


Обзорная статья

DOI: 10.32415/jscientia_2025_11_1_5-15
EDN: XEVEPEJ**Факторы риска, модифицирующие показатели объёмной сфигмографии (Обзор литературы)****М. Д. Рудой** ^{1,2}, **Е. В. Макарова** ^{1,2}, **В. В. Трошин** ¹¹ Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии, Нижний Новгород, Россия² Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия Рудой Мария Дмитриевна — kolesowa.mascha@yandex.ru

Объёмная сфигмография является одним из методов функциональной диагностики, который позволяет за короткое время получить большое количество показателей, характеризующих текущее состояние сердечно-сосудистой системы. Методика исследования достаточно проста и не требует больших временных и материальных затрат, может выполняться средним медицинским персоналом. Основным параметром сфигмографии, признанным российскими и зарубежными экспертами интегральным маркером состояния сосудистой стенки, является сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ). Величина СЛСИ у конкретного пациента отражает артериальную ригидность и прямо пропорциональна биологическому возрасту сосудов.

В представленном обзоре литературы собраны актуальные на сегодняшний день данные о факторах, способных модифицировать жёсткость сосудистой стенки. Обозначено направление изменений жёсткости сосудов и биологического возраста артерий под влиянием пола, возраста, нарушений углеводного и липидного обмена, хронической болезни почек, артериальной гипертензии, курения, избыточной массы тела, атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний различной локализации, инфекционных заболеваний, антигипертензивной и липидоснижающей терапии. Представленный обзор литературы может быть полезен как практическому врачу, проводящему оценку сердечно-сосудистого риска пациента, так и научному работнику, планирующему использовать метод объёмной сфигмографии в своих исследованиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: объёмная сфигмография, артериальная жёсткость, сердечно-сосудистый риск, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Рудой МД, Макарова ЕВ, Трошин ВВ. Факторы риска, модифицирующие показатели объёмной сфигмографии (Обзор литературы). *Juvenis Scientia*. 2025;11(1):5-15. DOI: 10.32415/jscientia_2025_11_1_5-15. EDN: XEVEPEJ.



Review article

DOI: 10.32415/jscientia_2025_11_1_5-15
EDN: XEVPEJ**Risk Factors Modifying the Parameters of Volumetric Sphygmography
(A Literature Review)****Maria D. Rudoi** ^{1,2}, **Ekaterina V. Makarova** ^{1,2}, **Vyacheslav V. Troshin** ¹¹ Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology,
Nizhny Novgorod, Russia² Privolzhsky Research Medical University,
Nizhny Novgorod, Russia Maria D. Rudoi — kolesowa.mascha@yandex.ru

Volumetric sphygmography is a functional diagnostic method that makes it possible to obtain multiple indicators reflecting the current state of the cardiovascular system in a short time. The methodology is relatively simple, does not require significant time or costly materials, and can be carried out by general medical staff. The primary parameter of sphygmography — recognized by both Russian and international experts as an integral marker of vascular-wall health — is the cardio-ankle vascular index (CAVI). CAVI reflects arterial rigidity and is directly proportional to the biological age of blood vessels.

This literature review presents the latest data on factors that can modify vascular-wall stiffness. It describes how vascular stiffness and arterial biological age change under the influence of sex, age, disturbances of carbohydrate and lipid metabolism, chronic kidney disease, hypertension, smoking, overweight, atherosclerotic cardiovascular diseases of various localizations, infectious diseases, and the use of antihypertensive or lipid-lowering therapies. The review may be useful both for practitioners evaluating a patient's cardiovascular risk and for researchers planning to use volumetric sphygmography in their studies.

KEYWORDS: volumetric sphygmography, arterial stiffness, cardiovascular risk, cardio-ankle vascular index**FOR CITATION:** Rudoi MD, Makarova EV, Troshin VV. Risk Factors Modifying the Parameters of Volumetric Sphygmography (A Literature Review). *Juvenis Scientia*. 2025;11(1):5-15. DOI: 10.32415/jscientia_2025_11_1_5-15.

Объёмная сфигмография является одним из методов функциональной диагностики, позволяющим за короткое время получить большое число показателей, характеризующих текущее состояние сердечно-сосудистой системы. Исследование не требует больших временных и материальных затрат и может выполняться специальным обученным средним медицинским персоналом с последующим врачебным контролем сформированного заключения. Согласно мнению большинства исследователей, интегральным показателем, определяемым в ходе объёмной сфигмографии и отражающим влияние совокупности экзо- и эндогенных факторов на организм человека можно считать жёсткость сосудистой стенки [1]. Классическим методом её определения является измерение скорости распространения пульсовой волны (СРПВ). Однако указанный показатель по своей природе подвержен влиянию артериального давления (АД), зарегистрированного у пациента во время измерения, и может недооценивать степень сосудистой дисфункции из-за рисков сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), отличных от артериальной гипертензии [2]. Воздействие АД на стенку сосуда не позволяет в полной мере заключить, что является первоначальной причиной увеличения жёсткости — морфологическая перестройка артерий или функциональное растяжение. Параметром, определяемым в ходе объёмной сфигмографии и позволяющим численно охарактеризовать жёсткость сосудистой стенки, является сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ). Указанный индекс рассчитывается с использованием уравнения Брамвелла-Хилла и прямо пропорционален СРВП, однако математически не зависит от уровня АД. Таким образом, можно заключить, что СЛСИ наиболее точно отражает специфическую жёсткость сосудистой стенки [1].

Кроме СЛСИ, методика объёмной сфигмографии позволяет зарегистрировать сердечно-подколенный сосудистый индекс. Однако указанный показатель не нашёл широкого применения в научной и клинической практике, поскольку его регистрация требует использования дополнительного подколенного датчика с воздушной подушкой. Помимо индексов сосудистой жёстко-

сти, объёмная сфигмография позволяет получить индекс аугментации пульсовой волны (ИА) на одной из верхних конечностей (в зависимости от настроек прибора и целей исследователя). Несмотря на то, что ИА с физической точки зрения также отражает сосудистую ригидность, он не может быть использован вместо СЛСИ, поскольку зависит от некоторых других факторов, кроме морфологического состояния стенки артерий (роста пациента, частоты сердечных сокращений и др.) [3].

В представленном обзоре литературы мы постарались отразить основные факторы кардиоваскулярного риска, оказывающие влияние на величину СЛСИ. Проведён поиск литературы глубиной 20 лет (с 2004 по 2024 годы) по международной базе данных Pubmed и русскоязычной — elibrary.ru. Ключевыми поисковыми словами для англоязычной базы данных были «volumetric sphygmography», «arterial stiffness», «cardio-ankle vascular index», «cardiovascular risk»; для русскоязычной — «объёмная сфигмография», «артериальная жёсткость», «сердечно-лодыжечный сосудистый индекс», «сердечно-сосудистый риск».

На сегодняшний день показано, что СЛСИ может зависеть от следующих факторов:

Пол и возраст. Мужской пол и пожилой возраст ассоциированы с более высокими значениями СЛСИ [4], однако по мнению некоторых исследователей, различия в жёсткости артерий у мужчин и женщин наблюдаются только до наступления менопаузы [5]. На сегодняшний день разработаны возрастные нормы для СЛСИ, которые автоматически учитываются современными сфигмографами при формировании протокола исследования. В то же время при разработке возрастных нормативов СЛСИ в популяционных исследованиях принимали участие пациенты моложе 80 лет. Таким образом, на сегодняшний день мы не имеем достаточно данных о нормальных значениях СЛСИ у лиц старческого возраста и долгожителей.

Курение. Курение является доказанным фактором риска развития и прогрессирования сердечно-сосудистых заболеваний и их осложнений. Негативное влияние указанного фактора на кардиоваскулярную систему может быть реализовано путём повышения артериальной ригидности. Резю-

мируя многочисленные исследования по изменению состояния сосудистой стенки у курящих пациентов, можно заключить, что СЛСИ демонстрирует более высокие значения в группах курящих пациентов по сравнению с некурящими [6]. При отказе от курения возможна нормализация СЛСИ в отдалённом периоде наблюдения [7].

Артериальная гипертензия (АГ) и антигипертензивная терапия. Доказано, что стойкое, длительно существующее повышение АД приводит к ремоделированию сосудистой стенки и росту сосудистой жёсткости [8]. В многочисленных исследованиях значения СЛСИ у пациентов с АГ были значимо выше, чем у здоровых лиц, как среди мужчин, так и женщин [9, 10]. В то же время установлено, что отказ от антигипертензивной терапии и недостижение целевых показателей АД приводит к росту сосудистой жёсткости и увеличению темпов сосудистого старения [11].

Сегодня предложено большое число групп препаратов, способных стабилизировать АД. Они могут назначаться пациенту изолированно или в различных рекомендованных кардиологическим сообществом комбинациях. Однако влияние каждой из групп лекарственных веществ, снижающих АД, на состояние сосудистой жёсткости остаётся недостаточно изученным. Показано, что ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента и блокаторы рецепторов ангиотензина II при регулярном приёме способны снижать жёсткость сосудистой стенки, тогда как на фоне терапии амлодипином существенных изменений СЛСИ не наблюдается, несмотря на достигнутое снижение АД [12]. По данным другой группы исследователей применение фиксированной комбинации блокаторов кальциевых каналов и блокаторов рецепторов ангиотензина II приводило к существенному снижению жёсткости сосудистой стенки [13]. В исследовании российских учёных показано, что длительная терапия метопролола тартратом способствовала снижению СЛСИ на фоне адекватной коррекции АД [14]. Многие из перечисленных выше исследований не позволяют однозначно заключить, что же оказывало ведущее влияние на артериальную ригидность: лекарственное вещество или достигнутое на фоне его приёма снижение АД.

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) и атеросклеротическое поражение сосудов различной локализации. На сегодняшний день доказана возможность применения СЛСИ с целью оценки атеросклеротического поражения артерий различных бассейнов. В ряде исследований СЛСИ демонстрировал значимую корреляцию с коронарным атеросклерозом [15], в том числе и субклиническим, выявляемым с помощью КТ-ангиографии сердца [16]. Предприняты попытки определить пороговые значения СЛСИ для развития коронарного атеросклероза, на сегодняшний день установлено, что значения СЛСИ $\geq 8,0$ единиц ассоциированы с 50-процентным поражением коронарных артерий, а $\geq 9,0$ единиц — с 75%-ным поражением [17]. Показана возможность применения СЛСИ для прогнозирования риска развития нарушений ритма и проводимости, связанных с переходящей ишемией миокарда. Проведённые исследования указывают на то, что частота появления фибрилляции предсердий у лиц с СЛСИ $\geq 8,0$ единиц выше, чем у лиц с СЛСИ $< 8,0$ единиц [18]. При изучении взаимосвязи между СЛСИ и нарушениями проводимости показано повышение указанного индекса в группе лиц, страдающих поперечной атриовентрикулярной блокадой и имеющих имплантированный электрокардиостимулятор [19]. У пациентов, перенёвших острый коронарный синдром, рост СЛСИ был ассоциирован с увеличением риска неблагоприятных сердечно-сосудистых событий: рецидива инфаркта миокарда, внезапной сердечной смерти, сердечной недостаточности, развития острого нарушения мозгового кровообращения. При этом снижение СЛСИ на фоне проводимого лечения было связано со снижением риска наступления неблагоприятного сердечно-сосудистого исхода, тогда как при сохранении высоких значений СЛСИ, несмотря на коррекцию факторов сердечно-сосудистого риска, сохранялась высокая вероятность развития летальных осложнений [20].

Помимо атеросклеротического поражения коронарных артерий, СЛСИ может отражать развитие и прогрессирование атеросклероза других локализаций. В ряде исследований показано повышение СЛСИ при облитерирующем атеросклерозе сосудов нижних конечностей [21], развитии аневризмы

брюшной аорты [22], стенозе сонных артерий [23], причём уровень повышения СЛСИ исследователи связывали со степенью повреждения сосуда.

СЛСИ был информативен и у лиц с атеросклерозом церебральных артерий: показано, что значения СЛСИ в группе пациентов с различными подтипами ишемического инсульта значительно превышают таковые в группе здоровых добровольцев [24]. Некоторые исследователи рассматривали СЛСИ как показатель развития прогрессирующего снижения когнитивных функций [25].

Дислипидемия и гиподислипидемическая терапия. Изменения СЛСИ при различных вариантах дислипидемий остаётся до конца не изученным. Существуют исследования, в которых повышенные значения СЛСИ ассоциируются с атерогенным вариантом дислипидемии, в частности, с низким уровнем липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) и высоким уровнем липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) [26]. Однако в некоторых исследованиях продемонстрировано, что преимущественное влияние на рост СЛСИ оказывают триглицериды плазмы (ТГ), тогда как ЛПНП не играют существенной роли [27]. По мнению третьей группы исследователей, связь прослеживается между СЛСИ и ТГ и ЛПНП одновременно [28]. Однозначный результат демонстрируют исследования, в которых дислипидемию не разделяют на подтипы: группа пациентов с дислипидемией имеет более высокие значения СЛСИ [29].

Что касается липидоснижающей терапии, то среди препаратов, относящихся к группе ингибиторов ГМГ-КоА-редуктазы, значимое влияние на СЛСИ показал питавастатин, на фоне приёма которого наблюдалось снижение сосудистой жёсткости [30]. В проведённом метаанализе, включавшем данные о приёме симвастатина, розувастатина, ловастатина, флувастатина и аторвастатина, показано положительное влияние гиподислипидемической терапии на эластические свойства сосудистой стенки [31]. Однако в вышеупомянутом исследовании сосудистую жёсткость оценивали не по СЛСИ, а по скорости распространения пульсовой волны.

Влияние фибратов на жёсткость сосудистой стенки оценено в группе пациентов с сахарным диабетом (СД) и гипертриглицеридемией. Показано,

что применение безафибрата приводит к значимому снижению СЛСИ [32]. Влияние других групп гиподислипидемических препаратов, таких как ингибиторы PCSK9 и эзетимиб, на жёсткость сосудов в настоящее время изучено недостаточно.

Нарушения углеводного обмена. Избыточное содержание глюкозы в плазме крови способно вызывать повреждение сосудистой стенки. Доказано, что пациенты, страдающие нарушением толерантности к глюкозе и СД, имеют более высокие значения СЛСИ [33], которые способны снижаться при контроле над уровнем гликемии [34]. По некоторым данным, повышение индекса жёсткости сосудистой стенки было ассоциировано с развитием у пациентов осложненной СД 2-го типа, а именно ортостатической гипотензии [35], диабетической полинейропатии [36] и диабетической ретинопатии [37]. Сочетание СД с АГ по данным отдельных исследователей также ассоциировано с более высокой артериальной ригидностью по сравнению со здоровыми пациентами, однако не отличается от жёсткости сосудов, определённой у лиц только с СД или только с АГ [38].

Избыточная масса тела и ожирение. На сегодняшний день у учёных нет единого мнения о том, как связаны между собой избыточная масса тела, ожирение и жёсткость сосудистой стенки. Часть исследователей указывает на прямую корреляцию СЛСИ с индексом массы тела (ИМТ) [39]. Согласно другой точке зрения между вышеназванными индексами существует обратная зависимость [40]. Некоторые исследователи пытаются связать особенности распределения жировой ткани [41] и метаболический синдром [42] с повышенной жёсткостью сосудистой стенки. Однако, вероятнее всего, для реализации влияния избыточной массы тела на жёсткость сосудистой стенки необходимо сочетание повышенного ИМТ с другими известными факторами кардиоваскулярного риска.

Хроническая болезнь почек (ХБП). По данным некоторых исследователей СЛСИ выше у пациентов с ХБП, чем при нормальной функции почек, причём жёсткость артериальной стенки прогрессивно увеличивается при снижении скорости клубочковой фильтрации [43]. Особенно высокие значения СЛСИ были установлены у пациентов,

находящихся на гемодиализе [44]. Результаты недавно проведённых исследований показали, что значения СЛСИ возрастают при ухудшении показателей почечной гемодинамики [45].

Острый и хронический стресс. Повышение риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий под влиянием острых и длительно протекающих стрессовых ситуаций известно достаточно давно. Возможным количественным отражением стресс-индуцированного изменения сосудов может быть СЛСИ, тесно сопряжённый с биологическим возрастом артерий. Для понимания механизмов, связывающих СЛСИ и воздействие стресс-факторов на организм, необходимо вспомнить, что жёсткость сосудистой стенки имеет в своём составе органическую и функциональную части, о чем свидетельствуют эксперименты с нитроглицерином [46]. В связи с этим СЛСИ вполне закономерно может изменяться под влиянием экзогенных воздействий, вызывающих кратковременный сосудистый спазм. В качестве доказательства можно привести исследования, регистрировавшие рост СЛСИ у людей, пострадавших во время землетрясения в Японии [47], а также увеличение СЛСИ при кратковременных, созданных в эксперименте, эпизодах интенсивного стресса [48]. Важно отметить, что в обоих вышеупомянутых случаях наблюдалось возвращение СЛСИ к доэкспериментальному уровню: в первом случае восстановление занимало около 6 месяцев, во втором — около 45 минут.

Перенесённые инфекционные заболевания. На сегодняшний день показано, что на жёсткость сосудистой стенки могут оказывать влияние заболевания бактериального и вирусного происхождения. Установлен рост СЛСИ на фоне хронической персистирующей инфекции, вызванной *Helicobacter pylori* [49]. Японскими исследователями показано возрастание СЛСИ на фоне септического процесса и сделан вывод о том, что указанный индекс может отражать изменения сосудов, вызванные острым воспалением [50]. Однако изменения артериальной ригидности после купирования острой воспалительной реакции на текущий момент изучены недостаточно. Так показано, что у пациентов с ревматическими заболеваниями,

получающих терапию глюкокортикостероидами, наблюдалось увеличение СЛСИ через 3 месяца от начала лечения с последующим снижением СЛСИ через 6 месяцев от начала лечения [51].

Особое внимание исследователей привлекает проблема изменения жёсткости сосудистой стенки после перенесённой новой коронавирусной инфекции. Накопленные на сегодняшний день данные свидетельствуют о повышении СЛСИ у пациентов, перенёвших COVID-19 не более 3 месяцев назад [52]. Динамическое наблюдение за лицами, перенёвшими COVID-19, потребовавшей стационарного лечения, показало, что динамика изменений артериальной жёсткости на промежутке времени от 10–16 месяцев до 14–23 месяцев после госпитализации с COVID-19 отсутствовала [53].

СЛСИ может применяться не только для оценки текущих изменений артериальной стенки, но и для прогнозирования риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у исходно здоровых пациентов, имеющих факторы кардиоваскулярного риска [54]. В отдельных исследованиях СЛСИ применяют как один из маркеров эффективности лекарственных препаратов [55]. Подход к использованию СЛСИ в качестве предиктора сердечно-сосудистых событий является актуальной проблемой и может стать темой отдельного обзора литературы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что СЛСИ способен изменяться под влиянием многих параметров. Так мужской пол, старший возраст, активный статус курения, неконтролируемая АГ, атеросклероз различных локализаций, нарушения липидного и углеводного обменов, ХБП, стресс и воспалительные процессы в организме ассоциированы с более высокими значениями СЛСИ. При этом грамотно подобранная терапия АГ и дислипидемии приводит к снижению СЛСИ. Влияние избыточной массы тела и ожирения на величину СЛСИ на сегодняшний день остаётся неопределённым. Ежегодно появляются новые данные о факторах, способных модифицировать СЛСИ, а также о том, в каких исследуемых группах указанный индекс может быть информативен в качестве прогности-

ческого маркера кардиоваскулярного риска. В связи с этим проведение объёмной сфигмографии можно рекомендовать для скрининговой оценки состояния сосудистого русла и формирования углублённого представления о кардиоваскулярном риске пациента.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

ЛИТЕРАТУРА | REFERENCES

1. Васюк ЮА, Иванова СВ, Школьник ЕЛ, и др. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жёсткости в клинической практике. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. **2016**; 15 (2): 4-19. [Vasyuk YuA, Ivanova SV, Shkolnik EL, 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.)]. DOI: 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19 EDN: VUWMTP
2. Сумин АН, Щеглова АВ, Бахолдин ИБ. Сравнительный анализ значений индексов артериальной жёсткости START и CAVI у больных артериальной гипертензией. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. **2023**;22(3): 3473. [Sumin AN, Shcheglova AV, Bakholdin IB. Comparative analysis of START and CAVI arterial stiffness scores in hypertensive patients. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. **2023**;22(3):3473. (in Russ.)]. DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3473 EDN: RTDGMS
3. Милягина ИВ, Милягин ВА, Шпынева ЗМ, и др. Клиническое значение новых показателей жёсткости сосудов. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. **2010**;1:37-41. [Milyagina IV, Milyagin VA, Shpyneva ZM, et al. The clinical significance of new indicators of vascular stiffness. *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*. **2010**;1:37-41. (in Russ.)]. EDN: OJDLRF
4. 2021 Рекомендации ESC по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний в клинической практике. *Российский кардиологический журнал*. **2022**;7(2):5155. [2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Russian Journal of Cardiology*. **2022**;27(7):5155. (In Russ.)] DOI: 10.15829/1560-4071-2022-5155 EDN: VQDNK
5. Lu Y, Pechlaner R, Cai J, et al. Trajectories of age-related arterial stiffness in Chinese men and women. *J Am Coll Cardiol*. **2020**; 75(8):870-880. DOI: 10.1016/j.jacc.2019.12.039 EDN: BTTYMB
6. Милютин МЮ, Макарова ЕВ, Меньков НВ, и др. Влияние курения на жёсткость сосудистой стенки у мужчин трудоспособного возраста по данным объёмной сфигмографии. *Клиническая медицина*. **2021**;1(99):53-57. [Milyutina MY, Makarova EV, Menkov NV, et al. Effect of smoking on arterial stiffness in men of working age. *Klinicheskaya meditsina*. **2021**;99(1):53-57. (In Russ.)]. DOI: 10.30629/0023-2149-2021-99-1-53-57 EDN: BPKUID
7. Noike H, Nakamura K, Sugiyama Y, et al. Changes in cardio-ankle vascular index in smoking cessation. *J Atheroscler Thromb*. **2010**;17(5):517-525. DOI: 10.5551/jat.3707
8. Shirai K. Further role of blood pressure-independent CAVI in addition to a predictor of cardiovascular events. *J Atheroscler Thromb*. **2020**;27(7):639-640. DOI: 10.5551/jat.ED125 EDN: HKLDDX
9. Shirai K, Suzuki K, Tsuda S, et al. Comparison of cardio-ankle vascular index (CAVI) and CAVI0 in large healthy and hypertensive populations. *J Atheroscler Thromb*. **2019**;26(7):603-615. DOI: 10.5551/jat.48314 EDN: FPQHPS
10. Kawada T. Cardio-ankle vascular index and plasma lipids in patients with hypertension: causality of the association. *J Hum Hypertens*. **2015**;29(2):137. DOI: 10.1038/jhh.2014.67
11. Podzolkov V, Safronova T, Nebieridze N, Jafarova Z. Vascular age and Cardio-ankle vascular index in pa-

- tients with uncontrolled arterial hypertension. *Georgian Med News*. **2020**;301:86-92. EDN: HAEGDQ
12. Miyashita Y, Saiki A, Endo K, et al. Effects of olmesartan, an angiotensin II receptor blocker, and amlodipine, a calcium channel blocker, on Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI) in type 2 diabetic patients with hypertension. *J Atheroscler Thromb*. **2009**;16(5):621-626. DOI: 10.5551/jat.497
 13. Борисова ЕВ, Кочетков АИ, Остроумова ОД. Влияние фиксированной комбинации валсартан/амлодипин на уровень артериального давления и параметры жёсткости сосудов у пациентов с эссенциальной гипертонией 1-2 степени. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. **2018**;14(6):831-839. [Borisova EV, Kochetkov AI, Ostroumova OD. The Impact of Valsartan/Amlodipine Single-Pill Combination on Blood Pressure and Vascular Stiffness in Patients with Grade 1-2 Essential Arterial Hypertension. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. **2018**;14(6):831-839. (in Russ.)]. DOI: 10.20996/1819-6446-2018-14-6-831-839 EDN: YWCWSD
 14. Олейников ВЭ, Матросова ИБ, Томашевская ЮА и др. Влияние терапии метопрололом на артериальную ригидность. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. **2011**;7(6):685-689. [Oleynikov VE, Matrosova IB, Tomashevskaya YA, et al. Effect of metoprolol therapy on the arterial stiffness. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. **2011**;7(6):685-689. (In Russ.)]. DOI: 10.20996/1819-6446-2011-7-6-685-689 EDN: OXISNX
 15. Birudaraju D, Cherukuri L, Kinninger A, et al. Relationship between cardio-ankle vascular index and obstructive coronary artery disease. *Coron Artery Dis*. **2020**;31(6):550-555. DOI: 10.1097/MCA.0000000000000872 EDN: WIUOUC
 16. Matsumoto S, Nakanishi R, Luo Y, et al. The relationship between cardio-ankle vascular index and subclinical atherosclerosis evaluated by cardiac computed tomographic angiography. *Clin Cardiol*. **2017**;40(8):549-553. DOI: 10.1002/clc.22695
 17. Miyoshi T, Ito H. Arterial stiffness in health and disease: The role of cardio-ankle vascular index. *J Cardiol*. **2021**;78(6):493-501. DOI: 10.1016/j.jjcc.2021.07.011 EDN: GHCRLE
 18. Nakamura K, Takagi T, Kogame N. et al. The association of cardio-ankle vascular index (CAVI) with bi-atrial remodeling in atrial fibrillation. *J Atheroscler Thromb*. **2021**;28(6):590-603. DOI: 10.5551/jat.57737 EDN: VPHCFA
 19. Turan T, Kara F, Kul S, et al. The association between cardio-ankle vascular index and primary idiopathic complete atrioventricular block in an elderly population. *Angiology*. **2022**;73(2):120-124. DOI: 10.1177/000331972111028780 EDN: VJIMWI
 20. Kirigaya J, Iwahashi N, Tahakashi H, et al. Impact of Cardio-Ankle Vascular Index on long-term outcome in patients with acute coronary syndrome. *J Atheroscler Thromb*. **2020**;27(7):657-668. DOI: 10.5551/jat.51409 EDN: YXATJL
 21. Лазаренко ВА, Бобровская ЕА, Мезенцева АВ, и др. Оценка уровня жёсткости артериальной сосудистой стенки у пациентов с облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова*. **2016**;11(4):65-68. [Lazarenko VA, Bobrovskaya EA, Mezentsseva AB, et al. Assessment of the arterial vascular wall stiffness in patients with obliterating atherosclerosis of the lower extremities. *Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov*. **2016**;11(4):65-68]. EDN: XVRTOP
 22. Aykan AC, Cetin M, Kalaycioglu E, Mentese U. Assessment of cardio-ankle vascular index in patients with abdominal aortic aneurysm: An observational study. *Vascular*. **2021**;29(2):190-195. DOI: 10.1177/1708538120946549 EDN: FOUNWR
 23. Kadoglou NPE, Moulakakis KG, Mantas G, et al. The association of arterial stiffness with significant carotid atherosclerosis and carotid plaque vulnerability. *Angiology*. **2022**;73(7):668-674. DOI: 10.1177/000331972111068936 EDN: YHPILS
 24. Труш ЕЮ, Иванова СВ, Савин АА, и др. Жёсткость артериальной стенки у больных с ишемическими

- нарушениями мозгового кровообращения. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. **2020**;120(12-2):16-21. [Trush EYu, Ivanova SV, Savin AA, et al. Arterial stiffness in patients with acute cerebrovascular accident. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. **2020**;120(12-2):16-21. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/jnevro202012012216 EDN: AQPTKF
25. Yukutake T, Yamada M, Fukutani N, et al. Arterial stiffness predicts cognitive decline in Japanese community-dwelling elderly subjects: a one-year follow-up study. *J Atheroscler Thromb*. **2015**;22(6):637-644. DOI: 10.5551/jat.27391
26. Liu H, Zhang X, Feng X, et al. Effects of metabolic syndrome on cardio-ankle vascular index in middle-aged and elderly Chinese. *Metab Syndr Relat Disord*. **2011**;9(2):105-110. DOI: 10.1089/met.2010.0019 EDN: OMDJL
27. Sekizuka H, Hoshida S, Kabutoya T, Kario K. Determining the relationship between triglycerides and arterial stiffness in cardiovascular risk patients without low-density lipoprotein cholesterol-lowering therapy. *Int Heart J*. **2021**;62(6):1320-1327. DOI: 10.1536/ihj.21-309 EDN: VMWKCJ
28. Wang H, Liu J, Zhao H, et al. Relationship between cardio-ankle vascular index and plasma lipids in hypertension subjects. *J Hum Hypertens*. **2015**;29(2):105-108. DOI: 10.1038/jhh.2014.37
29. Dobsak P, Soska V, Sochor O, et al. Increased cardio-ankle vascular index in hyperlipidemic patients without diabetes or hypertension. *J Atheroscler Thromb*. **2015**;22(3):272-283. DOI: 10.5551/jat.24851
30. Saiki A, Watanabe Y, Yamaguchi T, et al. CAVI-lowering effect of pitavastatin may be involved in the prevention of cardiovascular disease: subgroup analysis of the TOHO-LIP. *J Atheroscler Thromb*. **2021**;28(10):1083-1094. DOI: 10.5551/jat.60343 EDN: XPNWRI
31. Alidadi M, Montecucco F, Jamialahmadi T, et al. Beneficial effect of statin therapy on arterial stiffness. *Biomed Res Int*. **2021**:5548310. DOI: 10.1155/2021/5548310 EDN: OIQNSL
32. Yamaguchi T, Shirai K, Nagayama D, et al. Bezafibrate ameliorates arterial stiffness assessed by cardio-ankle vascular index in hypertriglyceridemic patients with type 2 diabetes mellitus. *J Atheroscler Thromb*. **2019**;26(7):659-669. DOI: 10.5551/jat.45799
33. Sumin AN, Bezdenezhnykh NA, Bezdenezhnykh AV, Artamonova GV. Cardio-ankle vascular index in the persons with pre-diabetes and diabetes mellitus in the population sample of the Russian Federation. *Diagnostics (Basel)*. **2021**;11(3):474. DOI: 10.3390/diagnostics11030474 EDN: OYEBBI
34. Ibata J, Sasaki H, Hanabusa T, et al. Increased arterial stiffness is closely associated with hyperglycemia and improved by glycemic control in diabetic patients. *J Diabetes Investig*. **2013**;4(1):82-7. DOI: 10.1111/j.2040-1124.2012.00229.x
35. Kobayashi Y, Fujikawa T, Kobayashi H, et al. Relationship between arterial stiffness and blood pressure drop during the sit-to-stand test in patients with diabetes mellitus. *J Atheroscler Thromb*. **2017**;24(2):147-156. DOI: 10.5551/jat.34645
36. Ando A, Miyamoto M, Kotani K, et al. Cardio-ankle vascular index and indices of diabetic polyneuropathy in patients with type 2 diabetes. *J Diabetes Res*. **2017**:2810914. DOI: 10.1155/2017/2810914
37. Lamacchia O, Sorrentino MR, Picca G, et al. Cardio-ankle vascular index is associated with diabetic retinopathy in younger than 70 years patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract*. **2019**;155:107793. DOI: 10.1016/j.diabres.2019.107793 EDN: JVAPSR
38. Yeboah K, Antwi DA, Gyan B, et al. Arterial stiffness in hypertensive and type 2 diabetes patients in Ghana: comparison of the cardio-ankle vascular index and central aortic techniques. *BMC Endocr Disord*. **2016**;16(1):53. DOI: 10.1186/s12902-016-0135-5
39. Дадаева ВА, Королев АИ, Федорович АА, и др. Состояние сосудистой стенки у мужчин с избыточной массой тела и ожирением. *Профилактическая медицина*. **2021**;24(6):85-89. [Dadaeva VA, Korolev AI, Fedorovich AA, et al. The condition of the vascular wall in overweight and obese men. *Russian Journal of Preventive Medicine*. **2021**;24(6):85-89. (in Russ.)]. DOI: 10.17116/profmed20212406185 EDN: XMCGPP

40. Nagayama D, Imamura H, Sato Y, et al. Inverse relationship of cardio-ankle vascular index with BMI in healthy Japanese subjects: a cross-sectional study. *Vasc Health Risk Manag.* **2016**;13:1-9. DOI: 10.2147/VHRM.S119646 EDN: XZQPTB
41. Железнова ЕА, Жернакова ЮВ, Чазова ИЕ, и др. Жёсткость сосудистой стенки у лиц молодого возраста с абдоминальным ожирением и её связь с разными жировыми депо. *Системные гипертензии.* **2018**;15(4):76-82. [Zheleznova EA, Zhernakova YuV, Chazova IE, et al. Communication of subcutaneous, visceral, periaortic, epicardial fat and metabolic parameters with arterial stiffness in young people with abdominal obesity. *Systemic Hypertension.* **2018**;15(4):76-82. (in Russ.)]. DOI: 10.26442/2075082X.2018.4.180131 EDN: YUPTTF
42. Shirai K. Should the definition of metabolic syndrome be reconsidered from the aspect of arterial stiffness? *J Atheroscler Thromb.* **2022**;29(12):1701-1703. DOI: 10.5551/jat.ED209 EDN: OMHKGL
43. Satirapoj B, Triwatana W, Supasyndh O. Arterial Stiffness Predicts Rapid Decline in Glomerular Filtration Rate Among Patients with High Cardiovascular Risks. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis.* **2020**;27(6):611-619. DOI: 10.5551/jat.52084 EDN: XTSGBU
44. Murakami K, Inayama E, Itoh Y, et al. The role of cardio-ankle vascular index as a predictor of mortality in patients on maintenance hemodialysis. *Vasc Health Risk Manag.* **2021**;17:791-798. DOI: 10.2147/VHRM.S339769 EDN: OPDVIB
45. Hitsumoto T. Correlation between the cardio-ankle vascular index and renal resistive index in patients with essential hypertension. *Cardiol Res.* **2020**;11(2):106-112. DOI: 10.14740/cr1026 EDN: WNYFQS
46. Shimizu K, Yamamoto T, Takahashi M, et al. Effect of nitroglycerin administration on cardio-ankle vascular index. *Vasc Health Risk Manag.* **2016**;12:313-319. DOI: 10.2147/VHRM.S106542
47. Shimizu K, Takahashi M, Shirai K. A huge earthquake hardened arterial stiffness monitored with cardio-ankle vascular index. *J Atheroscler Thromb.* **2013**;20(5):503-511. DOI: 10.5551/jat.16097
48. Kume D, Nishiwaki M, Hotta N, Endoh H. Acute mental stress-caused arterial stiffening can be counteracted by brief aerobic exercise. *Eur J Appl Physiol.* **2021**;121(5):1359-1366. DOI: 10.1007/s00421-021-04618-3. EDN: RFNSNL
49. Choi JM, Lim SH, Han YM, et al Association between Helicobacter pylori infection and arterial stiffness: Results from a large cross-sectional study. *PLoS One.* **2019**;14(8):e0221643. DOI: 10.1371/journal.pone.0221643
50. Nagayama D, Imamura H, Endo K, et al. Marker of sepsis severity is associated with the variation in cardio-ankle vascular index (CAVI) during sepsis treatment. *Vasc Health Risk Manag.* **2019**;15:509-516. DOI: 10.2147/VHRM.S228506
51. Kaneko K, Sakai D, Sato S, et al. Changes in arterial stiffness monitored using the Cardio-Ankle Vascular Index in patients with rheumatic disease Receiving initial glucocorticoid therapy: a clinical pilot study. *J Clin Med.* **2023**;12(21):6923. DOI: 10.3390/jcm12216923 EDN: EYKYQR
52. Авдеева ИВ, Полежаева КН, Бурко НВ, и др. Влияние инфекции SARS-CoV-2 на структурно-функциональные свойства артерий. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки.* **2022**;(2):14-25. [Avdeeva IV, Polezhaeva KN, Burko NV, et al. The effect of SARS-CoV-2 infection on structural and functional properties of arteries. *University proceedings. Volga region. Medical sciences.* **2022**;(2):14-25. (in Russ.)]. DOI: 10.21685/2072-3032-2022-2-2. EDN: ZCAVDK
53. Бондарь СА, Ротарь ОП, Могучая ЕВ и др. Артериальная жёсткость и эндотелиальная функция в отдалённом периоде после перенесённой новой коронавирусной инфекции. *Российский кардиологический журнал.* **2024**;29(6):5803. [Bondar SA, Rotar OP, Moguchaya EV, et al. Arterial stiffness and endothelial function in the long-term period after a coronavirus disease 2019. *Russian Journal of Cardiology.* **2024**;29(6):5803. (in Russ.)]. DOI: 10.15829/560-4071-2024-5803
54. Miyoshi T, Ito H, Shirai K, 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. DOI: 10.1161/JAHA.120.020103 EDN: GEKVAQ

55. Tanaka A, Shibata H, Imai T, et al. FIVE-STAR trial investigators. Rationale and design of an investigator-initiated, multicenter, prospective, placebo-controlled, double-blind, randomized trial to evaluate the effects of finerenone on vascular stiffness and cardiorenal biomarkers in type 2 diabetes and chronic kidney disease (FIVE-STAR). *Cardiovasc Diabetol.* **2023**;22(1):194. DOI: 10.1186/s12933-023-01928-y. EDN: FTINJA

АВТОРЫ | AUTHORS

✉ *Рудой Мария Дмитриевна*, младший научный сотрудник клинического отдела Нижегородского научно-исследовательского института гигиены и профпатологии, ассистент кафедры пропедевтики внутренних болезней и гериатрии имени К. Г. Никулина Приволжского исследовательского медицинского университета; ORCID: 0000-0003-1225-3008; email: kolesowa.mascha@yandex.ru.

Макарова Екатерина Вадимовна, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней и гериатрии имени К. Г. Никулина Приволжского исследовательского медицинского университета, ведущий научный сотрудник клинического отдела Нижегородского научно-исследовательского института гигиены и профпатологии; ORCID: 0000-0003-4394-0687.

Трошин Вячеслав Владимирович, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, заведующий клиническим отделом Нижегородского научно-исследовательского института гигиены и профпатологии; ORCID: 0000-0002-7077-0014.

✉ *Maria D. Rudoi*, Junior Researcher of the Clinical Department at the Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology; Assistant at the Department of Propaedeutics of Internal Medicine and Geriatrics named after K. G. Nikulin, Privolzhsky Research Medical University; ORCID: 0000-0003-1225-3008; email: kolesowa.mascha@yandex.ru.

Ekaterina V. Makarova, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Propaedeutics of Internal Medicine and Geriatrics named after K. G. Nikulin, Privolzhsky Research Medical University; Leading Researcher of the Clinical Department at the Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology; ORCID: 0000-0003-4394-0687.

Vyacheslav V. Troshin, Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Head of the Clinical Department at the Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology; ORCID: 0000-0002-7077-0014.

Поступила в редакцию: | Received: 15.01.2025
Поступила после доработки: | Revised: 19.02.2025
Принята: | Accepted: 21.02.2025