



Прогностическое значение нового индекса жесткости артерий START у пациентов с ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования

Сумин А. Н., Щеглова А. В., Барбараш О. Л.

Цель. Изучить долговременное прогностическое значение нового индекса сосудистой жесткости START у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) после аортокоронарного шунтирования (АКШ).

Материал и методы. В исследование вошли 256 пациентов ИБС, подвергшихся АКШ на базе НИИ КПССЗ г. Кемерово. Перед операцией оценивали сосудистую жесткость с помощью сердечно-лодыжечного индекса haSTART. Средний период наблюдения составил $9,7 \pm 0,9$ лет. Были сформированы две группы исследования: I группа haSTART ниже медианы (Me) индекса 8,4 (haSTART < Me, n=118), II группа haSTART равный или выше Me (haSTART $\geq$ Me, n=138). Прогностическое значение haSTART изучалось в отношении комбинированной конечной точки (ККТ): летальный исход, нефатальный инфаркт миокарда или инсульт.

Результаты. Пациенты в группе haSTART $\geq$ Me были статистически значимо старше, чем в группе haSTART < Me ($p < 0,001$). В обеих группах преобладали мужчины (76,2%). За период наблюдения летальный исход от всех причин достоверно чаще встречался в группе с haSTART $\geq$ Me (34,1%), чем в группе с haSTART < Me (19,5%), $p = 0,009$. Смерть от сердечных причин также чаще наблюдалась в группе haSTART $\geq$ Me, чем haSTART < Me (23,2% vs 8,5%, $p = 0,001$). У больных с haSTART $\geq$ Me ККТ отмечалась в 45,7% случаев, по сравнению с больными с haSTART < Me — в 30,5% случаях, $p = 0,013$. Среди больных с наступлением летального исхода была выше частота больных со значениями haSTART $\geq$ Me, чем в группе выживших (67,1% и 48,9%, $p = 0,009$). Среди больных с развитием ККТ — частота выявления у них значений индекса haSTART $\geq$ Me составила 63,6%, что было достоверно выше, чем в группе выживших без сердечно-сосудистых событий (47,8%, $p = 0,013$). Кривые Каплана-Мейера выявили лучший долгосрочный прогноз в группе со значениями индекса haSTART < Me по сравнению с группой, в которой индекс haSTART $\geq$ Me ($p > 0,05$).

Заключение. Оценка индекса жесткости haSTART перед операцией АКШ, возможно, имеет прогностическое значение в отдаленном периоде наблюдения у больных ИБС.

Ключевые слова: индекс START, жесткость сосудистой стенки, ишемическая болезнь сердца, прогноз.

Отношения и деятельность. Результаты получены при поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования РФ в рамках Соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий от "30" сентября 2022г № 075-15-2022-1202, комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла "Разработка

и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биорецидации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения", утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 мая 2022г № 1144-р.

ФГБНУ Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемерово, Россия.

Сумин А. Н.* — д.м.н., зав. лабораторией коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0002-0963-4793, Щеглова А. В. — к.м.н., н.с. лаборатории коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях отдела клинической кардиологии, ORCID: 0000-0002-4108-164X, Барбараш О. Л. — д.м.н., профессор, академик РАН, директор, ORCID: 0000-0002-4642-3610.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): an_sumin@mail.ru

АД — артериальное давление, АКШ — аортокоронарное шунтирование, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс, ККТ — комбинированная конечная точка, СПВ — скорость пульсовой волны, CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (Cardio-Ankle Vascular Index), haSTART — сердечно-лодыжечный индекс жесткости (Stiffness of Arteries), haСПВ — скорость пульсовой волны на сердечно-лодыжечном участке, Me — медиана.

Рукопись получена 14.05.2024

Рецензия получена 10.10.2024

Принята к публикации 24.10.2024



Для цитирования: Сумин А. Н., Щеглова А. В., Барбараш О. Л. Прогностическое значение нового индекса жесткости артерий START у пациентов с ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(12):5952. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5952. EDN XPBYUL

Prognostic significance of the novel START arterial stiffness index in patients with coronary artery disease after coronary artery bypass grafting

Sumin A. N., Shcheglova A. V., Barbarash O. L.

Aim. To study the long-term prognostic value of the novel START vascular stiffness index in patients with coronary artery disease (CAD) after coronary artery bypass grafting (CABG).

Material and methods. The study included 256 patients with CAD who underwent CABG at the Kemerovo Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases. Before surgery, vascular stiffness was assessed using the haSTART cardio-ankle index. The mean follow-up period was $9,7 \pm 0,9$ years. Two following study groups were formed: Group I — haSTART < the median (Me) index of 8,4 (haSTART < Me (n=118)); group II — haSTART $\geq$ the median (haSTART $\geq$ Me, n=138). The prognostic value of haSTART was studied in relation to the following composite end point (CEP): death, non-fatal myocardial infarction, or stroke.

Results. Patients in the haSTART $\geq$ Me group were significantly older than in the haSTART < Me group ($p < 0,001$). In both groups, men predominated (76,2%). During the follow-up period, all-cause death was significantly more common in the haSTART $\geq$ Me group (34,1%) than in the haSTART < Me group (19,5%), $p = 0,009$. Cardiovascular death was also more common in the haSTART $\geq$ Me group than in the haSTART < Me group (23,2% vs 8,5%, $p = 0,001$). In patients with haSTART $\geq$ Me, CEP was observed in 45,7% of cases, compared to patients with haSTART < Me (30,5%), $p = 0,013$. Among patients with fatal outcome, the prevalence of patients with haSTART $\geq$ Me values was higher than in the group of survivors (67,1% and 48,9%, $p = 0,009$). Among patients with CEP — the detection rate of haSTART $\geq$ Me was 63,6%, which was significantly higher than in the group of survivors without cardiovascular events

(47,8%, $p=0,013$). Kaplan-Meier curves revealed a better long-term prognosis in the haSTART <Me group to the haSTART ≥Me group ($p>0,05$).

Conclusion. Evaluation of the haSTART stiffness index before CABG surgery may have prognostic value in the long-term follow-up period in patients with CAD.

Keywords: START index, vascular stiffness, coronary artery disease, prognosis.

Relationships and Activities. The study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the Agreement on the provision of federal grants in the form of subsidies dated September 30, 2022 № 075-15-2022-1202, a comprehensive science and technology program of the full innovation cycle "Development and implementation of technologies in the areas of exploration and production of solid minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new deep processing products from coal raw materials with consistent reduction of the environmental burden and population life risks" approved by the order of the Government of the Russian Federation dated May 11, 2022 № 1144-р.

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia.

Sumin A. N.* ORCID: 0000-0002-0963-4793, Shcheglova A. V. ORCID: 0000-0002-4108-164X, Barbarash O. L. ORCID: 0000-0002-4642-3610.

*Corresponding author:

an_sumin@mail.ru

Received: 14.05.2024 **Revision Received:** 10.10.2024 **Accepted:** 24.10.2024

For citation: Sumin A. N., Shcheglova A. V., Barbarash O. L. Prognostic significance of the novel START arterial stiffness index in patients with coronary artery disease after coronary artery bypass grafting. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(12):5952. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5952. EDN XPBYL

Ключевые моменты

- Новый индекс сосудистой жесткости haSTART имеет прогностическую ценность при долгосрочном наблюдении за пациентами с ишемической болезнью сердца (ИБС) после операции аортокоронарного шунтирования.
- При индексе haSTART больше медианы у больных ИБС в период наблюдения чаще наблюдались смерть от всех причин, сердечно-сосудистая смерть и развитие комбинированной конечной точки.
- У больных ИБС с индексом haSTART ниже медианы отмечена лучшая выживаемость и лучшая выживаемость без событий по данным анализа Каплана-Майера.

В современной кардиологии отмечается парадокс: известен интегральный показатель сердечно-сосудистого риска — жесткость артериальной стенки, оценка которого может быть полезна в профилактических программах [1] и имеет прогностическое значение при сердечно-сосудистых заболеваниях [2], но в клинической практике не находит широкого распространения. Причины это парадокса известны, они заключаются в отсутствии удобной технологии определения данного показателя. Традиционный неинвазивный метод оценки сосудистой жесткости — каротидно-феморальная скорость пульсовой волны (СПВ) [3] вследствие трудоемкости обследования, зависимости от квалификации персонала и уровня артериального давления (АД), не может заполнить данную нишу. Решение проблемы было найдено японскими исследователями, был предложен новый метод определения сердечно-лодыжечной СПВ (haСПВ), основанный на параметре жесткости β с расчетом сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (CAVI) посредством объемной сфигмо-

Key messages

- The novel haSTART vascular stiffness index has prognostic value in long-term follow-up of patients with coronary artery disease (CAD) after coronary artery bypass grafting.
- With haSTART index above the median, CAD patients were more likely to have all-cause death, cardiovascular death, and combined endpoint during the follow-up period.
- CAD patients with haSTART index below the median had better survival and better event-free survival according to Kaplan-Meier analysis.

графии [4, 5]. Изучение данного показателя позволило установить его прогностическую значимость в популяционных исследованиях [6, 7] и у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями [8]. Несомненным преимуществом данного индекса является его независимость от уровня АД и простота его определения [9], что позволяет использовать его при динамической оценке состояния жесткости сосудистой стенки. Однако в настоящее время определение данного индекса возможно только с использованием зарубежных приборов, что делает его малодоступным для отечественных учреждений первичного звена из-за его высокой цены.

С учетом недостатков существующих методов расчета артериальной жесткости российские исследователи недавно разработали новый индекс START (STiffness of ARTeries). Расчет данного индекса основан на другой математической формуле, в основе которой лежат законы сохранения массы и импульса, а также стандартный метод вывода условий на разрыве, при котором фронт пульсовой волны моделируется как разрыв. При этом также учитываются нелинейные эффекты, в результате чего коррекция фактора АД при измерении сосудистой жестко-

сти осуществляется более точно. Индекс жесткости START может быть измерен любым устройством с оценкой СПВ на любом участке артериального русла, при этом в название индекса вносится буквенное обозначение исследуемого участка [10].

Опубликованные ранее исследования показали, что новый индекс START значимо коррелирует с хорошо зарекомендовавшим себя в клинической практике индексом сосудистой жесткости CAVI как у здоровых лиц [11, 12], так и у больных артериальной гипертензией [12, 13] и ишемической болезнью сердца (ИБС) [14]. Тем не менее для использования в клинической практике необходимо убедиться в том, что индекс START имеет схожее прогностическое значение. Соответственно, цель исследования — изучить долговременное прогностическое значение нового индекса сосудистой жесткости START у больных ИБС после аортокоронарного шунтирования (АКШ).

Материал и методы

В одноцентровом когортном исследовании приняли участие 267 пациентов (из них 66 женщин и 201 мужчина), в возрасте от 33 до 77 лет, поступившие на плановое АКШ в период с 2012 по 2013 гг в клинику НИИ "Комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний" (г. Кемерово). Критерии исключения из исследования были следующие: значение лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) $\leq 0,9$, поскольку наличие гемодинамически значимого стеноза артерий нижних конечностей искажает истинные показатели жесткости сосудистой стенки, и отказ от участия в исследовании. После подписания добровольного информированного согласия пациенты были включены в исследование. Дизайн исследования был одобрен комитетом по этике института и соответствовал принципам Хельсинкской декларации.

Всем поступившим в стационар пациентам проведено стандартное предоперационное клинико-инструментальное обследование. Жесткость сосудистой стенки определяли на профессиональном аппарате для объемной сфигмографии VaSera VS-1000 (Fukuda Denshi, Япония). Для расчета нового национального индекса START использовали онлайн-калькулятор, расположенный в свободном доступе (<https://stelari-start.com>). Индекс рассчитывался на участке от клапана сердца до лодыжки (haSTART) [10]. В ходе анализа значимых различий между haSTART справа и слева выявлено не было ($p > 0,05$), что позволило при анализе использовать среднее значение. Таким образом, медиана (Me) haSTART составила 8,4 [7,2;9,8]. Если значение показателя haSTART было ниже выборочной Me $< 8,4$, то пациента относили к первой группе, если haSTART $\geq 8,4$, то ко второй группе. Дизайн исследования представлен на рисунке 1.

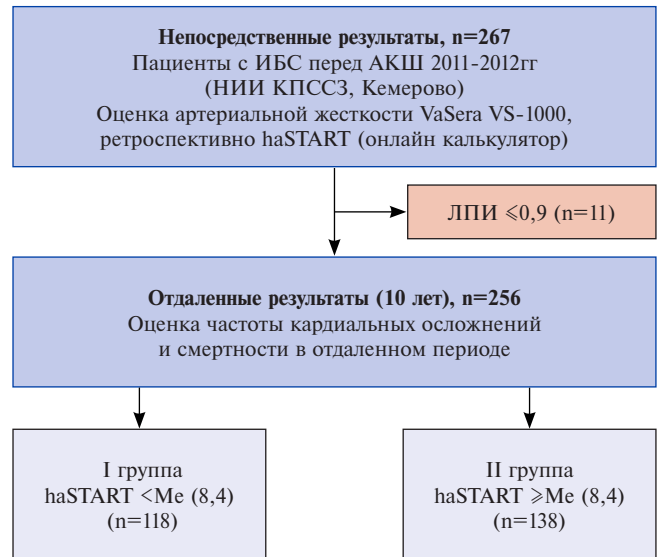


Рис. 1. Дизайн исследования.

Сокращения: АКШ — аортокоронарное шунтирование, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс, haSTART — сердечно-лодыжечный индекс жесткости (Stiffness of ARteries), Me — медиана.

Кардиохирургические вмешательства всем включенным в исследование пациентам были проведены в стандартных условиях. Всем пациентам было выполнено изолированное АКШ. После операции была назначена оптимальная медикаментозная терапия и даны рекомендации по изменению образа жизни.

Средний период наблюдения за исходно сформированной когортой составил $9,7 \pm 0,9$ лет. В результате не прямых контактов с пациентами была получена информация в отношении 256 пациентов. Из выборки пациентов в отдаленном периоде были сформированы две группы исследования: с haSTART $< Me$ ($n=118$) и haSTART $\geq Me$ ($n=138$). Прогностическое значение haSTART изучалось в отношении первичной комбинированной конечной точки (ККТ) — летальный исход, нефатальный инфаркт миокарда или инсульт ($n=99$).

Статистический анализ всех полученных данных производился с использованием приложения "Statistica 8.0" (Dell Software, Inc., США) и SPSS 17.0 software package. Критерий Шапиро-Уилка применяли для проверки анализируемых показателей на нормальность распределения. В связи с ненормальным распределением для межгрупповых сравнений количественных переменных использовали непараметрический критерий Манна-Уитни. Количественные данные описывались с помощью Me, а также нижнего и верхнего квартилей ($Me \pm Q$). Качественные показатели анализировали с помощью критерия χ^2 с поправкой Йетса. Для сравнения выживаемости за время наблюдения был использован метод выживаемости Каплана-Мейера с использованием логарифмического критерия. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Таблица 1

Сравнение исходных характеристик пациентов ИБС

Показатели	I группа, haSTART <Me (n=118)	II группа, haSTART ≥Me (n=138)	p
Общие данные и социальный статус			
Возраст (лет)	56,0 [51,0;61,0]	61,0 [56,0;67,0]	<0,001
Мужчины (n, %)	94 (79,7)	101 (73,2)	0,226
Курение (n, %)	40 (33,9)	37 (26,8)	0,218
Стаж курения (лет)	30,0 [20,0;40,0]	35,0 [25,0;40,0]	0,107
Работающий (n, %)	63 (53,3)	38 (27,5)	<0,001
Антропометрические показатели			
Рост (см)	170,0 [164,0;176,0]	169,0 [164,0;175,0]	0,377
Вес (кг)	80,0 [69,0;89,0]	80,0 [73,0;89,0]	0,553
ИМТ (кг/см ²)	28,4 [24,8;31,6]	28,3 [25,9;31,1]	0,596
Клинико-анамнестические данные			
ХСН II-III стадии (n, %)	33 (28,0)	52 (37,7)	0,099
ИМ в анамнезе (n, %)	78 (66,1)	78 (56,5)	0,117
АГ в анамнезе (n, %)	97 (82,2)	124 (89,9)	0,075
ОНМК/ТИА в анамнезе (n, %)	5 (4,2)	12 (8,7)	0,153
СД в анамнезе (n, %)	15 (12,7)	24 (17,4)	0,299
Реваскуляризация миокарда в анамнезе (n, %)	11 (9,3)	12 (8,7)	0,861
Вмешательство на сонных артериях (n, %)	2 (1,7)	2 (1,5)	0,874
Мультифокальный атеросклероз >50% (n, %)	17 (14,4)	32 (23,2)	0,075
Лабораторные данные			
Общий ХС (ммоль/л)	4,9 [4,1;5,7]	5,1 [4,1;6,1]	0,667
ХС ЛНП (ммоль/л)	2,8 [2,2;3,5]	2,9 [2,2;3,8]	0,429
Триглицериды (ммоль/л)	1,8 [1,4;2,4]	1,7 [1,2;2,3]	0,166
Глюкоза, венозная плазма (ммоль/л)	5,5 [5,1;6,4]	5,5 [5,0;6,4]	0,588
Креатинин (мкмоль/л)	83,0 [71,0;100,0]	82,5 [72,0;102,0]	0,812
СКФ, СКД-ЕРІ (мл/мин/1,73 м ²)	83,8 [67,2;102,7]	82,3 [65,6;98,4]	0,345
ЭхоКГ			
Левое предсердие (см)	4,1 [3,8;4,5]	4,3 [3,9;4,5]	0,016
Межжелудочковая перегородка (см)	1,0 [1,0;1,1]	1,1 [1,0;1,2]	0,018
Задняя стенка ЛЖ (см)	1,0 [1,0;1,2]	1,1 [1,0;1,2]	0,060
Конечный диастолический объем ЛЖ (мл)	155,0 [135,5;184,0]	151,5 [135,0;187,5]	0,911
Конечный систолический объем ЛЖ (мл)	62,0 [47,0;91,0]	61,0 [49,0;88,0]	0,914
Конечный диастолический размер ЛЖ (см)	5,6 [5,3;6,2]	5,5 [5,2;6,1]	0,698
Конечный систолический размер ЛЖ (см)	3,8 [3,4;4,6]	3,8 [3,5;4,6]	0,576
Индекс массы миокарда ЛЖ (г/м ²)	156,0 [130,7;182,9]	162,3 [127,9;200,0]	0,277
Фракция выброса ЛЖ (%)	60,0 [51,0;64,0]	60,0 [51,5;64,0]	0,671
Е/А	0,9 [0,7;1,2]	0,8 [0,7;1,1]	0,090

Примечание: данные указаны в виде Me [LQ;UQ], если не указано иное.

Сокращения: АГ — артериальная гипертензия, ИМ — инфаркт миокарда, ИМТ — индекс массы тела, ЛЖ — левый желудочек, ЛНП — липопротеины низкой плотности, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, СД — сахарный диабет, СКФ — скорость клубочковой фильтрации, ТИА — транзиторная ишемическая атака, ХС — холестерин, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ЭхоКГ — эхокардиография, Е/А — отношение скоростей раннего (Е) и позднего (А) наполнения желудочков, haSTART — сердечно-лodyжечный индекс жесткости (Stiffness of ARteries), Me — медиана.

Результаты

В изучаемой выборке пациенты первой группы haSTART ≥Me были статистически значимо старше, чем пациенты второй группы haSTART <Me (p<0,001). В обеих группах преобладали мужчины (76,2%), большинство имели в анамнезе артериальную гипертензию (86,3%), инфаркт миокарда (61,0%) и хроническую сердечную недостаточность I-II функционального класса (66,8%). Ранее перенесли реваскуляри-

зацию миокарда 9,0% пациентов, острое нарушение мозгового кровообращения встречалось ранее в 6,6% случаев. Сахарный диабет 2 типа был диагностирован у 15,2% пациентов. Несмотря на то, что пациенты с ЛПИ <0,9 исключались из исследования, мультифокальный атеросклероз >50% в изучаемой выборке встречался в 19,0% случаях. Не было выявлено статистически значимых различий в исходных лабораторных параметрах между группами. По результатам эхо-

Таблица 2

Тяжесть поражения коронарных артерий и интраоперационная характеристика пациентов ИБС

Показатели	I группа, haSTART < Me (n=118)	II группа, haSTART ≥ Me (n=138)	p
Коронарография			
Поражение ствола ЛКА (n, %)	27 (22,9)	26 (18,8)	0,426
Поражение одной КА (n, %)	21 (17,8)	24 (17,4)	0,932
Поражение двух КА (n, %)	40 (33,9)	45 (32,6)	0,827
Поражение трех КА (n, %)	49 (41,5)	62 (44,9)	0,584
Интраоперационные данные			
Euroscore (баллы)	2,0 [1,0;3,0]	3,0 [2,0;4,0]	0,052
Euroscore (%)	1,33 [0,88;2,2]	1,7 [1,2;2,8]	0,001
Операция с ИК (n, %)	105 (89,0)	114 (82,6)	0,148
Количество шунтов	3,0 [2,0;3,0]	3,0 [2,0;3,0]	0,748
Длительность ИК (мин)	96,0 [77,0;110,0]	98,0 [81,0;111,0]	0,413
Длительность операции (мин)	240,0 [201,0;300,0]	246,0 [198,0;300,0]	0,772
Вентрикулопластика (n, %)	5 (4,2)	8 (5,8)	0,571
Тромбэктомия (n, %)	4 (3,4)	3 (2,2)	0,552
КЭЭ (n, %)	2 (1,7)	3 (2,2)	0,784
Радиочастотная абляция (n, %)	2 (1,7)	2 (1,5)	0,874

Примечание: данные указаны в виде Me [LQ;UQ], если не указано иное.

Сокращения: ИК — искусственное кровообращение, КА — коронарная артерия, КЭЭ — каротидная эндоартерэктомия, ЛКА — левая коронарная артерия, haSTART — сердечно-лодыжечный индекс жесткости (Stiffness of ARteries), Me — медиана.

Таблица 3

Показатели гемодинамики и сосудистой жесткости по данным сфигмографии у больных ИБС

Показатели	I группа, haSTART < Me (n=118)	II группа, haSTART ≥ Me (n=138)	p
R-САД (мм рт.ст.)	125,5 [114,0;136,0]	132,0 [121,0;147,0]	<0,001
L-САД (мм рт.ст.)	128,5 [118,0;143,0]	133,5 [122,0;146,0]	0,116
R-ДАД (мм рт.ст.)	77,0 [70,0;83,0]	81,0 [74,0;88,0]	<0,001
L-ДАД (мм рт.ст.)	80,0 [73,0;85,0]	82,0 [77,0;89,0]	<0,001
R-ПАД (мм рт.ст.)	50,0 [44,0;60,0]	56,0 [46,0;65,0]	0,054
L-ПАД (мм рт.ст.)	51,5 [44,5;59,0]	54,0 [47,0;63,0]	0,165
R-haСПВ	7,3 [6,8;7,7]	8,5 [8,0;9,2]	<0,001
L-haСПВ	7,2 [6,8;7,7]	8,4 [8,0;9,4]	<0,001
R-haSTART	7,5 [6,6;7,9]	9,9 [8,9;11,4]	<0,001
L-haSTART	7,1 [6,4;7,5]	10,0 [8,7;10,9]	<0,001
R-CAVI	7,9 [7,2;8,1]	9,2 [8,7;9,8]	<0,001
L-CAVI	7,8 [7,2;8,1]	9,2 [8,7;9,8]	<0,001
R-ЛПИ	1,1 [1,02;1,2]	1,2 [1,1;1,2]	0,19
L-ЛПИ	1,1 [1,02;1,1]	1,1 [1,03;1,2]	0,104

Примечание: данные указаны в виде Me [LQ;UQ], если не указано иное.

Сокращения: ДАД — диастолическое артериальное давление, ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс, ПАД — пульсовое артериальное давление, САД — систолическое артериальное давление, ЧСС — частота сердечных сокращений, CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (Cardio-Ankle Vascular Index), haSTART — сердечно-лодыжечный индекс жесткости (Stiffness of ARteries), haСПВ — метод определения сердечно-лодыжечной СПВ, Me — медиана, R — справа, L — слева.

кардиографии Me размера левого предсердия и межжелудочковой перегородки была выше у пациентов с haSTART ≥ Me, чем в группе haSTART < Me (p=0,016 и p=0,018, соответственно). Остальные эхокардиографические параметры были сопоставимы (табл. 1).

У пациентов haSTART ≥ Me были выше показатели по шкале EuroSCORE II, которая позволяет рассчитать риск смерти после операции на сердце, по сравнению с пациентами haSTART < Me (p=0,001).

При анализе исходных анатомических характеристик коронарных артерий статистически достоверных различий между группами выявлено не было, что объясняет и отсутствие различий по количеству наложенных коронарных шунтов во время операции (табл. 2).

В таблице 3 представлены результаты для всех анализируемых параметров гемодинамики и сосудистой жесткости, измеренных при помощи сфигмографии. Отмечены статистически достоверно большие

Таблица 4
Осложнения десятилетнего периода
в зависимости haSTART

Показатели	I группа, haSTART <Me (n=118)	II группа, haSTART ≥Me (n=138)	p
Смерть	23 (19,5)	47 (34,1)	0,009
Сердечная смерть	10 (8,5)	32 (23,2)	0,001
ИМ нефатальный	8 (6,8)	6 (4,4)	0,394
ОНМК нефатальный	7 (5,9)	12 (8,7)	0,401
ККТ (смерть+ИМ+ОНМК)	36 (30,5)	63 (45,7)	0,013

Сокращения: ИМ — инфаркт миокарда, ККТ — комбинированная конечная точка, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, haSTART — сердечно-лодыжечный индекс жесткости (STiffness of ARteries), Me — медиана.

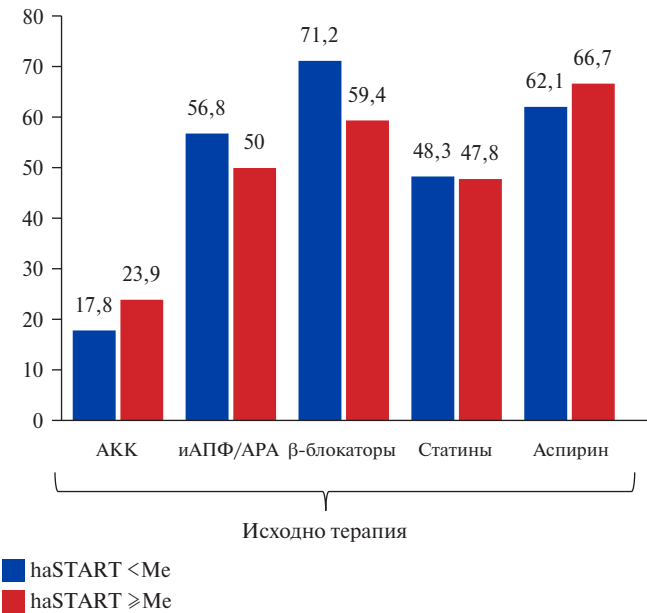


Рис. 2. Прием оптимальной медикаментозной терапии в группах в зависимости от индекса haSTART исходно и через 10 лет наблюдения.
Сокращения: АКК — антагонисты кальциевых каналов, АРА — антагонисты рецепторов ангиотензина II типа, иАПФ — ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента, haSTART — сердечно-лодыжечный индекс жесткости (STiffness of ARteries), Me — медиана.

значения CAVI и haСПВ в группе с haSTART ≥Me, в сравнении с группой, где индекс haSTART <Me ($p<0,001$). Уровень АД в обеих группах был в пределах оптимальных значений, однако во второй группе с haSTART ≥Me он был статистически достоверно выше, чем в первой группе с haSTART <Me ($p<0,001$). При этом Me пульсового АД статистически не различалась в обеих группах и была <60 мм рт.ст.

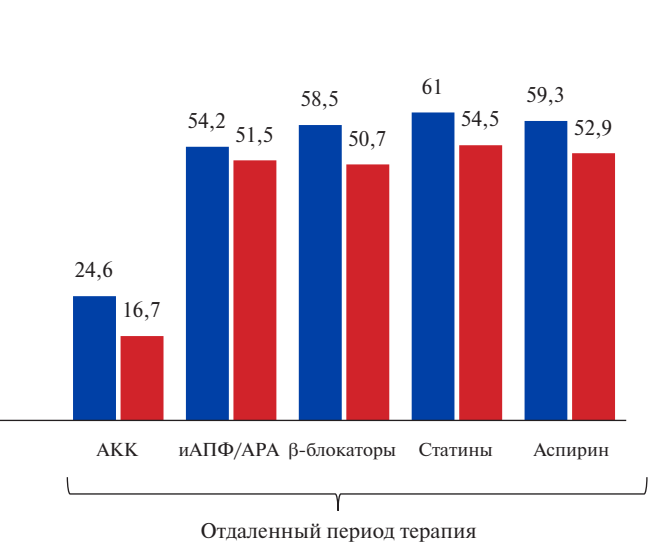
За все время наблюдения частота приема медикаментозной терапии была низкой в обеих группах и не имела статистических различий между группами ($p>0,05$) (рис. 2).

За период наблюдения в обследованной выборке произошло 70 (27,3%) смертей от всех причин, из них 42 (16,4%) — от сердечно-сосудистых событий. Количество случаев ККТ составило 99 (38,7%),

Таблица 5
Сравнение выживаемости между группами
haSTART ≥Me и haSTART <Me (Лог-ранговый критерий,
тесты Бреслоу, Тарона-Уэра)

	Chi-Square	df	Sig.
Сравнение выживаемости MACE			
Лог-ранговый критерий	4,684	1	0,030
Тест Бреслоу	6,990	1	0,008
Тест Тарона-Уэра	6,545	1	0,011
Сравнение выживаемости без MACE			
Лог-ранговый критерий	4,154	1	0,042
Тест Бреслоу	4,968	1	0,026
Тест Тарона-Уэра	4,968	1	0,026

Сокращение: MACE – неблагоприятные сердечно-сосудистые события.



включая нефатальный инфаркт миокарда у 14 (5,5%) и инсульт у 19 (7,4%) больных. При этом летальный исход от всех причин достоверно чаще встречался в группе с haSTART ≥Me у 47 (34,1%) пациентов, в группе с haSTART <Me у 23 (19,5%), $p=0,009$. Смерть от сердечных причин также чаще наблюдалась во второй группе, чем в первой (23,2% vs 8,5%, $p=0,001$). У больных с haSTART ≥Me ККТ отмечалась в 63 (45,7%) случаях, по сравнению с больными с haSTART <Me — в 36 (30,5%) случаях, $p=0,013$ (табл. 4).

Среди больных с наступлением летального исхода была выше частота больных со значениями haSTART ≥Me (рис. 3), чем в группе выживших (67,1% и 48,9%, $p=0,009$). Похожая тенденция отмечена и среди больных с развитием ККТ — частота выявления у них

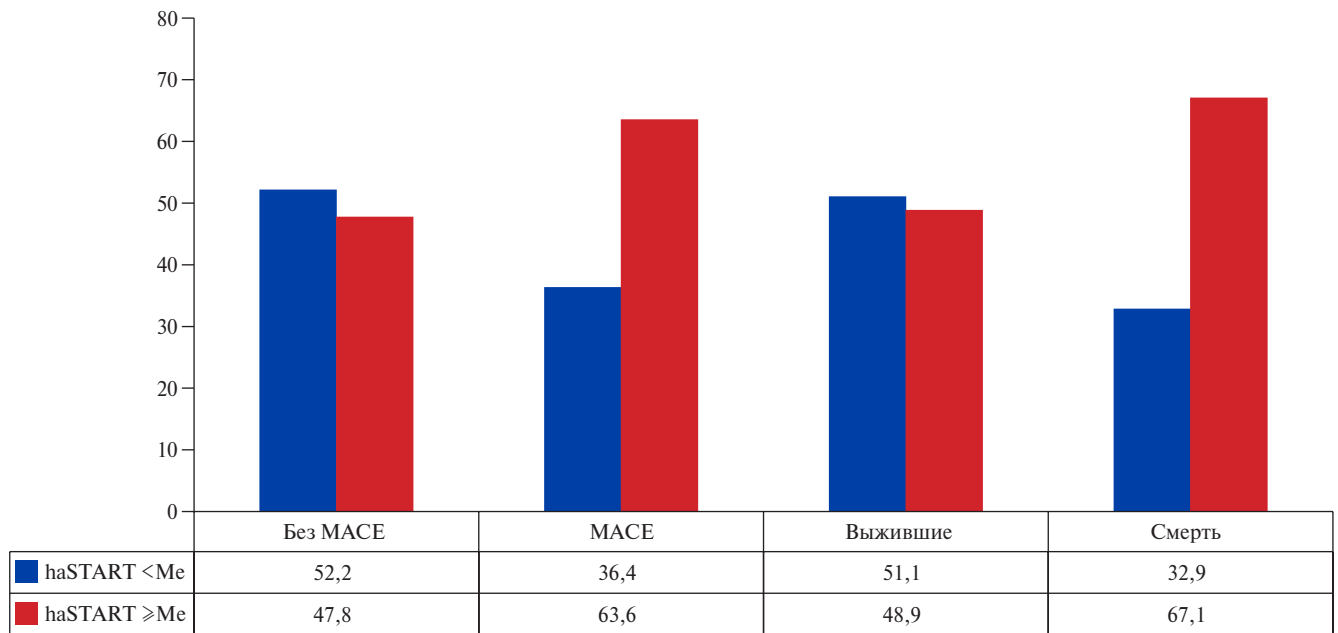


Рис. 3. Состояние сосудистой жесткости haSTART в группах с наличием/отсутствием неблагоприятных сердечно-сосудистых событий и летального исхода при длительном наблюдении после АКШ.

Сокращения: MACE — неблагоприятные сердечно-сосудистые события, haSTART — сердечно-лодыжный индекс жесткости (Stiffness of ARteries), Me — медиана.

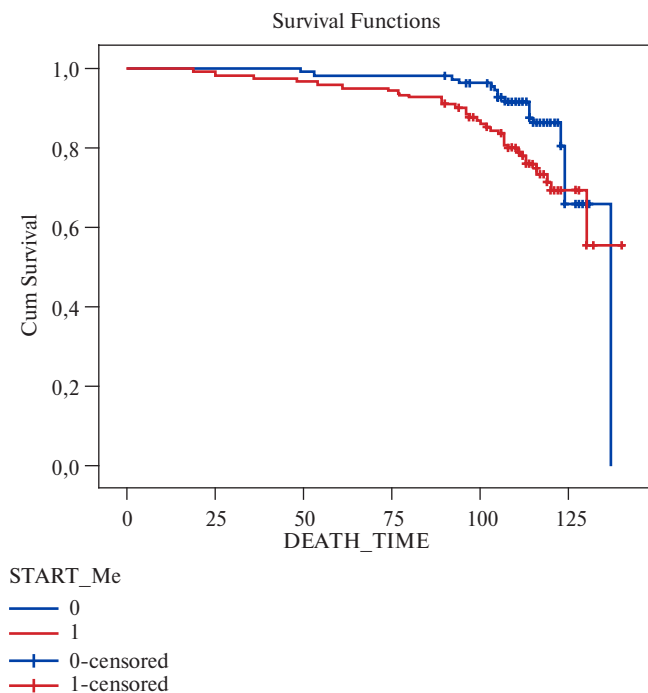


Рис. 4. Влияние индекса haSTART на долгосрочную выживаемость после АКШ.

Примечание: Группа 1 — haSTART ≥ Me, Группа 2 — haSTART < Me.

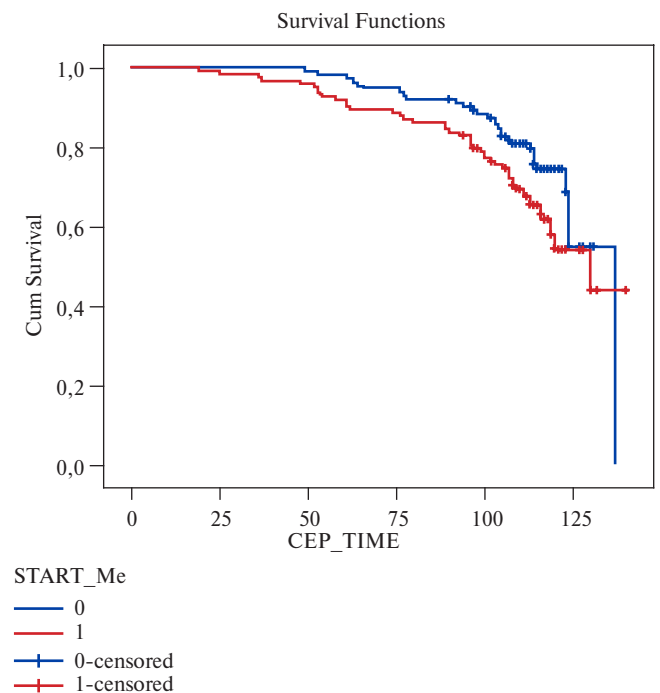


Рис. 5. Влияние индекса haSTART на долгосрочную выживаемость без событий после АКШ.

Примечание: Группа 1 — haSTART ≥ Me, Группа 2 — haSTART < Me.

значений индекса haSTART ≥ Me составила 63,6%, что было достоверно выше, чем в группе выживших без сердечно-сосудистых событий (47,8%, $p=0,013$).

Кривые Каплана-Мейера выявили лучший долгосрочный прогноз в группе со значениями индекса

haSTART < Me по сравнению с группой, в которой индекс haSTART был ≥ Me (рис. 4, 5). Различия были статистически значимыми как для показателей выживаемости ($p=0,030$, $p=0,008$ и $p=0,011$, соответственно, для лог-рангового критерия, тестов Бреслоу и Тарона-

Уэра), так и для выживания без событий ($p=0,042$, $p=0,026$ и $p=0,026$, соответственно, для лог-рангового критерия, тестов Бреслоу и Тарона-Уэра) (табл. 5).

Обсуждение

В настоящем исследовании впервые было показано, что новый индекс сосудистой жесткости haSTART имеет прогностическую ценность в долгосрочном наблюдении за пациентами ИБС после операции АКШ. Во-первых, в группе с индексом haSTART $\geq$ Me в период наблюдения чаще наблюдались смерть от всех причин, сердечно-сосудистая смерть и развитие ККТ. Во-вторых, группа с индексом haSTART $<$ Me имела лучшую выживаемость и лучшую выживаемость без событий по сравнению с пациентами, у которых индекс haSTART $\geq$ Me по данным лонг-рангового критерия при анализе кривых Каплана-Майера.

До настоящего времени не проводилось исследований прогностического значения индекса артериальной жесткости START. Этот индекс разработан в качестве альтернативы индексу CAVI, поскольку он также не зависит от уровня АД, поэтому предыдущие исследования были направлены на сопоставление этих индексов [10–14]. Так, в многоцентровом исследовании на базе пяти клинических центров с включением 928 человек, как здоровых лиц, так и больных артериальной гипертонией, показано, что индекс артериальной жесткости haSTART достоверно коррелирует с индексом CAVI. При этом не выявлено существенных различий между этими индексами в количественной взаимосвязи с АД, индексом массы тела, частотой сердечных сокращений и полом у различных подгрупп обследованных. Другими словами, несмотря на различия в методах расчета индексов, сравнительный анализ показал, что индексы сходным образом ведут себя в отношении корреляций с различными демографическими и физиологическими показателями [12]. В дальнейшем аналогичные корреляции между показателями haSTART и CAVI были выявлены у больных ИБС [14]. Важно подчеркнуть, что индекс haSTART следует тем же закономерностям, что и CAVI, что позволяет предположить, что индексы схожи в оценке сосудистой жесткости и, следовательно, предполагают одинаковую эффективность haSTART в качестве прогностического маркера для оценки сердечно-сосудистого риска. Однако это предположение не означает, что индекс haSTART обладает схожим с индексом CAVI прогностическим значением, это требовало подтверждения в соответствующих исследованиях. Необходимость такого анализа можно проиллюстрировать примером другой модификации индекса CAVI — индексом CAVI0, который был разработан с целью его дальнейшего улучшения и был призван в еще большей степени нивелировать зависимость от АД [15]. Тем не менее CAVI продемонстрировал большую точ-

ность в клинических ситуациях и имел лучшую прогностическую ценность по сравнению как с CAVI0, так и с другим показателем артериальной жесткости, плече-лодыжечной СПВ [8]. В настоящем исследовании нам удалось продемонстрировать прогностическую ценность индекса haSTART, подтвердив предположение авторов вышеупомянутой статьи [12]. Ранее было показано, что индекс CAVI имеет влияние на долгосрочный прогноз у больных ИБС [7], а также на прогноз в других когортах больных [5]. Настоящее исследование показало, что, по крайней мере, у больных ИБС индекс haSTART имеет сходное прогностическое значение. Насколько оно подтвердится в других обследованных когортах — требуются дополнительные исследования.

Клиническое значение исследования — наличие отечественного индекса позволит использовать его в отечественных недорогих приборах, необходимость разработки которых отмечалась ранее [12]. Это, в свою очередь, открывает широкие перспективы использования оценки артериальной жесткости в программах первичной и вторичной профилактики [3], донозологической диагностики, выявления субклинических проявлений атеросклероза артерий нижних конечностей. В этом плане будут необходимы исследования как по возможности оценки изменений индекса haSTART под влиянием лечебных и профилактических мероприятий, так и прогностические возможности серийной оценки индекса haSTART. Первые шаги в данном направлении уже сделаны, в исследовании нашей группы было показано, что у больных ИБС через год после операции КШ уменьшение индекса сосудистой жесткости haSTART наблюдалось в половине случаев. В этой группе было больше женщин, они чаще принимали антагонисты кальциевых каналов, чаще наблюдались в течение года у кардиолога. Были выявлены также неблагоприятные факторы, ассоциированные с возрастанием индекса haSTART — помимо возраста больных это было наличие коморбидных заболеваний (сахарный диабет, мультифокальный атеросклероз, сердечная недостаточность), а также дистрессорного типа личности Д.

Ограничения исследования. Исследование является пилотным, в связи с чем для подтверждения настоящих выводов требуется продолжение наблюдения. Во-первых, в настоящее время не существуют нормативных значений индекса haSTART, поэтому мы не могли распределить пациентов на группы с нормальными или патологическими значениями haSTART, как это было в работах по оценке индекса CAVI [7]. Однако простая оценка индекса haSTART (выше/ниже Me) позволила нам сформировать группы больных ИБС с различным отдаленным прогнозом. Во-вторых, мы не сравнивали прогностическую ценность индексов haSTART и CAVI, возможно, это могло бы более точно позиционировать использова-

ние этих индексов на практике. Это задача будущих исследований, хотя индекс haSTART разрабатывается для тех ситуаций, когда использование индекса CAVI невозможно (например, при использовании другого устройства). В-третьих, оценка индекса haSTART проводилась ретроспективно, что не позволяет оценить эффекты отдельных вмешательств, направленных на коррекцию факторов риска или медикаментозную терапию. В-четвертых, когорта пациентов ограничена пациентами с ИБС, перенесшими операцию АКШ. Остается неясным, можно ли распространить результаты этого исследования на другие заболевания. В-пятых, исследование проводилось в одном из российских центров; неясно, можно ли распространить его результаты на другие центры и регионы. Тем не менее сам факт выявления прогностического влияния индекса haSTART заслуживает внимания и подтверждения в дальнейших исследованиях.

Заключение

Настоящее исследование показало, что оценка индекса жесткости артерий haSTART перед операцией АКШ, возможно, имеет прогностическое значе-

ние в отдаленном периоде наблюдения за больными ИБС, в данном аспекте, планируются дальнейшие исследования. Также необходимо изучить, может ли динамика индекса haSTART при его серийной оценке влиять на прогноз у этих больных, а также какие вмешательства могут влиять на динамику этого индекса.

Отношения и деятельность. Результаты получены при поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования РФ в рамках Соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий от "30" сентября 2022г № 075-15-2022-1202, комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла "Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения", утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 11 мая 2022г № 1144-р.

Литература/References

- Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2019;140(11):e596-646. doi:10.1161/CIR.0000000000000678.
- Sang T, Lv N, Dang A, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity and prognosis in patients with atherosclerotic cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Hypertens Res*. 2021;44(9):1175-85. doi:10.1038/s41440-021-00678-2.
- 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.) Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.Л. и др. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2016;15(2):4-19. doi:10.15829/1728-8800-2016-2-4-19.
- Shirai K, Utino J, Otsuka K, et al. Novel Blood Pressure-independent Arterial Wall Stiffness Parameter; Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI). *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. 2006;13(2):101-7. doi:10.5551/jat.13101.
- Namba T, Masaki N, Takase B, Adachi T. Arterial Stiffness Assessed by Cardio-Ankle Vascular Index. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019;20(15):3664. doi:10.3390/ijms20153664.
- 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*. 2019;21:16-24. doi:10.1111/jch.13425.
- Zairova AR, Rogoz AN, Oshchepkova EV, et al. Contribution of cardio-ankle vascular index to prediction of cardiovascular events in the adult urban population: data from the ESSE-RF study (Tomsk). *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021;20(5):2967. (In Russ.) Заирова А.Р., Рогоза А.Н., Ощепкова Е.В. и др. Значение показателя артериальной жесткости "сердечно-лодыжечный сосудистый индекс — CAVI" для прогноза сердечно-сосудистых событий в популяционной выборке взрослого городского населения (по материалам исследования ЭССЕ-РФ, Томск). *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021;20(5):2967. doi:10.15829/1728-8800-2021-2967.
- Sumin AN, Shcheglova AV, Zhidkova II, et al. Assessment of Arterial Stiffness by Cardio-Ankle Vascular Index for Prediction of Five-Year Cardiovascular Events After Coronary Artery Bypass Surgery. *Global Heart*. 2021;16(1):90. doi:10.5334/gh.1053.
- 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):603-15. doi:10.5551/jat.48314.
- Bakholdin IB, Milyagin VA, Talov AV, et al. The STELARI START index a new promising indicator of vascular stiffness. *Vestnik of the SSMA*. 2022;21(3):95-192. (In Russ.) Бахолдин И.Б., Милиагин В.А., Талов А.В. и др. Индекс STELARI START — новый перспективный показатель сосудистой жесткости. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2022;21(3):95-192. doi:10.37903/vsgma.2022.3.11.
- Sumin AN, Shcheglova AV, Bakholdin IB. The possibilities of the new START indicator in the assessment of vascular stiffness in healthy individuals. "Arterial'naya Gipertenziya" ("Arterial Hypertension"). 2023;29(1):38-50. (In Russ.) Сумин А.Н., Щеглова А.В., Бахолдин И.Б. Возможности нового показателя START в оценке сосудистой жесткости у здоровых лиц. *Артериальная гипертензия*. 2023;29(1):38-50. doi:10.18705/1607-419X-2023-29-1-38-50.
- Vasyutin IA, Leon K, Safronova TA, et al. Comparison of the novel START vascular stiffness index with the CAVI index, assessment of their values and correlations with clinical parameters. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(1):5272. (In Russ.) Васютин И.А., Леон К., Сафронова Т.А. и др. Сравнение нового индекса жесткости сосудистой стенки START с индексом CAVI, оценка их значений и корреляций с клиническими показателями. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(1):5272. doi:10.15829/1560-4071-2023-5272.
- 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.) Сумин А.Н., Щеглова А.В., Бахолдин И.Б. Сравнительный анализ значений индексов артериальной жесткости START и CAVI у больных артериальной гипертензией. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(3):3473. doi:10.15829/1728-8800-2023-3473.
- Sumin AN, Shcheglova AV, Gorelova IV, et al. Potential of the novel START index in assessing arterial stiffness in patients with coronary artery disease. *Russian Open Medical Journal*. 2023;12:e0410. doi:10.15275/rusomj.2023.0410.
- Spronck B, Avolio AP, Tan I, et al. Arterial stiffness index beta and cardio-ankle vascular index inherently depend on blood pressure but can be readily corrected. *J Hypertens*. 2017;35(1):98-104. doi:10.1097/HJH.0000000000001132.