

DOI: 10.52727/2078-256X-2026-22-2-210-224

## Ассоциация артериальной жесткости с реактивностью на психоэмоциональный стресс у больных стабильной ишемической болезнью сердца

А.Н. Сумин, А.В. Щеглова, Н.Н. Загорская

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»  
Россия, 650002, г. Кемерово, бульвар академика Л.С. Барбараша, 6*

### Аннотация

Цель – изучить ассоциацию между повышенной артериальной жесткостью (по показателю САВИ – Cardio-Ankle Vascular Index) и результатами тестов с психоэмоциональной нагрузкой у больных стабильной ишемической болезнью сердца (ИБС). **Материал и методы:** в одноцентровое поперечное исследование включено 109 пациентов со стабильной ИБС (средний возраст  $66,1 \pm 9,1$  года) перед плановым чрескожным коронарным вмешательством. Артериальную жесткость оценивали методом объемной сфигмографии (аппарат Vasera VS-1000), САВИ  $\geq 9,0$  считали признаком патологической жесткости. Психофизиологическое тестирование выполняли с помощью комплекса «БОСЛАБ»: пятиэтапный цикл с чередованием периодов покоя (1 мин) и когнитивной нагрузки (3 мин – тест на серийный устный счет и Stroop-test). Регистрировали электрокардиограмму, фотоплетизмографию, электромиографию (ЭМГ), кожно-гальваническую реакцию. Анализировали индекс напряжения Баевского (ИН) регуляторных систем, R-R интервалы, ЭМГ, кожную проводимость (КПр). **Результаты.** Пациенты с САВИ  $\geq 9,0$  ( $n = 60$ ) были старше (медиана возраста – 71,0 года против 63,0 года в группе САВИ  $< 9,0$ ;  $p < 0,001$ ), чаще имели сахарный диабет (46,7 % против 20,4 %;  $p = 0,004$ ), мультифокальный атеросклероз (51,7 % против 28,6 %;  $p = 0,014$ ) и поражение брахиоцефальных артерий (стеноз  $\geq 30$  %: 51,7 % против 28,6 %;  $p = 0,015$ ). При стресс-тестировании динамика R-R интервалов и ИН Баевского была сопоставимой в обеих группах ( $p > 0,05$ ); у пациентов с САВИ  $\geq 9,0$  выявлена ригидность мышечного напряжения (по данным ЭМГ,  $p = 0,072$ ), а в группе САВИ  $< 9,0$  высокая лабильность ЭМГ ( $p < 0,001$ ). Уровень КПр в группе с повышенной жесткостью был стабильно ниже ( $p < 0,05$ ), что указывает на снижение функционального резерва вегетативной регуляции. **Заключение.** У больных стабильной ИБС повышенная артериальная жесткость (САВИ  $\geq 9,0$ ) связана с измененной реактивностью на психоэмоциональный стресс: ригидностью нервно-мышечного ответа (по ЭМГ) и снижением функционального резерва вегетативной регуляции (по КПр). Симпатическая активация (по R-R интервалам и ИН Баевского) при этом сохраняется на сопоставимом уровне независимо от жесткости сосудов.

**Ключевые слова:** артериальная жесткость, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, ишемическая болезнь сердца, психоэмоциональный стресс, вегетативная регуляция.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках поисковой темы НИИ КПССЗ 0419-2026-0005 «Модели оценки, профилактики и коррекции кардиоваскулярного риска на основе изучения психологических факторов и коморбидности соматических патологий у пациентов с болезнями системы кровообращения, № государственной регистрации 126012716074-3 от 27.01.2026.

**Автор для переписки.** Щеглова А.В., e-mail: nura.karpovitch@yandex.ru

Для цитирования. Сумин А.Н., Щеглова А.В., Загорская Н.Н. Ассоциация артериальной жесткости с реактивностью на психоэмоциональный стресс у больных стабильной ишемической болезнью сердца. *Атеросклероз*. 2026; 22 (2): 210–224. doi: 10.52727/2078-256X-2026-22-2-210-224

## Association of arterial stiffness with reactivity to psychoemotional stress in patients with stable coronary artery disease

A.N. Sumin, A.V. Shcheglova, N.N. Zagorskaya

Federal State Budgetary Institution  
«Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases»  
6, Academician Barbarash Blvd., Kemerovo, 650002, Russia

### Abstract

**Aim** – to investigate the impact of increased arterial stiffness, assessed by the cardio-ankle vascular index (CAVI), on the results of psychoemotional stress tests in patients with stable coronary artery disease (CAD). **Material and methods:** a single-center prospective study included 109 patients with stable CAD (mean age  $66.1 \pm 9.1$  years) prior to elective percutaneous coronary intervention (PCI). Arterial stiffness was assessed using volume sphygmography (Vasera VS-1000 device); a CAVI  $\geq 9.0$  was considered indicative of pathological stiffness. Psychophysiological testing was performed using the «BO-SLAB Professional Plus» system: a five-stage cycle alternating rest periods (1 min) and cognitive load (3 min – serial mental arithmetic test and Stroop test). The following parameters were recorded: electrocardiogram (ECG), photoplethysmography, electromyography (EMG), and galvanic skin response (GSR). We analyzed the Baevsky stress index (SI) of regulatory systems, R-R intervals, EMG, and GSR. **Results.** Patients with CAVI  $\geq 9.0$  ( $n = 60$ ) were older (median age 71.0 years vs. 63.0 years in the CAVI  $< 9.0$  group;  $p < 0,001$ ) and more likely to have diabetes mellitus (46.7 % vs. 20.4 %;  $p = 0,004$ ), multifocal atherosclerosis (51.7 % vs. 28.6 %;  $p = 0,014$ ), and brachiocephalic artery disease (stenosis  $\geq 30$  %: 51.7 % vs. 28.6 %;  $p = 0,015$ ). During stress testing, the dynamics of R-R intervals and Baevsky SI were comparable between groups ( $p > 0,05$ ). Patients with CAVI  $\geq 9.0$  showed rigidity of muscle tension (as assessed by EMG,  $p = 0,072$ ), while the CAVI  $< 9.0$  group demonstrated high EMG lability ( $p < 0,001$ ). The GSR level in the high-stiffness group was consistently lower ( $p < 0,05$ ), indicating a reduced functional reserve of autonomic regulation. **Conclusions.** In patients with stable CAD, increased arterial stiffness (CAVI  $\geq 9.0$ ) is associated with altered reactivity to psychoemotional stress, manifested as rigidity of neuromuscular response (per EMG) and reduced functional reserve of autonomic regulation (per GSR). Sympathetic activation (assessed by R-R intervals and Baevsky SI) remains at a comparable level regardless of vascular stiffness.

**Keywords:** arterial stiffness, cardio-ankle vascular index, coronary heart disease, psychoemotional stress, autonomic regulation.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Funding.** The study was conducted within the framework of the exploratory research topic of the Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases № 0419-2026-0005 “Models for Assessment, Prevention, and Correction of Cardiovascular Risk Based on the Study of Psychological Factors and Comorbidity of Somatic Pathologies in Patients with Circulatory System Diseases”, state registration number 126012716074-3 dated January 27, 2026.

**Correspondence.** Shcheglova A.V., e-mail: nura.karpovitch@yandex.ru

**Citation.** Sumin A.N., Shcheglova A.V., Zagorskaya N.N. Association of arterial stiffness with reactivity to psychoemotional stress in patients with stable coronary artery disease. *Atherosclerosis*. 2026; 22 (2): 210–224. doi: 10.52727/2078-256X-2026-22-2-210-224

## Введение

Сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной глобальной заболеваемости и смертности, при этом жесткость артерий служит независимым предиктором сердечно-сосудистых событий и общей смертности [1, 2]. Это состояние, характеризующееся сниженной эластичностью артерий и повышенной скоростью пульсовой волны, указывает на структурные и функциональные изменения стенки артерий. Все больше данных свидетельствует о том, что жесткость артерий начинается раньше, чем считалось ранее, при этом психологические факторы, включая стресс и депрессию, потенциально играют в этом роль [3]. Хронический психологический стресс запускает активацию симпатической нервной системы, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и воспалительных каскадов, способствуя сосудистой дисфункции и ускоренному утолщению стенок артерий [4]. Соответственно, выявлены ассоциации уровня ощущаемого хронического психологического стресса и артериальной жесткости у различных категорий обследованных [5–9]. В лабораторных условиях при моделировании острого психоэмоционального стресса было показано увеличение жесткости артериальной стенки преимущественно, у здоровых лиц [4, 10] и больных артериальной гипертензией [11, 12]. Эти данные были подтверждены и в недавнем метаанализе [13]. Известно, что значительные психоэмоциональные стрессы повседневной жизни сопряжены с повышением жесткости артериальной стенки у больных с различными проявлениями атеросклероза [14], что в конечном счете может приводить к развитию сердечно-сосудистых событий [15]. Можно предположить, что состояние сосудистой стенки также может влиять на реактивность психофизиологических параметров во время психоэмоционального стресса, однако до настоящего времени данный вопрос не изучался. Это послужило основанием для проведения настоящего исследования, целью которого было изучить ассоциацию между повышенной артериальной жесткостью (по показателю CAVI – Cardio-Ankle Vascular Index) и результатами тестов с психоэмоциональной нагрузкой у больных стабильной ишемической болезнью сердца (ИБС).

## Материал и методы

Проведено одноцентровое поперечное исследование на базе ФГБНУ «Научно-исследова-

тельский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (г. Кемерово) в период с мая по октябрь 2025 г. Протокол одобрен локальным этическим комитетом учреждения (№ 10 от 23.12.2022), все пациенты подписали информированное согласие в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Изначально в исследование был включен 121 пациент (73 мужчины (60,3 %) и 48 женщин (39,7 %); средний возраст  $66,1 \pm 9,1$  года) с верифицированным диагнозом стабильной ИБС, поступивший для планового чрескожного коронарного вмешательства. Критериями включения являлись: наличие показаний к эндоваскулярному вмешательству, возможность выполнения объемной сфигмографии и психофизиологического тестирования. Из исследования исключались лица с тяжелым коморбидным фоном и гемодинамически значимыми стенозами артерий нижних конечностей (ввиду риска искажения показателей артериальной жесткости), а также при отказе от участия. С учетом критериев соответствия итоговая выборка составила 109 человек. На этапе догоспитальной подготовки все пациенты прошли стандартное предоперационное обследование. Анализ анамнестических данных и клинично-инструментальной информации проводился на основании медицинской карты. Учитывали демографические показатели, факторы сердечно-сосудистого риска, наличие сопутствующей патологии, перенесенные в анамнезе сердечно-сосудистые события, а также характер проводимой медикаментозной терапии.

Психофизиологический профиль и стресс-реактивность пациентов изучали с использованием программно-аппаратного комплекса «БОСЛАБ Профессиональный плюс» (ООО «Компьютерные системы биоуправления», Россия). Протокол исследования представлял собой пятиэтапный цикл с чередованием периодов покоя (1 мин) и когнитивной нагрузки (3 мин: тест на серийный устный счет и цветовой тест Stroop-test), что позволяло оценить динамическую адаптацию организма к мягким стрессорам. Методика подробно описана в ранее опубликованной работе [16]. В режиме реального времени регистрировали показатели электрокардиографии, фотоплетизмографии, электромиографии (ЭМГ) фронтальной группы мышц, кожно-гальванической реакции. Для оценки вегетативного баланса и уровня стрессорного напряжения регуляторных систем анализировали динамику индекса напряжения (ИН) Баевского, R-R интервалов, интегральной ЭМГ и кожной проводимости (КПр).

Состояние сосудистой стенки и показатели гемодинамики оценивали методом объемной сфигмографии на аппарате Vasera VS-1000 (Fukuda Denshi, Япония). Исследование проводилось в стандартных условиях (покой, положение лежа на спине), после 10-минутного отдыха. Автоматически регистрировались параметры артериального давления и артериальной жесткости посредством сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (cardio-ankle vascular index, CAVI), а также лодыжечно-плечевого индекса – для исключения гемодинамически значимых стенозов артерий нижних конечностей. По данным разработчиков метода, уровень CAVI  $\geq 9,0$  классифицируется как патологический и свидетельствует о повышенной жесткости артерий. В соответствии с пороговым значением CAVI пациенты сформировали две группы наблюдения: первую с показателями CAVI  $< 9,0$  ( $n = 49$ , 45 %) и вторую с патологическими значениями CAVI  $\geq 9,0$  ( $n = 60$ , 55 %).

Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакетов Statistica 12.0 (StatSoft Inc., США) и SPSS 17.0 (IBM, США). Ввиду ненормального распределения количественных показателей их описывали медианой (Me) и квартилями (LQ, UQ), сравнение групп проводили по критерию Манна – Уитни, динамику физиологических параметров по сессиям оценивали с помощью Friedman ANOVA. Связь жесткости сосудов с психофизиологическими показателями при умственной нагрузке анализировали посредством множественной линейной регрессии (методы Enter и Forward Stepwise). Статистическую значимость принимали при  $p < 0,05$ .

### Результаты

В табл. 1 сопоставлены исходные социально-демографические, клинико-anamnestические и лабораторные показатели пациентов с ИБС в зависимости от значения CAVI. Обращает на себя внимание достоверное различие по возрасту между группами: пациенты с патологическим индексом CAVI (II группа) были существенно старше, и медиана возраста составила 71,0 года [65,5; 75,0] против 63,0 года [55,0; 69,0] в I группе ( $p < 0,001$ ). В обеих группах доля мужчин превышала долю женщин и при этом была статистически сопоставимой ( $p = 0,31$ ).

В группе с патологическим индексом значительно чаще регистрировалась инвалидность (38,3 % против 18,4 % в I группе;  $p = 0,023$ ), а доля рабо-

Таблица 1

Table 1

Сравнение исходных характеристик пациентов ИБС перед ЧКВ в зависимости от уровня CAVI

Comparison of baseline characteristics of CAD patients prior to PCI according to CAVI level

Показатель / Parameter	I группа / I group CAVI < 9,0 (n = 49)		II группа / II group CAVI $\geq 9,0$ (n = 60)		p
	1	2	3	4	
Социально-демографические показатели / Socio-demographic parameters					
Возраст, лет / Age, years		63,0 [55,0; 69,0]	71,0 [65,5; 75,0]		<0,001
Мужчины, n (%) / Male, n (%)		28 (57,1)	40 (66,7)		0,31
Инвалидность, n (%) / Disability, n (%)		9 (18,4)	23 (38,3)		0,023
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> / BMI, kg/m <sup>2</sup>		25,7 [22,0; 29,3]	23,8 [20,8; 28,3]		0,11
Работающие, n (%) / Employed, n (%)		23 (46,9)	15 (25,0)		0,017
Курение, n (%) / Smoking, n (%)		13 (26,5)	12 (20,0)		0,42

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Ожирение, <i>n</i> (%) / Obesity, <i>n</i> (%)	9 (18,4)	10 (16,7)	0,82
Клиника стенокардии, <i>n</i> (%) / Angina pectoris, <i>n</i> (%)	35 (71,4)	46 (76,7)	0,53
ХСНнФВ, <i>n</i> (%) / HFtrEF, <i>n</i> (%)	4 (8,2)	2 (3,3)	0,27
ИИМ в анамнезе, <i>n</i> (%) / Previous MI, <i>n</i> (%)	24 (48,9)	35 (58,3)	0,33
АГ в анамнезе, <i>n</i> (%) / History of hypertension, <i>n</i> (%)	49 (100,0)	60 (100,0)	0,9
ОНМК/ТИА в анамнезе, <i>n</i> (%) / History of stroke/ТИА, <i>n</i> (%)	3 (6,1)	8 (13,3)	0,21
НУО в анамнезе, <i>n</i> (%) / History of glucose metabolism disorder, <i>n</i> (%)	13 (26,5)	30 (50,0)	0,012
СД в анамнезе, <i>n</i> (%) / History of diabetes mellitus, <i>n</i> (%)	10 (20,4)	28 (46,7)	0,004
Предиабет в анамнезе, <i>n</i> (%) / History of prediabetes, <i>n</i> (%)	3 (6,12)	2 (3,33)	0,49
АКШ в анамнезе, <i>n</i> (%) / History of CABG, <i>n</i> (%)	0 (0)	1 (1,7)	0,36
ЧКВ в анамнезе, <i>n</i> (%) / History of PCI, <i>n</i> (%)	46 (93,9)	56 (93,3)	0,91
КЭЭ в анамнезе, <i>n</i> (%) / History of CEA, <i>n</i> (%)	2 (4,1)	2,0 (3,3)	0,83
Мультифокальный атеросклероз, <i>n</i> (%) / Multifocal atherosclerosis, <i>n</i> (%)	14 (28,6)	31 (51,7)	0,014
ФВ ЛЖ, <i>n</i> (%) / LVEF, <i>n</i> (%)	62,0 [51,0; 67,0]	61,5 [52,0; 65,0]	0,88
Лабораторные показатели / Laboratory parameters			
Общий ХС (ммоль/л) / Total cholesterol (mmol/L)	3,9 [3,1; 4,7]	3,6 [3,2; 4,3]	0,35
Глюкоза (ммоль/л) / Glucose (mmol/L)	5,3 [5,0; 6,1]	5,5 [5,1; 6,5]	0,19
Креатинин (мкмоль/л) / Creatinine (μmol/L)	81,0 [70,0; 97,0]	92,0 [78,0; 105,0]	0,033
Медикаментозная терапия / Medication			
Гипотензивная терапия, <i>n</i> (%) / Antihypertensive therapy, <i>n</i> (%)	47 (95,9)	58 (96,7)	0,83
Гиполипидемическая терапия, <i>n</i> (%) / Lipid-lowering therapy, <i>n</i> (%)	41 (83,7)	54 (90,0)	0,32

Примечание. САVI – сердечно-лodyжечный сосудистый индекс; ИМТ – индекс массы тела; ХСНнФВ – хроническая сердечная недостаточность с низкой фракцией выброса; ИМ – инфаркт миокарда; АГ – артериальная гипертензия; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ТИА – транзиторная ишемическая атака; НУО – нарушение углеводного обмена; СД – сахарный диабет; АКШ – аортокоронарное шунтирование; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; КЭЭ – каротидная эндартерэктомия; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; ХС – холестерин.

Note. САVI – cardio-ankle vascular index; BMI – body mass index; HFtrEF – heart failure with reduced ejection fraction; MI – myocardial infarction; hypertension – arterial hypertension; stroke – acute cerebrovascular accident; TIA – transient ischemic attack; glucose metabolism disorder – disorder of carbohydrate metabolism; diabetes mellitus – diabetes mellitus; CABG – coronary artery bypass grafting; PCI – percutaneous coronary intervention; CEA – carotid endarterectomy; LVEF – left ventricular ejection fraction; cholesterol – cholesterol.

тающих пациентов была выше в I группе (46,9 % против 25,0 % во II группе;  $p = 0,017$ ).

Распространенность традиционных факторов риска, таких как курение и избыточная масса тела, между группами не различалась ( $p > 0,05$ ), также как и распространенность большинства сердечно-сосудистых событий в анамнезе ( $p > 0,05$ ). Анализ показал, что во II группе пациентов с патологическим индексом CAVI нарушение углеводного обмена в анамнезе регистрировалось в половине случаев (50,0 %), что статистически достоверно выше, чем в I группе (26,5 %,  $p = 0,012$ ). Преимущественной причиной такого различия стала более высокая распространенность сахарного диабета: 46,7 % во II группе против 20,4 % в сравнении ( $p = 0,004$ ). Вместе с тем во II группе достоверно чаще встречался мультифокальный атеросклероз: 51,7 % против 28,6 % в I группе ( $p = 0,014$ ).

У пациентов с патологическим CAVI выявлено достоверное повышение креатинина ( $p = 0,033$ ), тогда как уровни холестерина ( $p = 0,35$ ) и глюкозы ( $p = 0,19$ ) не различались между группами и находились в референтных значениях, вероятно, вследствие эффективной догоспитальной коррекции метаболических нарушений.

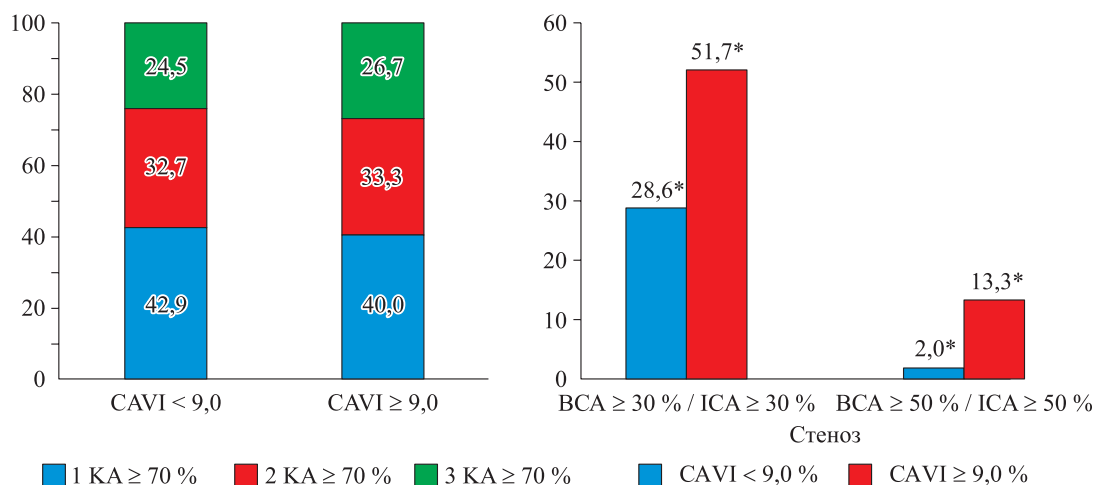
Как видно из рис. 1, однососудистое поражение коронарных артерий было наиболее распространено у пациентов обеих групп вне зависимости от уровня CAVI, при этом структура поражения коронарного русла не различалась между группами ( $p = 0,94$ ). Однако у пациентов

с повышенным CAVI ( $\geq 9,0$ ) значительно чаще выявляли поражение брахиоцефальных артерий: стеноз  $\geq 30$  % встречался почти в 2 раза чаще (51,7 % против 28,6 %;  $p = 0,015$ ), а выраженный стеноз ( $\geq 50$  %) – в 6,5 раза чаще (13,3 % против 2,0 %;  $p = 0,033$ ).

По данным сфигмографии (табл. 2), у пациентов с патологическим CAVI  $\geq 9,0$  по сравнению с группой CAVI  $< 9,0$  выявлено достоверное повышение пульсового артериального давления (АД;  $p = 0,022$ ), что согласуется с представлениями о пульсовом АД как косвенном маркере артериальной жесткости, при этом медианы уровней систолического (137,0 мм рт. ст.) и диастолического (83,5 мм рт. ст.) АД находились в диапазоне высокого нормального АД, но не различались между группами ( $p = 0,06$  и  $p = 0,59$  соответственно), что подтверждает независимость показателя CAVI от текущего уровня АД.

По результатам стресс-тестирования у пациентов с ИБС выявлены статистически значимые изменения ряда показателей (рис. 2–5). Анализ динамики показателей сердечно-сосудистой системы выявил статистически значимую реактивность интервалов R-R в обеих группах ( $p < 0,001$ ), характеризующуюся закономерным сокращением длительности интервалов в ответ на когнитивные стимулы, при этом межгрупповых различий на всех этапах протокола обнаружено не было ( $p > 0,05$ , рис. 2).

ИН также демонстрировал значимую динамику в обеих группах ( $p < 0,001$ ), снижаясь во вре-



**Рис. 1.** Тяжесть поражения коронарных и периферических артерий у пациентов с ИБС в зависимости от уровня CAVI. КА – коронарные артерии; ВСА – внутренняя сонная артерия; \* $p < 0,05$  при сравнении I и II групп

**Fig. 1.** Severity of coronary and peripheral artery lesions in patients with coronary artery disease depending on the CAVI level. CA – coronary arteries; ICA – internal carotid artery; \* $p < 0,05$  when comparing groups I and II

Таблица 2

Показатели гемодинамики и сосудистой жесткости по данным сфигмографии у пациентов с ИБС в зависимости от уровня CAVI

Table 2

Hemodynamic and vascular stiffness parameters according to sphygmography in CAD patients according to CAVI level

Показатель / Parameter	I группа / I group CAVI < 9,0, (n = 49)	II группа / II group CAVI ≥ 9,0, (n = 60)	p
САД, мм рт. ст. / SBP, mm Hg	131,0 [118,0; 142,0]	137,0 [123,0; 147,0]	0,06
ДАД, мм рт. ст. / DBP, mm Hg	80,0 [74,0; 88,0]	83,5 [75,0; 91,5]	0,59
ПАД, мм рт. ст. / PP, mm Hg	47,0 [39,5; 56,5]	55,0 [44,0; 68,0]	0,022
R-CAVI / R-CAVI	7,8 [6,8; 8,4]	9,6 [9,1; 10,3]	< 0,001
L-CAVI / L-CAVI	7,8 [7,0; 8,4]	9,6 [9,1; 10,6]	< 0,001
R-ЛПИ / R-ABI	1,04 [0,98; 1,15]	1,06 [0,92; 1,15]	0,82
L-ЛПИ / L-ABI	1,02 [0,95; 1,10]	1,02 [0,91; 1,14]	0,89

Примечание. ДАД – диастолическое артериальное давление; ЛПИ – лодыечно-плечевой индекс; ПАД – пульсовое артериальное давление; САД – систолическое артериальное давление; CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс; R – право; L – лево.

Note. DBP – diastolic blood pressure; ABI – ankle-brachial index; PP – pulse pressure; SBP – systolic blood pressure; CAVI – cardio-ankle vascular index; R – right; L – left.

мы стресс-тестов и частично восстанавливаясь в сессиях покоя (рис. 3). Отсутствие межгрупповых различий ( $p > 0,05$  на всех этапах) также указывает на сопоставимую симпатическую активацию у пациентов с разным уровнем CAVI.

В то же время параметры нервно-мышечной системы продемонстрировали специфические паттерны в зависимости от жесткости артерий. Так, в группе с индексом CAVI < 9,0 наблюдалась высокая лабильность ЭМГ-активности ( $p < 0,001$ ) с успешной релаксацией в периоды

покоя, в то время как при CAVI ≥ 9,0 отмечались ригидность мышечного напряжения ( $p = 0,072$ ) и достоверно более высокие значения ЭМГ к концу исследования ( $p = 0,03$ ; рис. 4).

Оценка КПр подтвердила кумулятивный рост симпатической активации у всех пациентов ( $p < 0,001$ ), однако в группе с повышенной сосудистой жесткостью уровень КПр был стабильно ниже, начиная с исходного состояния и на протяжении всего теста ( $p < 0,05$ ; рис. 5), что свидетельствует о снижении функционального резерва

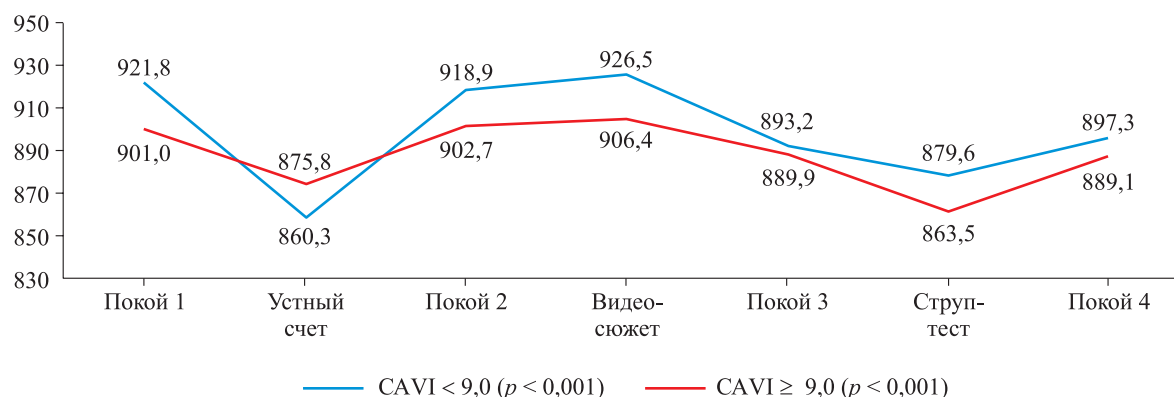
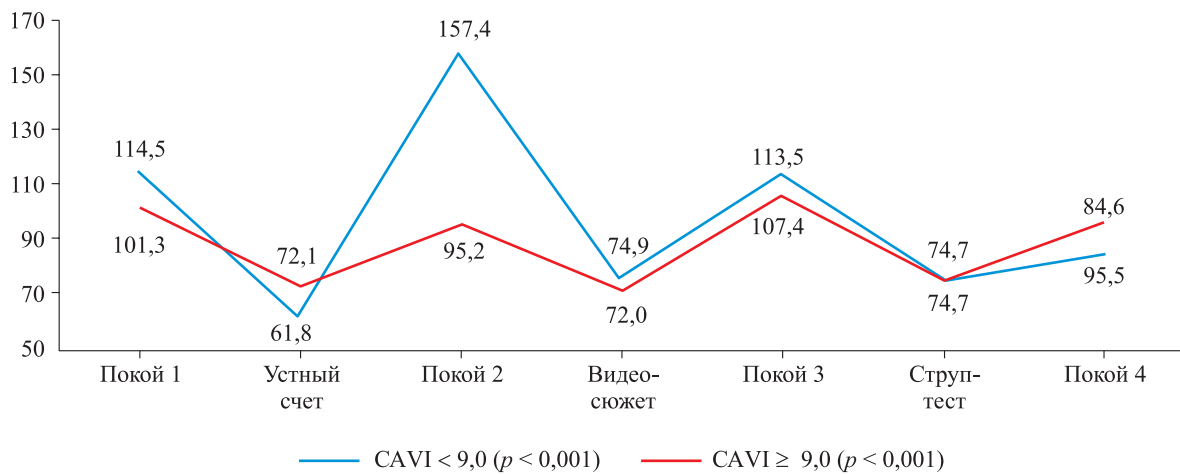


Рис. 2. Динамика вариабельности сердечного ритма (R-R) при стресс-тестах у пациентов с ИБС в зависимости от уровня CAVI. CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс

Fig. 2. Dynamics of heart rate variability (R-R) during stress tests in patients with coronary artery disease depending on the CAVI level. CAVI – cardio-ankle vascular index



**Рис. 3.** Динамика индекса напряжения Баевского при стресс-тестах у пациентов с ИБС в зависимости от уровня CAVI. CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс

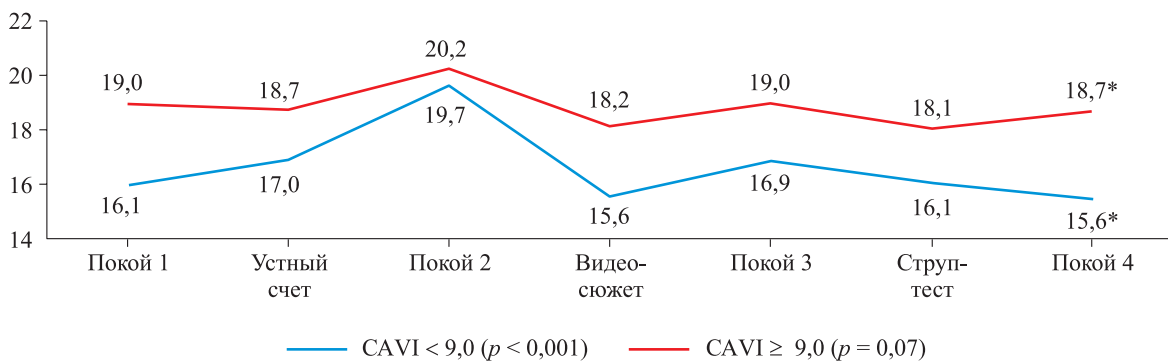
**Fig. 3.** Dynamics of the Baevsky stress index during stress tests in patients with coronary heart disease depending on the CAVI level. CAVI – cardio-ankle vascular index

вегетативной регуляции и замедлении восстановительных процессов у пациентов с ИБС и высокой жесткостью сосудистой стенки.

Дополнительно проведенный множественный линейный регрессионный анализ (табл. 3–5) показал, что кожная проводимость в ходе тестов с психоэмоциональной нагрузкой была ассоциирована прежде всего с возрастом и наличием мультифокального атеросклероза, но не с показателями артериальной жесткости.

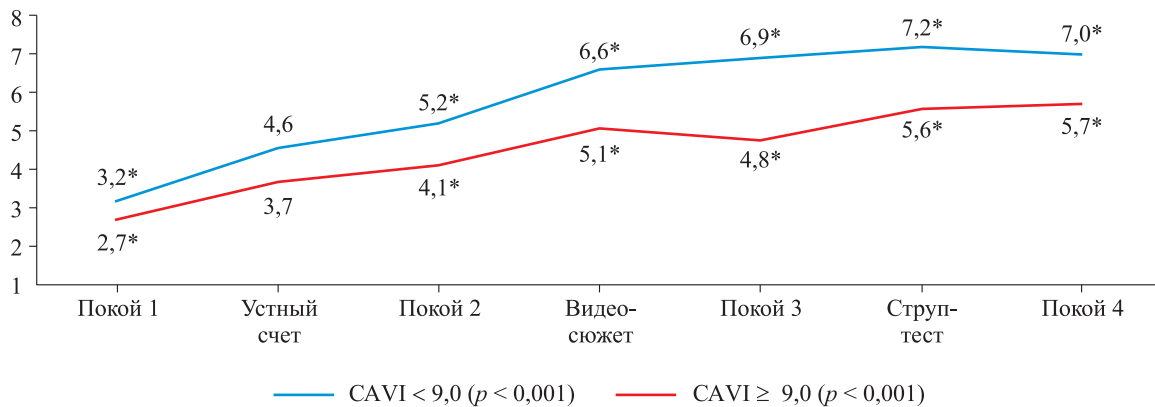
Таким образом, у больных стабильной ИБС наличие повышенной артериальной жесткости сопровождается отличиями в реактивности психофизиологических показателей в ответ на

психоэмоциональный стресс. В группе с патологическим значением CAVI отмечается менее выраженная реакция интегральной ЭМГ в ходе стрессорных сессий и последующего покоя ( $p = 0,072$ ) в отличие от группы с нормальным CAVI ( $p < 0,001$ ). Реакция кожного сопротивления, длительности интервалов R-R и индекса напряжения Баевского в группах не различались, отражая закономерное увеличение симпатической активации (во всех случаях  $p < 0,001$ ). Кроме того, кожное сопротивление было существенно меньше во всех точках стресс-тестирования в группе повышенной артериальной жесткости по сравнению с больными с нормальной жесткостью сосудистой



**Рис. 4.** Динамика ЭМГ-активности при стресс-тестах у пациентов с ИБС в зависимости от уровня CAVI. CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс; \* $p < 0,05$  при сравнении I и II групп

**Fig. 4.** Dynamics of EMG activity during stress tests in patients with coronary artery disease depending on the level of CAVI. CAVI – cardio-ankle vascular index; \* $p < 0.05$  when comparing groups I and II



**Рис. 5.** Динамика кожной проводимости при стресс-тестах у пациентов с ИБС в зависимости от уровня CAVI. CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс; \* $p < 0,05$  при сравнении I и II групп

**Fig. 5.** Dynamics of skin conductivity during stress tests in patients with coronary artery disease depending on the CAVI level. CAVI – cardio-ankle vascular index; \* $p < 0.05$  when comparing groups I and II

стенки. Тем не менее множественный линейный регрессионный анализ показал, что обнаруженные межгрупповые различия обусловлены возрастом пациентов и наличием мультифокального атеросклероза.

### Обсуждение

В настоящем исследовании показано, что у больных стабильной ИБС в группе повышенной артериальной жесткости отмечались отличия в реактивности психофизиологических показателей в ответ на психоэмоциональный стресс. Это проявлялось в менее выраженной реакции интегральной ЭМГ в ходе различных стрессорных сессий и последующих сессий покоя. Реакция кожного сопротивления, длительности интервалов RR и ИН Баевского в группах не различались. Тем не менее кожное сопротивление было существенно меньше во всех измеренных точках стресс-тестирования в группе повышенной артериальной жесткости по сравнению с больными ИБС с нормальной жесткостью артериальной стенки.

До настоящего времени изучался обратный процесс – в какой степени психоэмоциональный стресс влияет на жесткость артериальной стенки. В исследовании D. Kume et al. [10] отмечено повышение индекса CAVI у молодых здоровых лиц после теста с арифметическим счетом в течение 5 минут (вычитание по 13 из 1000) по сравнению с контролем. Что интересно, данное повышение отмечено не только сразу после выполнения теста, но и сохранялось через 30 ми-

нут после его окончания. Исходя из этих данных неудивительно, что результаты метаанализа [13] показали, что острый психологический стресс вызывает временное увеличение артериальной жесткости, что, по мнению авторов этого анализа, потенциально приводит к утолщению артерий и повышению риска сердечно-сосудистых заболеваний с течением времени. Считается, что необходимы дальнейшие исследования для изучения степени влияния образа жизни (например, физических упражнений, мышечной релаксации, диеты, сна) и связанных с образом жизни факторов (например, устойчивости, кардиореспираторной подготовленности) на реакцию показателей артериальной жесткости на стрессовые факторы в лабораторных условиях [17–19]. Другим возможным направлением исследований видится вопрос – как реактивность показателей артериальной жесткости и/или их восстановление после острых стрессовых факторов прогнозируют будущий риск сердечно-сосудистых заболеваний и их исходы.

В настоящем исследовании изучен другой вопрос – может ли сама по себе повышенная артериальная жесткость модулировать психофизиологическую реактивность во время тестов с психоэмоциональной нагрузкой. Полученные различия по ряду изученных параметров могут свидетельствовать о таком возможном влиянии. Так, в ранее проведенном исследовании значительное повышение уровня КПр (отражающее возбуждение симпатической нервной системы) наблюдалось при увеличении скорости речи [20]. В проведенном нами исследовании также в от-

Таблица 3

Ассоциация значений кожной проводимости при просмотре видеосоюжета с клинико-anamnestическими показателями (множественный линейный регрессионный анализ)

Table 3

Association of skin conductance values during video viewing with clinical and anamnestic parameters (multiple linear regression analysis)

Модель / Model	Нестандартизованные коэффициенты / Unstandardized coefficients		Стандартизованные коэффициенты / Standardized coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error			
Значения кожной проводимости при тесте с устным счетом (метод Enter) / Skin conductance values during mental arithmetic test (Enter method)					
Константа / Constant	10,865	4,549	–	2,389	0,019
Возраст / Age	–0,163	0,048	–0,386	–3,369	0,001
Креатинин / Creatinine	0,019	0,019	0,102	1,020	0,310
Глюкоза / Glucose	0,367	0,293	0,140	1,253	0,214
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	–1,161	0,983	–0,138	–1,182	0,240
Мультифокальный атеросклероз / Multifocal atherosclerosis	3,217	1,655	0,201	1,944	0,055
CAVI	0,081	0,314	0,036	0,259	0,796
Наличие патологического CAVI / Presence of pathological CAVI	–0,662	1,183	–0,082	–0,559	0,577
Значения кожной проводимости при тесте с устным счетом (метод Forward Stepwise) / Skin conductance values during mental arithmetic test (Forward Stepwise method)					
Константа / Constant	15,364	2,592	–	5,928	< 0,001
Возраст / Age	–0,160	0,039	–0,380	–0,093	< 0,001
Мультифокальный атеросклероз / Multifocal atherosclerosis	3,878	1,487	0,242	2,608	0,011

Примечание. CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс.  
Note. CAVI – cardio-ankle.

Таблица 4

Table 4

Ассоциация значений кожной проводимости при тесте с устным счетом с клинико-anamnestическими показателями  
(множественный линейный регрессионный анализ)

Association of skin conductance values during mental arithmetic test with clinical and anamnestic parameters  
(multiple linear regression analysis)

Модель / Model	Нестандартизованные коэффициенты / Unstandardized coefficients		Стандартизованные коэффициенты / Standardized coefficients		t	Sig.
	B	Std. Error	Beta	Beta		
Значения кожной проводимости при просмотре видеосоюжета (метод Enter) / Skin conductance values during video viewing (Enter method)						
Константа / Constant	15,416	5,306	–	–	2,905	0,005
Возраст / Age	– 0,229	0,058	– 0,457	– 0,457	– 3,964	< 0,001
Креатинин / Creatinine	0,013	0,022	0,057	0,057	0,578	0,565
Глюкоза / Glucose	0,451	0,342	0,145	0,145	1,321	0,190
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	– 1,486	1,145	– 0,148	– 0,148	– 1,297	0,198
Мультифокальный атеросклероз / Multifocal atherosclerosis	2,375	1,932	0,125	0,125	1,229	0,222
CAVI	0,232	0,366	0,088	0,088	0,635	0,527
Наличие патологического CAVI / Presence of pathological CAVI	– 1,172	1,401	– 0,122	– 0,122	– 0,836	0,405
Значения кожной проводимости при просмотре видеосоюжета (метод Forward Stepwise) / Skin conductance values during video viewing (Forward Stepwise method)						
Константа / Constant	20,483	3,020	–	–	6,783	< 0,001
Возраст / Age	– 0,207	0,045	– 0,415	– 0,415	– 4,581	< 0,001

Примечание. CAVI – сердечно-лodyжечный сосудистый индекс.  
Note. CAVI – cardio-ankle vascular index.

Таблица 5

Table 5

Ассоциация значений кожной проводимости при Stroop-тесте с клинико-anamnestическими показателями  
(множественный линейный регрессионный анализ)

Association of skin conductance values during Stroop test with clinical and anamnestic parameters  
(multiple linear regression analysis)

Модель / Model	Нестандартизованные коэффициенты / Unstandardized coefficients		Стандартизованные коэффициенты / Standardized coefficients		t	Sig.
	B	Std. Error	Beta			
Значения кожной проводимости при Stroop-тесте (метод Enter) / Skin conductance values during Stroop test (Enter method)						
Константа / Constant	16,071	5,837	–		2,753	0,007
Возраст / Age	–0,226	0,062	–0,415		–3,650	<0,001
Креатинин / Creatinine	0,019	0,024	0,077		0,770	0,443
Глюкоза / Glucose	0,436	0,376	0,129		1,159	0,250
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	–1,439	1,261	–0,132		–1,142	0,257
Мультифокальный атеросклероз / Multifocal atherosclerosis	3,486	2,123	0,168		1,642	0,104
CAVI	0,197	0,403	0,068		0,488	0,627
Наличие патологического CAVI / Presence of pathological CAVI	–1,317	1,519	–0,126		–0,868	0,388
Значения кожной проводимости при Stroop-тесте (метод Forward Stepwise) / Skin conductance values during Stroop test (Forward Stepwise method)						
Константа / Constant	22,312	3,315	–		6,730	<0,001
Возраст / Age	–0,231	0,050	–0,423		–4,605	<0,001
Мультифокальный атеросклероз / Multifocal atherosclerosis	4,207	1,902	0,203		2,212	0,029

Примечание. CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс.  
Note. CAVI – cardio-ankle vascular index.

вет на различные стрессоры отмечено существенное возрастание КПр в обеих группах. Однако в группе с патологическим САVI отмечены меньшие абсолютные значения КПр, чем в группе сравнения. Дополнительно проведенный нами множественный регрессионный анализ показал, что этот показатель зависел преимущественно от возраста и наличия мультифокального атеросклероза, но не от значений индекса САVI. Другие изученные показатели также показывают, что в обеих изученных группах отмечалась однотипная активация показателей симпатической нервной системы (длительность интервала RR, показатель ЭМГ). Вместе с тем, по данным литературы, сами индикаторы артериальной жесткости могут быть сопряжены с электрофизиологическими изменениями миокарда и риском аритмогенеза независимо от возраста пациентов и базовой частоты сердечных сокращений [21].

Учитывая влияние острого стресса на показатели жесткости особенно интересным представляется изучение вопроса – влияют ли исходные нарушения артериальной жесткости на последующую ее динамику после стрессорного воздействия. Также остается неясным, возможно ли влияние стресс-лимитирующих воздействий на снижение повышенной артериальной жесткости в состоянии покоя и повышенной реактивности ее в ответ на психоэмоциональный стресс. Данные вопросы должны волновать не только специалистов, изучающих стресс-реактивность у здоровых лиц, но и клиницистов. Об этом свидетельствуют данные японских коллег, показавших, что быстрое повышение индекса САVI у людей после сильного землетрясения сопровождалось высокой частотой сердечно-сосудистых событий [14]. После этого была выдвинута «мышечная» теория процесса разрыва атеросклеротической бляшки, в патогенезе которого играют роль сосуды артериальной стенки и сокращение медиальных гладких мышц. Для объяснения этой последовательности событий авторы выдвинули гипотезу: быстрое повышение САVI означает сокращение гладких мышц средней оболочки сосуда, сдавливание *vasa vasorum*, что приводит к ишемии и некрозу уязвимой бляшки, а затем к разрыву бляшки [22]. Исходя из этой гипотезы (которая еще нуждается в подтверждении), у больных ИБС, с одной стороны, целесообразно мониторировать индекса САVI как возможного предиктора острых сердечно-сосудистых событий. С другой стороны, изучение индекса САVI в условиях стресс-реактивности заслуживает дальнейшего исследования.

## Заключение

У больных стабильной ИБС повышенная артериальная жесткость при САVI 9,0 и более сопряжена с измененной стресс-реактивностью: ригидностью нервно-мышечного ответа по ЭМГ и снижением функционального резерва вегетативной регуляции по кожной проводимости. Однако данные изменения не имеют самостоятельного патогенетического значения, а связаны с возрастом пациентов и наличием мультифокального атеросклероза. При этом вызванная психоэмоциональным стрессом симпатическая активация по показателям R-R интервалов и индекса напряжения Баевского сохраняется на сопоставимом уровне вне зависимости от жесткости артериальной стенки.

## Список литературы / References

1. Zhang J, Jia X, Li H, Yang Q. Temporal and joint associations of hypertension and estimated pulse wave velocity with incident cardiovascular diseases: a population-based cohort study. *Eur. J. Med. Res.* 2025 Jul 4; 30 (1): 572. doi: 10.1186/s40001-025-02843-6
2. Podzolkov V.I., Safronova T.A., Vasyuk Yu.A., Kotovskaya Yu.V., Kislyak O.A., Starodubova A.V., Kopylov F.Yu., Evsevieva M.E., Sumin A.N., Tarzimanova A.I., Ostroymova O.D., Larina V.N., Pavlova O.S., Ivanova S.V., Chulkov V.S., Bestavashvili A.A., Kochetkov A.I., Liskova Yu.V., Luzina A.V., Pokrovskaya A.E., Sergeeva O.V., Shupenina E.Yu., Bragina A.E. Diagnosis of arterial stiffness using the cardio-ankle vascular index. Expert consensus. *Cardiovascular. Therapy and Prevention.* 2025; 24 (8): 4481. (In Russ.) [Подзолков В.И., Сафронова Т.А., Васюк Ю.А., Котовская Ю.В., Кисляк О.А., Стародубова А.В., Копылов Ф.Ю., Евсевьева М.Е., Сумин А.Н., Тарзиманова А.И., Остроумова О.Д., Ларина В.Н., Павлова О.С., Иванова С.В., Чулков В.С., Бестававшили А.А., Кочетков А.И., Лискова Ю.В., Лузина А.В., Покровская А.Е., Сергеева О.В., Шупенина Е.Ю., Брагина А.Е. Диагностика артериальной жесткости с помощью сердечно-лодыжечного сосудистого индекса. Согласованное мнение экспертов. *Кардиоваскуляр. терапия и профилактика.* 2025; 24 (8): 4481. doi: 10.15829/1728-8800-2025-4481
3. Agbaje A.O., Barker A.R., Tuomainen T.P. Effects of Arterial Stiffness and Carotid Intima-Media Thickness Progression on the Risk of Overweight/Obesity and Elevated Blood Pressure/Hypertension: a Cross-Lagged Cohort Study. *Hypertension.* 2022 Jan; 79 (1): 159–169. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.121.18449
4. Gentilin A., Cevese A., Schena F., Tarperi C. Mental stress augments central artery stiffness in young individuals of both sexes. *Biol. Psychol.* 2023 Mar; 178: 108513. doi: 10.1016/j.biopsycho.2023.108513
5. Tajima T., Ikeda A., Steptoe A., Takahashi K., Maruyama K., Tomooka K., Saito I., Tanigawa T. The independent associa-

- tion between salivary alpha-amylase activity and arterial stiffness in Japanese men and women: the Toon Health Study. *Hypertens. Res.* 2022 Aug; 45 (8): 1249–1262. doi: 10.1038/s41440-022-00963-8
6. Szaló G., Eriksson M.C.M., Hellgren M., Ottarsdottir K., Li Y., Chen Y., Rådholm K., Brumback L.C., Allison M., Lindblad U., Daka B. Perceived stress is associated with impaired artery elasticity: An observational study from the Vara-Skövde cohort. *PLoS ONE.* 2025 Nov 13; 20 (11): e0336298. doi: 10.1371/journal.pone.0336298
  7. Massamba V.K., Milot A., Talbot D., Gilbert-Ouimet M., Brisson C., Trudel X. Repeated exposure to psychosocial work-related factors and arterial stiffness among aging workers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 2025 Dec; 98 (9-10): 973–985. doi: 10.1007/s00420-025-02177-0
  8. Sumin A.N., Shcheglova A.V. 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): 619–627. (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): 619–627. doi: 10.20996/1819-6446-2021-08-09]
  9. Shcheglova A.V., Sumin A.N., Barbarash O.L. Dynamics of the vascular stiffness index START in patients with coronary artery disease after coronary artery bypass grafting. *Russian Medical Journal. Medical Review.* 2024; 8 (7): 366–374. (In Russ.). [Щеглова А.В., Сумин А.Н., Барбараш О.Л. Динамика индекса сосудистой жесткости START у пациентов с ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования. *РМЖ. Мед. обозрение.* 2024; 8 (7): 366–374. doi: 10.32364/2587-6821-2024-8-7-1]
  10. Kume D, Nishiwaki M, Hotta N, Endoh H. Impact of acute mental stress on segmental arterial stiffness. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2020 Oct; 120 (10): 2247–2257. doi: 10.1007/s00421-020-04448-9
  11. Balint E.M., Jarczok M.N., Langgartner D., Reber S.O., Endes S., Schmidt-Trucksäss A., Funk A., Klinghammer J., Campbell S., Gündel H., Waller C. Heightened Stress Reactivity in Response to an Attachment Related Stressor in Patients With Medically Treated Primary Hypertension. *Front. Psychiatry.* 2021 Sep 9; 12: 718919. doi: 10.3389/fpsy.2021.718919
  12. Antropova O.N., Osipova I.V. Stress reactivity to psycho-emotional stimuli: clinical implications in patients with arterial hypertension. *Arterial Hypertension.* 2018; 24 (2): 145–150. (In Russ.). [Антропова О.Н., Осипова И.В. Реактивность на психоэмоциональный стресс: клинические аспекты при артериальной гипертензии. *Артериальная гипертензия.* 2018; 24 (2): 145–150. doi:10.18705/1607-419X-2018-24-2-145-15]
  13. Zieff G., Sharma N., Stone K., Pagan Lassalle P., Chauntury A.J., Hanson E.D., Meyer M.L., Battaglini C., Moore J.B., Paterson C., Stoner L. Acute Psychological Stress and Pulse Wave Velocity: Meta-Analysis and Recommendations for Future Research. *Psychophysiology.* 2025 May; 62 (5): e70068. doi: 10.1111/psyp.70068
  14. Shimizu K., Takahashi M., Sato S., Saiki A., Nagayama D., Harada M., Miyazaki C., Takahara A., Shirai K. Rapid Rise of Cardio-Ankle Vascular Index May Be a Trigger of Cerebro-Cardiovascular Events: Proposal of Smooth Muscle Cell Contraction Theory for Plaque Rupture. *Vasc. Health. Risk Manag.* 2021 Feb 12; 17: 37–47. doi: 10.2147/VHRM.S290841
  15. Nagayama D. Psychological stress-induced increase in the cardio-ankle vascular index (CAVI) may be a predictor of cardiovascular events. *Hypertens. Res.* 2022 Oct; 45 (10): 1672–1674. doi: 10.1038/s41440-022-00996-z
  16. Zagorskaya N.N., Shcheglova A.V., Sumin A.N., Prokashko I.Yu. Psychophysiological stress reactivity of the body in response to a cognitive load test in young healthy individuals: gender differences. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2024; 13 (4S): 116–125. (In Russ.). [Загорская Н.Н., Щеглова А.В., Сумин А.Н., Прокашко И.Ю. Психофизиологическая стресс-реактивность организма в ответ на тест с когнитивной нагрузкой у молодых здоровых лиц: гендерные различия. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2024; 13 (4S): 116–125. doi: 10.17802/2306-1278-2024-13-4S-116-125]
  17. Queirolo L., Boscolo A., Cracco T., Moscardi O., Facco E., Zanette G., Stellini E., Navalesi P. Hypnosis reshapes multilevel stress response and enhances executive performance in stressed medical students. *Sci. Rep.* 2026 Feb 26; 16 (1): 8844. doi: 10.1038/s41598-026-40770-6
  18. Oda H., Fujibayashi M., Matsumoto N., Nishiwaki M. Acute Effects of Low-Intensity Electrical Stimulation on Segmental Arterial Stiffness. *Front. Physiol.* 2022 Jun 6; 13: 828670. doi: 10.3389/fphys.2022.828670
  19. Kume D., Nishiwaki M., Takahara R., Hotta N. Three-minute bench step exercise as a countermeasure for acute mental stress-induced arterial stiffening. *PLoS ONE.* 2022 Dec 30; 17 (12): e0279761. doi: 10.1371/journal.pone.0279761
  20. Mackersie C.L., Calderon-Moultrie N. Autonomic Nervous System Reactivity During Speech Repetition Tasks: Heart Rate Variability and Skin Conductance. *Ear Hear.* 2016 Jul–Aug; 37 Suppl 1: 118S–125S. doi: 10.1097/AUD.0000000000000305
  21. Kuznetsov A.A., Tsvetkova E.E., Kuznetsova A.A., Maksimov V.N., Denisova D.V., Voevoda M.I. Association of arterial stiffness indicators and arrhythmogenesis in the male population of Novosibirsk. *Atherosclerosis.* 2020; 16 (1): 9–13. (In Russ.). [Кузнецов А.А., Цветкова Е.Е., Кузнецова А.А., Максимов В.Н., Денисова Д.В., Воевода М.И. Ассоциация индикаторов артериальной жесткости и аритмогенеза в мужской популяции Новосибирска. *Атеросклероз.* 2020; 16 (1): 9–13. doi: 10.15372/AT-ER20200102]
  22. Shirai K., Hitsumoto T., Sato S., Takahashi M., Saiki A., Nagayama D., Ohira M., Takahara A., Shimizu K. The Process of Plaque Rupture: The Role of Vasa Vasorum and Medial Smooth Muscle Contraction Monitored by the Cardio-Ankle Vascular Index. *J. Clin. Med.* 2023 Nov 30; 12 (23): 7436. doi: 10.3390/jcm12237436

**Сведения об авторах:**

**Алексей Николаевич Сумин**, д-р мед. наук, зав. лабораторией коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях, отдел клинической кардиологии, Кемерово, Россия, ORCID: 0000-0002-0963-4793, e-mail: an\_sumin@mail.ru

**Анна Викторовна Щеглова**, канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях, отдел клинической кардиологии, Кемерово, Россия, ORCID: 0000-0002-4108-164X, e-mail: nura.karpovitch@yandex.ru

**Наталья Николаевна Загорская**, младший научный сотрудник лаборатории коморбидности при сердечно-сосудистых заболеваниях, отдел клинической кардиологии, Кемерово, Россия, ORCID: 0009-0004-3218-3590, e-mail: n\_zagorskaya@mail.ru

**Information about the authors:**

**Alexey N. Sumin**, MD, PhD, head of the laboratory of comorbidity in cardiovascular diseases; department of clinical cardiology, Kemerovo, Russia, ORCID: 0000-0002-0963-4793, e-mail: an\_sumin@mail.ru

**Anna V. Shcheglova**, MD, PhD, senior researcher, laboratory of comorbidity in cardiovascular diseases; department of clinical cardiology, Kemerovo, Russia, ORCID: 0000-0002-4108-164X, e-mail: nura.karpovitch@yandex.ru

**Natalya N. Zagorskaya**, junior researcher, laboratory of comorbidity in cardiovascular diseases; department of clinical cardiology, Kemerovo, Russia, ORCID: 0009-0004-3218-3590, e-mail: n\_zagorskaya@mail.ru

*Статья поступила 05.05.2026*

*После доработки 29.05.2026*

*Принята к печати 02.06.2026*

*Received 05.05.2026*

*Revision received 29.05.2026*

*Accepted 02.06.2026*

