on the 10-year follow-up of the prospective cardiovascular Münster (PROCAM) study. *Circulation.* 2002;105(3):310–315. DOI: 10.1161/hc0302.102575.
- D'Agostino R.B. Sr., Pencina M.J., Massaro J.M., Coady S. Cardiovascular disease risk assessment: Insights from Framingham. *Glob. Heart.* 2013;8(1):11–23. DOI: 10.1016/j.ghheart.2013.01.001.
- Neath A.A., Cavanaugh J.E. The Bayesian information criterion: background, derivation, and applications. *WIREs Comp. Stat.* 2012;4(2):199–203. DOI: 10.1002/wics.199.
- Hernández-Orallo J. ROC curves for regression. *Pattern Recognition.* 2013;46(12):3395–3411. DOI: 10.1016/j.patcog.2013.06.014.
- Warraich H.J., Califf R.M., Krumholz H.M. The digital transformation of medicine can revitalize the patient-clinician relationship. *NPJ Digit. Med.* 2018;1:49. DOI: 10.1038/s41746-018-0060-2.
- Wongvibulsin S., Martin S.S., Steinhubl S.R., Muse E.D. Connected health technology for cardiovascular disease prevention and management. *Curr. Treat. Options Cardiovasc. Med.* 2019;21(6):29. DOI: 10.1007/s11936-019-0729-0.
- Berger J.S., Jordan C.O., Lloyd-Jones D., Blumenthal R.S. Screening for cardiovascular risk in asymptomatic patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010;55(12):1169–1177. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.09.066.
- Wannamethee S.G., Shaper A.G., Lennon L., Morris R.W. Metabolic syndrome vs Framingham Risk Score for prediction of coronary heart disease, stroke, and type 2 diabetes mellitus. *Arch. Intern. Med.* 2005;165(22):2644–2650. DOI: 10.1001/archinte.165.22.2644.
- Günaydin Z.Y., Karagöz A., Bektaş O., Kaya A., Kiriş T., Erdoğan G. et al. Comparison of the Framingham risk and SCORE models in predicting the presence and severity of coronary artery disease considering SYNTAX score. *Anatol. J. Cardiol.* 2016;16(6):412–418. DOI: 10.5152/AnatolJCardiol.2015.6317.
- Versteyleen M.O., Joosen I.A., Shaw L.J., Narula J., Hofstra L. Comparison of Framingham, PROCAM, SCORE, and Diamond Forrester to predict coronary atherosclerosis and cardiovascular events. *J. Nucl. Cardiol.* 2011;18(5):904–911. DOI: 10.1007/s12350-011-9425-5.
- D'Agostino R.B. Sr., Grundy S., Sullivan L.M., Wilson P.; CHD Risk Prediction Group. Validation of the Framingham coronary heart disease prediction scores: results of a multiple ethnic groups investigation. *JAMA.* 2001;286(2):180–187. DOI: 10.1001/jama.286.2.180.
- Brindle P., Beswick A., Fahey T., Ebrahim S. Accuracy and impact of risk assessment in the primary prevention of cardiovascular disease: A systematic review. *Heart.* 2006;92(12):1752–1759.
- Cooper J.A., Miller G.J., Humphries S.E. A comparison of the PROCAM and Framingham point-scoring systems for estimation of individual risk of coronary heart disease in the Second Northwick Park Heart Study. *Atherosclerosis.* 2005;181(1):93–100. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2004.12.026.
- Uthoff H., Staub D., Socrates T., Meyerhans A., Bundi B., Schmid H.P. et al. PROCAM-, FRAMINGHAM-, SCORE- and SMART-risk score for predicting cardiovascular morbidity and mortality in patients with overt atherosclerosis. *Vasa.* 2010;39(4):325–333. DOI: 10.1024/0301-1526/a000057.
- Woodward M., Brindle P., Tunstall-Pedoe H.; SIGN group on risk estimation. Adding social deprivation and family history to cardiovascular risk assessment: The ASSIGN score from the Scottish Heart Health Extended Cohort (SHHEC). *Heart.* 2007;93(2):172–176. DOI: 10.1136/hrt.2006.108167.
- Hippisley-Cox J., Coupland C., Vinogradova Y., Robson J., Brindle P. Performance of the QRISK cardiovascular risk prediction algorithm in an independent UK sample of patients from general practice: A validation study. *Heart.* 2008;94(1):34–39. DOI: 10.1136/hrt.2007.134890.
- Трубачева И.А., Перминова О.А., Исаева Н.Н., Рудникович О.М. Патент РФ № 2 348 361 C1. Способ определения риска смерти от ишемической болезни сердца у мужчин, проживающих в условиях среднеурбанизированного города Западной Сибири. Оpubl. 03.10.2009.
- grated Clinical Decision Support in the Emergency Department: A Systematic Review. *Ann. Emerg. Med.* 2019;74(2):285–296. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2018.10.034.
- Trubacheva I.A., Pushkarev G.S., Akimova E.V., Kuznetsov V.A., Soldatova A.M., Akimov A.M. Patent RF No. 2649829 C1. Method for determining the 10-year absolute total risk of death from cardiovascular diseases in men of working age. Publ. 04.04.2018 (In Russ.).
- Pushkarev G.S., Kuznetsov V.A., Akimova E.V. Total 10-year risk of death from cardiovascular disease in 25–64 year-old men in Tyumen. *The Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health.* 2020;23(1):81–88 (In Russ.). DOI: 10.17116/profmed20202301177.
- Assmann G., Cullen P., Schulte H. Simple scoring scheme for calculating the risk of acute coronary events based on the 10-year follow-up of the prospective cardiovascular Münster (PROCAM) study. *Circulation.* 2002;105(3):310–315. DOI: 10.1161/hc0302.102575.
- D'Agostino R.B. Sr., Pencina M.J., Massaro J.M., Coady S. Cardiovascular disease risk assessment: Insights from Framingham. *Glob. Heart.* 2013;8(1):11–23. DOI: 10.1016/j.ghheart.2013.01.001.
- Neath A.A., Cavanaugh J.E. The Bayesian information criterion: background, derivation, and applications. *WIREs Comp. Stat.* 2012;4(2):199–203. DOI: 10.1002/wics.199.
- Hernández-Orallo J. ROC curves for regression. *Pattern Recognition.* 2013;46(12):3395–3411. DOI: 10.1016/j.patcog.2013.06.014.
- Warraich H.J., Califf R.M., Krumholz H.M. The digital transformation of

- medicine can revitalize the patient-clinician relationship. *NPJ Digit. Med.* 2018;1:49. DOI: 10.1038/s41746-018-0060-2.
13. Wongvibulsin S., Martin S.S., Steinhilber S.R., Muse E.D. Connected health technology for cardiovascular disease prevention and management. *Curr. Treat. Options Cardiovasc. Med.* 2019;21(6):29. DOI: 10.1007/s11936-019-0729-0.
 14. Berger J.S., Jordan C.O., Lloyd-Jones D., Blumenthal R.S. Screening for cardiovascular risk in asymptomatic patients. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010;55(12):1169–1177. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.09.066.
 15. Wannamethee S.G., Shaper A.G., Lennon L., Morris R.W. Metabolic syndrome vs Framingham Risk Score for prediction of coronary heart disease, stroke, and type 2 diabetes mellitus. *Arch. Intern. Med.* 2005;165(22):2644–2650. DOI: 10.1001/archinte.165.22.2644.
 16. Günaydin Z.Y., Karagöz A., Bektaş O., Kaya A., Kırış T., Erdoğan G. et al. Comparison of the Framingham risk and SCORE models in predicting the presence and severity of coronary artery disease considering SYNTAX score. *Anatol. J. Cardiol.* 2016;16(6):412–418. DOI: 10.5152/AnatolJCardiol.2015.6317.
 17. Versteilen M.O., Joosen I.A., Shaw L.J., Narula J., Hofstra L. Comparison of Framingham, PROCAM, SCORE, and Diamond Forrester to predict coronary atherosclerosis and cardiovascular events. *J. Nucl. Cardiol.* 2011;18(5):904–911. DOI: 10.1007/s12350-011-9425-5.
 18. D'Agostino R.B. Sr., Grundy S., Sullivan L.M., Wilson P.; CHD Risk Prediction Group. Validation of the Framingham coronary heart disease prediction scores: results of a multiple ethnic groups investigation. *JAMA.* 2001;286(2):180–187. DOI: 10.1001/jama.286.2.180.
 19. Brindle P., Beswick A., Fahey T., Ebrahim S. Accuracy and impact of risk assessment in the primary prevention of cardiovascular disease: A systematic review. *Heart.* 2006;92(12):1752–1759.
 20. Cooper J.A., Miller G.J., Humphries S.E. A comparison of the PROCAM and Framingham point-scoring systems for estimation of individual risk of coronary heart disease in the Second Northwick Park Heart Study. *Atherosclerosis.* 2005;181(1):93–100. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2004.12.026.
 21. Uthoff H., Staub D., Socrates T., Meyerhans A., Bendi B., Schmid H.P. et al. PROCAM-, FRAMINGHAM-, SCORE- and SMART-risk score for predicting cardiovascular morbidity and mortality in patients with overt atherosclerosis. *Vasa.* 2010;39(4):325–333. DOI: 10.1024/0301-1526/a000057.
 22. Woodward M., Brindle P., Tunstall-Pedoe H.; SIGN group on risk estimation. Adding social deprivation and family history to cardiovascular risk assessment: The ASSIGN score from the Scottish Heart Health Extended Cohort (SHHEC). *Heart.* 2007;93(2):172–176. DOI: 10.1136/hrt.2006.108167.
 23. Hippisley-Cox J., Coupland C., Vinogradova Y., Robson J., Brindle P. Performance of the QRISK cardiovascular risk prediction algorithm in an independent UK sample of patients from general practice: A validation study. *Heart.* 2008;94(1):34–39. DOI: 10.1136/hrt.2007.134890.
 24. Trubacheva I.A., Perminova O.A., Isaeva N.N., Rudnikovich O.M. Patent RF No. 2 348 361 C1. Method for evaluating ischemic heart disease death in men being residents moderately urbanized city of Western Siberia. Publ. 03.10.2009 (In Russ.).

Информация о вкладе авторов

Пушкарёв Г.С., Кузнецов В.А. предложили концепцию исследования и дизайн.

Гуськова О.А., Малишевский Л.М. отвечали за получение данных.

Пушкарёв Г.С., Гуськова О.А. анализировали и интерпретировали данные, написали первую версию рукописи, вместе с Кузнецовым В.А. и Малишевским Л.М. внесли вклад в доработку исходного варианта рукописи.

Все авторы дали окончательное согласие на подачу рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы, ругаясь за их точность и безупречность.

Сведения об авторах

Пушкарёв Георгий Сергеевич, канд. мед. наук, научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-1555-5725.

E-mail: Pushkarev@infarkta.net.

Кузнецов Вадим Анатольевич, д-р мед. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, научный консультант, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-1970-2606.

E-mail: Kuznets@infarkta.net.

Гуськова Ольга Александровна, младший научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0001-8552-1646.

E-mail: Guskovaoa@infarkta.net.

Малишевский Лев Михайлович, лаборант-исследователь, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-1025-3728.

E-mail: Levmalishevskii@gmail.com.

Information on author contributions

Pushkarev G.S. and Kuznetsov V.A. proposed the conception and design of research.

Guskova O.A. and Malishevsky L.M. were responsible for data acquisition.

Pushkarev G.S. and Guskova O.A. analyzed and interpreted the data and wrote the first draft of the article. Together with V.A. Kuznetsov and L.M. Malishevsky, they contributed to the improvement of the primary version of the article.

All authors gave their final consent to submit the manuscript and agreed to bear a responsibility for all aspects of the work vouching for its accuracy and integrity.

Information about the authors

Georgiy S. Pushkarev, Cand. Sci. (Med.), Research Scientist, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Division of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-1555-5725.

E-mail: Pushkarev@infarkta.net.

Vadim A. Kuznetsov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Scientific Supervisor, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-1970-2606.

E-mail: Kuznets@infarkta.net.

Olga A. Guskova, Junior Research Scientist, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Division of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0001-8552-1646.

E-mail: Guskovaoa@infarkta.net.

Lev M. Malishevsky, Laboratory Assistant, Laboratory of Instrumental Diagnostics, Scientific Division of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-1025-3728.

E-mail: Levmalishevskii@gmail.com.

✉ **Georgiy S. Pushkarev**, e-mail: Pushkarev@infarkta.net.

Received October 15, 2020

✉ **Пушкарёв Георгий Сергеевич**, e-mail: Pushkarev@infarkta.net.

Поступила 15.10.2020