



УДК 616.1

DOI 10.17802/2306-1278-2025-14-4-6-17

КАРОТИДНЫЙ АТЕРОСКЛЕРОЗ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПРЕДИКТОР СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОГО РИСКА: АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШКАЛЫ SCORE В ПОПУЛЯЦИИ 40–64 ЛЕТ

В.С. Кавешников¹, И.А. Трубачева¹, С.А. Шальнова²

¹ Научно-исследовательский институт кардиологии – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», ул. Киевская, 111А, Томск, Российская Федерация, 634012; ² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины Министерства здравоохранения Российской Федерации», Петроверигский пер. 10, стр. 3, Москва, Российская Федерация, 101990

Основные положения

- Суммарная высота атеросклеротических бляшек $\geq 1,4$ мм (АСБ14), а также максимальный процент стеноза $> 25\%$ обладают добавленной прогностической ценностью при оценке 10-летнего риска фатальных сердечно-сосудистых событий в популяции практически здоровых мужчин 40–64 лет.
- Интеграция параметра АСБ14 в шкалу SCORE значительно меняет структуру и улучшает стратификацию риска, особенно в клинически значимых диапазонах, где переход между категориями умеренного, высокого и очень высокого риска может влиять на принятие врачебных решений.
- У женщин влияния ультразвуковых параметров на ССР выявлено не было, что, вероятно, связано с особенностями структуры риска и меньшей распространенностью каротидного атеросклероза в данной популяции.

Цель

Изучить добавленную прогностическую ценность ультразвуковых параметров каротидного атеросклероза при оценке 10-летнего риска фатальных сердечно-сосудистых событий по шкале SCORE в практически здоровой популяции и разработать таблицу пересчета риска для действующих показателей.

Материалы и методы

В исследовании использованы данные 777 представителей репрезентативной выборки неорганизованного населения 40–64 лет (299 мужчин, 478 женщин), сформированной в рамках исследования ЭССЕ-РФ (Томск). Проводился кардиологический скрининг, ультразвуковое исследование сонных артерий, оценка сердечно-сосудистого риска (ССР) по шкале SCORE, 10-летнее проспективное наблюдение. Все участники подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Статистический анализ включал методы регрессионного моделирования Вейбулла, оценку добавленной ценности параметров (отношение правдоподобия, AIC, AUC), калибровки, пересчет риска методами относительного риска и Байеса, анализ реклассификации (NRI).

Результаты

У мужчин суммарная высота атеросклеротических бляшек (АСБ) $\geq 1,4$ мм и максимальный процент стеноза $> 25\%$ показали добавленную прогностическую ценность при использовании шкалы SCORE. При интеграции суммарной высоты АСБ $\geq 1,4$ мм в систему стратификации SCORE реклассификация риска затронула 54,9% мужчин (NRI = 0,41; $p = 0,022$), особенно в промежуточных категориях (умеренный, высокий риск). Категория риска повысилась у 22% и понизилась у 32,9% мужчин. У женщин значимой связи между ультразвуковыми параметрами и ССР выявлено не было, что связано с особенностями распределения и низким общим уровнем риска. Разработана таблица SCORE-специфического пересчета ССР на основе критерия суммарной высоты АСБ $\geq 1,4$ мм.

Заключение

Результаты исследования подчеркивают важность учета субклинического атеросклероза при оценке ССР, особенно у мужчин с промежуточными значениями SCORE. Включение отдельных ультразвуковых параметров в существующую систему улучшает стратификацию риска и может влиять на клинические решения. Разработанная таблица пересчета риска на основе критерия суммарной высоты АСБ $\geq 1,4$ мм предоставляет практический инструмент, способствующий персонализации лечебно-профилактических мероприятий.

Для корреспонденции: Владимир Сергеевич Кавешников, kaveshnikov29@yandex.ru, адрес: ул. Киевская, 111А, Томск, Российская Федерация, 634012

Corresponding author: Vladimir S. Kaveshnikov, kaveshnikov29@yandex.ru, address: 111a, Kievskaya St., Tomsk, Russian Federation, 634012

Полученные данные демонстрируют потенциал ультразвуковых маркеров атеросклероза в улучшении существующих методов оценки риска и могут представлять определенный интерес для разработки персонализированных подходов к профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, однако для подтверждения свойств предложенной модели нужны дальнейшие исследования.

Ключевые слова Каротидный атеросклероз • SCORE • Сердечно-сосудистый риск • Атеросклеротические бляшки • Стратификация риска

Поступила в редакцию: 05.07.2025; поступила после доработки: 25.07.2025; принята к печати: 11.08.2025

CAROTID ATHEROSCLEROSIS AS AN ADDITIONAL PREDICTOR OF CARDIOVASCULAR RISK: ANALYSIS USING THE SCORE IN THE POPULATION AGED 40–64 YEARS

V.S. Kaveshnikov¹, I.A. Trubacheva¹, S.A. Shalnova²

¹ Research Institute of Cardiology, Branch of the Federal State Budgetary Institution “Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences”, 111a, Kievskaya St., Tomsk, Russian Federation, 634012;

² Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Petroverigsky per., 10, building 3, Moscow, Russian Federation, 101990

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

Highlights

- Total carotid plaque thickness ≥ 1.4 mm (TPT14) and the maximum stenosis percentage $> 25\%$ showed added prognostic information in assessing the 10-year risk of fatal cardiovascular events in the population of apparently healthy men aged 40–64 years.
- Integration of the TPT14 parameter into the SCORE significantly changed the risk structure and improves risk stratification, especially in clinically significant ranges where the transition between moderate, high and very high risk categories may influence medical decision-making.
- No effect of ultrasound parameters on cardiovascular risk was found in women, which is probably due to the peculiarities of the risk structure and the lower prevalence of carotid atherosclerosis in this population.

Aim	To research predictive value of ultrasound carotid plaque parameters in assessing 10-year cardiovascular risk (CVR) once added to SCORE in apparently healthy population and developing a risk recalculation table for actual parameters.
Methods	We analyzed data from 777 members of representative sample of unorganized population aged 40–64 years, formed as part of the ESSE-RF study (299 men, 478 women). Cardiac screening, carotid ultrasound, CVR assessment by SCORE, and 10-year prospective follow-up were performed. All participants signed a voluntary informed consent to participate in the study. Statistical analysis included Weibull regression, estimation of the added value of parameters (likelihood ratio, AIC, AUC), calibration, risk recalculation by relative risk and Bayesian methods, reclassification analysis (NRI).
Results	In men, total carotid plaque thickness ≥ 1.4 mm and maximum stenosis $> 25\%$ showed independent prognostic value once added to SCORE. When integrating the first parameter into SCORE, risk reclassification affected 54.9% of men (NRI = 0.41; p = 0.022), especially in intermediate categories (moderate, high risk). Specifically, the risk category increased in 22% and decreased in 32.9% of men. In women, there was no significant relationship between ultrasound parameters and CVR, assumed due to the risk distribution features and low overall risk level. The table of SCORE-specific CVR recalculation was developed based on total plaque thickness ≥ 1.4 mm parameter.
Conclusion	The study emphasizes importance of taking subclinical atherosclerosis into account when assessing CVR, especially in men with intermediate SCORE values. Adding specific ultrasound parameters improves risk stratification and can influence clinical decisions. The proposed risk recalculation system provides

a practical tool that facilitates personification of therapeutic and preventive measures. Overall, the work demonstrates potential of ultrasound atherosclerosis parameters in improving existing risk assessment methods and may be of particular interest for development of personalized approaches to CVD prevention, however, additional studies are needed to confirm the properties of the model proposed.

Keywords

Carotid atherosclerosis • SCORE • Cardiovascular risk • Carotid plaques • Risk stratification

Received: 05.07.2025; received in revised form: 25.07.2025; accepted: 11.08.2025

Список сокращений

АСБ – атеросклеротическая бляшка	ССР – сердечно-сосудистый риск
КАС – каротидный атеросклероз	ССС – сердечно-сосудистые события
СП – стандартизованный показатель	ТКИМ – толщина комплекса «интима-медиа»
ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания	ФР – факторы риска

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются ведущей причиной смертности в мире, особенно в популяциях среднего возраста [1], что определяет необходимость совершенствования методов стратификации индивидуального риска [2–4]. Для оценки сердечно-сосудистого риска (ССР) принципиально важным является применение стандартных инструментов, поскольку интуитивные оценки риска существенно расходятся с реальностью не только у пациентов, но и у врачей [2]. В основе таких инструментов лежит возможность прогнозирования сердечно-сосудистых событий (ССС) на относительно длительные периоды времени, такие как десять лет или более. В России для оценки суммарного ССР широко используется шкала SCORE (Systematic COronary Risk Evaluation), однако данный инструмент основан на традиционных ФР (возраст, пол, курение, артериальное давление и уровень общего холестерина) и не принимает в расчет дополнительные факторы, учет которых может несколько изменить вычисленный риск [2, 5]. Важная роль в данном аспекте отводится параметрам, отражающим структурно функциональные изменения в артериях. Непринятие в расчет информации о состоянии сосудов рассматривается как существенное ограничение современных моделей риска [3]. Обсуждается возможность повышения эффективности стратификации риска с помощью таких инструментальных методов, как коронарный кальциевый индекс, КТ-коронарография, ультразвуковое исследование каротидных артерий, артериальная жесткость [2, 3].

Одним из потенциальных модификаторов ССР является субклинический атеросклероз, выявляемый с помощью ультразвукового исследования сонных артерий [3]. В контексте стратификации риска обсуждаются такие ультразвуковые параметры, как наличие, количество, максимальная и суммарная толщина атеросклеротических бляшек

(АСБ), а также измеряемая в аналогичном аспекте степень стеноза [6]. В основном роль данных параметров изучена в отношении риска возникновения комбинированных СССР. В отдельных работах, однако, показана связь данных показателей с сердечно-сосудистой и общей смертностью в популяциях среднего возраста [7–10]. Интеграция ультразвуковых фенотипов в существующие модели риска (SCORE, Framingham Risk Score) демонстрирует обнадеживающие результаты: в ряде исследований показано умеренное, но отчетливое улучшение классификации ССР [3]. В целом, накопленные данные свидетельствуют о перспективности использования ультразвуковых параметров АСБ в профилактической кардиологии. Однако вопросы о том, какие именно параметры обладают наибольшей добавленной прогностической ценностью, и как их следует интегрировать в существующие шкалы риска, остаются дискуссионными.

Цель данного исследования – изучить добавленную прогностическую ценность ультразвуковых параметров КАС при оценке 10-летнего риска фатальных СССР по шкале SCORE в практически здоровой популяции и разработать таблицу пересчета риска для действующих показателей.

Материалы и методы

Исследование выполнено по единому методическому протоколу Национального многоцентрового эпидемиологического исследования «ЭССЕ-РФ». Дизайн исследования двухэтапный (одномоментное поперечное, 10-летнее проспективное). Протокол исследования одобрен независимым локальным этическим комитетом. В рамках исследования (Томск) сформирована репрезентативная выборка неорганизованного населения 25–64 лет ($n = 1600$), участникам которой на этапе одномоментного исследования проведен стандартный кардиологический скрининг и ультразвуковое исследование сонных артерий. В анализ включены данные 777 ре-

спондентов 40–64 лет (299 мужчин, 478 женщин), у которых применима шкала SCORE, т.е. отсутствовали априорные признаки высокого и очень высокого риска (очевидно здоровая популяция). Дизайн исследования, метод формирования выборки были подробно представлены ранее [11]. Все обследованные подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Дуплексное исследование сонных артерий выполнено на ультразвуковом сканере высокого класса линейным датчиком 7,5 MHz. Все измерения осуществлялись в соответствии с опубликованными ранее методиками [12, 13]. Анализируемая выборка была взвешена по половозрастному составу населения.

Суммарный ССР определяли по табличному варианту шкалы SCORE для стран с высоким риском [5]. Лица 40–64 лет ($n = 1\,096$) были классифицированы на четыре группы: низкого, умеренного, высокого и очень высокого риска. К категории очень высокого риска отнесли лиц с установленными сердечно-сосудистыми заболеваниями (перенесенный инфаркт миокарда, ишемическая болезнь сердца, стенокардия, ишемический инсульт, каротидный стеноз $\geq 50\%$), сахарным диабетом с одним и более факторами риска (ФР) или поражением органов-мишеней, а также пациентов с хронической болезнью почек (скорость клубочковой фильтрации < 30 мл/мин/1,73 м²). Кроме того, в эту группу включили лиц без априорных индикаторов риска, но с показателем SCORE $\geq 10\%$. Группа высокого риска состояла из участников с выраженными нарушениями липидного обмена (общий холестерин ≥ 8 ммоль/л), тяжелой артериальной гипертензией (АД $\geq 180/110$ мм рт. ст.), сахарным диабетом без дополнительных ФР, умеренным снижением скорости клубочковой фильтрации (30–59 мл/мин/1,73 м²), а также тех, у кого SCORE находился в диапазоне 5–9%. Умеренный риск был определен при значениях SCORE от 1% до 4%, а низкий риск – при показателе SCORE $< 1\%$. Стандартизованная структура ССР анализируемой выборки (низкий, умеренный, высокий, очень высокий) составила: 3,9 | 52,8 | 30,7 | 12,6% – у мужчин и 28,7 | 67,2 | 3,3 | 0,8% у женщин, соответственно.

В проспективном когортном наблюдении один раз в два года с помощью прямого и непрямого контакта определялись конечные точки. В первую очередь устанавливали жизненный статус участника, затем – причины смерти, закодированные по международной классификации болезней (МКБ-10). Среднее время проспективного наблюдения составило 10,3 лет. За это время в анализируемой когорте зарегистрирован 21 случай смерти от ССЗ (2,7%), стандартизованный показатель (СП) – 2,37%: 5,02% у мужчин, 1,26% у женщин, СП – 4,57 и 1,11%, соответственно. Потерян контакт с 9 участниками (1,2%).

Статистический анализ

Статистический анализ осуществляли в программах Stata (11) и R (4,43). Сравнение частот проводили методом хи-квадрат и точным тестом Фишера. При оценке распределения непрерывных переменных опирались на данные гистограммы и тест Колмогорова–Смирнова. Для сравнения количественных показателей применяли t-test Стьюдента и критерий Манна–Уитни. Моделирование ССР проводилось методом пропорционального риска Вейбулла. Анализ выполнялся отдельно по полу при коррекции ультразвуковых параметров на величину SCORE. Проверка гипотезы о пропорциональности риска осуществлялась путем графической оценки кривых зависимости логарифмов прогнозируемого вреда от времени наблюдения, среди лиц, имеющих и не имеющих рассматриваемый ультразвуковой признак. Оценку добавленной ценности прогностических моделей проводили методами отношения правдоподобия и информационного критерия Akaike (AIC). Оптимальные критерии бинаризации определялись методом χ^2 -дискретизации в пределах 25–75% перцентилей значения признаков. Рекалибровку ССР осуществляли методами относительного риска и Байеса на основе данных регрессионных моделей. За фактор изменения риска (Δ риск) при добавлении ультразвукового параметра принималось отношение индивидуальных прогнозных оценок, полученных в расширенной модели (SCORE + ультразвуковой параметр) к таковым в базовой модели (SCORE). Обновленный риск рассчитывался путем произведения актуального значения SCORE на Δ риск. Методом Байеса обновленный риск рассчитывали на основе данных расширенной модели, используя показатель распространенности ультразвукового признака, а также обусловленные его наличием показатели риска. При наличии и отсутствии ультразвукового признака расчёт осуществляли по формулам: $newRISK_1 = (SCORE \times P_1)/P$ и $newRISK_0 = (SCORE \times (1-P_1))/(1-P)$, где SCORE – исходный риск по шкале SCORE, P_1 – вероятность выявления ультразвукового признака при наступлении события, P – общая вероятность выявления ультразвукового признака. Пост-обработка показателей обновленного риска включала вычисление SCORE-специфических значений на основе 50% перцентилей распределения. Адекватность прогнозных оценок риска оценивали методом Хосмера–Лемешова. Для статистической оценки реклассификации риска использовали методы МакНемара, МакНемара–Боукера и NRI (Net Reclassification Improvement). Статистически значимым считали уровень $p < 0,05$.

Результаты

Сравнительная характеристика обследованной выборки населения в зависимости от пола пред-

ставлена в табл. 1. По SCORE, отдельным ФР и ультразвуковым параметрам более высокие значения наблюдались в мужской популяции. В табл. 2 представлены показатели добавленной значимости исследуемых параметров КАС в прогнозировании 10-летнего риска фатальных ССС, полученные в регрессионных моделях с коррекцией на величину SCORE. Как видно из представленных данных, ни один исследуемый параметр не демонстрировал значимых взаимосвязей у женщин. У мужчин три показателя – наличие, количество АСБ и максимальный процент стеноза демонстрируют лишь слабые взаимосвязи на уровне тенденции. Произведен анализ чувствительности и добавленной значимости в отношении бинарных форм ультразвуковых параметров у мужчин. Результаты анализа представлены в табл. 3. Ряд параметров демонстри-

ровал слабые взаимосвязи, однако два показателя – максимальный процент стеноза > 25% и суммарная высота АСБ $\geq 1,4$ мм (АСБ14) были независимыми предикторами 10-летнего риска фатальных ССС. В связи с низкой статистической значимостью моделей риска (табл. 2) выполнение аналогичной процедуры у женщин признано бесперспективным.

На рис. 1 представлена вероятность выявления максимального процента стеноза > 25% и АСБ14 в зависимости от SCORE у практически здоровых мужчин 40–64 лет по данным локально взвешенной полиномиальной регрессии. Как видно из рисунка, фенотип АСБ14 имеет более высокую распространенность по сравнению с первым показателем. Также отмечено, что максимальная неопределенность выявления АСБ14 соотносится с 5% порогом риска по шкале SCORE. Кроме того, частота выявления

Таблица 1. Характеристика обследованной выборки населения Table 1. Features of the population sample surveyed			
Признак / Feature	Мужчины / Men	Женщины / Women	p
Возраст / Age, m $\pm$ se	52,1 $\pm$ 0,399	51,6 $\pm$ 0,307	0,293
Пол / Sex, n (%)	299 (38,5)	478 (61,5)	–
Систолическое артериальное давление / Systolic blood pressure, M $\pm$ se	140,3 $\pm$ 1,11	131,4 $\pm$ 0,81	< 0,001
Курение / Smoking, n (%)	136 (45,5)	79 (16,5)	< 0,001
Общий холестерин / Total cholesterol, M $\pm$ se	5,90 $\pm$ 0,06	5,90 $\pm$ 0,04	0,982
SCORE, Me [25; 75%]	4 [2; 7]	1 [1; 2]	< 0,001
Наличие АСБ / Plaque presence, n (%)	159 (53,2)	134 (28,0)	< 0,001
Количество АСБ1 / Plaque count1, M $\pm$ se	1,95 $\pm$ 0,083	1,45 $\pm$ 0,067	< 0,001
Максимальный процент стеноза / Maximum stenosis percent, Me [25; 75%]	20 [14; 25]	16 [14; 21]	0,034
Суммарный процент стеноза / Total stenosis percent, Me [25; 75%]	30 [15; 54]	20 [14; 30]	< 0,001
Максимальная высота АСБ (мм) / Maximum plaque thickness (mm), Me [25; 75%]	1,9 [1,6; 2,6]	1,6 [1,4; 2,1]	< 0,001
Суммарная высота АСБ (мм) / Total plaque thickness (mm), Me [25; 75%]	3,2 [1,7; 5,0]	1,8 [1,4; 3,0]	< 0,001

Примечание: ¹Количество АСБ – наличие АСБ в трех сегментах (общая, внутренняя сонная артерия, бифуркация) справа и слева, максимум 6, минимум 0. АСБ – атеросклеротическая бляшка.
Note: ¹Plaque count – presence of plaque in three arterial segments (common, internal carotid artery, bifurcation) on the right and left side, maximum 6, minimum 0.

Таблица 2. Добавленная значимость показателей каротидного атеросклероза в моделях пропорционального риска Table 2. Additive significance of carotid plaque parameters in the proportional risk models						
Фактор / Factor	Мужчины / Men			Женщины / Women		
	HR (95% ДИ) / HR (95% CI)	p	χ^2 модели / model χ^2	HR (95% ДИ) / HR (95% CI)	p	χ^2 модели / model χ^2
Наличие АСБ / Plaque presence	4,33 (0,85–22,03)	0,077	22,45	0,87 (0,11–6,98)	0,896	4,99
Количество АСБ / Plaque count	1,40 (0,95–2,04)	0,088	24,75	0,68 (0,23–1,97)	0,478	5,12
Максимальный процент стеноза / Maximum stenosis percent	1,03 (1,00–1,07)	0,080	25,39	0,97 (0,88–1,08)	0,605	4,86
Суммарный процент стеноза / Total stenosis percent	1,01 (0,99–1,02)	0,215	23,26	0,97 (0,91–1,04)	0,436	5,31
Максимальная высота АСБ / Maximum plaque thickness	1,35 (0,91–2,02)	0,140	24,17	0,71 (0,25–1,99)	0,516	4,94
Суммарная высота АСБ / Total plaque thickness	1,10 (0,93–1,31)	0,259	22,19	0,71 (0,36–1,41)	0,333	5,49

Примечание: АСБ – атеросклеротическая бляшка; ДИ – доверительный интервал; ОР – отношение рисков.
Note: CI – confidence interval; HR – hazard ratio.

данного фенотипа на клинически значимом отрезке SCORE варьирует в ограниченных пределах, что с учетом предыдущих замечаний позволяет считать его оптимальным с точки зрения дальнейшего исследования.

Базовая модель пропорционального риска (SCORE) показала статистическую значимость: $\chi^2 = 22,65$; $df = 1$, $p < 0,001$. Расширенная модель (SCORE + АСБ14) была более информативной по сравнению с базовой моделью: $\chi^2_{LR} = 5,86$; $p = 0,016$; $\Delta AIC = -3,86$. При добавлении интерактивного термина ($\chi^2 = 33,4$; $df = 3$, $p < 0,001$) выявлена слабая тенденция к взаимодействию между SCORE и АСБ14: $b = -0,076$; $p = 0,092$. В данном варианте модель не показала статистически значимого увеличения доли объяснённой дисперсии ($\chi^2_{LR} = 0,459$; $p = 0,498$) и уступала аддитивной модели в отношении AIC ($\Delta AIC = 1,54$). С учетом этого в дальнейшем анализе использовалась аддитивная расширенная модель. По данным графического анализа признаков диспропорциональности риска не выявлено. Площадь под кривой (AUC) для базовой и расширенной моделей составила – 0,778 (95% ДИ 0,67–0,89) и 0,808 (95% ДИ 0,71–0,90), соответственно, $\Delta AUC = 0,030$.

Распространенность фенотипа АСБ14 в обследованной мужской популяции составила 47,8% (СП – 43,9%), с долей в структуре всех случаев КАС – 89,9% (СП – 89,1%). Отметим, как данный параметр соотносится с другими фенотипами КАС. Так, из всех случаев АСБ14 – 38,5% представлено одной АСБ с максимальной высотой $\geq 1,4$ мм; 60,8% – двумя и более АСБ с максимальной высотой хотя бы одной из них $\geq 1,4$ мм и 0,7% – случаями, при которых ≥ 2 АСБ имели максимальную высоту менее 1,4 мм каждая. Таким образом, альтернативным определением рассматриваемого фенотипа может быть следующая формула: АСБ14 = либо одна АСБ $\geq 1,4$ мм (38,5%), либо ≥ 2 АСБ любых размеров (61,5%).

Следующей задачей исследования стало вычисление модифицированного риска и формирование таблицы пересчета, показывающей, каким становится ССР при добавлении критерия АСБ14 к ис-

ходному значению по шкале SCORE. Калибровка риска по шкале SCORE соответствовала ожидаемым параметрам ($\chi^2_{HL} = 2,13$; $df = 5$, $p = 0,831$). Расчёты по двум методам продемонстрировали близкие значения обновлённого риска, хорошо согласующиеся с реальными исходами: $\chi^2_{HL} = 2,205$; $df = 5$, $p = 0,820$ – для модели относительного риска и $\chi^2_{HL} = 5,365$; $df = 5$, $p = 0,373$ – для байесовского подхода. Ввиду преимущества первого способа в отношении калибровки риска, данная модель использовалась для дальнейшего анализа. Таблица пересчета ССР представлена на рис. 2. При наличии признака АСБ14 клинически значимый переход риска происходил при SCORE равном 3–4 – из категории «умеренный» в «высокий», а также при SCORE равном 6–9 – из категории «высокий» в «очень высокий», соответственно. В отсутствие АСБ14 риск снижался и в диапазоне SCORE 5–14 переходил в категорию «умеренный» риск.

При интеграции АСБ14 в полную систему стратификации (4 категории риска) общий процент реклассификации в мужской популяции достигал 54,9%: 22,0% в прямом, 32,9% – в обратном

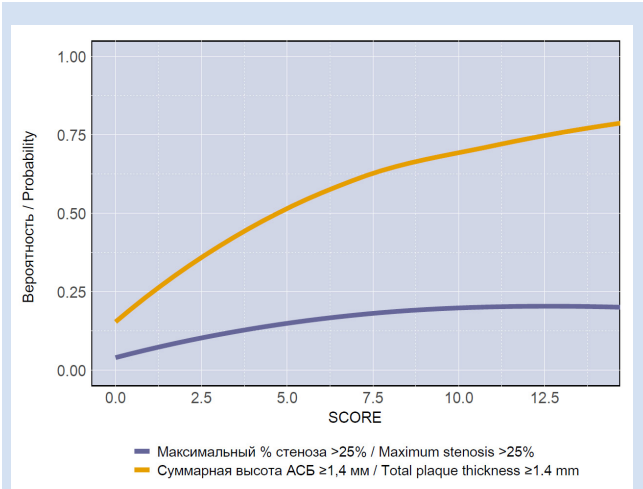


Рисунок 1. Вероятность выявления максимального процента стеноза > 25% и суммарной высоты АСБ $\geq 1,4$ мм в зависимости от SCORE у практически здоровых мужчин 40–64 лет

Примечание: АСБ – атеросклеротическая бляшка.
Figure 1. Probability of detecting maximum stenosis > 25% and total plaque thickness ≥ 1.4 mm by SCORE in apparently healthy 40–64 years old men

Таблица 3. Добавленная значимость бинарных показателей каротидного атеросклероза в моделях пропорционального риска у мужчин

Фактор / Factor	Мужчины / Men		
	HR (95% ДИ) / HR (95% CI)	p	χ^2 модели / model χ^2
Количество АСБ / Plaque count ≥ 1	4,33 (0,85–22,0)	0,077	22,45
Максимальный процент стеноза / Maximum stenosis > 25%	3,47 (1,13–10,7)	0,030	26,72
Суммарный процент стеноза / Total stenosis $\geq 30\%$	2,99 (0,85–10,5)	0,088	28,03
Максимальная высота АСБ / Maximum plaque thickness $\geq 1,3$ мм / mm	3,74 (0,93–15,1)	0,063	24,98
Суммарная высота АСБ / Total plaque thickness $\geq 1,4$ мм / mm	5,47 (1,10–27,3)	0,038	22,63

Примечание: АСБ – атеросклеротическая бляшка; ДИ – доверительный интервал; ОР – отношение рисков.
Note: CI – confidence interval; HR – hazard ratio.

направлении. Изменение структуры риска было статистически значимым: $\chi^2 = 92,98$; $df = 4$, $p < 0,001$; $NRI = 0,413 \pm 0,18$; $p = 0,022$. Обновленная структура риска у мужчин составила: 19,8 | 44,4 | 13,6 | 22,2%. Наибольшие проценты перехода риска наблюдались из групп умеренного и высокого риска – 47,4 и 87,8%, соответственно; 24,3% – из категории очень высокого ССР. Ни одного случая реклассификации не зафиксировано из группы низкого риска (рис. 3). Таким образом, при добавлении АСБ14 существенно возрастала численность крайних категорий за счет сокращения промежуточных категорий риска ($\chi^2 = 59,21$; $df = 1$, $p < 0,001$). Для количественного анализа реклассификации ССР по 5% порогу SCORE были объединены категории низкого и умеренного (далее «низкий») и высокого/

очень высокого риска (далее «высокий»), соответственно. В результате 16,2% мужчин низкого риска было реклассифицировано в высокий, а 38,6% высокого риска в низкий, соответственно. В целом в данном аспекте реклассифицировано 25,9% очевидно здоровой мужской популяции, в частности 9,2% – в прямом и 16,7% – в обратном направлении. Изменение структуры риска по 5% порогу было статистически значимым: $\chi^2 = 6,37$; $df = 1$, $p = 0,012$; $NRI = 0,082 \pm 0,15$; $p = 0,577$. Проведен анализ чувствительности в отношении NRI: получение статистически значимого результата возможно при условии увеличения анализируемой выборки в 13 и более раз ($n > 3848$).

Обсуждение

В основе концепции профилактики ССЗ лежит выявление среди населения лиц, у которых коррекция ФР принесет прогностическую пользу, при этом предполагается, что градиент лечебно-профилактических мероприятий возрастает соразмерно уровню ССР. Согласно действующим рекомендациям по кардиоваскулярной профилактике базовая оценка риска должна осуществляться с помощью шкалы SCORE для стран с высоким уровнем ССР. Именно на этом инструменте основаны многие принятые и используемые в РФ алгоритмы профилактических обследований, определения лечебной тактики и нормативные документы [2]. В рамках современных европейских рекомендаций предложены новые инструменты для определения ССР – SCORE2 и SCORE2-OP, рассчитывающие 10-летний риск фатальных и нефатальных ССС среди лиц 40–69 и старше 69 лет, соответственно [3]. Вместе с тем, отмечается, что практические возможности использования данных инструментов в Российской Федерации в современных условиях вызывают некоторые сомнения, связанные с отсутствием повсеместной доступности и экономической нецелесообразностью определения липидного профиля для массового скрининга населения. Таким образом, на сегодняшний день SCORE остается действующим инструментом стратификации ССР, однако при наличии возможности для уточнения риска возможно параллельное использование шкалы SCORE2 [2].

Согласно полученным данным, ни один из изучаемых параметров не показал статистической значимой ассоциации с 10-летним риском фатальных ССС у женщин. Такие результаты можно объяснить значительным преобладанием в структуре ССР категорий низкого и умеренного риска, более низкой по сравнению с мужчинами частотой выявления КАС и фатальных ССС. Схожие закономерности выявлены в мужской популяции в отношении наличия АСБ и непрерывно распределенных количественных параметров. Вместе с тем, два пороговых критерия продемонстрировали у мужчин добавлен-

SCORE	SCORE + АСБ14 (+)	SCORE + АСБ14 (-)
0	0	0
1	2	0
2	4	1
3	6	1
4	7	1
5	9	2
6	11	2
7	12	2
8	13	3
9	15	3
10	16	3
11	17	3
12	18	3
13	19	4
14	20	4
15	21	5

Рисунок 2. Таблица модификации сердечно-сосудистого риска в зависимости от значения SCORE и наличия фенотипа АСБ14 у практически здоровых мужчин 40–64 лет
Примечание: АСБ – атеросклеротическая бляшка.
Figure 2. Table for cardiovascular risk modification according to SCORE and TPT14 phenotype status in apparently healthy 40–64 years old men

SCORE	0%	1-4%	5-9%	≥10%
0%	100%	0,0%	0,0%	0,0%
1-4%	30,1%	52,6%	17,3%	0,0%
5-9%	0,0%	45,6%	12,2%	42,2%
≥10%	0,0%	21,6%	2,7%	75,7%

Рисунок 3. Таблица реклассификации сердечно-сосудистого риска при добавлении параметра АСБ14 к системе SCORE у практически здоровых мужчин 40–64 лет
Figure 3. Table for cardiovascular risk reclassification by adding TPT14 parameter to the SCORE system in apparently healthy 40–64 years old men

ную информативность: «максимальный процент стеноза $> 25\%$ » и «Plaque Score» или суммарная высота АСБ $\geq 1,4$ мм. Данный фенотип характеризовался достаточно высокой распространенностью и представительностью в отношении выявляемых случаев КАС, что отвечает соответствующим требованиям к новым биомаркерам ССР, изложенным в статье [14].

По данным рекомендаций, общепринятым, клинически значимым порогом высоты АСБ признано значение 1,5 мм [2, 6, 15, 16]. В рекомендациях Американского общества эхокардиографии (2020) в качестве такого критерия, в частности, предложено значение АСБ $\geq 1,5$ мм [16], более консервативное по сравнению с принятым ранее ($> 1,5$ мм) [15]. Оптимальный критерий, полученный в данной работе ($\geq 1,4$ мм), с этой точки зрения является еще более консервативным. Достижение порога 1,4 мм для суммарной высоты АСБ согласно полученным данным возможно в двух ситуациях: если единственная АСБ имеет высоту $\geq 1,4$ мм или выявляются ≥ 2 АСБ любых размеров.

В большинстве опубликованных работ влияние ультразвуковых параметров АСБ на риск возникновения ССС рассматривалось в контексте комбинированных исходов. В отношении фатальных ССС полученные данные согласуются с выводами исследования [10], в котором с повышением рисков было связано выявление ≥ 2 АСБ, а также работ [7, 8], в которых показана ассоциация с риском большего количества АСБ. В исследовании [17] наличие каротидных АСБ без учета количественных аспектов не ассоциировалось с риском фатальных ССС, что также находит подтверждение в нашей работе. В отношении влияния релевантных ультразвуковых параметров на риск нефатальных и комбинированных ССС стоит отметить исследование MESA, в котором максимальный процент стеноза $\geq 25\%$ повышал риск возникновения нефатальных ССС [18], а также работы [19, 20], в которых максимальный, суммарный процент стеноза, количество [19], максимальная высота АСБ [20] ассоциировались с риском комбинированных ССС, соответственно. Хотя упомянутые работы различаются по контексту, дизайну и методам исследования, многие из них свидетельствуют о добавленной информативности количественных ультразвуковых параметров АСБ в моделях ССР.

Добавление АСБ14 к SCORE привело к незначительному улучшению дискриминационных свойств модели. В данном аспекте полученные результаты согласуются с данными популяционных исследований ARIC и OPERA [21, 22], демонстрирующих AUC – 0,755 и 0,743, и Δ AUC – 0,013 и 0,025, при добавлении в модели риска комбинированных событий АСБ / толщины комплекса интима-медиа (ТКИМ) и АСБ, соответственно. Данные получены в популя-

циях среднего возраста, с поправкой на традиционные ФР. Сообщается AUC = 0,62, Δ AUC = 0,05 при добавлении к FRS АСБ / ТКИМ $> 0,9$ мм в когорте очевидно здоровых пациентов 54–74 лет [23]. При интеграции в FRS количества каротидных и феморальных АСБ отмечена AUC = 0,78 [10]. Наиболее высокие значения AUC (0,83) получены в когортном исследовании ARCO в рамках моделирования риска комбинированных ССС при добавлении к SCORE площади АСБ [24].

Важной характеристикой биомаркера ССР является влияние на классификацию риска. Как известно, категории риска «автоматически» не транслируются в рекомендацию начать медикаментозную терапию [3], однако при переходе из одной категории риска в другую предполагается изменение градиента лечебно-профилактических мероприятий [3, 4]. Так, лицам низкого и умеренного риска в основном рекомендуются немедикаментозные меры профилактики ССЗ, в группе высокого риска значительно больше лиц нуждается в медикаментозной профилактике, а в группе очень высокого риска – как правило требуется медикаментозная коррекция ФР [4]. Применение потенциальных модификаторов риска представляется особенно актуальным, если уровень исходного ССР находится в сегменте SCORE, при котором возможна смена категории риска, влияющая на врачебные решения. В ситуациях с низким или очень высоким уровнем риска дополнительная информация в меньшей мере повлияет на решения врача [3]. В практически здоровой популяции 40–64 лет сегмент промежуточного риска в структуре ССР занимает значительную долю, особенно у мужчин. Наряду с пересчетом риска в более высокую категорию важным свойством модификаторов ССР признается способность изменять риск в обратном направлении [3].

Интеграция признака АСБ14 в откалиброванную систему SCORE в данной работе осуществлялась методом относительного риска, показавшим некоторое преимущество по сравнению с методом Байеса. Такой подход позволил максимально сохранить калибровку системы, позволяя при этом индивидуализировать риск в зависимости от состояния каротидных артерий. Согласно полученным результатам интеграция АСБ14 сопровождалась модификацией риска у половины мужской популяции по 4 категориям ССР и у четверти – по 5% порогу SCORE, соответственно. В обоих случаях преобладающим было обратное направление реклассификации. Сообщается о модификации риска у 23% популяции (4 категории риска комбинированных ССС) и NRI = 9,9% при добавлении АСБ/ТКИМ к традиционным ФР [21]. В исследовании [22] при анализе реклассификации по 10% порогу риска фатальных ССС получены NRI = 9,8

и 8,9% в отношении наличия и количества АСБ, соответственно (оба статистически незначимы). В клинических исследованиях [23, 25] получены значения NRI 9,5 и 22,5% при добавлении к FRS высоты АСБ и АСБ/ТКИМ, соответственно. По данным исследования MONICA добавление к FRS количества каротидных и феморальных АСБ сопровождалось значительным улучшением предиктивной модели (NRI = 21%) [10]. В исследовании ARCO при добавлении площади АСБ к SCORE2 NRI составила 24% [24]. Следует подчеркнуть, что практически во всех релевантных работах реклассификация изучалась в контексте комбинированных ССС. В целом данные исследований свидетельствуют о более высоких показателях модификации риска, полученных в рамках полных предиктивных моделей (4 категории), и более низких, не всегда статистически значимых – в рамках сокращенных моделей риска. Такие различия закономерны с учетом того, что в сокращенных моделях переход риска фактически наблюдается между двумя смежными промежуточными категориями, а согласно полученным данным при интеграции АСБ14 реклассификация в значительной мере затрагивала и крайние категории риска.

Таким образом, полученные данные демонстрируют схожие с другими исследованиями закономерности в отношении добавленной информативности АСБ14, дискриминационных свойств модели, масштаба реклассификации по пороговому значению риска. Относительно более высокие показатели получены в отношении процента реклассификации и NRI в рамках полной предиктивной модели ССР, что не противоречит результатам других работ с учетом методических различий. Данные исследования подтверждают необходимость учета при определении риска количественных параметров КАС и демонстрируют, что наименьшие по размеру единичные АСБ (< 1,4 мм) не участвуют в формировании показателей ССР в популяции мужчин, у которых применима шкала SCORE.

Исследование имеет ограничение в виде относительно небольшой выборки, что может влиять на значимость статистических выводов по отдельным показателям. Хотя предложенная система пересчета ССР в зависимости от АСБ14 дает представление о пределах модификации риска, демонстрирует добавленную информативность, приемлемую дискриминацию и калибровку, необходимы дальнейшие исследования, подтверждающие свойства данной системы. Все высказанные в статье предположения и утверждения носят вероятностный характер.

Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало, что отдельные параметры каротидного ате-

росклероза, в частности суммарная высота АСБ $\geq 1,4$ мм, а также максимальный процент стеноза $> 25\%$ обладают добавленной прогностической ценностью при оценке 10-летнего риска фатальных сердечно-сосудистых событий у практически здоровых мужчин 40–64 лет. Интеграция суммарной высоты АСБ $\geq 1,4$ мм в шкалу SCORE позволила улучшить стратификацию риска, особенно в клинически значимых диапазонах, где переход между категориями умеренного, высокого и очень высокого риска может влиять на принятие врачебных решений. При этом у женщин значимых ассоциаций между изучаемыми ультразвуковыми параметрами и сердечно-сосудистым риском выявлено не было, что, вероятно, связано с особенностями распределения риска и меньшей распространенностью патологии в данной популяции.

Результаты исследования подчеркивают важность учета субклинического атеросклероза при оценке риска, особенно у пациентов с промежуточными значениями SCORE. Разработанная таблица пересчета риска на основе критерия суммарной высоты АСБ $\geq 1,4$ мм предоставляет практический инструмент, способствующий персонализации лечебно-профилактических мероприятий. Полученные данные демонстрируют потенциал ультразвуковых маркеров атеросклероза в улучшении существующих методов оценки риска и могут представлять определенный интерес для разработки персонализированных подходов к профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, однако для подтверждения свойств предложенной модели нужны дальнейшие исследования.

Благодарности

Авторы благодарят координаторов исследования ЭССЕ-РФ в Федеральном центре ФГБУ «НМИЦ кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Минздрава России: д.м.н., проф. Балахонову Т.В. (ультразвуковые методы исследования), д.м.н., проф. Жернакову Ю.В. (общая координация одномоментного исследования), а также сотрудников биохимической лаборатории за анализ общего холестерина. Особая благодарность организаторам, команде исполнителей и участникам исследования ЭССЕ-РФ (Томск) за их неоценимый вклад в сбор данных, использованных в этой статье.

Конфликт интересов

В.С. Кавешников заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.А. Трубачева заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.А. Шальнова заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Кавешников Владимир Сергеевич, кандидат медицинских наук ведущий научный сотрудник лаборатории регистров сердечно-сосудистых заболеваний, высокотехнологичных вмешательств и телемедицины Научно-исследовательского института кардиологии – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-0211-4525

Трубачева Ирина Анатольевна, доктор медицинских наук заместитель директора по научно-организационной работе, руководитель отдела популяционной кардиологии Научно-исследовательского института кардиологии – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-1063-7382

Шальнова Светлана Анатольевна, доктор медицинских наук, профессор руководитель отдела эпидемиологии хронических неинфекционных заболеваний федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины Министерства здравоохранения Российской Федерации», Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-2087-6483

Author Information Form

Kaveshnikov Vladimir S., MD, PhD, Leading Researcher, Laboratory of Cardiovascular Disease Registries, High-Tech Interventions, and Telemedicine, Research Institute of Cardiology, Branch of the Federal State Budgetary Institution “Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences”, Tomsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-0211-4525

Trubacheva Irina A., MD, PhD, Deputy Director for Scientific and Organizational Work, Head of the Population Cardiology Department, Research Institute of Cardiology, Branch of the Federal State Budgetary Institution “Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences”, Tomsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-1063-7382

Shalnova Svetlana A., MD, PhD, Professor, Head of the Department of Epidemiology of Chronic Non-Communicable Diseases, Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-2087-6483

Вклад авторов в статью

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

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

SSA – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение данных исследований, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

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

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

SSA – contribution to the concept and design of the study, data collection, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vos T., Lim S.S., Abbafati C., Abbas K.M., et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020; 396(10258): 1204–1222. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
2. Бойцов С.А., Погосова Н.В., Аншелес А.А., Бадтиева В.А., и соавт. Кардиоваскулярная профилактика 2022. Российские национальные рекомендации. Российский кардиологический журнал. 2023; 28(5): 119–249. doi: 10.15829/1560-4071-2023-5452.
3. Visseren F.L.J., Mach F., Smulders Y.M., Carballo D., et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur. Heart. J.* 2021; 42(34): 3227–3337. doi: 10.1093/eurheartj/ehab484.
4. Бойцов С.А., Погосова Н.В., Бубнова М.Г., Драпкина О.М., и соавт. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации. Российский кардиологический журнал. 2018; 23(6): 7–122. doi: 10.15829/1560-4071-2018-6-7-122.
5. Conroy R.M., Pyorala K., Fitzgerald A.P., Sans S., et al. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *Eur. Heart. J.* 2003; 24(11): 987–1003. doi: 10.1016/s0195-668x(03)00114-3.
6. Балахонова Т.В., Ершова А.И., Ежов М.В., Барбараш О.Л., и соавт. Фокусированное ультразвуковое исследование сосудов. Консенсус Российских экспертов. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022; 21(7): 105–126. doi: 10.15829/1728-8800-2022-3333.
7. Stork S., van den Beld A.W., von Schacky C., Angermann C.E., et al. Carotid artery plaque burden, stiffness, and mortality risk in elderly men: a prospective, population-based cohort study. *Circulation*. 2004; 110(3): 344–8. doi: 10.1161/01.CIR.0000134966.10793.C9.
8. Lamina C., Meisinger C., Heid I.M., Lowel H., et al. Association of ankle-brachial index and plaques in the carotid and femoral arteries with cardiovascular events and total mortality in a population-based study with 13 years of follow-up. *Eur. Heart. J.* 2006; 27(21): 2580–7. doi: 10.1093/eurheartj/ehl228.
9. Yang C.W., Guo Y.C., Li C.I., Liu C.S., et al. Subclinical Atherosclerosis Markers of Carotid Intima-Media Thickness, Carotid Plaques, Carotid Stenosis, and Mortality in Community-Dwelling Adults. *Int. J. Environ. Res. Public. Health*. 2020; 17(13): 4745. doi: 10.3390/ijerph17134745.
10. Bérard E., Bongard V., Ruidavets J.B., Amar J. Pulse wave velocity, pulse pressure and number of carotid or femoral

plaques improve prediction of cardiovascular death in a population at low risk. *J. Hum. Hypertens.* 2013; 27(9): 529–34. doi: 10.1038/jhh.2013.8.

11. Чазова И.Е., Трубачева И.А., Жернакова Ю.В., Ощепкова Е.В., и соавт. Распространенность артериальной гипертензии как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний в крупном городе сибирского федерального округа. *Системные гипертензии.* 2013; 10(4): 30–37.

12. Жернакова Ю.В., Кавешников В.С., Серебрякова В.Н., Трубачева И.А., и соавт. Распространенность каротидного атеросклероза в неорганизованной популяции Томска. *Системные гипертензии.* 2014; 11(4): 37–42.

13. Кавешников В.С., Серебрякова В.Н., Трубачева И.А., Шальнова С.А. Выраженность каротидного атеросклероза у взрослого неорганизованного населения. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2019; 15(1): 84–89. doi: 10.20996/1819-6446-2019-15-1-84-89.

14. Бойцов С.А., Карпов Ю.А., Кухарчук В.В., Рогоза А.Н., и соавт. Проблемы выявления лиц с высоким сердечно-сосудистым риском и возможные пути их решения. *Атеросклероз и дислипидемии.* 2010; 1 (1): 8–14.

15. Touboul P.J., Hennerici M.G., Meairs S., Adams H., et al. Mannheim carotid intima-media thickness and plaque consensus (2004–2006–2011). An update on behalf of the advisory board of the 3rd, 4th and 5th watching the risk symposia, at the 13th, 15th and 20th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, Brussels, Belgium, 2006, and Hamburg, Germany, 2011. *Cerebrovasc. Dis.* 2012; 34(4): 290–6. doi: 10.1159/000343145.

16. Johri A.M., Nambi V., Naqvi T.Z., Feinstein S.B., et al. Recommendations for the Assessment of Carotid Arterial Plaque by Ultrasound for the Characterization of Atherosclerosis and Evaluation of Cardiovascular Risk: From the American Society of Echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2020; 33(8): 917–933. doi: 10.1016/j.echo.2020.04.021.

17. Li W., Wang Y., Chen S., Zhao J., et al. Evaluation of Carotid Artery Atherosclerosis and Arterial Stiffness in Cardiovascular Disease Risk: An Ongoing Prospective Study From the Kailuan Cohort. *Front. Cardiovasc. Med.* 2022; 9: 812652. doi: 10.3389/fcvm.2022.812652.

18. Polak J.F., Szklo M., Kronmal R.A., Burke G.L., et al.

The value of carotid artery plaque and intima-media thickness for incident cardiovascular disease: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *J. Am. Heart. Assoc.* 2013; 2(2): e000087. doi: 10.1161/JAHA.113.000087.

19. Ершова А.И., Мешков А.Н., Деев А.Д., Александрова Е.Л., и соавт. Атеросклеротическая бляшка в сонных артериях как маркер риска развития сердечно-сосудистых событий в популяции среднего возраста. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2018; 17(4): 34–39. doi: 10.15829/1728-8800-2018-4-34-39.

20. Sillesen H., Sartori S., Sandholt B., Baber U., et al. Carotid plaque thickness and carotid plaque burden predict future cardiovascular events in asymptomatic adult Americans. *Eur. Heart. J. Cardiovasc. Imaging.* 2018; 19(9): 1042–1050. doi: 10.1093/ehjci/jex239.

21. Nambi V., Chambless L., Folsom A.R., He M., et al. Carotid intima-media thickness and presence or absence of plaque improves prediction of coronary heart disease risk: the ARIC (Atherosclerosis Risk In Communities) study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 55(15): 1600–7. doi: 10.1016/j.jacc.2009.11.075.

22. Parkkila K., Kesäniemi Y.A., Ukkola O. Comparing ultrasonographically assessed carotid and abdominal aorta plaques in cardiovascular disease risk estimation. *BMC. Cardiovasc. Disord.* 2023; 23(1): 245. doi: 10.1186/s12872-023-03264-1.

23. Guaricci A.I., Lorenzoni V., Guglielmo M., Mushtaq S., et al. Prognostic relevance of subclinical coronary and carotid atherosclerosis in a diabetic and nondiabetic asymptomatic population. *Clin. Cardiol.* 2018; 41(6): 769–777. doi: 10.1002/clc.22952.

24. Romanens M., Adams A., Wenger M., Warmuth W. Prognostic impact of carotid plaque imaging using total plaque area added to SCORE2 in middle-aged subjects: the ARteris Cardiovascular Outcome (ARCO) cohort study. *Swiss. Med. Wkly.* 2024; 154: 3735. doi: 10.57187/s.3735.

25. Nicolaides A.N., Panayiotou A.G., Griffin M., Tyllis T., et al. Arterial Ultrasound Testing to Predict Atherosclerotic Cardiovascular Events. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2022; 79(20): 1969–1982. doi: 10.1016/j.jacc.2022.03.352.

REFERENCES

1. Vos T., Lim S.S., Abbafati C., Abbas K.M., et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet.* 2020; 396(10258): 1204–1222. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9.

2. Boytsov S.A., Pogoseva N.V., Ansheles A.A., Badtieva V.A., et al. Cardiovascular prevention 2022. Russian national guidelines. *Russian Journal of Cardiology.* 2023; 28(5): 119–249. doi: 10.15829/1560-4071-2023-5452. (In Russ.)

3. Visseren F.L.J., Mach F., Smulders Y.M., Carballo D., et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur. Heart. J.* 2021; 42(34): 3227–3337. doi: 10.1093/eurheartj/ehab484.

4. Boitsov S.A., Pogoseva N.V., Bubnova M.G., Drapkina O.M. Cardiovascular prevention 2017. National guidelines. *Russian Journal of Cardiology.* 2018; 23(6): 7–122. doi: 10.15829/1560-4071-2018-6-7-122. (In Russ.)

5. Conroy R.M., Pyörälä K., Fitzgerald A.P., Sans S., et al. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *Eur. Heart. J.* 2003; 24(11): 987–1003. doi: 10.1016/s0195-668x(03)00114-3.

6. Balakhonova T.V., Ershova A.I., Ezhov M.V., Barbarash O.L., et al. Focused vascular ultrasound. Consensus of Russian experts. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2022; 21(7): 105–126. doi: 10.15829/1728-8800-2022-3333. (In Russ.)

7. Stork S., van den Beld A.W., von Schacky C., Angermann C.E., et al. Carotid artery plaque burden, stiffness, and mortality

risk in elderly men: a prospective, population-based cohort study. *Circulation.* 2004; 110(3): 344–8. doi: 10.1161/01.CIR.0000134966.10793.C9.

8. Lamina C., Meisinger C., Heid I.M., Lowel H., et al. Association of ankle-brachial index and plaques in the carotid and femoral arteries with cardiovascular events and total mortality in a population-based study with 13 years of follow-up. *Eur. Heart. J.* 2006; 27(21): 2580–7. doi: 10.1093/eurheartj/ehl228.

9. Yang C.W., Guo Y.C., Li C.I., Liu C.S., et al. Subclinical Atherosclerosis Markers of Carotid Intima-Media Thickness, Carotid Plaques, Carotid Stenosis, and Mortality in Community-Dwelling Adults. *Int. J. Environ. Res. Public. Health.* 2020; 17(13): 4745. doi: 10.3390/ijerph17134745.

10. Bérard E., Bongard V., Ruidavets J.B., Amar J. Pulse wave velocity, pulse pressure and number of carotid or femoral plaques improve prediction of cardiovascular death in a population at low risk. *J. Hum. Hypertens.* 2013; 27(9): 529–34. doi: 10.1038/jhh.2013.8.

11. Chazova I.E., Trubacheva I.A., Zhernakova Yu.V., Oshchepkova E.V., et al. The prevalence of arterial hypertension as a risk factor of cardiovascular diseases in one of the cities in siberian federal district. *Systemic Hypertensions.* 2013; 10(4): 30–37. (In Russ.)

12. Zhernakova Yu.V., Kaveshnikov V.S., Serebriakova V.N., Trubacheva I.A., et al. The prevalence of carotid atherosclerosis in spontaneous populations in Tomsk. *Systemic*

Hypertensions. 2014; 11(4): 37–42. (In Russ.)

13. Kaveshnikov V.S., Serebryakova V.N., Trubacheva I.A., Shalnova S.A. Carotid atherosclerosis severity in unorganized adult population. Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 2019; 15(1): 84–89. doi: 10.20996/1819-6446-2019-15-1-84-89. (In Russ.)

14. Boytsov S.A., Karpov Yu.A., Kukharchuk V.V., Rogoz A.N., et al. Identification of patients at high cardiovascular risk: problems and possible solutions. (part i). Journal of Atherosclerosis and Dyslipidemias. 2010; 1 (1): 8–14. (In Russ.)

15. Touboul P.J., Hennerici M.G., Meairs S., Adams H., et al. Mannheim carotid intima-media thickness and plaque consensus (2004–2006–2011). An update on behalf of the advisory board of the 3rd, 4th and 5th watching the risk symposia, at the 13th, 15th and 20th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, Brussels, Belgium, 2006, and Hamburg, Germany, 2011. Cerebrovasc. Dis. 2012; 34(4): 290–6. doi: 10.1159/000343145.

16. Johri A.M., Nambi V., Naqvi T.Z., Feinstein S.B., et al. Recommendations for the Assessment of Carotid Arterial Plaque by Ultrasound for the Characterization of Atherosclerosis and Evaluation of Cardiovascular Risk: From the American Society of Echocardiography. J. Am. Soc. Echocardiogr. 2020; 33(8): 917–933. doi: 10.1016/j.echo.2020.04.021.

17. Li W., Wang Y., Chen S., Zhao J., et al. Evaluation of Carotid Artery Atherosclerosis and Arterial Stiffness in Cardiovascular Disease Risk: An Ongoing Prospective Study From the Kailuan Cohort. Front. Cardiovasc. Med. 2022; 9: 812652. doi: 10.3389/fcvm.2022.812652.

18. Polak J.F., Szklo M., Kronmal R.A., Burke G.L., et al. The value of carotid artery plaque and intima-media thickness for incident cardiovascular disease: the multi-ethnic study of atherosclerosis. J. Am. Heart. Assoc. 2013; 2(2): e000087. doi: 10.1161/JAHA.113.000087.

19. Ershova A.I., Meshkov A.N., Deev A.D., Aleksandrova E.L., et al. Atherosclerotic plaque in carotid arteries as a risk marker for cardiovascular events risk in middle aged population. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2018; 17(4): 34–39. doi: 10.15829/1728-8800-2018-4-34-39. (In Russ.)

20. Sillesen H., Sartori S., Sandholt B., Baber U., et al. Carotid plaque thickness and carotid plaque burden predict future cardiovascular events in asymptomatic adult Americans. Eur. Heart. J. Cardiovasc. Imaging. 2018; 19(9): 1042–1050. doi: 10.1093/ehjci/jex239.

21. Nambi V., Chambless L., Folsom A.R., He M., et al. Carotid intima-media thickness and presence or absence of plaque improves prediction of coronary heart disease risk: the ARIC (Atherosclerosis Risk In Communities) study. J. Am. Coll. Cardiol. 2010; 55(15): 1600–7. doi: 10.1016/j.jacc.2009.11.075.

22. Parkkila K., Kesäniemi Y.A., Ukkola O. Comparing ultrasonographically assessed carotid and abdominal aorta plaques in cardiovascular disease risk estimation. BMC. Cardiovasc. Disord. 2023; 23(1): 245. doi: 10.1186/s12872-023-03264-1.

23. Guaricci A.I., Lorenzoni V., Guglielmo M., Mushtaq S., et al. Prognostic relevance of subclinical coronary and carotid atherosclerosis in a diabetic and nondiabetic asymptomatic population. Clin. Cardiol. 2018; 41(6): 769–777. doi: 10.1002/clc.22952.

24. Romanens M., Adams A., Wenger M., Warmuth W. Prognostic impact of carotid plaque imaging using total plaque area added to SCORE2 in middle-aged subjects: the ARteris Cardiovascular Outcome (ARCO) cohort study. Swiss. Med. Wkly. 2024; 154: 3735. doi: 10.57187/s.3735.

25. Nicolaides A.N., Panayiotou A.G., Griffin M., Tyllis T., et al. Arterial Ultrasound Testing to Predict Atherosclerotic Cardiovascular Events. J. Am. Coll. Cardiol. 2022; 79(20): 1969–1982. doi: 10.1016/j.jacc.2022.03.352.

Для цитирования: Кавешников В.С., Трубачева И.А., Шальнова С.А. Каротидный атеросклероз как дополнительный предиктор сердечно-сосудистого риска: анализ с использованием шкалы SCORE в популяции 40–64 лет. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2025;14(4): 6-17. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-4-6-17

To cite: Kaveshnikov V.S., Trubacheva I.A., Shalnova S.A. Carotid atherosclerosis as an additional predictor of cardiovascular risk: analysis using the SCORE in the population aged 40–64 years. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2025;14(4): 6-17. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-4-6-17