



**Долгосрочный прогноз  
 сердечно-сосудистых событий  
 у пациентов с артериальной гипертензией:  
 роль жесткости сосудистой стенки  
 (при оценке сердечно-лодыжечного  
 сосудистого индекса — CAVI)**

**А. В. Щеглова, А. Н. Сумин, Е. Д. Баздырев,  
 О. В. Нахратова, Е. В. Индукаева, Г. В. Артамонова**  
 Федеральное государственное бюджетное научное  
 учреждение «Научно-исследовательский институт  
 комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»,  
 Кемерово, Россия

**Контактная информация:**  
 Анна Викторовна Щеглова,  
 ФГБНУ «НИИ комплексных проблем  
 сердечно-сосудистых заболеваний»,  
 бульвар им. академика  
 Л. С. Барбаша, д. 6,  
 Кемерово, Россия, 6650002.  
 E-mail: nura.karpovitch@yandex.ru

*Статья поступила в редакцию  
 10.05.25 и принята к печати 27.06.25.*

**Резюме**

**Введение.** Артериальная гипертензия (АГ) является одним из ведущих факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Сосудистая жесткость, отражающая структурно-функциональные изменения артериальной стенки, признана важным предиктором неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (ССС). **Цель исследования** — оценить прогностическое значение сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (CAVI) в отношении сердечно-сосудистых исходов у пациентов с АГ в российской популяции. **Материалы и методы.** В исследование включены 505 человек, мужчин и женщин, в возрасте от 25 до 64 лет с АГ без установленного ССЗ, отобранных в рамках проекта ЭССЕ-РФ в Кемеровской области. В исследовании использовались стандартные опросники, разработанные на основании адаптированных международных методологий. Оценка CAVI проводилась с использованием аппарата VaSera VS-1000. Проспективное наблюдение длилось в среднем 10,4 года. Исследуемая когорта была разделена на две группы: первая с исходным CAVI  $\geq 9,0$  (n = 85), вторая с исходным CAVI  $< 9,0$  (n = 420). Конечной точкой служили ССС: сердечная смерть, нефатальный инфаркт миокарда и инсульт. **Результаты.** Участники с повышенным CAVI ( $\geq 9,0$ ) имели более высокий возраст, стаж курения и уровень депрессии. В течение 10 лет у них чаще регистрировались неблагоприятные ССС: нефатальный инфаркт миокарда (5,4% против 1,8%, p = 0,003), реваскуляризация миокарда (9,4% против 3,6%, p = 0,018), комбинированная конечная точка (16,5% против 9,1%, p = 0,04). С риском неблагоприятных ССС на протяжении 10 лет были независимо ассоциированы курение (p < 0,001), уровень глюкозы крови (p = 0,014) и повышение значений индекса CAVI (p = 0,008). Прием антигипертензивной терапии уменьшал риск неблагоприятных событий (p = 0,04). **Заключение.** Долгосрочное наблюдение показало, что индекс CAVI является значимым прогностическим маркером ССС у пациентов с АГ в российской популяции. Его использование в клинической практике может способствовать более точной стратификации риска и индивидуализации терапии.



**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, сосудистая жесткость, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, долгосрочный прогноз

Для цитирования: Щеглова А. В., Сумин А. Н., Баздырев Е. Д., Нахратова О. В., Индукаева Е. В., Артамонова Г. В. Долгосрочный прогноз сердечно-сосудистых событий у пациентов с артериальной гипертензией: роль жесткости сосудистой стенки (при оценке сердечно-лодыжечного сосудистого индекса — CAVI). Артериальная гипертензия. 2025;31(4):321–333. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2025-2522>. EDN: JRKFWR

---

---

## Long-term prognosis of cardiovascular events in hypertensive patients: the role of arterial stiffness (assessing the cardio-ankle vascular index — CAVI)

**A. V. Shcheglova, A. N. Sumin, E. D. Bazdyrev,  
O. V. Nakhratova, E. V. Indukaeva, G. V. Artamonova**  
Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia

**Corresponding author:**

Anna V. Shcheglova,  
Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases,  
6 Academician L. S. Barbarash Boulevard,  
Kemerovo, 650000 Russia.  
E-mail: nura.karpovitch@yandex.ru

Received 10 May 2025;  
accepted 27 June 2025.

---

---

### Abstract

**Background.** Hypertension is one of the leading risk factors for cardiovascular diseases (CVD). Vascular stiffness, reflecting structural and functional changes in the arterial wall, is recognized as an important predictor of adverse cardiovascular events (CVE). **Objective.** To assess the prognostic significance of the cardio-ankle vascular index (CAVI) concerning cardiovascular outcomes in patients with hypertension in the Russian population. **Design and methods.** The study included 505 patients with hypertension between the ages of 25 and 64 without established CVD, selected as part of the ESSE-RF project in the Kemerovo region. CAVI was assessed using the VaSera VS-1000 device. The prospective follow-up lasted an average of 10,4 years. The study cohort was divided into two groups: the first with baseline CAVI  $\geq 9,0$  (n = 85), and the second with baseline CAVI  $< 9,0$  (n = 420). The endpoints were CVE including cardiac death, non-fatal myocardial infarction, and stroke. **Results.** Participants with elevated CAVI ( $\geq 9,0$ ) were older, had a longer smoking history, and higher levels of depression. Over 10 years, they experienced more adverse CVE: non-fatal myocardial infarction (5,4% vs. 1,8%, p = 0,003), myocardial revascularization (9,4% vs. 3,6%, p = 0,018), and the combined endpoint (16,5% vs. 9,1%, p = 0,04). The risk of adverse CVEs over 10 years was independently associated with smoking (p < 0,001), blood glucose levels (p = 0,014), and increased CAVI values (p = 0,008). The use of antihypertensive therapy reduced the risk of adverse events (p = 0,04). **Conclusion.** Long-term follow-up demonstrated that the CAVI is a significant prognostic marker of CVE in patients with hypertension in the Russian population. Its use in clinical practice may facilitate more accurate risk stratification and individualized therapy.

**Key words:** hypertension, vascular stiffness, cardio-ankle vascular index, long-term prognosis

For citation: Shcheglova AV, Sumin AN, Bazdyrev ED, Nakhratova OV, Indukaeva EV, Artamonova GV. Long-term prognosis of cardiovascular events in hypertensive patients: the role of arterial stiffness (assessing the cardio-ankle vascular index — CAVI). Arterial'naya Gipertensiya = Arterial Hypertension. 2025;31(4):321–333. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2025-2522>. EDN: JRKFWR

## Введение

Артериальная гипертензия (АГ) является наиболее распространенным модифицируемым фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), затрагивающим почти 50 % взрослого населения Российской Федерации [1]. Прогноз у пациентов с АГ в значительной степени определяется уровнем артериального давления (АД) [2] и наличием бессимптомного поражения органов-мишеней (ПОМ) [3].

Сосудистая жесткость является не только одним из ключевых показателей, отражающих субклиническое поражение сосудов, но и важным независимым предиктором смертности и заболеваемости ССЗ [4–6]. Сосудистая жесткость представляет собой интегральный биомаркер, отражающий совокупное влияние различных факторов риска на состояние сосудистой стенки на протяжении жизни человека. В отличие от отдельных маркеров, сосудистая жесткость обеспечивает более комплексную оценку, что улучшает прогнозирование сердечно-сосудистых событий (ССС).

Согласно последним рекомендациям Европейского общества гипертензии (ESH 2023) и Российского кардиологического общества (РКО 2024), измерение сосудистой жесткости с использованием каротидно-феморальной и плече-лодыжечной скорости распространения пульсовой волны (СРПВ) включено в перечень основных параметров для оценки ПОМ [1, 7]. Тем не менее при применении СРПВ в качестве индикатора жесткости артерий следует принимать во внимание, что с повышением АД значение СРПВ для одной и той же артериальной стенки также увеличивается. Это обстоятельство может повлиять на точность и воспроизводимость полученных результатов измерений.

В 2004 году в Японии был разработан сердечно-лодыжечный сосудистый индекс — CAVI (Cardio-Ankle Vascular Index) [8], который исключает влияние АД во время измерения. Индекс CAVI отличается простотой в применении и точно отражает истинную жесткость артерий, что делает его полезным инструментом для оценки эффективности как медикаментозной, так и немедикаментозной терапии у пациентов с АГ [9, 10].

Также было выявлено, что индекс CAVI демонстрирует прогностическую значимость у пациентов с АГ в ходе длительного наблюдения [11, 12].

Несмотря на это, значительная часть исследований, посвященных применению индекса CAVI, проводились на выборках из азиатских популяций. В связи с этим результаты этих исследований не могут быть непосредственно экстраполированы на российские условия, поскольку они существенно отличаются по распространенности факторов ри-

ска и особенностям образа жизни населения. Так, у российского населения выявлена более выраженная положительная корреляция между индексом CAVI и возрастом по сравнению с японским [13], что может быть обусловлено более интенсивным воздействием различных факторов риска на сосудистую стенку. Это приводит к более быстрому прогрессированию атеросклеротического процесса и увеличению жесткости сосудов с возрастом [14].

Оптимальным подходом является стратификация пациентов на различные этнические и клинические группы, что может расширить понимание роли индекса CAVI в прогнозировании ССС в долгосрочной перспективе. Такой метод позволит более точно оценивать риски и разрабатывать индивидуализированные лечебные стратегии, учитывая уникальные особенности каждой популяции. Таким образом, целью данного исследования является изучение влияния артериальной жесткости, оцениваемой с помощью индекса CAVI, на долгосрочный исход у пациентов с АГ.

## Материалы и методы

В рамках исследования ЭССЕ-РФ была сформирована случайная популяционная выборка из взрослого населения Кемеровской области — Кузбасс (25–64 года), проживающего на высокоурбанизированных территориях.

Исследование состояло из двух этапов — одномоментного обследования (март–октябрь 2013 года) и 10-летнего проспективного наблюдения. Согласно протоколу, выборка формировалась в три этапа, включавших последовательный отбор муниципальных лечебно-профилактических учреждений, врачебных участков и домовладений. Общий объем выборки составил 1610 человек при уровне отклика 81,4 %. В исследование не включались тяжелобольные пациенты (поскольку сбор данных на дому не предусматривался), а также лица, ведущие асоциальный образ жизни.

Применялись стандартизированные опросники, разработанные на основе адаптированных международных методик, включавшие двенадцать модулей [15].

Исследование проведено в соответствии с этическими нормами, которые разработаны на основе принципов Хельсинкской декларации [16], а также в соответствии с установленным в ГОСТ Р 52379–2005 Национальным стандартом Российской Федерации по «Надлежащей клинической практике Good Clinical Practice (GCP)» [17]. Все участники исследования предоставили письменное информированное согласие на обработку своих персональных данных в рамках данного исследования. Про-

токол исследования получил одобрение локального этического комитета Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний».

В исследовании использовались стандартные методы диагностики: сбор жалоб, анализ анамнеза, физикальный осмотр, измерение антропометрических параметров и гемодинамических показателей. В рамках опроса учитывался семейный анамнез ранних ССЗ: оценивалось наличие фатальных или нефатальных ССЗ и установленного диагноза «гипертония» у родственников первой линии родства — до 55 лет у мужчин и до 65 лет у женщин. Регулярно курившими считали лиц, выкуриавших одну сигарету и более в день. Антропометрическое исследование включало измерение роста с точностью до 0,5 см, массы тела с точностью до 0,2 кг с последующим расчетом индекса массы тела по формуле: масса тела (кг) / (рост (м))<sup>2</sup> [15].

Определение биохимических показателей липидного профиля проводили в плазме крови. Общий холестерин (ОХС) и триглицериды (ТГ) измеряли ферментативным колориметрическим методом с применением коммерческих наборов реактивов («Холестерин ФС ДДС» (ЗАО «Диакон ДС», Россия); «Триглицериды ФС ДДС» (ЗАО «Диакон ДС», Россия)). Холестерин липопротеинов высокой плотности (ХС ЛВП) определяли после осаждения апо-B-липопротеинов фосфорновольфрамовой кислотой с Mg<sup>2+</sup> с последующим ферментативным анализом надосадочной жидкости. Определение концентрации липопротеинов низкой плотности (ХС ЛНП) оценивался по формуле: ХС ЛНП = ОХС–ТГ / (2,2–ХС ЛВП). Гиперхолестеринемия диагностировалась при превышении уровня ОХС 5,0 ммоль/л или уровня холестерина ЛНП 3,0 ммоль/л.

Нарушения углеводного обмена определялись в соответствии с диагностическими критериями сахарного диабета [18]. Большинство случаев сахарного диабета 2-го типа устанавливалось по данным анамнеза на основании медицинской документации пациента.

Антропометрические измерения и забор образцов для лабораторных анализов проводились утром, до приема пищи.

Протокол исследования предусматривал двукратное измерение показателей АД на лучевой артерии руки, свободно лежащей на столе, с интервалом между замерами не менее 2–3 минут. Для измерения использовали манжеты такого размера, чтобы их резиновая раздуваемая часть охватывала не менее 80 % окружности плеча обследуемого. Для анализа было принято во внимание среднее значение, рас-

считанное на основе двух проведенных измерений. Пульсовое давление в рамках исследования рассчитывали путем вычитания значения диастолического из значения систолического АД.

В качестве критерия для диагностики АГ использовалось АД на уровне 140/90 мм рт. ст. и выше. Также учитывался случай, когда показатели артериального давления были ниже 140/90 мм рт. ст. при условии, что пациент находился на антигипертензивной терапии.

Для оценки уровня тревожности и депрессии использовалась госпитальная шкала HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale), которая предназначена для первичного выявления этих состояний в рамках общей медицинской практики [19]. Каждому утверждению шкалы HADS соответствуют четыре варианта ответа. Выбирается и отмечается тот ответ, который соответствует состоянию испытуемого в течение последних 7 дней. По каждой из подшкал (тревога и депрессия) оценивается общий балл (0–7 баллов: отсутствие достоверно выраженных симптомов; 8–10 баллов: субклинически выраженная тревога или депрессия; 11 баллов и более: клинически выраженная тревога или депрессия).

В рамках стандартного протокола исследования ЭССЕ-РФ было проведено дополнительное обследование для оценки жесткости периферических артерий с использованием аппарата VaSera VS-1000, произведенного компанией Fukuda Denshi (Япония). Аппарат автоматически рассчитывает показатель CAVI. Процедура включает одновременную регистрацию данных с четырех конечностей: плеизограмм, электрокардиограммы и фонокардиограммы. Подробно методика обследования сосудов была описана в предыдущей публикации по результатам исследования ЭССЕ-РФ [15, 20, 21]. На основе полученных данных специальный алгоритм аппарата проводит расчет показателя CAVI, который отражает степень жесткости сосудистой стенки. Значение индекса CAVI, равное или превышающее 9,0, интерпретируется как патологическое и свидетельствует о наличии структурно-функциональных изменений в сосудистой стенке, ассоциированных с повышенной жесткостью артерий [22]. После проведения процедуры верификации качества зарегистрированных сфигмограмм и исключения из исследования лиц с лодыжечно-плечевым индексом (ЛПИ) ниже 0,9 (ввиду ограничений методики оценки индекса CAVI) статистически значимых различий между значениями CAVI, измеренными на правой и левой сторонах, обнаружено не было ( $p > 0,5$ ), что обосновало использование максимального значения CAVI для последующего анализа. Исходно в анализ вошли участники с АГ, но без установленных сердечно-

сосудистых заболеваний ( $n = 592$ ), из которых 261 составили мужчины, а 331 — женщины.

В ходе исследования было осуществлено проспективное наблюдение за изначально сформированной когортой. Средний период наблюдения составил  $10,4 \pm 0,63$  года. Для достижения требуемого уровня отклика применялись методы телефонного мониторинга и анализа данных, полученных из медицинской информационной системы «Ариадна», предназначеннной для автоматизации процессов управления медицинской информацией в медицинских учреждениях. В результате удалось собрать информацию о 505 участниках когорты с АГ, что составляет 85,3 % от общего числа участников. Из них 45,5 % составляют мужчины, а 54,5 % — женщины.

Прогностическая значимость CAVI оценивалась в контексте следующих клинических сердечно-сосудистых исходов: сердечная смертность (смерть от ишемической болезни сердца, смерть от сердечной недостаточности, внезапная сердечная смерть, смерть от других сердечно-сосудистых заболеваний и осложнений), нефатальный инфаркт миокарда и инсульт ( $n = 53$ ).

В результате полученных данных в отдаленном периоде исследуемая когорта была разделена на две группы: в первую группу включили участников с исходно повышенным уровнем CAVI  $\geq 9,0$  ( $n = 85$ ), а во вторую группу — лиц с исходным нормальным значением CAVI  $< 9,0$  ( $n = 420$ ).

Данные исследования были обработаны с использованием программ STATISTICA версии 8.0.360.0 от компании StatSoft, Inc (США) и SPSS Statistics версии 17.0.0 от SPSS Inc. (США). Для проверки нормальности распределения количественных переменных был применен критерий Колмогорова—Смирнова. В случае ненормального распределения данные представлялись в виде медианы ( $Me$ ) и первого и третьего квартиля. Для сравнения двух групп использовались критерий Манна—Уитни и критерий хи-квадрат. Для выявления факторов, ассоциированных с неблагоприятными исходами, был проведен множественный пошаговый логистический регрессионный анализ (Forward Stepwise, метод отношения правдоподобия). Начальная модель включала только константу, после чего постепенно добавлялись переменные с наибольшей статистической значимостью ( $p < 0,05$ ), а ранее включенные исключались при потере значимости ( $p > 0,10$ ). Финальная модель выявила четыре независимых предиктора (курение, повышенный индекс CAVI, уровень глюкозы и прием антигипертензивной терапии). Уровень значимости ( $p$ ) был установлен на уровне 0,05.

## Результаты

В таблице 1 представлены ключевые характеристики исходной популяционной когорты с АГ, стратифицированной на две группы в зависимости от значения индекса CAVI. Пациенты с повышенными значениями CAVI ( $\geq 9$ ) были старше, имели более продолжительный стаж курения и более выраженные проявления депрессии по сравнению с группой с нормальными показателями CAVI ( $< 9$ ). При этом антропометрические параметры, показатели метаболизма и особенности медикаментозной терапии в сравниваемых группах статистически значимых различий не продемонстрировали.

В таблице 2 представлены результаты сравнительного анализа клинических и лабораторных показателей в двух группах пациентов. У пациентов с АГ были отмечены высокая распространность факторов риска, таких как наследственность по ССЗ, составившая примерно 68 % в обеих группах, и гиперхолестеринемия, выявленная почти у 60 % пациентов в каждой из групп. При этом гиполипидемическую терапию пациенты получали лишь в единичных случаях в обеих группах. Следует отметить, что лишь 60 % пациентов с АГ получали антигипертензивную терапию на момент первичного обследования, при этом различия между группами по данному показателю не достигли статистической значимости ( $p > 0,05$ ). В лабораторных параметрах не было выявлено статистически значимых различий между группами пациентов с АГ, однако в группе с повышенной жесткостью артерий отмечалось значительное ухудшение почечной функции, что подтверждается снижением скорости клубочковой фильтрации (СКФ), рассчитанной по формуле MDRD ( $p < 0,001$ ). При анализе данных объемной сфигмографии (табл. 3) в группе участников с патологически повышенным индексом CAVI были выявлены более высокие уровни среднего АД по сравнению с группой с CAVI  $< 9,0$  ( $p < 0,001$ ). При этом пульсовое артериальное давление (ПАД), являющееся важным маркером жесткости сосудистой стенки, не показало статистической значимости в группах ( $p > 0,05$ ).

В представленных данных о неблагоприятных событиях в течение 10-летнего периода наблюдения (рис. 1, 2) для двух групп пациентов, стратифицированных по индексу CAVI, выявлены важные различия. Группа с CAVI  $\geq 9,0$  показала склонность к более высокой частоте всех исследуемых неблагоприятных исходов. Общая смертность в этой группе составила 14,1 %, в то время как в группе с CAVI  $< 9,0$  она составила 9,1 % ( $p = 0,153$ ). Доля сердечной смерти в группе с повышенным CAVI была почти в полтора раза выше (41,7 % против 26,3 %), одна-

Таблица 1

## СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

Показатель	I группа CAVI $\geq 9,0$ (n = 85)	II группа CAVI $< 9,0$ (n = 420)	p-значение
Общие данные и социальный статус			
Возраст, годы, Me [LQ; UQ]	58,0 [53,0; 61,0]	53,0 [45,5; 58,0]	< 0,001
Пол, м/ж, n (%)	43 (50,6)/42 (49,4)	187 (44,5)/233 (55,5)	0,309
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> , Me [LQ; UQ]	29,7 [26,2; 34,5]	30,3 [26,4; 34,6]	0,476
ОТ, см, Me [LQ; UQ]	101, [90,0; 109,0]	107,5 [101,0; 115,0]	0,396
ОБ, см, Me [LQ; UQ]	106,0 [101,0; 115,0]	99,0 [90,0; 109,0]	0,653
Инвалидность, n (%)	9 (10,6)	32 (7,6)	0,361
Курение, n (%)	24 (28,2)	112 (26,7)	0,766
Стаж курения, годы, Me [LQ; UQ]	40,0 [32,0; 43,0]	32,0 [22,0; 38,0]	< 0,001
Семейный анамнез ранних ССЗ, n (%)	58 (68,2)	285 (67,9)	0,945
Гиперхолестеринемия, n (%)	50 (58,8)	258 (61,4)	0,918
Сахарный диабет 2-го типа, n (%)	4 (4,7)	24 (5,7)	0,711
Психологические факторы риска			
Уровень тревоги, баллы Me [LQ; UQ]	7,0 [4,0; 9,0]	7,0 [5,0; 9,0]	0,485
Уровень депрессии, баллы Me [LQ; UQ]	5,0 [2,0; 7,0]	4,0 [2,0; 7,0]	0,037
Прием лекарственных препаратов			
Антигипертензивные препараты, n (%)	53 (62,4)	267 (63,6)	0,831
Гиполипидемические препараты, n (%)	7 (8,2)	26 (6,2)	0,486

**Примечание:** ИМТ — индекс массы тела; ОТ — окружность талии; ОБ — окружность бедер; ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания; CAVI (cardio-ankle vascular index) — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс.

ко различия не достигли статистической значимости ( $p = 0,153$ ). Частота нефатального ИМ в группе с CAVI  $\geq 9,0$  была в два раза выше, чем в группе с CAVI  $< 9,0$  (5,4 % против 1,8 %,  $p = 0,003$ ), при этом группа с CAVI  $\geq 9,0$  характеризовалась значительно более высокой частотой реваскуляризации миокарда (9,4 % против 3,6 %,  $p = 0,018$ ). Частота комбинированной конечной точки (ККТ), включающей сердечную смерть, нефатальный инфаркт миокарда и инсульт, в группе с CAVI  $\geq 9,0$  была значимо выше (16,5 % против 9,1 %,  $p = 0,04$ ).

В таблице 4 представлены результаты множественной бинарной логистической регрессии, проведенной для определения факторов, ассоциированных с наличием ККТ у пациентов с АГ. Модель использовала метод Forward Stepwise LR. С риском неблагоприятных ССЗ на протяжении 10 лет были

независимо ассоциированы курение ( $p < 0,001$ ), уровень глюкозы крови ( $p = 0,014$ ) и повышенная жесткость артериальной стенки (повышение значений индекса CAVI,  $p = 0,008$ ). В свою очередь прием антигипертензивной терапии уменьшал риск неблагоприятных событий ( $p = 0,04$ ).

### Обсуждение

В данном исследовании впервые на популяционной выборке Кемеровской области — Кузбасса продемонстрирована прогностическая значимость индекса CAVI в отношении 10-летнего риска сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с АГ по данным исследования ЭССЕ-РФ.

Связь между определенными маркерами ПОМ и развитием будущих ССЗ является предметом активного изучения на протяжении многих лет.

Таблица 2

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ**

Показатель	I группа CAVI $\geq 9,0$ (n = 85)	II группа CAVI $< 9,0$ (n = 420)	p-значение
Лабораторные показатели			
ОХ, ммоль/л, Me [LQ; UQ]	5,65 [4,8; 6,25]	5,36 [4,66; 6,11]	0,272
ЛВП, ммоль/л, Me [LQ; UQ]	1,65 [1,37; 1,88]	1,6 [1,37; 1,91]	0,941
ЛНП, ммоль/л, Me [LQ; UQ]	3,86 [3,13; 4,48]	3,65 [3,02; 4,31]	0,241
ТГ, ммоль/л, Me [LQ; UQ]	1,42 [1,0; 1,84]	1,34 [0,91; 1,83]	0,233
Глюкоза, ммоль/л, Me [LQ; UQ]	5,2 [4,7; 5,8]	5,08 [4,6; 5,6]	0,393
Креатинин, мкмоль/л, Me [LQ; UQ]	73,3 [62,7; 78,3]	70,2 [65,0; 77,4]	0,637
Мочевая кислота, ммоль/л, Me [LQ; UQ]	0,32 [0,27; 0,36]	0,31 [0,26; 0,37]	0,419
СКФ MDRD, мл/мин/1,73 м <sup>2</sup> Me [LQ; UQ]	94,2 [78,2; 121,8]	104,2 [87,5; 122,1]	0,023

**Примечание:** ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания; ОХ — общий холестерин; ЛВП — липопротеины высокой плотности; ТГ — триглицериды; ЛНП — липопротеины низкой плотности; СКФ MDRD — скорость клубочковой фильтрации по формуле MDRD; CAVI (cardio-ankle vascular index) — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс.

Таблица 3

**ПОКАЗАТЕЛИ ОБЪЕМНОЙ СФИГМОГРАФИИ (VASERA VS-1000)  
У ПАЦИЕНТОВ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ**

Показатель	I группа CAVI $\geq 9,0$ (n = 85)	II группа CAVI $< 9,0$ (n = 420)	p-значение
САД, мм рт. ст., Me [LQ; UQ]	168,0 [152,0; 186,0]	161,0 [148,0; 175,0]	< 0,001
ДАД, мм рт. ст., Me [LQ; UQ]	90,0 [83,0; 98,0]	91,0 [85,0; 99,0]	0,01
ПАД, мм рт. ст., Me [LQ; UQ]	55,0 [45,0; 64,0]	54,0 [47,0; 61,0]	0,121
ЧСС, уд/мин., Me [LQ; UQ]	70,0 [61,0; 80,0]	66,0 [61,0; 75,0]	0,057
CAVI, Me [LQ; UQ]	9,6 [9,2; 10,7]	7,3 [6,4; 8,1]	< 0,001
ЛПИ, Me [LQ; UQ]	1,1 [1,03; 1,2]	1,09 [1,02; 1,2]	0,131

**Примечание:** САД —sistолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ПАД — пульсовое артериальное давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (cardio-ankle vascular index); ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс.

В частности, значительное внимание уделялось толщине комплекса интима-медиа (ТИМ) сонной артерии, которая рассматривается как потенциальный маркер для оценки сердечно-сосудистого риска. В крупном метаанализе, основанном на данных 45 828 участников из 14 когортных исследований, проведенных в различных регионах мира, проанализирована добавленная ценность измерений ТИМ в контексте оценки сердечно-сосудистого риска по Фрамингемской шкале [23]. Результаты этого исследования показали, что интеграция показателей общей ТИМ в модель оценки риска лишь незначитель-

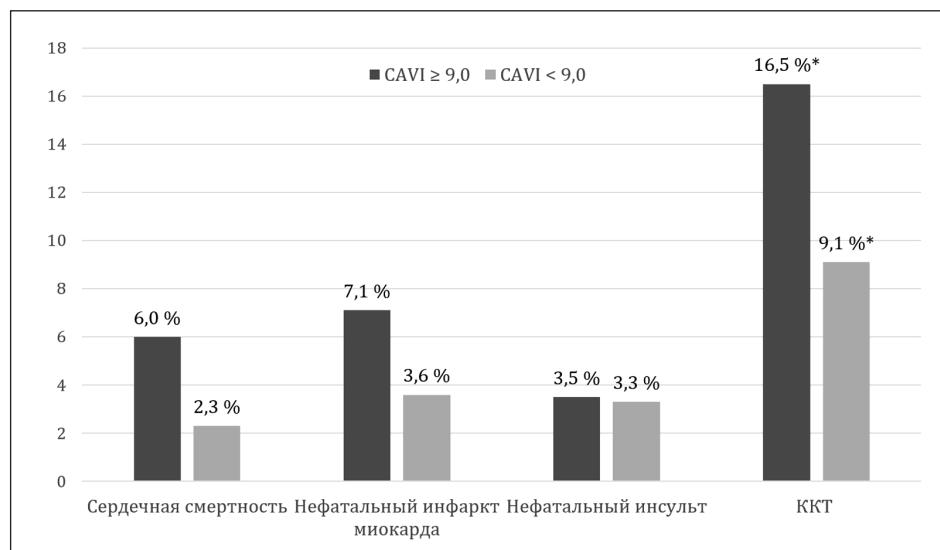
но улучшает прогностическую силу по сравнению с традиционными факторами риска, такими как АД, уровень липидов в крови и курение. Эти результаты поставили под сомнение целесообразность рутинного применения ТИМ в клинической практике для стратификации сердечно-сосудистого риска.

Количественное измерение морфологии каротидной атеросклеротической бляшки (АСБ) представляется более мощным предиктором для прогнозирования высокого риска ССС. Связь между наличием АСБ и ССС была установлена и подтверждена в ряде крупных проспективных исследований [24,



**Рисунок 1. Структура летальности в отдаленном 10-летнем периоде наблюдения у пациентов с артериальной гипертензией (n = 69)**

**Примечание:** CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (cardio-ankle vascular index).



**Рисунок 2. Структура неблагоприятных событий в отдаленном 10-летнем периоде наблюдения у пациентов с артериальной гипертензией**

**Примечание:** ККТ — комбинированная конечная точка; CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (cardio-ankle vascular index, \* $p = 0,004$ ).

25]. Например, в метаанализе 11 популяционных исследований, включавших 54 336 участников, было продемонстрировано, что каротидная АСБ имеет более выраженную связь с возникновением ССС по сравнению с толщиной ТИМ [25].

Прогностическое значение гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ) было впервые продемонстрировано во Фрамингемском исследовании сердца [26] и подтверждено в последующих работах [27].

Несмотря на доказанную прогностическую значимость традиционных маркеров ПОМ, их ис-

пользование в рутинной практике ограничено из-за необходимости применения специализированного оборудования и квалифицированного персонала. В то же время измерение артериальной жесткости, обладая высокой интерпретируемостью и простотой в выполнении, может стать более доступным инструментом для оценки сердечно-сосудистого риска в широкой практике.

Предпосылкой для более широкого применения индекса CAVI являются результаты проведенных проспективных исследований, которые демонстри-

Таблица 4

**ФАКТОРЫ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С НАЛИЧИЕМ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОГО СОБЫТИЯ У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ,  
ПРИ МНОЖЕСТВЕННОЙ БИНАРНОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ (МЕТОД FORWARD STEPWISE LR)**

Переменные	B	Среднеквадратичная ошибка	Вальд	df	p-значение	Exp (B)
ККТ (сердечная смерть + нефатальный инфаркт миокарда + нефатальный инсульт)						
Курение	1,536	0,330	21,619	1	< 0,001	4,648
Прием антигипертензивной терапии	-0,671	0,327	4,219	1	0,040	0,511
Уровень глюкозы в крови	0,229	0,093	6,057	1	0,014	1,257
CAVI	0,242	0,092	6,959	1	0,008	1,274
Константа	-4,818	1,080	19,889	1	< 0,001	0,008

**Примечание:** ККТ — комбинированная конечная точка; CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (cardio-ankle vascular index).

рут значительный прогностический потенциал данного показателя [28–30], в том числе и у пациентов с АГ [11, 12]. В ранее опубликованных работах отечественных авторов было установлено, что индекс CAVI имеет существенное независимое прогностическое значение в отношении ССС в популяционной выборке взрослого городского населения Томска в возрасте 25–64 лет при среднесрочном периоде наблюдения 4,7 года [28]. Авторы определили критерий риска развития ССС в виде значения CAVI > 7,8, что соответствует относительно-му риску (ОР) 5,06 (95 % доверительный интервал (ДИ): 2,32–11,06;  $p < 0,001$ ) и ОР 3,95 (95 % ДИ: 2,37–6,58;  $p < 0,001$ ). Данный показатель сохранял свою прогностическую ценность и при поправке на традиционные факторы риска, с ОР 3,13 (95 % ДИ: 1,26–7,75;  $p = 0,014$ ) и ОР 2,16 (95 % ДИ: 1,18–3,98;  $p = 0,013$ ).

М. С. Wang и соавторы (2021) впервые продемонстрировали, что индекс CAVI может быть связан со скрытой неконтролируемой АГ, представляющей собой состояние с потенциальными рисками для возникновения будущих ССС. Авторы акцентировали внимание на необходимости проведения дополнительных исследований, включая 24-часовой амбулаторный мониторинг АД, после выявления повышенного уровня CAVI [31].

Схожие с нашими результатами получила и научная группа М. Т. Agac (2021), оценивая 10-летний риск ССС у пациентов с АГ [12]. Десятилетний риск ССС оценивался с использованием маркеров ПОМ, таких как ПАД, ГЛЖ, ТИМ, ЛПИ, расчетная СКФ (расчетная формула MDRD) и индекс CAVI.

Результаты показали, что CAVI продемонстрировал наибольшую площадь под кривой ( $AUC = 0,736$ ,  $p < 0,001$ ), за ним следовала ТИМ ( $AUC = 0,727$ ,  $p < 0,001$ ), ГЛЖ ( $AUC = 0,630$ ,  $p = 0,01$ ) и ПАД ( $AUC = 0,623$ ,  $p = 0,02$ ). ЛПИ и СКФ не продемонстрировали предсказательной способности. CAVI имел наилучшую корреляцию с предполагаемым 10-летним риском ССС ( $r = 0,460$ ,  $p < 0,001$ ). Кроме того, исследование установило значение CAVI  $\geq 8$  в качестве потенциального предиктора высокого риска ССС.

В нашей работе, в отличие от предыдущего исследования [12], также установлено, что на отдаленный прогноз у пациентов с АГ оказывают влияние не только повышенная жесткость артерий, но и уровень глюкозы в крови, а также курение. В ряде клинических исследований было показано влияние нарушения углеводного обмена [18] и курения сигарет [32] на изменение жесткости сосудистой стенки.

Кроме того, прием антигипертензивной терапии в нашем исследовании уменьшал риск неблагоприятных ССС на протяжении 10-летнего периода наблюдения. На сегодняшний день доказано, что антигипертензивная терапия в целом способна улучшать прогноз у пациентов с АГ [27]. При этом эффект терапии может опосредованно влиять и на сосудистую жесткость, что, в свою очередь, связано с риском ССС.

В настоящей работе продемонстрирована прогностическая ценность показателя CAVI как перспективного неинвазивного инструмента для оценки сердечно-сосудистого риска у пациентов с АГ. Тем не менее, для того чтобы CAVI мог стать стан-

дартом в клинической практике, необходимо установление четкого референтного диапазона значений CAVI для российской популяции.

Необходимо упомянуть несколько ограничений в настоящем исследовании. Размер выборки в нашем исследовании небольшой, что затрудняет учет возможных влияний других факторов. В связи с этим могут возникнуть сомнения в том, что полученные данные действительно подтверждают роль CAVI как независимого прогностического маркера. Поэтому наши результаты можно рассматривать как предварительные, которые требуют подтверждения в более масштабном или в многоцентровом исследовании с большим числом участников. В настоящем исследовании отсутствуют данные о динамической оценке CAVI у пациентов с АГ, что ограничивает возможность адекватного анализа вклада терапевтических и профилактических мероприятий в снижение жесткости артерий и прогнозирование сердечно-сосудистых исходов. Проведение дальнейших исследований в данной области является необходимым для более глубокого понимания влияния различных лечебных стратегий на CAVI и их потенциального воздействия на клинический прогноз пациентов с АГ.

### Заключение

Показатель сосудистой жесткости индекс CAVI обладает независимым прогностическим значением в отношении сердечно-сосудистых событий у пациентов с АГ. Для более точной оценки сердечно-сосудистого риска в рамках профилактических и диспансерных осмотров целесообразно рекомендовать определение индекса CAVI, что позволит улучшить стратегию ведения пациентов с АГ.

### Финансирование/Funding

Результаты получены при поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования РФ в рамках Соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий от 30 сентября 2022 г. № 075-15-2022-1202, комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» (утвержденной распоряжением Правительства Российской Фе-

дерации от 11 мая 2022 г. № 1144-р). / The study was supported by the Russian Federation, specifically the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, under the Agreement for providing grant funding in the form of subsidies from the federal budget, dated September 30, 2022, No. 075-15-2022-1202. The study is a part of a comprehensive scientific and technological program of the full innovation cycle, entitled “Development and implementation of technologies in the fields of solid mineral exploration and extraction, industrial safety, bioremediation, and the creation of new products through deep coal processing, all with a gradual reduction of environmental impact and risks to the population's well-being”. This initiative was established by the Russian Government's decree No. 1144-r on May 11, 2022.

### Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

### Список литературы / References

1. Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В., Шляхто Е.В., Арутюнов Г.П., Баранова Е.И. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(9):6117. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6117>
2. Kobalava ZhD, Konradi AO, Nedogoda SV, Shlyakhto EV, Arutyunov GP, Baranova EI, et al. 2024 Clinical practice guidelines for Hypertension in adults. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(9):6117. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6117>
3. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R. Prospective Studies Collaboration. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*. 2002;360(9349):1903–13. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(02\)11911-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(02)11911-8)
4. Perrone-Filardi P, Coca A, Galderisi M, Paolillo S, Alpendurada F, de Simone G, et al. Noninvasive cardiovascular imaging for evaluating subclinical target organ damage in hypertensive patients: a consensus article from the European Association of Cardiovascular Imaging, the European Society of Cardiology Council on Hypertension and the European Society of Hypertension. *J Hypertens*. 2017;35(9):1727–1741. <https://doi.org/10.1097/JHJ.0000000000001396>
5. Heffernan KS, Park JB, Kurl S, Kunutsor SK, Kim JY, et al. Association between estimated pulse wave velocity and the risk of cardiovascular outcomes in men. *Eur J Prev Cardiol*. 2021;28(7):e25–e27. <https://doi.org/10.1177/2047487320920767>
5. Heffernan KS, Charry D, Xu J, Tanaka H, Churilla JR. Estimated pulse wave velocity and incident heart failure and its subtypes: findings from the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am Heart J Plus*. 2023;25:10023. <https://doi.org/10.1016/j.ahjo.2022.100238>

6. Heffernan KS, Stoner L, London AS, Augustine JA, Lefferts WK. Estimated pulse wave velocity as a measure of vascular aging. *PLoS One*. 2023;18(1):e0280896. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280896>
7. Mancia G, Kreutz R, Brunström M, Burnier M, Grassi G, Januszewicz A, et al. 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). *J Hypertens*. 2023;41(12):1874–2071. <https://doi.org/10.1097/JHJ.00000000000003480>
8. Shirai K, Utino J, Otsuka K, Takata M. A novel blood pressure-independent arterial wall stiffness parameter; cardio-ankle vascular index (CAVI). *J Atheroscler Thromb*. 2006;13(2):101–107. <https://doi.org/10.5551/jat.13.101>
9. Сумин А. Н., Осокина А. В., Щеглова А. В., Фролова С. А., Барбараши О. Л. Оценка сердечно-лодыжечного сосудистого индекса у больных с ИБС с различным типом диастолической дисфункции левого желудочка. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2016;(2):51–58. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2016-2-51-58>
- Sumin AN, Osokina AV, Shcheglova AV, Frolova SA, Barbarash OL. Assessment of cardio-ankle vascular index in patients with coronary artery disease with a different type of diastolic dysfunction of the left ventricle. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2016;(2):51–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2016-2-51-58>
10. Budoff MJ, Alpert B, Chirinos JA, Fernhall B, Hamburg N, Kario K, et al. Clinical applications measuring arterial stiffness: an expert consensus for the application of cardio-ankle vascular index. *Am J Hypertens*. 2022;35(5):441–453. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpb178>
11. Saravanan CR, Chowdhury SR, Inban P, Chandrasekaran SH, Pattani HH, Santoshi K, et al. Predictive significance of cardio ankle vascular index for the assessment of cardiovascular risk in hypertensive patients: a systematic review. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2024;26(9):1005–1014. <https://doi.org/10.1111/jch.14878>
12. Agac MT, Ağaç S, Aksøy MNM, Vatan MB. Cardio-ankle vascular index represents the best surrogate for 10-year ASCVD risk estimation in patients with primary hypertension. *Clin Exp Hypertens*. 2021;43(4):349–355. <https://doi.org/10.1080/10641963.2021.1883052>
13. Васюк Ю. А., Иванова С. В., Школьник Е. Л., Котовская Ю. В., Милягин В. А., Олейников В. Э., и др. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2016;15(2):4–19. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-4-19>
- Vasyuk YuA, Ivanova SV, Shkolnik EL, Kotovskaya YuV, Milyagin VA, Oleynikov VE, et al. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2016;15(2):4–19. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2016-2-4-19>
14. Яхонтов Д. А., Останина Ю. О. Синдром раннего сосудистого старения у больных артериальной гипертонией в сочетании с ишемической болезнью сердца молодого и среднего возраста. *Медицинский алфавит*. 2018;1(3):33–36.
- Yakhontov DA, Ostanina JO. Early vascular aging syndrome in young and middle age patients with hypertension and coronary artery disease. *Medical alphabet*. 2018;1(3):33–36. (In Russ.)
15. Научно-организационный комитет проекта ЭССЕ-РФ. Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в различных регионах России (ЭССЕ-РФ). Обоснование и дизайн исследования. *Профилактическая медицина*. 2013;16(6):25–34.
- Nauchno-organizatsionnyi komitet proekta ÉSSE-RF. Epidemiology of cardiovascular diseases in different regions of Russia (ESSE-RF). The rationale and design of the study. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2013;16(6):25–34. (In Russ.)
16. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *J Am Med Assoc*. 2013;310(20):2191–4. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
17. ГОСТ Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика». Национальный стандарт Российской Федерации. М., 2006. State Standard R 52379–2005 “Good clinical practice”. National standard of the Russian Federation. M., 2006. (In Russ.)
18. Сумин А. Н., Безденежных Н. А., Федорова Н. В., Щеглова А. В., Индукаева Е. В., Артамонова Г. В. Значения сердечно-лодыжечного сосудистого и лодыжечно-плечевого индексов у пациентов с нарушениями углеводного обмена (исследование ЭССЕ-РФ в Кемеровской области). *Терапевтический архив*. 2016;88(12):11–20. <https://doi.org/10.17116/terarkh2016881211-20>
- Sumin AN, Bezdenezhnykh NA, Fedorova NV, Shcheglova AV, Indukaeva EV, Artamonova GV. The values of cardio-ankle vascular and ankle-brachial indices in patients with carbohydrate metabolic disorders: The ESSE-RF study in the Kemerovo Region. *Terapevticheskii arkhiv*. 2016;88(12):11–20. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/terarkh2016881211-20>
19. Карелин А. А. Большая энциклопедия психологических тестов. М.: Эксмо; 2007. 416 с.
- Karelin A. A. The great encyclopedia of psychological tests. Moscow: Eksmo; 2007. 416 p. (In Russ.)
20. Алиева А. С., Бояринова М. А., Орлов А. В., Могучая Е. В., Колесова Е. П., Васильева Е. Ю. и др. Сравнительный анализ методов диагностики субклинического поражения сосудов (на примере выборки эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ). *Российский кардиологический журнал*. 2016;6(20–26). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2016-6-20-26>
- Alieva AS, Boyarinova MA, Orlov AV, Moguchaya EV, Kolesova EP, Vasilyeva EYu, et al. Comparative analysis of diagnostic methods for subclinical vessels lesion (under the cohort of epidemiological study ESSE-RF). *Russian Journal of Cardiology*. 2016;6(20–26). (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2016-6-20-26>
21. Рогоза А. Н., Кавешников В. С., Трубачева И. А., Серебрякова В. Н., Заирова А. Р., Жернакова Ю. В. и др. Состояние сосудистой стенки в популяции взрослого населения на примере жителей Томска, по данным исследования ЭССЕ-РФ. *Системные гипертензии*. 2014;11(4):42–48.
- Rogozza AN, Kaveshnikov VS, Trubacheva IA, Serebriakova VN, Zairova AR, Zhernakova YuV, et al. The state of the vascular wall in adult population of Tomsk in the framework of the project ESSAY RF. *Systemic Hypertension*. 2014;11(4):42–48. (In Russ.)
22. Saiki A, Ohira M, Yamaguchi T, Nagayama D, Shimizu N, Shirai K, Tatsuno I. New horizons of arterial stiffness developed using cardio-ankle vascular index (CAVI). *J Atheroscler Thromb*. 2020;27(8):732–748. <https://doi.org/10.5551/jat.RV17043>
23. Den Ruijter HM, Peters SA, Anderson TJ, Britton AR, Dekker JM, Eijkemans MJ, et al. Common carotid intima-media thickness measurements in cardiovascular risk prediction: a meta-analysis. *J Am Med Assoc*. 2012;308(8):796–803. <https://doi.org/10.1001/jama.2012.9630>
24. Ершова А. И., Мешков А. Н., Деев А. Д., Александро-ва Е. Л., Лищенко Н. Е., Новикова А. С. и др. 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. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-4-34-39>

Ershova AI, Meshkov AN, Deev AD, Aleksandrova EL, Lishchenko NE, Novikova AS, 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. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-4-34-39>

25. Inaba Y, Chen JA, Bergmann SR. Carotid plaque, compared with carotid intima-media thickness, more accurately predicts coronary artery disease events: a meta-analysis. *Atherosclerosis*. 2012;220(1):128–33. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2011.06.044>

26. Levy D, Savage DD, Garrison RJ, Anderson KM, Kannel WB, Castelli WP. Echocardiographic criteria for left ventricular hypertrophy: the Framingham Heart Study. *Am J Cardiol*. 1987;59(9):956–60. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(87\)91133-7](https://doi.org/10.1016/0002-9149(87)91133-7)

27. Симонова Г.И., Малютина С.К., Рагин Ю.И., Гафаров В.В., Григорьева И.Н., Денисова Д.В. и др. Эпидемиология артериальной гипертензии в Сибири. Новосибирск; Б.м., 2024. 308 с.

28. Заирова А.Р., Рогоза А.Н., Ощепкова Е.В., Яровая Е.Б., Куценко В.А., Шальнова С.А. и др. Значение показателя артериальной жесткости «сердечно-лодыжечный сосудистый индекс — CAVI» для прогноза сердечно-сосудистых событий в популяционной выборке взрослого городского населения (по материалам исследования ЭССЕ-РФ, Томск). *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021;20(5):2967. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2967>

Zairova AR, Rogoza AN, Oshchepkova EV, Yarovaya EB, Kutsenko VA, Shalnova SA, et al. Contribution of cardio-ankle vascular index to prediction of cardiovascular events in the adult urban population: data from the ESSE-RF study (Tomsk). *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021;20(5):2967. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2967>

29. Miyoshi T, Ito H, Shirai K, Horinaka S, Higaki J, Yamamura S, et al. Predictive value of the cardio-ankle vascular index for cardiovascular events in patients at cardiovascular risk. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(16):e020103. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.020103>

30. Sumin AN, Shcheglova AV, Ivanov SV, Barbarash OL. Long-term prognosis after coronary artery bypass grafting: the impact of arterial stiffness and multifocal atherosclerosis. *J Clin Med*. 2022;11(15):4585. <https://doi.org/10.3390/jcm11154585>

31. Wang MC, Lloyd-Jones DM. Cardiovascular risk assessment in hypertensive patients. *Am J Hypertens*. 2021;34(6):569–577. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpab021>

32. Малютина М.Ю., Макарова Е.В., Меньков Н.В., Пластинина С.С., Любавина Н.А., Мартынов С.В. и др. Влияние курения на жесткость сосудистой стенки у мужчин трудоспособного возраста по данным объемной сфигмографии. Клиническая медицина. *Клиническая медицина*. 2021;99(1):53–57. <https://doi.org/10.30629/0023-2149-2021-99-1-53-57>

Milutina MY, Makarova EV, Menkov NV, Plastinina SS, Lyubavina NA, Martynov SV, et al. Effect of smoking on arterial stiffness in men of working age. *Clinical Medicine (Russian Journal)*. 2021;99(1):53–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.30629/0023-2149-2021-99-1-53-57>

### Вклад авторов

А. В. Щеглова — формулирование общей идеи и плана исследования, проведение сбора, анализа и интерпретации данных, статистическая обработка данных, критический обзор, подготовка обоснования и написание научной статьи; А. Н. Сумин — формулирование общей концепции, редактирование текста, сопровождение программного обеспечения,

осуществление критического анализа и экспертной оценки научного содержания работы, подготовка обоснования и написание научной статьи; Е. Д. Баздырев — формирование ресурсной базы, принятие окончательного решения о готовности статьи к публикации; О. В. Нахратова — сбор данных, анализ данных, статистическая обработка данных; Е. В. Индукаева — сбор первичного клинического материала, анализ литературных источников; Г. В. Артамонова — предоставление ресурсов, принятие окончательного решения о готовности рукописи к публикации, критическая оценка интеллектуального содержания рукописи.

### Author contributions

A. V. Shcheglova — general concept and research plan, data collection, analysis and interpretation, statistical data processing, critical review, preparation of the rationale and writing of the scientific article; A. N. Sumin — concept text editing, software support, critical analysis and expert evaluation of the scientific content of the work, preparation of the rationale and writing of the scientific article; E. D. Bazdyrev — formation of the resource base, final decision on the readiness of the article for publication; O. V. Nakhratova — data collection, data analysis, statistical data processing; E. V. Indukaeva — collection of primary clinical material, analysis of literary sources; G. V. Artamonova — provision of resources, final decision on the readiness of the manuscript for publication, critical evaluation of the intellectual content of the manuscript.

### Информация об авторах

Щеглова Анна Викторовна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях отдела клинической кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», ORCID: 0000-0002-4108-164X, e-mail: nura.karpovitch@yandex.ru;

Сумин Алексей Николаевич — доктор медицинских наук, заведующий лабораторией коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях отдела клинической кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», ORCID: 0000-0002-0963-4793, e-mail: an\_sumin@mail.ru;

Баздырев Евгений Дмитриевич — доктор медицинских наук, заведующий лабораторией эпидемиологии сердечно-сосудистых заболеваний отдела оптимизации медицинской помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», ORCID: 0000-0002-3023-6239, e-mail: bazded@kemcardio.ru;

Нахратова Ольга Владимировна — младший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии сердечно-сосудистых заболеваний отдела оптимизации медицинской помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», ORCID: 0000-0002-2778-6926, e-mail: nahrov@kemcardio.ru;

Индукаева Елена Владимировна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории эпидемиологии сердечно-сосудистых заболеваний отдела оптимизации медицинской помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», ORCID: 0000-0002-6911-6568, e-mail: indev@kemcardio.ru;

Артамонова Галина Владимировна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделом оптимизации медицинской помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях, заместитель директора по научной работе федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», ORCID: 0000-0003-2279-3307, e-mail: artamonova@kemcardio.ru.

#### Author information

Anna V. Shcheglova, MD, PhD, Senior Researcher, Laboratory of Comorbidity in Cardiovascular Diseases, Department of Clinical Cardiology, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, ORCID: 0000-0002-4108-164X, e-mail: nura.karpovitch@yandex.ru;

Alex N. Sumin, MD, PhD, DSc, Head, Laboratory of Comorbidity in Cardiovascular Diseases, Department of Clinical Cardiology, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, ORCID: 0000-0002-0963-4793, e-mail: an\_sumin@mail.ru;

Evgeny D. Bazdyrev, MD, PhD, DSc, Head, Laboratory of Epidemiology of Cardiovascular Diseases, Department of Optimization of Medical Care for Cardiovascular Diseases, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, ORCID: 0000-0002-3023-6239, e-mail: bazded@kemcardio.ru;

Olga V. Nakhratova, MD, Junior Researcher, Laboratory of Epidemiology of Cardiovascular Diseases, Department of Optimization of Medical Care for Cardiovascular Diseases, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, ORCID: 0000-0002-2778-6926, e-mail: nahrov@kemcardio.ru;

Elena V. Indukaeva, MD, PhD, Senior Researcher, Laboratory of Epidemiology of Cardiovascular Diseases, Department of Optimization of Medical Care for Cardiovascular Diseases, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, ORCID: 0000-0002-6911-6568, e-mail: indev@kemcardio.ru;

Galina V. Artamonova, MD, PhD, DSc, Professor, Head, Department of Medical Care Optimization, Deputy Director for Science, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, ORCID: 0000-0003-2279-3307, e-mail: artamonova@kemcardio.ru.