

Предиктивный потенциал сердечно-лодыжечного сосудистого индекса в рамках ангиологического скрининга лиц молодого возраста

Евсеева М. Е.^{1*}, Ерёмин М. В.², Сергеева О. В.¹, Гусева А. В.¹, Звягинцева Е. М.¹, Кудрявцева В. Д.¹, Крючков М. С.¹, Фурсова Е. Н.¹, Мажаров В. Н.¹, Ходжаян А. Б.¹

¹ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь, Россия

²ГБУЗ СК «Ставропольская краевая клиническая больница» Минздрава России, Ставрополь, Россия

В обзоре отражены современные данные о предиктивном потенциале показателей сосудистой жёсткости (СЖ) в отношении риска развития различных сердечно-сосудистых событий (смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, общая смертность, развитие хронической болезни почек и когнитивных нарушений, возникновение ишемической болезни сердца, артериальной гипертензии) и других исходов. В качестве показателей СЖ рассматривается не только скорость пульсовой волны, но и сердечно-лодыжечный васкулярный индекс (cardio-ankle vascular index, CAVI). Показаны его технические, физиологические, клинические и другие преимущества, особенно относительно выполнения скрининга риска раннего развития основных сердечно-сосудистых заболеваний. Накоплен значительный опыт использования этого показателя как для клинического изучения сосудистого статуса у пациентов с явной сердечно-сосудистой патологией, так и для скрининга на популяционном уровне. Проанализированы источники, посвящённые взаимосвязи артериальной гипертензии и повышенной СЖ в аспекте первичности и вторичности этих сдвигов. Подчёркивается особая целесообразность рискометрии с помощью CAVI у лиц молодого возраста по сравнению с пожилым контингентом. Приводятся клинические и доклинические сценарии, при которых измерение СЖ с помощью CAVI может помочь в стратификации риска на самых ранних этапах развития сердечно-сосудистого континуума, которому соответствуют лица молодого возраста. Современные данные указывают, что такая необходимость возникает при наличии изолированной систолической артериальной гипертензии у лиц молодого возраста, регипертензии у лиц без сахарного диабета и хронической болезни почек, а также при нормотензии на фоне неблагоприятного семейного анамнеза в отношении ишемической болезни сердца. Отражены убедительные результаты российских исследований сосудистого скрининга лиц молодого возраста, нацеленных на повышение у них точности рискометрии, способствующей разработке индивидуализированных программ превентивных вмешательств на ранних этапах сердечно-сосудистой патологии. Результаты таких исследований позволяют оптимизировать существующие подходы к борьбе с сердечно-сосудистыми заболеваниями за счёт совершенствования технологий ранней первичной профилактики.

Ключевые слова: сосудистая жесткость, молодой возраст, факторы риска, сердечно-лодыжечный васкулярный индекс, артериальная гипертензия, синдром раннего сосудистого старения, синдром EVA.



Для цитирования: Евсеева М. Е., Ерёмин М. В., Сергеева О. В., Гусева А. В., Звягинцева Е. М., Кудрявцева В. Д., Крючков М. С., Фурсова Е. Н., Мажаров В. Н., Ходжаян А. Б. Предиктивный потенциал сердечно-лодыжечного сосудистого индекса в рамках ангиологического скрининга лиц молодого возраста. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2025;21(4):387-395. DOI: 10.20996/1819-6446-2025-3219. EDN: KECIUX

Predictive potential of the cardio-ankle vascular index in the framework of angiological screening of young people

Evseeva M.E.^{1*}, Eremin M.V.², Sergeeva O.V.¹, Guseva A.V.¹, Zvyagintseva E.M.¹, Kudryavtseva V.D.¹, Kryuchkov M.S.¹, Fursova E.N.¹, Mazharov V.N.¹, Khodzhan A.B.¹

¹Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

²Regional Clinical Hospital of Stavropol Territory, Stavropol, Russia

The review reflects current data on the predictive potential of vascular stiffness (VS) indicators in relation to the risk of developing various cardiovascular (CV) events by type of CV mortality, overall mortality, the development of chronic kidney disease (CKD) and cognitive impairment, the occurrence of coronary heart disease (CHD), arterial hypertension (AH) and other outcomes. Not only pulse wave velocity (PWV), but also cardio-ankle vascular index (CAVI) is considered as indicators of VS. Its technical, physiological, clinical and other advantages are shown, especially in terms of screening. Considerable experience has been gained in using this indicator both for the clinical study of vascular status in patients with obvious CV pathology and for screening at the population level. The sources devoted to the relationship between AH and increased VS in terms of the primary and secondary nature of these shifts are analyzed. The special expediency of risk assessment using CAVI in young people in comparison with the elderly population is emphasized. Clinical and preclinical scenarios are presented in which measurement of VS using the CAVI indicator can help in risk stratification at the earliest stages of development of the vascular continuum, which corresponds to young people (YP). Current data indicate that such a need arises in the presence of isolated systolic hypertension in YP, prehypertension in people without diabetes and CKD, as well as cases of normotension with the background of an unfavorable family history of CHD. The convincing results of Russian studies of vascular screening of YP aimed at increasing the accuracy of risk assessment in them, contributing to the development of more individualized preventive intervention programs already at the early stages of CV pathology. The results of such studies will make it possible to optimize existing approaches to combating CV diseases in general by improving technologies for early primary prevention.

Keywords: vascular stiffness, young age, risk factors, cardio-ankle vascular index, arterial hypertension, early vascular aging syndrome, syndrome EVA.

For citation: Evsevieva M.E., Eremin M.V., Sergeeva O.V., Guseva A.V., Zvyagintseva E.M., Kudryavtseva V.D., Kryuchkov M.S., Fursova E.N., Mazharov V.N., Khodzhaian A.B. Predictive potential of the cardio-ankle vascular index in the framework of angiological screening of young people. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2025;21(4):387-395. DOI: 10.20996/1819-6446-2025-3219. EDN: KECIUX

*Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку): evsevieva@mail.ru

Received/Поступила: 28.05.2025

Review received/Рецензия получена: 19.06.2025

Accepted/Принята в печать: 04.08.2025

Введение

Оценка сосудистой жесткости (СЖ) как главной детерминанты биологического старения артерий всё шире используется как в клинических, так и скрининговых исследованиях [1, 2]. Значительная часть разработок посвящена изучению СЖ как предиктора различных исходов, включая будущие сердечно-сосудистые (СС) осложнения в рамках метаанализов [3, 4], а также снижения когнитивных функций и деменции [5], прогрессирования заболевания почек при хронической болезни почек [6], СС событий при артериальной гипертензии (АГ) [7] и сахарном диабете (СД) [8]. У лиц трудоспособного возраста СЖ изучалась как предиктор развития АГ [9, 10], а у здоровых пожилых людей как предиктор СС заболеваемости и смертности [11].

Большая часть указанных исследований артериальной ригидности проведена с использованием каротидно-феморальной скорости пульсовой волны (СПВ). Но данные, подтверждающие прогностическую ценность жесткости артерий, также были получены через оценку растяжимости артерий с помощью ультразвукового исследования [12], магнитно-резонансной томографии [13], определения плече-лодыжечной СПВ [14], а также с помощью показателя сердечно-лодыжечного васкулярного индекса (cardio-ankle vascular index, CAVI) [15].

CAVI как современный показатель СЖ

CAVI занимает особое место среди указанных выше показателей по причине наличия у него нескольких несомненных преимуществ. В процессе исследования артериальное давление (АД) оценивается одномоментно с помощью манжет на всех 4 конечностях и регистрируется фонокардиограмма (II тон). Параллельное измерение CAVI и лодыжечно-плечевого индекса экономит время, и оно важно для комплексной оценки сосудистого статуса. Сейчас используются последние модели VS-1500 или VS-2000 аппаратно-диагностического комплекса типа VaSera (производство Fukuda Denshi, Япония). Методика автоматизирована, то есть не зависит от оператора, что упрощает её использование и повышает воспро-

изводимость результатов. Важно также, что не требуется обнажение паховой области, которое некоторые тонометрические методы используют для регистрации бедренного пульса. При измерении CAVI, помимо состояния крупных периферических артерий нижних конечностей, учитывается вся аорта. При выполнении других методов не оцениваются значительные участки аорты, особенно восходящая аорта, в которой наблюдаются самые ранние изменения, связанные со старением сосудистой стенки.

Для определения CAVI измеряется волна, которая проходит от сердца (точнее, от аортального клапана) до лодыжки. Оценка CAVI не требует утомительного измерения расстояния между двумя точками сосудистого русла, поскольку алгоритм его математического расчёта использует рост пациента. И ещё одно немаловажное преимущество CAVI: его значение, в отличие от СПВ, практически не зависит от уровня давления в момент непосредственного проведения измерения [16], поскольку CAVI учитывает параметр жёсткости «β» [17]. На текущий момент определены референсные значения этого показателя для некоторых категорий населения Российской Федерации [18] и других регионов мира [19]. Накоплен значительный опыт его использования как для клинического изучения сосудистого статуса у пациентов с явной СС патологией [1], так и для скрининга на популяционном уровне [2]. Ограничение CAVI заключается в том, что он включает оценку СПВ от мышечных сегментов артерий голени, поэтому не является показателем жёсткости исключительно крупных артерий, которые, как известно, относятся к артериям эластического типа. Но если пользоваться специальным коленным k-датчиком, имеющимся в комплекте аппаратно-диагностического комплекса VS-1500 и VS-2000 типа VaSera (Fukuda Denshi, Япония), то можно исключить влияние мышечных артерий голени. На примере накопленной авторами данной статьи базы, включающей лиц в возрасте от 18 до 25 лет (194 юноши и 240 девушек) установлено, что средние величины показателей CAVI и k-CAVI (CAVI с использованием коленного k-датчика) в среднем составили у юношей $5,77 \pm 0,046$ и $5,96 \pm 0,068$, а у девушек $5,59 \pm 0,0412$ ($p=0,0025$) и $5,72 \pm 0,054$ ($p=0,0029$), соответственно (неопубликованные данные). То есть у лиц молодого возраста k-CAVI превышает CAVI и при этом раз-

личия между двумя показателями достигают вполне значимого уровня, особенно эти различия касаются юношей.

Распространению обсуждаемой технологии способствуют результаты выполненных проспективных исследований, демонстрирующих наличие существенного прогностического потенциала у этого показателя не только в аспекте СС и общей смертности при далеко зашедшей патологии, но и на более ранних стадиях развития атеросклероза, который приводит к снижению растяжимости сосудов и повышению артериальной жесткости. Среди таких разработок особое место занимают те, которые посвящены связи CAVI и ишемической болезни сердца (ИБС), выполненные с использованием CAVI и компьютерной томографической ангиографии [20]. Показано, что артериальная жесткость является независимым предиктором ИБС и коррелирует с тяжестью коронарного стенозирования [21]. CAVI независимо связан с прогрессированием и тяжестью коронарного атеросклероза. Установлено также, что значение CAVI >8 является показателем высоковероятной обструктивной ИБС, т.е. степени стеноза $>50\%$ [22] и наличия индекса коронарного кальция (ИКК) на уровне >300 [23].

Сходные данные зарегистрированы в исследовании корейской популяции из 285 человек [24]. Компьютерная томографическая ангиография использовалась для оценки ассоциации CAVI с выраженным стенозом ($>50\%$) и ИКК >100 . Степень ИКК и выраженность коронарного стенозирования продемонстрировали значимую корреляцию с CAVI. Проведенный анализ продемонстрировал, что значение CAVI $=7,8$ является оптимальным индикатором по чувствительности и специфичности для выявления обструктивной ИБС у асимптомных лиц. Логистическая регрессия показала, что CAVI $>7,8$ в значительной степени связан с обструктивной ИБС и показателем ИКК >100 . Жесткость артерий, выраженная с помощью CAVI, сильно коррелирует с исходами как при поражении ствола левой коронарной артерии, так и при коронарном стенозе [25]. Исследователи приходят к выводу о том, что CAVI может использоваться в качестве скринингового инструмента для раннего прогнозирования обструктивной ИБС и играет важную роль в профилактической кардиологии для оптимизации ведения пациентов. Этот подход может быть особенно актуален для молодых людей, поскольку большинство из них имеют нулевой ИКК.

Поскольку жесткость артерий предсказывает СС риск независимо от традиционных факторов риска (ФР), она оказывает значительное влияние на принятие решений в различных клинических сценариях. В нескольких исследованиях сообщалось о связи между CAVI и будущими СС событиями у лиц, подверженных среднему или высокому риску СС заболеваний, таких как АГ, СД и ожирение [26-28].

При этом использовались рубежные значения показателя для формирования группы СС риска. При CAVI $\geq 10,1$ метаболический синдром также связан с большим количеством СС осложнений [29]. В исследовании, включающем 626 пациентов с СД 2 типа показатель CAVI $>9,0$ независимо ассоциировался с увеличением частоты СС осложнений, по сравнению с CAVI $<9,0$ [30]. О целесообразности использования пороговых значений CAVI в рискометрической практике пишут и другие авторы [31]. В исследованиях с участием пациентов с сердечно-сосудистыми ФР, CAVI ≥ 10 был связан с более высокой частотой СС событий, чем CAVI $<9,0$ [32]. Недавно Японское общество сосудистого неблагополучия предложило пороговые значения для CAVI: <8 для нормального, от ≥ 8 до <9 для пограничного уровня и ≥ 9 для аномального уровня [33]. Поскольку эти критерии были основаны на данных исследований, проведенных в основном в азиатских странах, то неясно, применимы ли эти пороговые значения к населению других регионов. Тем не менее, уже понятно, что CAVI может быть использован в качестве инструмента проведения раннего скрининга. Пациенты с показателями CAVI ≥ 9 должны рассматриваться как группы высокого СС риска. Врачам и пациентам следует учитывать эту информацию для дальнейшей стратификации риска. Авторы приводят некоторые клинические сценарии, при которых измерение артериальной жесткости может помочь в стратификации риска [1, 34].

Сосудистая жёсткость и АГ

До сих пор идут споры, что первично, что вторично — повышение СЖ или повышение АД. Людям из группы риска по АГ может быть полезна оценка жесткости артерий, поскольку её повышение, как считают некоторые эксперты, по-видимому, предшествует АГ [35, 36]. Некоторые исследования показывают, что жёсткость артерий предсказывает развитие АГ в будущем. В.М. Kaess и соавт. [10] обнаружили, что в течение 7,8 лет наблюдения 1759 взрослых людей с нормальным АД повышенные показатели жёсткости артерий, такие как амплитуда прямой волны, индекс аугментации AIX (augmentation index) и каротидно-фemorальная СПВ cfPWV (carotid-femoral pulse wave velocity), предсказывали более высокий риск развития АГ. Другое исследование с участием 6992 мужчин с нормальным АД показало, что увеличение жёсткости сонных артерий на 15% повышает риск развития АГ, независимо от исходного АД и других ФР [37]. В ходе 4-летнего наблюдения 2496 пациентов с нормальным АД у тех, кто находился в третьей терцильной группе по показателю плече-лодыжечной СПВ baPWV (brachial-ankle pulse wave velocity), вероятность развития АГ была в 3,5 раза выше, чем у тех, кто нахо-

дился в первом терциле [38]. Исследование с участием 2512 пациентов выявило значимую связь между эластичностью аорты и новыми случаями АГ в течение четырёх лет [39]. Наконец, S. S. Najjar и соавт. [9] обнаружили, что увеличение СПВ на 1 м/с соответствовало 10-процентному росту заболеваемости АГ среди 449 человек с нормальным АД в течение 4,9 лет. По этой причине некоторые авторы предлагают выделять особый фенотип АГ, сочетающейся с повышенной СЖ [40]. По результатам Фремингемского исследования в подгруппе из 2232 человек также установлено, что оценка СПВ аорты улучшает прогнозирование риска СС событий в сочетании со стандартными ФР и может представлять собой ценный биомаркер риска СС заболеваний в общей популяции [41].

Другие авторы полагают, что, напротив, вначале может повышаться АД, и оно предрасполагает к увеличению СЖ [42]. Высокое АД создаёт дополнительную нагрузку на стенки кровеносных сосудов. Эта повышенная механическая нагрузка может напрямую повредить эндотелий, внутреннюю оболочку кровеносных сосудов, и стимулировать ремоделирование сосудов, в результате чего артерии становятся толще и жёстче. АГ также может нарушать функцию эндотелия, потенциально снижая выработку оксида азота — молекулы, жизненно важной для поддержания здоровья сосудов благодаря её способности расслаблять кровеносные сосуды и подавлять воспалительные процессы. Эта дисфункция эндотелия является ключевым этапом в развитии атеросклероза. Кроме того, АГ связана с усилением воспаления и окислительного стресса, которые могут ещё больше повредить кровеносные сосуды [43]. Воспалительные клетки могут проникать в сосудистую стенку, способствуя образованию атеросклеротических бляшек, а активные формы кислорода могут разрушать оксид азота, нарушая его сосудорасширяющую функцию. АГ может стимулировать активацию ренин-ангиотензин-альдостероновой системы — гормональной системы, отвечающей за регуляцию АД и водно-солевого баланса. Чрезмерная активация этой системы может привести к сужению сосудов, задержке соли и воды и дополнительному повреждению сосудов [44].

АГ может также вызывать значительные изменения в составе коллагена и эластина в стенках артерий, тем самым способствуя повышению СЖ и их ремоделированию. Коллаген и эластин — два ключевых структурных белка, содержащихся в стенках артерий. Эластин обеспечивает эластичность, позволяя артериальной стенке растягиваться и сокращаться при каждом сердцебиении, а коллаген обеспечивает прочность и стабильность. Стойко повышенное АД может стимулировать выработку коллагена в стенках артерий [45]. Избыток коллагена может заменять более эластичные волокна, делая артерии более жёсткими и менее способными растягиваться и сокращаться при кровоснабжении. Это может повысить

систолическое АД и способствовать возникновению порочного круга, при котором АГ усугубляется, а артериальная жёсткость увеличивается. Кроме того, АГ может ускорить разрушение эластиновых волокон [46]. Потеря эластина снижает эластичность артериальной стенки, способствуя повышению жёсткости артерий. АГ также может повысить активность матриксных металлопротеиназ — семейства ферментов, которые расщепляют белки внеклеточного матрикса, в том числе коллаген и эластин [47]. Хотя некоторая деградация белков внеклеточного матрикса является нормой, чрезмерная активность матриксных металлопротеиназ может нарушить баланс между коллагеном и эластином, способствуя ремоделированию и повышению жёсткости артерий.

В то же время, недавно выполненное в Российской Федерации исследование лиц молодого возраста с определением CAVI на предмет наличия у них благоприятного, обычного и преждевременного сосудистого старения или синдрома EVA (early vascular aging) и их сочетания с повышенным АД показало присутствие у молодёжи четырёх различных гемодинамических вариантов — изолированного синдрома EVA, изолированной АГ/прегипертонии, их сочетания и стойкой нормотензии с неповышенной СЖ [19]. Особенности клинического развития во времени каждого из перечисленных гемодинамических вариантов в дальнейшей возрастной перспективе требуют продолжения своего углублённого изучения.

В рекомендациях по использованию CAVI эксперты называют три клинические ситуации относительно повышенного АД, при которых они считают целесообразным проводить определение этого показателя [1]. К таким ситуациям относятся следующие:

- предгипертония без СД и хронической болезни почек;
- наследственность, отягощённая по ИБС, на фоне нормотонии;
- систолическая АГ у лиц молодого возраста.

В этих ситуациях для выявления раннего сосудистого старения помимо оценки СЖ рекомендуется ещё и определение размеров левого предсердия, а в последнем случае — также и измерение центрального АД. Такой подход повышает точность рискометрии и способствует выбору более индивидуализированной программы превентивного ведения таких пациентов.

В любом случае оценка жесткости артерий может быть информативной, поскольку увеличенная сосудистая ригидность приводит к постепенному повышению пульсового давления, поражающему органы-мишени, и в первую очередь головной мозг, сердце и почки. Действительно, проведённые метаанализы продемонстрировали независимую связь артериальной жесткости с различными СС исходами [4, 48]. Следует отметить очень важный момент — показатели артериальной ригидности, вклю-

чая CAVI, были менее тесно связаны с СС исходами у пожилых людей по сравнению с молодыми группами населения [1, 4]. Эти данные позволили считать, что оценка CAVI может быть особенно полезна для молодых людей потому, что повышенная артериальная жесткость, выявленная на относительно ранней стадии сосудистой перестройки, может быть связана с преждевременным сосудистым старением в виде синдрома EVA и предрасполагать в дальнейшем к раннему развитию основных СС заболеваний.

Тем более, что уже появились данные о фетальном программировании основных СС заболеваний [49, 50] и особой предрасположенности к ним лиц, которые при рождении отличались низкой массой тела [51, 52]. А такие дети значимо чаще появляются у женщин с повышенной СЖ во время беременности [53]. Авторы полагают, что в молодости, которая соответствует началу патогенетического континуума, эффективность профилактического вмешательства может быть существенно выше по сравнению с более зрелым возрастом [54-56]. По этой причине ряд авторов проводит целенаправленное изучение лиц активного возраста, включая молодёжь с помощью определения CAVI на предмет оценки их артериальной жёсткости, как главной детерминанты сосудистого старения и особенностей её связи с основными ФР на самом начальном этапе патогенетического континуума, которому соответствуют представители этой возрастной категории [57-60]. С использованием этого показателя в Российской Федерации выполняются популяционные исследования регионального и национального масштаба [61-63].

Особенности диагностики сосудистого старения у лиц молодого возраста

Эффективная организация системы профилактических ангиологических скринингов молодых людей требует выяснения возрастной специфики по разным направлениям. Например, для молодых людей среди проблем со здоровьем весьма значимой является наличие разнообразной очаговой хронической инфекции, среди которой чаще всего встречается патология ЛОР-органов — хронический тонзиллит, рецидивирующие синуситы и др. Их изучение у молодых людей во взаимосвязи с СЖ показало важную роль этой инфекционно-воспалительной патологии как дополнительного, но весомого ФР в отношении ускорения сосудистого старения [64, 65]. Опыт авторов настоящего обзора показывает нередкое наличие у лиц молодого возраста ещё и инфекционно-воспалительной патологии мочевыделительной системы.

Также к возрастной специфике обсуждаемого контингента относится дисплазия соединительной ткани, которая встречается среди молодых людей гораздо чаще по сравнению с более зрелым контин-

гентом и тем более по сравнению с пожилым контингентом [66]. При проведении скрининга молодых людей следует также учитывать, что повышенная СЖ требует своевременной дифференцировки с проявлением той или иной генетически детерминированной дисфункции соединительной ткани по типу её дисплазии [60], которая всё чаще встречается у современных молодых людей. Именно поэтому в Российской Федерации регулярно выходят профильные национальные рекомендации [66, 67], в соответствии с которыми следует формировать подходы к диагностике дисплазии соединительной ткани у лиц молодого возраста и их ведению. В соответствии с последними установками такой диагноз можно устанавливать при достижении суммы балльной оценки соответствующих фенотипических признаков в виде диагностического коэффициента на уровне +17 и более. Иными словами, ангиологический скрининг у современной молодёжи следует сочетать с одновременным проведением фенотипического скрининга внешних стигм дизэмбриогенеза, представленных в специальном диагностическом перечне последних национальных рекомендаций [66].

Показано также, что частота встречаемости большинства факторов сердечно-сосудистого риска за время обучения в медицинском вузе с первого по шестой курс неуклонно повышается, особенно это касается случаев повышенного АД и избыточной массы тела/ожирения [68]. Но при этом с помощью CAVI установлено отсутствие у лиц молодого возраста от 18 до 25 лет значимой корреляционной связи СЖ с большинством основных факторов СС риска. Исключение составляют возраст и индекс массы тела [69]. У СЖ выявлена статистически значимая положительная связь с возрастом, а с индексом массы тела получен неожиданный результат в виде статистически значимой обратной связи умеренной силы. Так как подобная связь у более взрослого контингента отличается позитивной направленностью [70], то авторы объяснили снижение СЖ у обсуждаемого возрастного контингента развитием адаптивной реакции средней оболочки артерий (медиа) в ответ на тренирующей эффект на сосудистую систему со стороны увеличенной массы тела и назвали этот феномен «молодёжным парадоксом ожирения». Причём улучшение эластического потенциала артерий при этом происходит несмотря на ухудшение гемодинамического и метаболического статуса в смысле развития АГ и дислипидемии. Педиатры сходный эффект недавно описали у полных детей и подростков [71]. При изучении взаимосвязи СЖ с ожирением у лиц из разных возрастных групп установлено, что направленность этой связи меняется с возрастом — из отрицательной в детстве и молодости она постепенно становится позитивной в зрелые и преклонные годы жизни [31]. Так как этот переход сильнее тормозится в случае более раннего осуществления профилактических вмешательств,

то их начало у молодого контингента не следует откладывать, несмотря на благополучный эластический потенциал.

Изучен также этнический фактор во взаимосвязи с CAVI среди студентов, проживающих в многонациональном Северо-Кавказском Федеральном округе [72]. Оказалось, что у молодых представителей кавказского этноса зарегистрирована статистически значимо более низкая СЖ по сравнению со сверстниками из славянского этноса. Авторами высказано предположение о возможной позитивной роли национальных особенностей питания, включающих широкое распространение кисломолочных продуктов в рационе у коренных народов Северного Кавказа. Но углублённое сравнительное исследование профилей ФР у этих этнических групп молодёжи продолжается, и оно включает, как дистанционный анализ указанных факторов у представителей всех республик Северо-Кавказского Федерального округа, так и оценку их влияния на целый комплекс гемодинамических показателей, включая CAVI.

Преждевременное старение артерий и его профилактика у лиц молодого возраста

В настоящее время уже определены референсные значения CAVI для лиц разного возраста, включая молодой [18]. Установлены количественные параметры фенотипов здорового, обычного и раннего сосудистого старения или синдрома EVA у молодых людей на базе результатов CAVI-терцильного анализа однородной молодёжной выборки с учетом пола с целью поиска оптимальных путей для проведения массового инструментального скрининга СЖ у студенческой молодёжи [19]. Оценка принадлежности к тому или иному фенотипу сосудистого старения представляется весьма перспективной скрининговой технологией, позволяющей оптимизировать превентивные вмешательства на доклиническом этапе у лиц молодого возраста с теми или иными ФР [59].

Своевременная оценка фенотипов сосудистого старения у молодёжи открывает возможность дальнейшей оптимизации способов борьбы с основными СС заболеваниями на доклиническом этапе их развития за счёт совершенствования ранней первичной профилактики [73] с акцентом на формирование индивидуализированных программ немедикаментозных превентивных вмешательств, нацеленных на трансформацию синдрома EVA в фенотип обычного или даже благоприятного сосудистого старения с последующим их поддержанием в условиях динамического контроля CAVI. Подобные превентивные вмешательства строятся на коррекции поведенческих ФР и в первую очередь на исправлении негативных пищевых стереотипов, которые, как

оказалось, способны тормозить процессы старения артериальной стенки и длительно поддерживать их на приемлемом уровне [74, 75]. Для успешного внедрения таких технологий крайне важна приверженность со стороны лиц молодого возраста, и в этом плане у оценки СЖ и сосудистого возраста на аппарате VaSera имеется важное преимущество, которое заключается в том, что такая оценка способствует заметному повышению их мотивации в аспекте вовлечения в проведение превентивных мероприятий [76], что представляется важным моментом по причине психологических особенностей обсуждаемого возрастного контингента в аспекте игнорирования объективных угроз своему здоровью. Сейчас российскими авторами начато проведение среди лиц молодого возраста комплексного инструментального скрининга, включающего помимо определения CAVI ещё и толщину комплекса интима-медиа, которая позволяет судить о наличии доклинического атеросклероза у этой возрастной категории [76]. Таким образом появляется возможность дифференцированной оценки состояния различных слоёв сосудистой стенки задолго до клинической манифестации основной СС патологии [72, 77], что, в свою очередь, откроет возможность осуществления более индивидуализированного подхода к формированию профилактических программ среди молодых людей.

Заключение

Представленный обзор современной литературы о диагностических и прогностических возможностях такого показателя СЖ, как CAVI свидетельствует о несомненных его преимуществах по сравнению со СПВ в аспекте широкого применения, особенно в рамках массового скрининга. Получение в последние годы многочисленных данных о наличии предиктивного потенциала указанного показателя открывает перспективы его использования для оценки риска возможных исходов основной СС патологии уже на доклиническом этапе её течения, которому соответствуют лица молодого возраста. Для этого следует шире внедрять инструментальный скрининг в работу студенческих поликлиник, университетских центров здоровья и других подразделений первичного звена здравоохранения. Осуществление такого подхода в национальных масштабах может внести реальный вклад в борьбу с СС заболеваниями в Российской Федерации в целом.

Отношения и Деятельность: нет
Relationships and Activities: none.

Финансирование: нет.
Funding: none.

References / Литература

1. Budoff MJ, Alpert B, Chirinos JA, et al. Clinical Applications Measuring Arterial Stiffness: An Expert Consensus for the Application of Cardio-Ankle Vascular Index. *Am J Hypertens*. 2022;35(5):441-53. DOI:10.1093/ajh/hpab178.
2. Yasuharu T, Setoh K, Kawaguchi T, et al.; Nagahama study group. Brachial-ankle pulse wave velocity and cardio-ankle vascular index are associated with future cardiovascular events in a general population: The Nagahama study. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2021;23(7):1390-8. DOI:10.1111/jch.14294.
3. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55(13):1318-27. DOI:10.1016/j.jacc.2009.10.061.
4. Ben-Shlomo Y, Spear M, Boustred C, et al. Aortic pulse wave velocity improves cardiovascular event prediction: an individual participant meta-analysis of prospective observational data from 17,635 subjects. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(7):636-46. DOI:10.1016/j.jacc.2013.09.063.
5. Pase MP, Herbert A, Grima NA, et al. Arterial stiffness as a cause of cognitive decline and dementia: a systematic review and meta-analysis. *Intern Med J*. 2012;42(7):808-15. DOI:10.1111/j.1445-5994.2011.02645.x.
6. Townsend RR, Anderson AH, Chirinos JA, et al.; CRIC Study Investigators. Association of pulse wave velocity with chronic kidney disease progression and mortality: findings from the CRIC Study (Chronic Renal Insufficiency Cohort). *Hypertension*. 2018;71(6):1101-7. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10648.
7. Munakata M, Konno S, Miura Y, Yoshinaga K; J-TOPP Study Group. Prognostic significance of the brachial-ankle pulse wave velocity in patients with essential hypertension: final results of the J-TOPP study. *Hypertens Res*. 2012;35(8):839-42. DOI:10.1038/hr.2012.53.
8. Cruickshank K, Riste L, Anderson SG, et al. Aortic pulse-wave velocity and its relationship to mortality in diabetes and glucose intolerance: an integrated index of vascular function? *Circulation*. 2002;106(16):2085-90. DOI:10.1161/01.cir.0000033824.02722.f7.
9. Najjar SS, Scuteri A, Shetty V, et al. Pulse wave velocity is an independent predictor of the longitudinal increase in systolic blood pressure and of incident hypertension in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51(14):1377-83. DOI:10.1016/j.jacc.2007.10.065.
10. Kaess BM, Rong J, Larson MG, et al. Aortic stiffness, blood pressure progression, and incident hypertension. *JAMA*. 2012;308(9):875-81. DOI:10.1001/2012.jama.10503.
11. Sutton-Tyrrell K, Najjar SS, Boudreau RM, et al.; Health ABC Study. Elevated aortic pulse wave velocity, a marker of arterial stiffness, predicts cardiovascular events in well-functioning older adults. *Circulation*. 2005;111(25):3384-90. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.104.483628.
12. Maroulès CD, Khera A, Ayers C, et al. Cardiovascular outcome associations among cardiovascular magnetic resonance measures of arterial stiffness: the Dallas heart study. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2014;16(1):33. DOI:10.1186/1532-429X-16-33.
13. Yingchoncharoen T, Limpijankit T, Jongjirasiri S, et al. Arterial stiffness contributes to coronary artery disease risk prediction beyond the traditional risk score (RAMA-EGAT score). *Heart Asia*. 2012;4(1):77-82. DOI:10.1136/heartasia-2011-010079.
14. Namba T, Masaki N, Takase B, Adachi T. Arterial Stiffness Assessed by Cardio-Ankle Vascular Index. *Int J Mol Sci*. 2019;20(15):3664. DOI:10.3390/ijms20153664.
15. Trifonova SS, Gaisnenok OV, Sidorenko BA. [Application of Methods of Assessment of Vascular Wall Stiffness in Clinical Practice: Capabilities of Cardio-Ankle Vascular Index]. *Kardiologiya*. 2015;55(4):61-6. (In Russ.) [Трифонов С.С., Гайсёнок О.В., Сидоренко Б.А. Применение методов оценки жесткости сосудистой стенки в клинической практике: возможности кардио-лодыжечного сосудистого индекса. *Кардиология*. 2015;55(4):61-6]. DOI:10.18565/cardio.2015.4.61-66.
16. Saiki A, Ohira M, Yamaguchi T, et al. New Horizons of Arterial Stiffness Developed Using Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI). *J Atheroscler Thromb*. 2020;27(8):732-48. DOI:10.5551/jat.RV17043.
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.
18. Safronova T, Kravtsova A, Vavilov S, et al. Model-Based Assessment of the Reference Values of CAVI in Healthy Russian Population and Benchmarking With CAVIO. *Am J Hypertens*. 2024;37(1):77-84. DOI:10.1093/ajh/hpad082.
19. Evseeva ME, Sergeeva OV, Kudryavtseva VD, et al. EVA syndrome and hypertension in young people according to the work of the University Health Center of the StSMU. "Arterial'naya Gipertenziya" ("Arterial Hypertension"). 2023;29(5):505-17. (In Russ.) [Евсеева М.Е., Сергеева О.В., Кудрявцева В.Д., и др. Синдром EVA и артериальная гипертензия у лиц молодого возраста по данным работы Университетского центра здоровья СтГМУ. *Артериальная гипертензия*. 2023;29(5):505-17]. DOI:10.18705/1607-419X-2023-29-5-505-517.
20. Mattace-Raso FU, van der Cammen TJ, Hofman A, et al. Arterial stiffness and risk of coronary heart disease and stroke: the Rotterdam Study. *Circulation*. 2006;113(5):657-63. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.105.555235.
21. 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):549-53. DOI:10.1002/clc.22695.
22. Nakamura K, Tomaru T, Yamamura S, et al. Cardio-ankle vascular index is a candidate predictor of coronary atherosclerosis. *Circ J*. 2008;72(4):598-604. DOI:10.1253/circj.72.598.
23. Izuhara M, Shioji K, Kadota S, et al. Relationship of cardio-ankle vascular index (CAVI) to carotid and coronary arteriosclerosis. *Circ J*. 2008;72(11):1762-7. DOI:10.1253/circj.cj-08-0152.
24. Park JB, Park HE, Choi SY, et al. Relation between cardio-ankle vascular index and coronary artery calcification or stenosis in asymptomatic subjects. *J Atheroscler Thromb*. 2013;20(6):557-67. DOI:10.5551/jat.15149.
25. 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):550-5. DOI:10.1097/MCA.0000000000000872.
26. Satoh-Asahara N, Kotani K, Yamakage H, et al.; Japan Obesity and Metabolic Syndrome Study (JOMS) Group. Cardio-ankle vascular index predicts for the incidence of cardiovascular events in obese patients: a multicenter prospective cohort study (Japan Obesity and Metabolic Syndrome Study: JOMS). *Atherosclerosis*. 2015;242(2):461-8. DOI:10.1016/j.atherosclerosis.2015.08.003.
27. Kubota Y, Maebuchi D, Takei M, et al. Cardio-Ankle Vascular Index is a predictor of cardiovascular events. *Artery Res*. 2011;5(5):91-6. DOI:10.1016/j.artres.2011.03.005.
28. Laucevičius A, Rylškytė L, Balsytė J, et al. Association of cardio-ankle vascular index with cardiovascular risk factors and cardiovascular events in metabolic syndrome patients. *Medicina (Kaunas)*. 2015;51(3):152-8. DOI:10.1016/j.medic.2015.05.001.
29. Sato Y, Nagayama D, Saiki A, et al. Cardio-Ankle Vascular Index is independently associated with future cardiovascular events in outpatients with metabolic disorders. *J Atheroscler Thromb*. 2016;23(5):596-605. DOI:10.5551/jat.31385.
30. Chung SL, Yang CC, Chen CC, et al. Coronary artery calcium score compared with cardio-ankle vascular index in the prediction of cardiovascular events in asymptomatic patients with type 2 diabetes. *J Atheroscler Thromb*. 2015;22(12):1255-65. DOI:10.5551/jat.29926.
31. Avolio A. Arterial stiffness. *Pulse (Basel)*. 2013;1(1):14-28. DOI:10.1159/000348620.
32. Shirai K, Hiruta N, Song M, et al. Cardio-ankle vascular index (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives. *J Atheroscler Thromb*. 2011;18(11):924-38. DOI:10.5551/jat.7716.
33. Tanaka A, Tomiyama H, Maruhashi T, et al. Physiological Diagnosis Criteria for Vascular Failure Committee. Physiological diagnostic criteria for vascular failure. *Hypertension*. 2018;72(5):1060-71. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.11554.
34. Masugata H, Senda S, Okuyama H, et al. Comparison of central blood pressure and cardio-ankle vascular index for association with cardiac function in treated hypertensive patients. *Hypertens Res*. 2009;32(12):1136-42. DOI:10.1038/hr.2009.157.
35. Alghatrif M, Strait JB, Morrell CH, et al. Longitudinal trajectories of arterial stiffness and the role of blood pressure: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Hypertension*. 2013;62(5):934-41. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.01445.
36. Xuereb RA, Magri CJ, Xuereb RG. Arterial Stiffness and its Impact on Cardiovascular Health. *Curr Cardiol Rep*. 2023;25(10):1337-49. DOI:10.1007/s11886-023-01951-1.
37. Liao D, Arnett DK, Tyroler HA, et al. Arterial stiffness and the development of hypertension The ARIC study. *Hypertension*. 1999;34(2):201-6. DOI:10.1161/01.hyp.34.2.201.
38. Takase H, Dohi Y, Toriyama T, et al. Brachialankle pulse wave velocity predicts increase in blood pressure and onset of hypertension. *Am J Hypertens*. 2011;24(6):667-73. DOI:10.1038/ajh.2011.19.
39. Dernellis J, Panaretou M. Aortic stiffness is an independent predictor of progression to hypertension in nonhypertensive subjects. *Hypertension*. 2005;45(3):426-31. DOI:10.1161/01.HYP.0000157818.58878.93.
40. Murray EC, Delles C, Orzechowski P, et al. Vascular phenotypes in early hypertension. *J Hum Hypertens*. 2023;37(10):898-906. DOI:10.1038/s41371-022-00794-7.
41. Mitchell GF, Hwang SJ, Vasan RS, et al. Arterial stiffness and cardiovascular events: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2010;121(4):505-11. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.886655.
42. Nilsson PM. Early Vascular Aging in Hypertension. *Front Cardiovasc Med*. 2020;7:6. DOI:10.3389/fcvm.2020.00006.
43. Rizzoni D, Agabiti-Rosei E. Structural abnormalities of small resistance arteries in essential hypertension. *Intern Emerg Med*. 2012;7(3):205-12. DOI:10.1007/s11739-011-0548-0.
44. Kim HL. Arterial stiffness and hypertension. *Clin Hypertens*. 2023;29(1):31. DOI:10.1186/s40885-023-00258-1.
45. Renna NF, de Las HN, Miatello RM. Pathophysiology of vascular remodeling in hypertension. *Int J Hypertens*. 2013;2013:808353. DOI:10.1155/2013/808353.

46. Qiu H, Zhu Y, Sun Z, et al. Short communication: vascular smooth muscle cell stiffness as a mechanism for increased aortic stiffness with aging. *Circ Res*. 2010;107(5):615-9. DOI:10.1161/CIRCRESAHA.110.221846.
47. Martinez-Lemus LA, Hill MA, Meininger GA. The plastic nature of the vascular wall: a continuum of remodeling events contributing to control of arteriolar diameter and structure. *Physiology (Bethesda)*. 2009;24:45-57. DOI:10.1152/physiol.00029.2008.
48. Matsushita K, Ding N, Kim ED, et al. Cardio-ankle vascular index and cardiovascular disease: Systematic review and meta-analysis of prospective and cross-sectional studies. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2019;21(1):16-24. DOI:10.1111/jch.13425.
49. Harary D, Akinyemi A, Charron MJ, et al. Fetal Growth and Intrauterine Epigenetic Programming of Obesity and Cardiometabolic Disease. *Neoreviews*. 2022;23(6):e363-72. DOI:10.1542/neo.23-6-e363.
50. Tain YL, Hsu CN. Interplay between maternal nutrition and epigenetic programming on offspring hypertension. *J Nutr Biochem*. 2024;127:109604. DOI:10.1016/j.jnutbio.2024.109604.
51. Lurbe E, Ingelfinger J. Developmental and Early Life Origins of Cardiometabolic Risk Factors: Novel Findings and Implications. *Hypertension*. 2021;77(2):308-18. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.14592.
52. Liang J, Xu C, Liu Q, et al. Association between birth weight and risk of cardiovascular disease: Evidence from UK Biobank. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2021;31(9):2637-43. DOI:10.1016/j.numecd.2021.05.017.
53. Evseeva M, Sergeeva O, Mazurakova A, et al. Pre-pregnancy check-up of maternal vascular status and associated phenotype is crucial for the health of mother and offspring. *EPMA J*. 2022;13(3):351-66. DOI:10.1007/s13167-022-00294-1.
54. Laurent S, Boutouyrie P, Cunha P, et al. Concept of extremes in vascular aging from early vascular aging to supernormal vascular aging. *Hypertension*. 2019;74(2):218-28. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.12655.
55. Nilsson Wadström B, Engström G, Nilsson P. Exploring and comparing definitions of healthy vascular ageing in the population: characteristics and prospective cardiovascular risk. *J Hum Hypertens*. 2021;35(5):428-36. DOI:10.1038/s41371-020-0353-1.
56. Sumin AN, Shcheglova AV. Assessment of Arterial Stiffness Using the Cardio-Ankle Vascular Index — What We Know and What We Strive for. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2021;17(4):619-67. (In Russ.) [Сумин А.Н., Щеглова А.В. Оценка артериальной жесткости с помощью сердечно-лодыжечного сосудистого индекса — что мы знаем, и к чему стремимся. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2021;17(4):619-67]. DOI:10.20996/1819-6446-2021-08-09.
57. Podzolkov VI, Bragina AE, Druzhinina NA, Mohammadi LN. E-cigarette Smoking (Vaping) and Markers of Vascular Wall Damage in Young Subjects without Cardiovascular Disease. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2021;17(4):521-7. (In Russ.) [Подзолков В.И., Брагина А.Е., Дружинина Н.А. Мохаммади Л.Н. Курение электронных сигарет (вейпинг) и маркеры поражения сосудистой стенки у лиц молодого возраста без сердечно-сосудистых заболеваний. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2021;17(4):521-7]. DOI:10.20996/1819-6446-2021-08-04.
58. Milyagin VA, Lexina YuN, Milyagina IV. Determination of early vascular remodeling (aging). *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2012;(2):46-50. (In Russ.) [Милягин В.А., Лексина Ю.Н., Милягина И.В. Определение раннего ремоделирования (старения) сосудов. Архив внутренней медицины. 2012;(2):46-50]. DOI:10.20514/2226-6704-2012-0-2-46-50.
59. Rotar OP, Boiarinova MA, Tolkunova KM, et al. Vascular aging phenotypes in Russian population — biological, social, and behavioral determinants. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021;20(5):2970. (In Russ.) [Ротарь О.П., Бояринова М.А., Толкунова К.М. и др. Фенотипы сосудистого старения в российской популяции — биологические и социально-поведенческие детерминанты. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021;20(5):2970]. DOI:10.15829/1728-8800-2021-2970.
60. Evseeva ME, Eremin MV, Rostovtseva MV, et al. Vascular aging phenotypes based on VaSera-screening results in young people with hypertension: Place of connective tissue dysplasia. "Arterial'naya Gipertenziya" ("Arterial Hypertension"). 2021;27(2):188-205. (In Russ.) [Евсеева М.Е., Еремин М.В., Ростовцева М.В. и др. Фенотипы сосудистого старения по данным VaSera-скрининга у молодых людей с наличием артериальной гипертензии. Место дисплазии соединительной ткани. Артериальная гипертензия. 2021;27(2):188-205]. DOI:10.18705/1607-419X-2021-27-2-188-205.
61. Sumin AN, Bezdenzhnykh NA, Fedorova NV, et al. The values of cardio-ankle vascular and ankle-brachial indices in patients with carbohydrate metabolic disorders: The ESSE-RF study in the Kemerovo Region. *Therapeutic Archive*. 2016; 88(12):1120. (In Russ.) [Сумин А.Н., Безденежных Н.А., Федорова Н.В. и др. 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]. DOI:10.17116/terarkh2016881211-20.
62. Sumin AN, Bezdenzhnykh NA, Fedorova NV et al. The relationship of visceral obesity and cardio-ankle vascular index with impaired glucose metabolism according to the ESSE_RF study in west siberian region. *Clinical Medicine*. 2018;96(2):137-46. (In Russ.) [Сумин А.Н., Безденежных Н.А., Федорова Н.В. и др. Взаимосвязь висцерального ожирения и сердечно-лодыжечного сосудистого индекса с нарушениями углеводного обмена по данным исследования ЭССЕ-РФ в регионе Западной Сибири. Клиническая медицина. 2018;96(2):137-46]. DOI:10.18821/0023-2149-2018-96-2-137-146.
63. Evseeva ME, Eremin MV, Rostovtseva MV, et al. Phenotypes of early and favorable vascular aging in young people depending on the risk factors and presence of connective tissue dysplasia. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2020;19(6):2524. (In Russ.) [Евсеева М.Е., Еремин М.В., Ростовцева М.В. и др. Фенотипы преждевременного и благоприятного сосудистого старения у лиц молодого возраста с учетом профиля факторов риска и дисплазии соединительной ткани. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2020;19(6):2524]. DOI:10.15829/1728-8800-2020-2524.
64. Eremin MV, Simkhes EV, Evseeva ME, Koshel' IV. Tonsillar problem and its cardiovascular aspects at the present stage. *Russian Otorhinolaryngology*. 2023;22(6):39-45. (In Russ.) [Еремин М.В., Симхес Е.В., Евсеева М.Е., Кошель И.В. Тонзиллярная проблема и ее сердечно-сосудистые аспекты на современном этапе. Российская оториноларингология. 2023;22(6):39-45]. DOI:10.18692/1810-4800-2023-6-39-45.
65. Evseeva ME, Eremin MV, Itayantseva EV, et al. Vascular stiffness, central pressure and some indicators of myocardial function in the presence of decompensated chronic tonsillitis. *Medical News of North Caucasus*. 2020;15(2):229-33. (In Russ.) [Евсеева М.Е., Еремин М.В., Итальянцева Е.В. и др. Сосудистая ригидность, центральное давление и некоторые показатели функционирования миокарда при декомпенсированном хроническом тонзиллите. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2020;15(2):229-33]. DOI:10.14300/mnnc.2020.15054.
66. Akatova EV, Arutyunov GP, Baranov AA, et al. Clinical recommendations. Undifferentiated connective tissue dysplasia. *Therapy*. 2024;10(S5):1-43. (In Russ.) [Акатова Е.В., Арутюнов Г.П., Баранов А.А. и др. Клинические рекомендации. Недифференцированные дисплазии соединительной ткани. Терапия. 2024;10(S5):1-43]. DOI:10.18565/therapy.2024.5suppl.1-43.
67. Hereditary connective tissue disorders in cardiology. Diagnosis and treatment. Russian recommendations. *Russian Journal of Cardiology*. 2013;18(1):1-32. (In Russ.) [Наследственные нарушения соединительной ткани. Диагностика и лечение. Российские рекомендации. Российский кардиологический журнал. 2013;18(1):1-32]. DOI:10.15829/1560-4071-2013-151-5-32.
68. Evseeva ME, Eremin MV, Sergeeva OV, et al. Prospective analysis of the major risk factors and vascular status in students during the period of education at a medical university. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(2):5143. (In Russ.) [Евсеева М.Е., Еремин М.В., Сергеева О.С. и др. Проспективный анализ основных факторов риска и сосудистого статуса у студентов за время обучения в медицинском ВУЗе. Российский кардиологический журнал. 2023;28(2):5143]. DOI:10.15829/1560-4071-2023-5143.
69. Evseeva ME, Sergeeva OV, Rusidi AV, et al. Youth obesity paradox from the perspective of vascular stiffness, blood pressure and metabolic status. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(5):5739. (In Russ.) [Евсеева М.Е., Сергеева О.В., Русиди А.В. и др. Молодёжный "парадокс ожирения" с позиций сосудистой жёсткости, уровня артериального давления и метаболического статуса. Российский кардиологический журнал. 2024;29(5):5739]. DOI:10.15829/1560-4071-2024-5739.
70. Strazhesko ID, Tkacheva ON, Akasheva DU, et al. Correlations of different structural and functional characteristics of arterial wall with traditional cardiovascular risk factors in healthy people of different age. Part 2. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2016;12(3):244-52. (In Russ.) [Стражеско И.Д., Ткачева О.Н., Акашева Д.У. и др. Взаимосвязь между различными структурно-функциональными характеристиками состояния артериальной стенки и традиционными факторами кардиоваскулярного риска у здоровых людей разного возраста. Часть 2. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2016;12(3):244-52]. DOI:10.20996/1819-6446-2016-12-3-244-252.
71. Chiesa ST, Charakida M, Deanfield JE. Adolescent health and future cardiovascular disability: it's never too early to think about prevention. *Eur Heart J*. 2020;41(15):1511-3. DOI:10.1093/eurheartj/ehz869.
72. Evseeva ME, Sergeeva OV, Simkhes EV, et al. Risk factor profile and vascular stiffness in young people living in the North Caucasian Federal District according to remote survey and angiology screening. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2023;26(2):8693. (In Russ.) [Евсеева М.Е., Сергеева О.В., Симхес Е.В. и др. Профиль факторов риска и сосудистая жесткость у лиц молодого возраста, проживающих в Северо-Кавказском Федеральном округе, по данным дистанционного опроса и ангиологического скрининга. Профилактическая медицина. 2023;26(2):8693]. DOI:10.17116/profmed20232602186.
73. Evseeva ME, Sergeeva OV, Eremin MV, et al. Early vascular aging in young adults is instrumental as the screening tool to combat CVD epidemics in the population. In: Wang editor. *All Around Suboptimal Health. Advanced Approaches by Predictive, Preventive and Personalised Medicine for Healthy Populations*. Cham, Springer; 2024; pp. 139-70. DOI:10.1007/978-3-031-46891-9_12.
74. Nowak KL, Rossman MJ, Chonchol M, Seals DR. Strategies for Achieving Healthy Vascular Aging. *Hypertension*. 2018;71(3):389-402. DOI:10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.10439.

75. Li A, Yan J, Zhao Y, et al. Vascular Aging: Assessment and Intervention. Clin Interv Aging. 2023;18:1373-95. DOI:10.2147/CIA.S423373.
76. Evseyeva ME, Sergeeva OV, Rusidi AV, et al. The vascular aging and the formation of sanogenic thinking in students in the aspect of the youth healthcare system optimizing. Russian Journal of Preventive Medicine. 2024;27(9):7581. (In Russ.) [Евсеева М.Е., Сергеева О.В., Русиди А.В. и др. Сосудистое старение и формирование саногенного мышления у студентов в аспекте оптимизации системы здоровьесбережения молодежи. Профилактическая медицина. 2024;27(9):75-81]. DOI:10.17116/profmed20242709175.
77. Chiesa ST, Charakida M, Georgiopoulos G, et al. Determinants of Intima-Media Thickness in the Young: The ALSPAC Study. JACC Cardiovasc Imaging. 2021;14(2):468-78. DOI:10.1016/j.jcmg.2019.08.026.

Сведения об Авторах/About the Authors

Евсеева Мария Евгеньевна [Mariya E. Evseyeva]

eLibrary SPIN 5468-8929, ORCID 0000-0001-9579-252X

Ерёмин Михаил Владимирович [Mikhail V. Eremin]

eLibrary SPIN 8789-6865, ORCID 0000-0002-9971-8930

Сергеева Оксана Владимировна [Oksana V. Sergeeva]

eLibrary SPIN 8930-6646, ORCID 0000-0002-5273-5194

Гусева Анастасия Викторовна [Anastasiya V. Guseva]

ORCID 0009-0007-4912-1638

Звягинцева Елена Михайловна [Elena M. Zvyagintseva]

ORCID 0009-0007-5947-3901

Кудрявцева Виктория Дмитриевна [Viktoriya D. Kudryavtseva]

eLibrary SPIN 3135-8004, ORCID 0000-0002-7921-9544

Крючков Михаил Сергеевич [Mikhail S. Kryuchkov]

eLibrary SPIN 7145-5109, ORCID 0000-0002-4558-1422

Фурсова Елена Николаевна [Elena N. Fursova]

eLibrary SPIN 7814-0592, ORCID 0000-0002-9459-7033

Мажаров Виктор Николаевич [Victor N. Mazharov]

ORCID 0000-0003-3889-6271

Ходжаян Анна Борисовна [Anna B. Khodzhayan]

eLibrary SPIN 9687-6814, ORCID 0000-0002-0428-2899