

УДК 616.13-089

DOI 10.17802/2306-1278-2018-7-4-51-61

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫБОРА МЕТОДИКИ РЕКАНАЛИЗАЦИИ ХРОНИЧЕСКИХ ОККЛЮЗИЙ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

Хелимский Д.А. ✉, Крестьянинов О.В., Бадоян А.Г., Пономарев Д.Н., Покушалов Е.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, Российская Федерация, 630055

Основные положения

- Первая российская прогностическая модель для прогнозирования исходов эндоваскулярных вмешательств по поводу ХОКА.
- Впервые изучалась возможность применения шкалы в качестве инструмента для определения методики реканализации ХОКА.

Актуальность

Несмотря на значительный прогресс в области коронарных вмешательств хронические окклюзии коронарных артерий (ХОКА) представляют значимую проблему для интервенционных кардиологов.

Цель

Разработать шкалу, которая позволит определить исходную стратегию реканализации ХОКА.

Материалы и методы

Были проанализированы клинические и ангиографические характеристики 665 пациентов, у которых выполнялась 681 попытка реканализации в ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» с 2014-го по 2017 год. 477 чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) ХОКА составили группу создания шкалы, 204 ЧКВ ХОКА – группу проверки. Прогностическая модель была разработана путем присвоения баллов для каждого независимого предиктора процедурного неуспеха в соответствии с бета-коэффициентами и суммирования всех полученных баллов.

Результаты

Процедурный успех был достигнут в 76,7% случаев. При многофакторном анализе были получены следующие предикторы процедурного неуспеха: извитость в теле окклюзии (1 балл), кальциноз (1 балл), неопределенная культя (1 балл), поражение артерии донора (1 балл), локализация окклюзии в бассейне огибающей артерии (ОА) или передней нисходящей артерии (ПНА) (0,5 балла). На основании данных предикторов были выделены 4 категории сложности окклюзий: < 1 балла (легкие), ≥ 1 и < 2 баллов (умеренно трудные), ≥ 2 и < 3 баллов (трудные), ≥ 3 баллов (очень трудные). Полученная шкала продемонстрировала умеренную дискриминационную способность (площадь под ROC-кривой была 0,709 (95% ДИ 0,658–0,760)). Согласно шкале «CHOICE» ретроградная реканализация должна рассматриваться в качестве первичной стратегии у пациентов с баллами 3 и более (очень трудные окклюзии).

Заключение

Разработанная модель может быть использована в клинической практике для прогнозирования успеха ЧКВ при ХОКА и определения стратегии эндоваскулярной реканализации.

Ключевые слова

ХОКА • Шкала • ЧКВ • Реканализация • Технический успех • Гибридный подход

Поступила в редакцию: 30.08.18; поступила после доработки: 24.09.18; принята к печати: 05.11.18

PREDICTIVE SCORE FOR CHOOSING STRATEGY FOR CHRONICALLY OCCLUDED CORONARY ARTERY RECANALIZATION

D.A. Khelinskii ✉, O.V. Krestyaninov, A.G. Badoyan, D.N. Ponamarev, E.A. Pokushalov

E. Meshalkin National Medical Research Center, 15, Rechkunovskaya Street, Novosibirsk, Russian Federation. 630055

Highlights

- The first Russian prognostic model for predicting endovascular intervention outcomes for chronically

Для корреспонденции: Хелимский Дмитрий Александрович, e-mail: dkhelim@mail.ru; адрес: 630055, Россия, г. Новосибирск, ул. Речкуновская, 15

Corresponding author: Khelinskii Dmitrii A., e-mail: dkhelim@mail.ru; address: Russian Federation, 630055, Novosibirsk, 15, Rechkunovskaya St.

occluded coronary arteries is presented.

- An evaluation of this prognostic model as a tool for selecting the method of recanalization of CTOs has been performed.

Background	Despite significant progress in the field of coronary interventions, chronic total occlusion (CTO) represents a significant challenge for interventional cardiologists.
Aim	To develop the score, able to predict technical success of CTO PCI and facilitate the choice of recanalization strategy.
Methods	A total of 665 CTO patients who underwent 681 PCI in the period from 2014 to 2018 in Meshalkin National Medical Research Center were included in this study. Clinical and angiographic characteristics were analyzed. 477 CTO PCI were randomly assigned to the derivation set, 204 CTO PCI – validation set. The prognostic model was developed by assigning a score for each independent predictor of procedural failure in accordance with beta coefficients and summing up all scores.
Results	Procedural success was 76.7%. Five predictors of procedural success were included into the final multivariable model: bending (1 score), calcification (1 score), ambiguous stump (1 score), “donor” artery disease (1 score), non-RCA CTO (0.5 scores). Based on these predictors, 4 categories of CTO complexity were highlighted: 0–1 scores (easy), 1–2 scores (intermediate), 2–3 scores (difficult), > 3 scores (very difficult). The score demonstrated a good discriminatory ability (AUC 0.709, 95% CI 0.658–0.760). According to the novel score retrograde approach may have an advantage in patients with a > 3 scores, which corresponds to the “very difficult” class of complexity.
Conclusion	The novel score can be used in clinical practice for predicting the success of CTO PCI and determining initial crossing strategy.
Keywords	CTO • Score • PCI • Recanalization • Technical success • Hybrid approach

Received: 30.08.18; received in revised form: 24.09.18; accepted: 05.11.18

Список сокращений

ХОКА – хронические окклюзии коронарных артерий	ИМ – инфаркт миокарда
ЧКВ – чрескожные коронарные вмешательства	ДИ – доверительный интервал
ОА – огибающая артерия	ROC – receiver operating characteristic curve
ПНА – передняя нисходящая артерия	
АКШ – аортокоронарное шунтирование	

Введение

Хронические окклюзии коронарных артерий (ХОКА) представляют собой особую группу поражений коронарного русла, для которых предоперационное планирование играет решающую роль. Определение клинических и ангиографических предикторов, которые ассоциируются с технической неудачей, может привести к улучшению отбора пациентов для эндоваскулярного вмешательства, а также позволит выстроить стратегию реканализации с наибольшей вероятностью успеха. На сегодняшний день разработано несколько шкал для прогнозирования исходов чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) при ХОКА, однако все они прежде всего направлены на определение вероятности успеха реканализации окклюзии [1–3]. Кроме того, важно понимать, что популяция пациентов, как и применяемые подходы к реканализации ХОКА, значительно различаются между исследо-

ваниями, что делает проблемным использование ранее разработанных прогностических моделей в качестве средства выбора стратегии эндоваскулярной коррекции окклюзий.

Целью данного исследования была разработка шкалы, которая бы не только могла предсказать вероятность успеха эндоваскулярного вмешательства при ХОКА, но и позволяла бы выбрать исходную стратегию реканализации.

Материалы и методы

Данная работа представляет собой одноцентровое исследование с ретроспективной и проспективной составляющей. В исследование включались пациенты, которым выполнялось интервенционное вмешательство по поводу ХОКА с января 2014 г. по декабрь 2017 г. Клинические данные пациентов были получены из медицинских карт и данных обследований. Данные о сократительной способности

левого желудочка были получены с помощью трансторакального ЭхоКГ или радионуклидного исследования. Поражения коронарного русла были проанализированы по данным коронарографий. Все пациенты подписали информированное согласие перед включением в исследование.

Определения и конечные точки исследования

ХОКА определялась как отсутствие антеградного кровотока по коронарной артерии (кровоток ТМТ 0) на протяжении более 3 месяцев [4]. Давность ХОКА устанавливалась по дате перенесенного инфаркта миокарда (ИМ) в зоне кровоснабжения соответствующего сосудистого бассейна либо по дате впервые проведенной коронарографии, при которой была диагностирована ХОКА.

Технический успех процедуры определялся как финальный резидуальный стеноз <30% по данным ангиографии без признаков диссекции, с кровотоком ТМТ-3.

Успех процедуры определялся как финальный резидуальный стеноз < 30% по данным ангиографии без признаков диссекции, с кровотоком ТМТ-3 и отсутствием случаев смертности от любых причин, ИМ, связанного с лечением целевого поражения, реваскуляризации целевого сосуда методом ЧКВ или аортокоронарного шунтирования (АКШ), острая недостаточность мозгового кровообращения, гемоперикарда, требующего пункции перикарда или хирургического вмешательства на госпитальном этапе.

ЧКВ – ассоциированный инфаркт миокарда определялся как повышение уровня тропонина в сыворотке крови (измеряется регулярно у всех пациентов в соответствии с протоколом больницы), более чем в пять раз превышающего 99-й перцентиль верхнего предела нормы у пациентов с нормальными исходными значениями или повышение уровня тропонина более 20%, если базовые значения были повышенными [5].

Внутрибольничные осложнения включали смерть от всех причин, ИМ и экстренное АКШ.

Кальциноз определялся как любое присутствие кальция, по данным коронарографии.

Степень развития коллатеральных сосудов оценивалась в соответствии с классификациями Вернера [6] и Рентропа [7].

Сложность поражения оценивалась по шкале J-СТО [1].

Извитость определялась при наличии по крайней мере одного изгиба более 45 градусов в области окклюзии по данным коронарографии.

Длина окклюзии оценивалась как < 20 или > 20 мм в соответствии с консенсусом EuroCOT Club [8].

Наличие поражения артерии донора определялось как значимый стеноз до или в месте отхождения коллатеральных сосудов.

Статистический анализ

Для разработки прогностической шкалы использовались ретроспективные данные 464 пациентов (477 вмешательств, группа создания). Для внутренней валидации компонентов полученной шкалы использовался метод бутстрэппинга с генерацией 1000 псевдобыборок. Внешняя валидация выполнялась в когорте из 201 проспективно включенных пациентов (204 вмешательства, группа проверки).

Для определения предикторов процедурного неуспеха использовался однофакторный логистический регрессионный анализ исходных, клинических и ангиографических характеристик. Наиболее значимые факторы ($p < 0,10$) были включены в многофакторную модель. Для формулировки окончательной модели была использована процедура пошагового ручного включения переменных. На основе конечной многофакторной модели была разработана прогностическая шкала путем присвоения баллов независимым предикторам успеха, пропорциональных соответствующим b-коэффициентам. Для изучения дискриминационной способности полученной шкалы использовался receiver operating characteristic curve (ROC) – анализ с построением соответствующих кривых. Площадь под полученной ROC-кривой в группе создания сравнивалась с таковой для существующей шкалы (J-СТО).

Качественные параметры представлены как доли в процентах от общего количества больных, количественные данные – в виде средних значений \pm стандартное отклонение. Межгрупповые сравнения количественных признаков выполнялись с использованием t-критерия Стьюдента для несвязанных выборок. Для анализа качественных признаков в исследуемых группах использован точный критерий Фишера. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Расчеты производились с применением программ Statistica 8.0 (StatSoft Inc., Тула, США) и SPSS Statistics 17.0 (SPSS, Чикаго, США).

Результаты

Общая характеристика пациентов группы создания

Группа создания включала 477 ЧКВ ХОКА, среди которых процедурный успех был достигнут в 366 (76,7%) случаях. Средний возраст составил $59,9 \pm 9,1$ лет. У 65 (13,6%) пациентов ранее была неуспешная попытка реканализации, в том числе в нашем центре – у 39 (8,2%) пациентов. 365 (76,5%) пациентов ранее перенесли инфаркт миокарда, причем 297 (62,2%) из них – в бассейне окклюзированной артерии. Предшествующее АКШ отмечалось у 59 (12,4%) пациентов. Фракция выброса левого желудочка у пациентов в среднем составляла $55,2 \pm 10,4\%$. Результаты однофакторных анализов представлены на Рис. 1.

По результатам однофакторного анализа пять предикторов процедурного неуспеха были включены

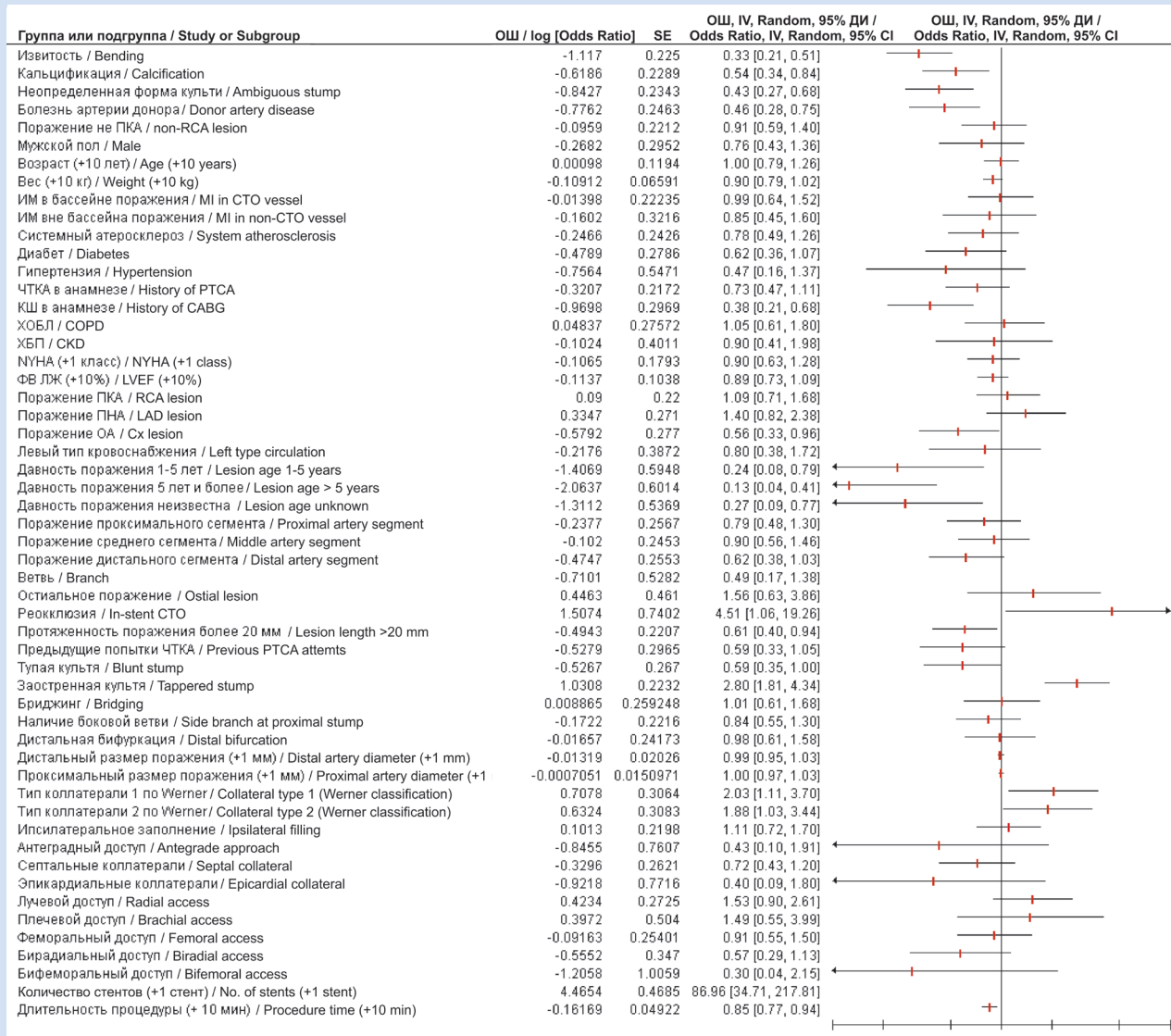


Рисунок 1. Данные однофакторного анализа

Figure 1. Results of the univariable analysis

Примечания: КШ – коронарное шунтирование; ОШ – отношение шансов; ПКА – правая коронарная артерия; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ХБП – хроническая болезнь почек; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ЧТКА – чрескожная транслюминальная коронарная ангиопластика; NYHA – Нью-Йоркская ассоциация сердца; **Note:** CABG – coronary artery bypass grafting; CKD – chronic kidney disease; COPD – chronic obstructive pulmonary disease; LVEF – left ventricular ejection fraction; NYHA – New-York Heart Association; OR – odds ratio; RCA – right coronary artery; PTCA – percutaneous transluminal coronary angioplasty.

Таблица 1. Многофакторный анализ в группе создания
Table 1. Multivariable analysis of technical success

Предикторы успеха / Predictors of success	ОШ для процедурного успеха (95% доверительный интервал) / OR (95% CI)	В-коэффициент / B-coefficient	P	Баллы / Scores
Извитость / Bending	0,29 (0,18, 0,48)	-1,22	<0,001	1
Кальциноз / Calcification	0,49 (0,30, 0,80)	-0,71	0,003	1
Неопределенная культя / Ambiguous stump	0,39 (0,24, 0,65)	-0,93	<0,001	1
Поражение артерии-донора / Donor artery disease	0,44 (0,26, 0,73)	-0,83	0,001	1
Локализация окклюзии в бассейне ОА или ПНА / Cx or RCA lesion	0,59 (0,35, 0,97)	-0,53	0,039	0,5

Примечание: ПНА – передняя нисходящая артерия; ОА – огибающая артерия, ОШ – отношение шансов;
Note: RCA – right coronary artery; Cx – circumflex artery; OR – odds ratio; CI – confidence interval.

в окончательную многофакторную модель. В Табл. 1 показано отношение шансов, 95% доверительные интервалы и бета-коэффициенты для каждой пере-

менной многофакторного анализа.

На основе конечной многофакторной модели была разработана прогностическая шкала путем

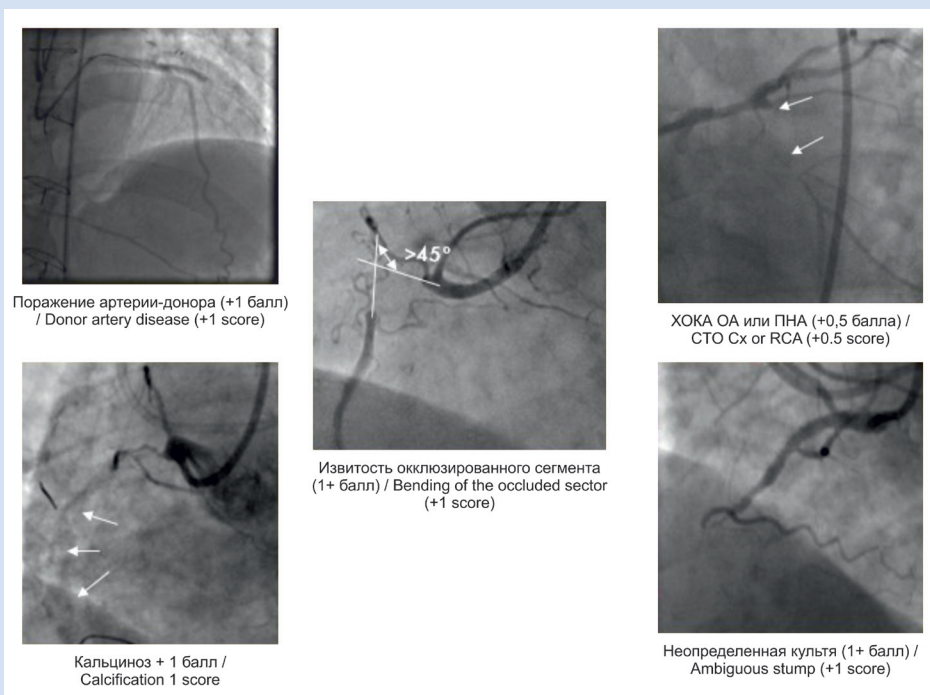


Рисунок 2. Шкала «CHOICE»
Figure 2. “CHOICE score”

Примечание: ПНА – передняя нисходящая артерия; ОА – огибающая артерия, ХОКА – хронические окклюзии коронарных артерий;
Note: RCA – right coronary artery; Cx – circumflex artery; CTO – chronic total occlusion.

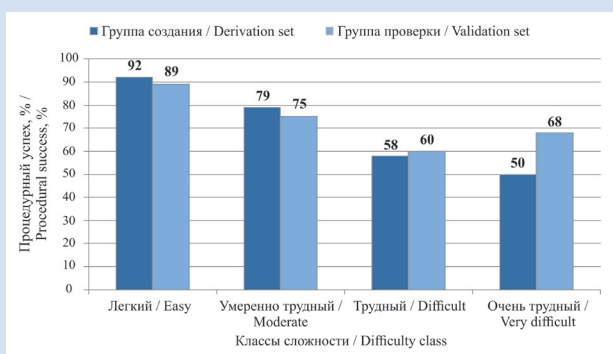


Рисунок 3. Вероятность успеха в зависимости от класса сложности
Figure 3. Procedural success by difficulty class

присвоения баллов независимым предикторам успеха, пропорциональных соответствующим b-коэффициентам (от -0,53 до -1,22). Для каждого поражения все применимые значения баллов были суммированы для получения общей оценки сложности «CHOICE» (Рис. 2).

В соответствии с разработанной шкалой выделяется 4 класса сложности окклюзий: < 1 – легкие окклюзии; ≥ 1 и < 2 баллов – умеренно трудные; ≥ 2 и < 3 – трудные и ≥ 3 – очень трудные. Вероятность успеха при этом составила 92%, 79%, 58% и 50 % соответственно (Рис. 3).

Пороговое значение вероятности успеха процедуры составило 0,689 при чувствительности, равной 78%, и специфичности, равной 54%. Таким образом, все пациенты с рассчитанной вероятностью успеха более порогового значения (338 пациентов) принадлежали к классам сложности «легкий» (44,1%) либо «умеренно трудный» (55,9%). Из оставшихся 139 пациентов с ве-

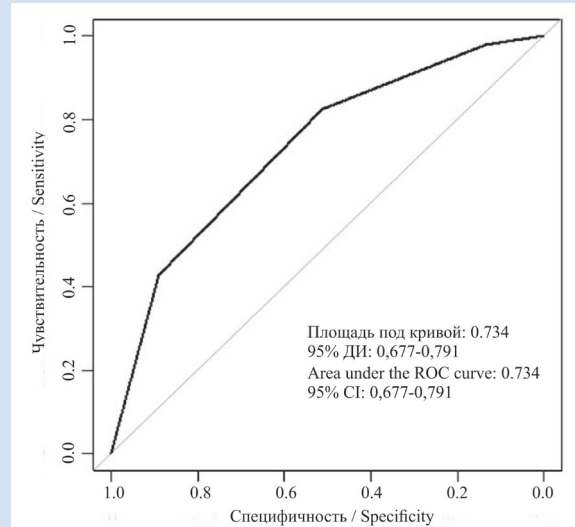


Рисунок 4. ROC-кривая для антеградных процедур
Figure 4. ROC-curve for antegrade procedures only
Примечание: ДИ – доверительный интервал;
Note: CI – confidence interval.

роятностью успеха ниже пороговой 79,8% соответствовали классу сложности «трудный» и 20,2% – «очень трудный». Полученная шкала продемонстрировала умеренную дискриминационную способность (площадь под ROC-кривой составила 0,709 (95% ДИ 0,658–0,760)). При этом шкала «CHOICE» обладает большей эффективностью для антеградных процедур (площадь под ROC-кривой 0,734 (95% ДИ: 0,677–0,791) с чувствительностью 51% и специфичностью 82% (Рис. 4).

Проверка шкалы

Для внешней проверки модели было проспективно

отобрано 204 ЧКВ ХОКА. Клинические и ангиографические характеристики группы проверки представлены в Табл. 2. Так, пациенты в группе проверки статистически чаще имели ранее неуспешную попытку реканализации, поражение артерии-донора и острую культю.

В группе проверки при помощи прогностической модели ХОКА также были стратифицированы на разные степени сложности в зависимости от вероятности успеха процедуры (Рис. 1). Вероятность процедурного успеха для четырех категорий сложности соответствовала таковой в группе создания (легкие: 89%, умеренно трудные: 75%, трудные: 60% и очень трудные: 68%). Новая прогностическая модель продемонстрировала умеренную дискриминационную способность в группе создания: площадь под кривой

составила 0,657 (95% ДИ: 57,5–73,8%), чувствительность 37,2%, специфичность 85,7% (Рис. 5).

При этом бутстрэппинг-тест показал отсутствие статистически значимой разницы между ROC-кривыми группы создания и проверки ($p = 0,290$).

Для проверки модели логистической регрессии также использовалась техника бутстрэппинга. Проверяемые переменные оставались значимыми и показали низкий уровень смещения (диапазон смещения от -0,00 до -0,02) (Табл. 3).

Сравнение со шкалой J-СТО

Мы сравнили новую шкалу с наиболее распространенной на сегодняшний день прогностической моделью J-СТО в подмножестве проверки (Рис. 6). Площадь под кривой для новой шкалы составила 0,709,

Таблица 2. Сравнительная характеристика группы создания и проверки
Table 2. Baseline Demographic and Angiographic Characteristics in the Derivation and Validation Set

Критерий / Predictor	Группа создания / Derivation set n = 477	Группа проверки / Validation set n = 204	p
Возраст / age	59,9±9,1	60,4±9,5	0,51
Мужской пол / male	85,5	86,3	0,90
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	16,1	14,7	0,73
Гипертоническая болезнь / Hypertension	97,9	97,5	0,58
Дислипидемия / Dyslipidemia	26,2	22,5	0,33
ХБП /CKD	8	7,4	0,87
ЧКВ в анамнезе / History of PCI	48,2	51,2	0,40
Предыдущая попытка реканализации / Previous recanalization attempt	13,6	20,6	0,03
В нашем центре / In our center	8,2	12,3	0,11
АКШ в анамнезе / History of CABG	12,4	16,7	0,14
ПИКС в анамнезе / History of MI	76,5	68,1	0,03
Ангиографические характеристики / Angiographic characteristics			
Окклюзия ранее стентированного сегмента / In-stent CTO	6,3	4,4	0,37
Длина поражения более 20 мм / Lesion length >20mm	36,1	38,2	0,60
Наличие боковой ветви / Side branch at proximal cap	58,1	61,3	0,44
Мостовидные коллатерали / Bridging collaterals	22,6	29,4	0,65
Извитость артерии в теле окклюзии / Bending	30,2	33,8	0,36
Вид культи / Stump type			
- тупая / blunt	17,2	10,8	0,04
- острая / tapered	58,1	67,6	0,02
- неопределенная / ambiguous	24,7	21,6	0,43
Кальцификация / calcification	28,5	22,1	0,08
Поражение артерии-донора / donor artery disease	20,8	27,9	0,04
Бифуркация в области дистальной покрывки ХОКА / Distal cap at bifurcation	27,7	33,3	0,14
J-СТО score (среднее значение) / J-СТО score (mean)	1,46±0,9	1,53±1	0,37

Примечание: АКШ – аортокоронарное шунтирование; ПИКС – постинфарктный кардиосклероз; ФВ – фракция выброса; ХБП – хроническая болезнь почек; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство. Качественные параметры представлены как доли в процентах от общего количества больных, количественные данные – в виде средних значений ± стандартное отклонение;
Note: CABG – coronary artery bypass grafting; CKD – chronic kidney disease; MI – myocardial infarction; PCI – percutaneous coronary intervention.

в то время как для шкалы J-СТО – 0,703 ($p = 0,791$). Таким образом, прогностические возможности новой шкалы сопоставимы со шкалой J-СТО для пациентов с ХОКА. Тем не менее, шкала J-СТО продемонстрировала лучшую дискриминационную способность при высоких классах сложности (чувствительность шкалы J-СТО от 55% до 71% и против чувствительности шкалы CHOICE 50% до 58%) (Рис. 7).

Выбор исходной стратегии реканализации

Выбор порогового значения для принятия решения о ретроградном доступе основывался на распределении баллов шкалы сложности. На основании соответствующих кривых нормального распределения было предположено, что ретроградный доступ может обладать преимуществом у пациентов с баллом по шкале сложности 3 и более, что соответствует классу сложности «очень трудный» (Рис. 8). Эти данные подтверждаются более высоким процентом успешной реканализации с применением ретроградного доступа у таких пациентов (73% против 35% с использованием антеградного доступа) (Табл. 4).

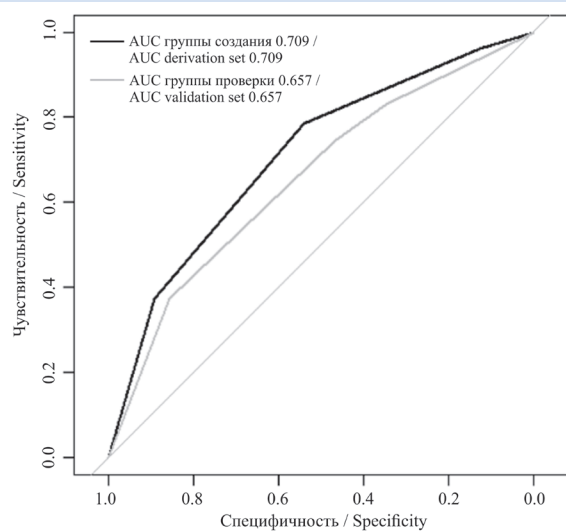


Рисунок 5. Сравнительная характеристика групп создания и проверки

Figure 5. Comparison of the performance of “CHOICE” score in the Derivation and Validation Sets

Обсуждение

За последнее десятилетие показатели технического успеха при реканализации ХОКА значительно выросли. В первую очередь это обусловлено появлением нового эндоваскулярного инструментария. Но, безусловно, внедрение в клиническую практику шкал для прогнозирования исходов ЧКВ ХОКА также сыграло немаловажную роль в повышении показателей

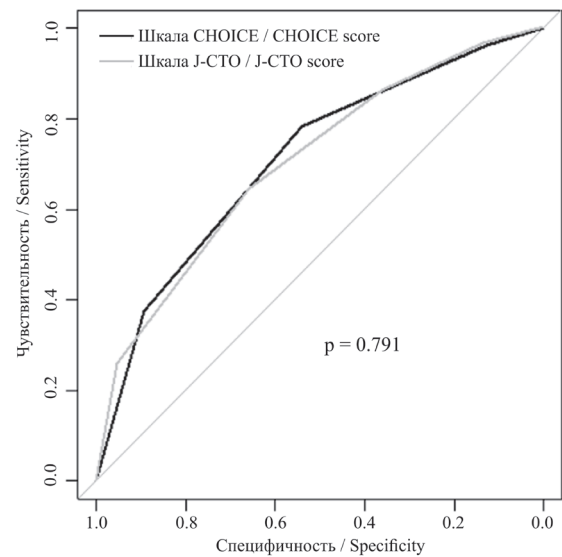


Рисунок 6. Сравнение новой прогностической модели со шкалой J-СТО

Figure 6. Comparison of “CHOICE” score and “J-CTO” score

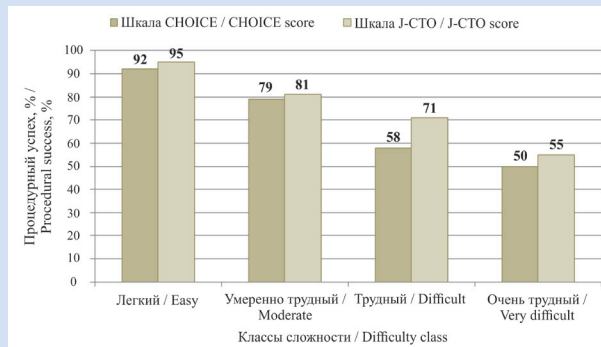


Рисунок 7. Сравнение новой прогностической модели со шкалой J-СТО в зависимости от класса сложности

Figure 7. Comparison of “CHOICE” score and “J-CTO” score by difficulty class

Таблица 3. Проверка прогностической модели методом бутстрэппинга (1000 образцов)
Table 3. Bootstrapped validation (1000 replications)

Предикторы успеха / Predictors of success	В-коэффициент / B-coefficient	Диапазон смещения / Bias	Стандартная ошибка / Std. error	95% ДИ / 95% CI
Извитость / Bending	-1,22	-0,02	0,26	(-1,73, -0,68)
Кальциноз / Calcification	-0,71	-0,02	0,25	(-1,21, -0,21)
Неопределенная культя / Ambiguous stump	-0,93	-0,01	0,26	(-1,44, -0,44)
Поражение артерии-донора / Donor artery disease	-0,83	-0,00	0,28	(-1,41, -0,28)
Локализация окклюзии в бассейне ОА или ПНА / Cx or RCA lesion	-0,53	-0,01	0,27	(-1,07, -0,01)

Примечание: ДИ – доверительный интервал; ПНА – передняя нисходящая артерия;
Note: CI – confidence interval; Cx – circumflex artery; RCA – right coronary artery.

успеха. Тем не менее, ни одна из разработанных на сегодняшний день шкал не изучалась в качестве средства для выбора методики реканализации. Полученная прогностическая модель является первой шкалой, разработанной с этой целью. В рамках данной работы мы стремились доказать следующие положения: процедурный успех при реканализации хронических окклюзий коронарных артерий зависит от ангиографических особенностей пораженного сосуда и артерии донора; разработанная прогностическая модель позволяет оценить вероятность процедурного успеха при чрескожных вмешательствах у пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий; прогностические возможности новой шкалы сопоставимы со шкалой J-СТО для эндоваскулярных вмешательств при хронических окклюзиях коронарных артерий; использование установленного статистическим анализом балльного значения разработанной шкалы позволяет проводить выбор методики реканализации хронических окклюзий коронарных артерий.

Разработанная в этом исследовании шкала «СНОИСЕ» включает в себя пять независимых предикторов процедурного неуспеха: неопределенная культя, кальциноз, извитость в теле окклюзии, локализация окклюзии в бассейне огибающей артерии (ОА) или передней нисходящей артерии (ПНА) и поражение артерии донора. Влияние таких факторов, как кальциноз, извитость, неопределенная культя на технический успех было неоднократно подтверждено более ранними клиническими исследованиями [1, 2,

9]. В то же время фактор поражения артерии-донора был впервые выявлен в нашем исследовании. Неблагоприятное влияние данного фактора, вероятно, связано со снижением возможности ретроградной реканализации в результате снижения количества «интервенционных» коллатералей, а также с созданием препятствия для доступа в коллатеральную сеть. В то время как в некоторых прогностических моделях одним из предикторов неудачи реканализации является поражение ОА, а в других – поражение ПНА [2, 9], в нашем исследовании окклюзии, локализующиеся в ПНА и ОА, демонстрировали более низкую частоту процедурного успеха, что, с одной стороны, связано с потенциальной возможностью направить пациентов с окклюзией ПНА на маммарокоронарное шунтирование, а с другой – техническими трудностями ретроградной реканализации ПНА и ОА. Согласно разработанной прогностической модели, вероятность процедурного успеха при легких окклюзиях (0–1) составляет 92% и уменьшается пропорционально повышению сложности окклюзии.

Мы сравнивали шкалу «СНОИСЕ» со шкалой «J-СТО», так как это наиболее широко используемая на сегодняшний день прогностическая модель, которая неоднократно подвергалась проверкам в рамках многих исследований. И, помимо двух работ [9, 10], большинство исследований (включая крупные регистры) показывают, что данная шкала может применяться для прогнозирования технического успеха [2, 9, 11–13]. Кроме того, клинические и ангиографические характеристики популяции, на основании которой разрабатывалась данная шкала, схожи с таковыми в нашем исследовании. И хотя прогностическая способность обеих шкал была схожей, шкала «СНОИСЕ» имеет ряд существенных преимуществ: во-первых, количество субъективных предикторов в ней сведено к минимуму, во-вторых, в нашем исследовании ЧКВ ХОКА выполнялись операторами с различным опытом, что позволяет экстраполировать результаты на общую популяцию эндоваскулярных хирургов, в-третьих, она позволяет не только прогнозировать процедурный успех, но и выбрать исходную стратегию реканализации.

Выбор стратегии реканализации ХОКА – один из наиболее сложных вопросов в области лечения данной группы пациентов. Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов по реваскуляризации миокарда, ретроградная реканализация ХОКА

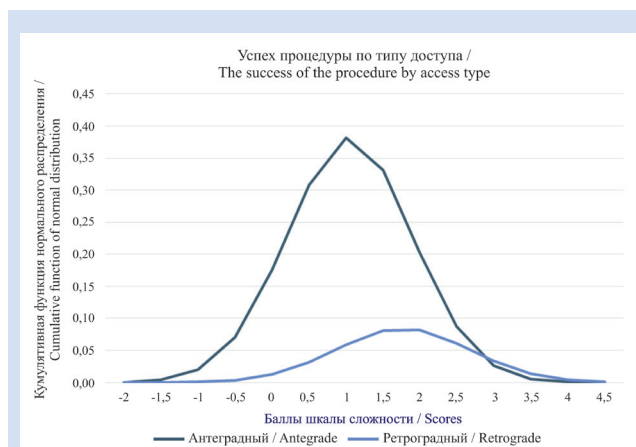


Рисунок 8. Распределение баллов шкалы сложности в зависимости от стратегии реканализации
Figure 8. Distribution of scores depending on the recanalization strategy

Таблица 4. Показатели успеха с использованием различных стратегий реканализации в зависимости от категории сложности
Table 4. Procedural success by difficulty score and strategy

Баллы / Scores	Антеградный подход / Antegrade strategy, n = 378	Ретроградный подход / Retrograde strategy, n = 99	Всего / Total, n = 477
<1	127 (93%)	10 (77%)	137 (92%)
≥1 <2	117 (79%)	33 (88%)	150 (79%)
≥2 <3	46 (60%)	19 (56%)	65 (58%)
≥3	6 (35%)	8 (73%)	14 (50%)

может рассматриваться после неудачной антеградной попытки или у некоторых пациентов как первичный подход.

Однако четких критериев относительно выбора того или иного метода эндоваскулярной реканализации, основанных на клинических или ангиографических характеристиках, в настоящий момент не существует.

На сегодняшний день широкое распространение получили два подхода в выборе той или иной методики реканализации: гибридный алгоритм и азиатско-тихоокеанский алгоритм. Однако оба подхода имеют существенные ограничения. Так, гибридный алгоритм предлагает использовать стратегию субинтимальной реканализации в качестве первичной стратегии наряду с антеградной и ретроградной методикой, несмотря на то, что данная техника имеет ряд существенных ограничений, таких как высокий риск рестеноза и вероятность потери боковых ветвей. По данным Tajti с соавт., при использовании данного подхода первичная стратегия оказывалась успешной только в 55% случаев [14]. В азиатско-тихоокеанском алгоритме широко используются предпроцедурная компьютерная томография и внутрисосудистое ультразвуковое исследование, что оказывает существенное влияние на выбор исходной стратегии реканализации и не применяется рутинно в большинстве мировых центров.

В данной ситуации применение шкал может потенциально быть использовано для определения оптимальной методики ЧКВ [15]. При этом очень важно, чтобы подобная шкала была разработана на основании подходов к реканализации, используемых в конкретном центре. Предложенная нами шкала позволяет проводить выбор между антеградной и ретроградной методиками реканализации ХОКА в качестве первичного подхода за счет использования установленного статистическим анализом балльного значения. При этом мы считаем, что использование таких комплексных методик, как субинтимальная реканализация и реканализация под контролем ВСУЗИ, не оправдано в качестве первичной стратегии ввиду их сложности и высокого риска осложнений. С другой стороны, данные методики могут быть полезны у некоторых пациентов, особенно после неуспешной попытки реканализации, и должны быть в арсенале эндоваскулярного хирурга, занимающегося пробле-

мой ХОКА. Согласно шкале «СНОИСЕ» у пациентов с баллами 3 и более (очень трудные окклюзии) использование ретроградного подхода в качестве первичной стратегии сопровождается более высокими показателями процедурного успеха по сравнению с антеградной реканализацией. В нашем исследовании таких поражений было менее 10%. Также большая группа пациентов с умеренно трудными окклюзиями (2–3 балла) имеет сопоставимые вероятности успеха между двумя стратегиями. У этих пациентов очень важно принять решение о смене стратегии в случае ее неуспеха. Мы считаем, что использование шкалы может не только значительно повысить показатели процедурного успеха, но и сократить время вмешательства, уменьшить количество используемого контрастного вещества и расходных материалов. Таким образом, у пациентов с ХОКА необходима тщательная предпроцедурная оценка коронарограмм для определения ангиографических характеристик поражения, влияющих на успех реканализации. При этом расчет вероятности процедурного успеха должен проводиться на основании одной из существующих шкал в зависимости от опыта и методик реканализации, применяемых в конкретном центре.

Заключение

Новая прогностическая модель обладает умеренной прогностической способностью, сопоставимой со шкалой J-СТО. При этом шкала «СНОИСЕ» позволяет определить исходную стратегию реканализации с наибольшей вероятностью успеха, что впоследствии может значительно повысить показатели технического успеха. Таким образом, требуется дальнейшее исследование для подтверждения этой гипотезы.

Конфликт интересов

Хелимский Д.А. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Крестьянинов О.В. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Бадоян А.Г. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Пономарев Д.Н. заявляет об отсутствии конфликта интересов. Покушалов Е.А. заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

Хелимский Дмитрий Александрович, аспирант центра интервенционной кардиологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

Крестьянинов Олег Викторович, кандидат медицинских наук, врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, заведующий кардиохирургическим отделением интервенционной кардиологии №2 центра интервенционной кардиологии Федерального государственного бюджетного

Author Information Form

Khelimskii Dmitrii A., fellow in the Interventional Cardiology Center of E. Meshalkin National Medical Research center, Novosibirsk, Russian Federation;

Krestyaninov Oleg V., MD, PhD, intensivist, Head of the Cardiac Surgery Department in the Interventional Cardiology Center of E. Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation;

учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

Бадоян Арам Гозоевич, аспирант центра интервенционной кардиологии Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

Пономарев Дмитрий Николаевич, кандидат медицинских наук, врач-анестезиолог-реаниматолог Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация;

Покушалов Евгений Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, руководитель центра интервенционной кардиологии, заместитель директора по научно-экспериментальной работе Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация.

Badoyan Aram G., fellow in the Interventional Cardiology Center of E. Meshalkin National Medical Research center, Novosibirsk, Russian Federation;

Ponomarev Dmitrii N., MD, PhD, intensivist in the E. Meshalkin National Medical Research center, Novosibirsk, Russian Federation;

Pokushalov Evgeny A., MD, PhD, Professor, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director, Head of Interventional Cardiology Center of E. Meshalkin National Medical Research center, Novosibirsk, Russian Federation.

Вклад авторов в статью

ХДА – получение и анализ данных, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

КОВ – вклад в концепцию исследования, внесение корректировок в статью, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

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

ПДН – анализ и интерпретация данных, внесение корректировок в статью, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание;

ПЕА – вклад в концепцию и дизайн исследования, внесение корректировок в статью, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание.

Author Contribution Statement

KhDA – data collection and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content;

KOV – contribution to the concept of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

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

PDN – data analysis and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content;

PEA – contribution to the concept and design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Morino Y., Abe M., Morimoto T., Kimura T., Hayashi Y., Muramatsu T., Ochiai M. et al. Predicting successful guidewire crossing through chronic total occlusion of native coronary lesions within 30 minutes: the J-CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) score as a difficulty grading and time assessment tool. *JACC Cardiovasc Interv.* 2011; 4: 213–221. DOI: 10.1016/j.jcin.2010.09.024.
- Christopoulos G., Kandzari D.E., Yeh R.W., Jaffer F.A., Karpaliotis D., Wyman M.R. et al. Development and validation of a novel scoring system for predicting technical success of chronic total occlusion percutaneous coronary interventions: the PROGRESS CTO (Prospective Global Registry for the Study of Chronic Total Occlusion Intervention) score. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016; 9: 1–9. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.09.022.
- Alessandrino G., Chevalier B., Lefevre T., Sanguineti F., Garot P., Untersee T. et al. A clinical and angiographic scoring system to predict the probability of successful first-attempt percutaneous coronary intervention in patients with total chronic coronary occlusion. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015; 8: 1540–1548.
- Brilakis E. *Manual of Coronary Chronic Total Occlusion Interventions: A Step-by- Step Approach.* 2nd ed. Cambridge, MA: Elsevier; 2017.
- Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., Simoons M.L., Chaitman B.R., White H.D. et al. Third universal definition of myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2012; 60: 1581–98. doi: 10.1093/eurheartj/ehs184.
- Werner G.S., Ferrari M., Heinke S., Kuethe F., Surber R., Richartz B.M., Figulla H.R. Angiographic assessment of collateral connections in comparison with invasively determined collateral function in chronic coronary occlusions. *Circulation.* 2003; 107(15): 1972–7. DOI: 10.1161/01.CIR.0000061953.72662.3A
- Rentrop K.P., Cohen M., Blanke H., Phillips R.A. Changes in collateral channel filling immediately after controlled coronary artery occlusion by an angioplasty balloon in human subjects. *J Am Coll Cardiol.* 1985; 5(3): 587–92.
- Sianos G., Barlis P., Di Mario C., Papafaklis M.I., Büttner J., Galassi A.R. et al. European experience with the retrograde approach for the recanalization of coronary artery chronic total occlusions. A report on behalf of the EuroCTO Club. *EuroIntervention* 2008; 4: 84–92.
- Galassi A.R., Boukhris M., Azzarelli S., Castaing M., Marzà F., Tomasello S.D. Percutaneous coronary revascularization for chronic total occlusions: a novel predictive score of technical failure using advanced technologies. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016; 9: 911–922. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.01.036.

10. Nombela-Franco L., Urena M., Jerez-Valero M., Nguyen C.M., Ribeiro H.B., Bataille Y. et al. Validation of the J-chronic total occlusion score for chronic total occlusion percutaneous coronary intervention in an independent contemporary cohort. *Circ Cardiovasc Intervent* 2013; 6: 635–643. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.113.000447.

11. Tanaka H., Morino Y., Abe M., Kimura T., Hayashi Y., Muramatsu T. et al. Impact of J-CTO score on procedural outcome and target lesion revascularisation after percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion: a substudy of the J-CTO Registry (Multicentre CTO Registry in Japan). *EuroIntervention* 2016; 11: 981–988. DOI: 10.4244/EIJV11I9A202.

12. Karatasakis A., Danek B.A., Karpaliotis D., Alaswad K., Jaffer F.A., Yeh R.W. et al. Comparison of various scores for predicting success of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Int J Cardiol* 2016; 224: 50–56. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.08.317.

13. Maeremans J., Walsh S., Knaapen P., Spratt J.C., Avran

A., Hanratty C.G. et al. The hybrid algorithm for treating chronic total occlusions in Europe: The RECHARGE registry. *J Am Coll Cardiol* 2016; 68: 1958–1970. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.08.034.

14. Tajti P., Karpaliotis D., Alaswad K., Jaffer F.A., Yeh R.W., Patel M. et al. The Hybrid Approach to Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention: Update from the PROGRESS-CTO (PROspective Global REgistry for the Study of Chronic Total Occlusion Intervention) Registry. *JACC: Cardiovascular Interventions*, July 23, 2018, 11(14) 1325–1335; DOI: 10.1016/j.jcin.2018.02.036

15. Хелимский Д. А., Крестьянинов О. В., Шермук А. А., Ибрагимов Р. У., Марченко А. В., Редькин Д. А., Гранкин Д. С., Прохорихин А. А., Кретов Е. И. Прогнозирование исхода эндоваскулярных вмешательств у пациентов с хроническими окклюзиями коронарных артерий. Можем ли мы предсказать результат? Патология кровообращения и кардиохирургия. 2017; 21(1): 91–97. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-1-91-97>.

REFERENCES

1. Morino Y., Abe M., Morimoto T., Kimura T., Hayashi Y., Muramatsu T., Ochiai M. et al. Predicting successful guidewire crossing through chronic total occlusion of native coronary lesions within 30 minutes: the J-CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) score as a difficulty grading and time assessment tool. *JACC Cardiovasc Interv.* 2011; 4: 213–221. DOI: 10.1016/j.jcin.2010.09.024.

2. Christopoulos G., Kandzari D.E., Yeh R.W., Jaffer F.A., Karpaliotis D., Wyman M.R. et al. Development and validation of a novel scoring system for predicting technical success of chronic total occlusion percutaneous coronary interventions: the PROGRESS CTO (Prospective Global Registry for the Study of Chronic Total Occlusion Intervention) score. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016; 9: 1–9. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.09.022.

3. Alessandrino G., Chevalier B., Lefevre T., Sanguineti F., Garot P., Untersee T. et al. A clinical and angiographic scoring system to predict the probability of successful first-attempt percutaneous coronary intervention in patients with total chronic coronary occlusion. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015; 8: 1540–1548.

4. Brilakis E. *Manual of Coronary Chronic Total Occlusion Interventions: A Step-by- Step Approach*. 2nd ed. Cambridge, MA: Elsevier; 2017.

5. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S., Simoons M.L., Chaitman B.R., White H.D. et al. Third universal definition of myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2012; 60: 1581–98. doi: 10.1093/eurheartj/ehs184.

6. Werner G.S., Ferrari M., Heinke S., Kuethe F., Surber R., Richartz B.M., Figulla H.R. Angiographic assessment of collateral connections in comparison with invasively determined collateral function in chronic coronary occlusions. *Circulation*. 2003; 107(15): 1972–7. DOI: 10.1161/01.CIR.0000061953.72662.3A

7. Rentrop K.P., Cohen M., Blanke H., Phillips R.A. Changes in collateral channel filling immediately after controlled coronary artery occlusion by an angioplasty balloon in human subjects. *J Am Coll Cardiol*. 1985; 5(3): 587–92.

8. Sianos G., Barlis P., Di Mario C., Papafaklis M.I., Büttner J., Galassi A.R. et al. European experience with the retrograde approach for the recanalization of coronary artery chronic total occlusions. A report on behalf of the EuroCTO Club. *EuroIntervention* 2008; 4: 84–92.

9. Galassi A.R., Boukhris M., Azzarelli S., Castaing M., Marza F., Tomasello S.D. Percutaneous coronary revascularization for chronic total occlusions: a novel predictive score of technical failure using advanced technologies. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016; 9: 911–922. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.01.036.

10. Nombela-Franco L., Urena M., Jerez-Valero M., Nguyen C.M., Ribeiro H.B., Bataille Y. et al. Validation of the J-chronic total occlusion score for chronic total occlusion percutaneous coronary intervention in an independent contemporary cohort. *Circ Cardiovasc Intervent* 2013; 6: 635–643. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.113.000447.

11. Tanaka H., Morino Y., Abe M., Kimura T., Hayashi Y., Muramatsu T. et al. Impact of J-CTO score on procedural outcome and target lesion revascularisation after percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion: a substudy of the J-CTO Registry (Multicentre CTO Registry in Japan). *EuroIntervention* 2016; 11: 981–988. DOI: 10.4244/EIJV11I9A202.

12. Karatasakis A., Danek B.A., Karpaliotis D., Alaswad K., Jaffer F.A., Yeh R.W. et al. Comparison of various scores for predicting success of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Int J Cardiol* 2016; 224: 50–56. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.08.317.

13. Maeremans J., Walsh S., Knaapen P., Spratt J.C., Avran A., Hanratty C.G. et al. The hybrid algorithm for treating chronic total occlusions in Europe: The RECHARGE registry. *J Am Coll Cardiol* 2016; 68: 1958–1970. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.08.034.

14. Tajti P., Karpaliotis D., Alaswad K., Jaffer F.A., Yeh R.W., Patel M. et al. The Hybrid Approach to Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention: Update from the PROGRESS-CTO (PROspective Global REgistry for the Study of Chronic Total Occlusion Intervention) Registry. *JACC: Cardiovascular Interventions*, July 23, 2018, 11(14) 1325–1335; DOI: 10.1016/j.jcin.2018.02.036

15. Khelinskii D.A., Krestyaninov O.V., Shermuk A.A., Ibragimov R.U., Marchenko A.V., Redkin D.A., Grankin D.S., Prokhorikhin A.A.1, Kretov E.I. Predicting endovascular intervention outcomes in patients with chronic total occlusion of coronary artery. Can we forecast the results? *Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2017; 21(1): 91–97. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-1-91-97>. (In Russian)

Для цитирования: Д.А. Хелимский, О.В. Крестьянинов, А.Г. Бадоян, Д.Н. Пономарев, Е.А. Покушалов. Прогностическая модель для выбора методики реканализации хронических окклюзий коронарных артерий. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2018; 7 (4): 51-61. DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-4-51-61

To cite: D.A. Khelinskii, O.V. Krestyaninov, A.G. Badoyan, D.N. Ponomarev, E.A. Pokushalov. Predictive score for choosing strategy for chronically occluded coronary artery recanalization. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2018; 7 (4): 51-61. DOI: 10.17802/2306-1278-2018-7-4-51-61