

УДК 616.12-008.331.1:616.13.002.2-004.6
DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov99754>



Влияние факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний на параметры жесткости артерий у пациентов с артериальной гипертензией и атеросклерозом разной степени выраженности

С.А. Сайганов, В.Е. Гумерова, В.В. Гомонова

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

Обоснование. Артериальная гипертензия имеет широкое распространение в популяции, ведет к развитию артериосклероза, увеличению жесткости артерий и является основным нелипидным фактором риска развития атеросклероза. Во множестве исследований показано, что повышение жесткости артерий — это независимый фактор риска развития сердечно-сосудистых событий. Однако влияние традиционных факторов сердечно-сосудистого риска на жесткость артерий при артериальной гипертензии и разной степени выраженности атеросклеротического процесса недостаточно изучено.

Цель исследования — оценить влияние традиционных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний на параметры жесткости артерий у пациентов с артериальной гипертензией и атеросклерозом разной степени выраженности.

Материалы и методы. 133 больных артериальной гипертензией распределены в три группы в зависимости от степени выраженности атеросклероза. В группу контроля вошли 33 пациента без известных сердечно-сосудистых заболеваний. Всем пациентам выполнены стандартное клиническое и лабораторное обследования, суточное мониторирование артериального давления с оценкой параметров жесткости артерий. Проанализировано влияние традиционных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний на параметры артериальной жесткости.

Результаты. В группе больных только артериальной гипертензией рост индекса ригидности артерий связан с повышением возраста и уровня систолического артериального давления, а индекс аугментации, нормированный по частоте сердечных сокращений 75 в минуту, повышается с возрастом, уровнем систолического артериального давления и выше у женщин. У пациентов с артериальной гипертензией и субклиническим атеросклерозом скорость распространения пульсовой волны в аорте наиболее зависит от возраста, курения и отягощенного семейного анамнеза, индекс аугментации — от возраста и выше у женщин, а индекс ригидности артерий — от возраста и уровня систолического артериального давления. В группе больных артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца скорость распространения пульсовой волны в аорте зависит от индекса массы тела и выше у мужчин, а рост индекса ригидности артерий связан с женским полом, повышением возраста и уровня систолического артериального давления. У пациентов без артериальной гипертензии и признаков атеросклероза при наличии сердечно-сосудистых заболеваний в семейном анамнезе скорость распространения пульсовой волны в аорте выше, чем у пациентов без отягощенного семейного анамнеза.

Выводы. Женский пол, курение, повышение возраста, уровня систолического артериального давления и индекса массы тела связаны с увеличением параметров артериальной жесткости. Влияние факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний на параметры жесткости артерий зависит от степени выраженности атеросклеротического процесса.

Ключевые слова: артериальная гипертензия; артериальная жесткость; субклинический атеросклероз; ишемическая болезнь сердца.

Как цитировать:

Сайганов С.А., Гумерова В.Е., Гомонова В.В. Влияние факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний на параметры жесткости артерий у пациентов с артериальной гипертензией и атеросклерозом разной степени выраженности // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2022. Т. 14. № 1. С. 69–76. DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov99754>

DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov99754>

Influence of risk factors for the development of cardiovascular diseases on the parameters of arterial stiffness in patients with arterial hypertension and atherosclerosis of different degrees of severity

Sergey A. Sayganov, Victoria E. Gumerova, Veronika V. Gomonova

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

BACKGROUND: Arterial hypertension is widespread in the population, leads to the development of arteriosclerosis and increase of arterial stiffness, and is the main non-lipid risk factor of atherosclerosis development. Multiple studies have shown that increase of arterial stiffness is an independent risk factor for the development of cardiovascular events. However, the influence of traditional cardiovascular risk factors on arterial stiffness in arterial hypertension and atherosclerotic process of different degrees of severity has not been sufficiently studied.

AIM: To assess the influence of traditional risk factors on the parameters of arterial stiffness in patients with arterial hypertension (AH) and atherosclerotic process of varying degrees of severity.

MATERIALS AND METHODS: 133 subjects with AH have been divided into 3 groups depending on the severity of the atherosclerotic process. The control group included 33 individuals without known cardiovascular diseases. All the participants have undergone a standard clinical and laboratory examination, 24hr blood pressure monitoring with assessment of arterial stiffness (AS) parameters. The influence of risk factors on AS parameters has been analyzed for all the participants and separately by groups.

RESULTS: In the AH patients, an increase in the arterial stiffness index (ASI) is associated with an older age and an increase in systolic blood pressure (SBP); an increase in the augmentation index (AIx_{75}) is associated with age; SBP in higher in women. Pulse wave velocity in the aorta (PWVao) is most associated with age, smoking, and family history in patients with hypertension and subclinical atherosclerosis. An increase in AIx_{75} is associated with an older age and is higher in women, while ASI has a positive relationship with age and SBP. In patients with hypertension and coronary artery disease, there is a positive correlation between male body mass index and PWVao. The increase in ASI in this group is associated with female gender, SBP and age. In individuals without hypertension and signs of atherosclerosis with a family history of CVD, PWVao values are higher than in similar individuals without a family history of CVD.

CONCLUSIONS: In the group of all the participants, female gender, smoking, an older age, SBP, and body mass index are associated with increased AS parameters. The association between risk factors and parameters of arterial stiffness has peculiarities in patients with hypertension with varying degrees of severity of the atherosclerotic process.

Keywords: arterial hypertension; arterial stiffness; subclinical atherosclerosis; coronary artery disease.

To cite this article:

Sayganov SA, Gumerova VE, Gomonova VV. Influence of risk factors for the development of cardiovascular diseases on the parameters of arterial stiffness in patients with arterial hypertension and atherosclerosis of different degrees of severity. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2021;14(1):69–76. DOI: <https://doi.org/10.17816/mechnikov99754>

ОБОСНОВАНИЕ

Сердечно-сосудистые заболевания остаются основной проблемой современной медицины и ведущей причиной смертности во всем мире [1, 2]. По данным Американской кардиологической ассоциации, 40,6 % летальных исходов от сердечно-сосудистых причин связаны с наличием артериальной гипертензии (АГ) [3].

При АГ повреждение сосудистой стенки и развитие эндотелиальной дисфункции ведут к прогрессированию атеросклеротического процесса и повышению артериальной жесткости (АЖ), которое вызывает ухудшение внутрисосудистой гемодинамики и перфузии тканей. Скорость распространения пульсовой волны в аорте (СРПВао) является одним из самых изученных показателей, характеризующих АЖ. Он позволяет прогнозировать сердечно-сосудистые заболеваемость и смертность, а также смертность от всех причин [4].

Артериосклероз и атеросклероз — два разных процесса, которые часто сосуществуют из-за общих факторов риска развития. Увеличение АЖ может быть лучшим предиктором сердечно-сосудистых событий, чем традиционные факторы риска, такие как повышения систолического артериального давления (САД) и уровня глюкозы, нарушения липидного обмена и курение, поскольку отражает их совокупное накопительное действие на артериальную стенку [5]. В исследовании мы выясняли, какие традиционные факторы риска и в какой степени оказывают влияние на АЖ у пациентов с АГ при атеросклерозе разной степени выраженности.

Цель исследования — оценить влияние традиционных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний на параметры артериальной жесткости у пациентов с артериальной гипертензией и атеросклерозом разной степени выраженности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 166 пациентов (123 мужчины 40–70 лет и 43 женщины 55–70 лет в постменопаузальном периоде), проходивших обследование и лечение в Городской Покровской больнице Санкт-Петербурга. Они распределены в четыре группы:

- в первую (контрольную) группу включили 33 пациента без известных сердечно-сосудистых заболеваний (23 мужчины и 10 женщин; средний возраст $54,6 \pm 8,4$ года);
- во вторую группу вошли 42 пациента с АГ без ишемической болезни сердца и субклинического атеросклероза (30 мужчин и 12 женщин; средний возраст $53,3 \pm 7,6$ года);
- третью группу составили 52 пациента с АГ и субклиническим атеросклерозом (37 мужчин и 15 женщин; средний возраст $56,5 \pm 7,95$ года);
- в четвертую группу включили 39 пациентов с АГ и подтвержденной ишемической болезнью серд-

ца (33 мужчины и 6 женщин; средний возраст $57,4 \pm 6,8$ года).

Критериями включения стали отсутствие сахарного диабета, наличие подтвержденной АГ у пациентов основных групп и подписание добровольного информированного согласия о включении в исследование, одобренное локальным этическим комитетом СЗГМУ им. И.И. Мечникова.

Всем пациентам провели клиническое, лабораторное и инструментальное обследования: сбор жалоб и анамнеза, определение факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, измерение антропометрических параметров (роста, веса, индекса массы тела), оценку показателей липидного и углеводного обменов и ультразвуковое исследование экстракраниальных сегментов сонных артерий.

Параметры артериальной жесткости оценили по форме осциллометрической кривой при помощи математических формул в программе Vasotens24 монитора артериального давления BPLab (Россия). Автоматически рассчитали СРПВао, а также СРПВао, нормированную по артериальному давлению 100 мм рт. ст. и частоте сердечных сокращений 60 в минуту (СРПВао_{100-60}), индекс аугментации, нормированный по частоте сердечных сокращений 75 в минуту (Alx_{75}), и индекс ригидности артерий (ASI).

Статистическую обработку данных провели с помощью программ Statistica 10 (США) и StatTech v. 2.4.8 (Россия). Для качественных переменных сопоставили абсолютные значения наблюдений и частоты с помощью χ^2 и точного критерия Фишера. Количественные параметры с нормальным типом распределения определили как среднее значение признака и среднее квадратичное отклонение. При отсутствии нормального распределения количественные данные описали с помощью медианы и нижнего и верхнего квартилей. Для сравнения использовали t -критерий Стьюдента. Взаимосвязь между переменными описали с применением коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Статистически значимый пороговый уровень отличия определили как $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные данные пациентов исследуемых групп отражены в табл. 1. Во всех группах преобладали мужчины. Пациенты из группы контроля значимо реже курили и имели индекс массы тела ниже, чем больные из других групп ($p < 0,05$), но отличия по этим параметрам в разных группах пациентов с АГ не отмечены. При изучении показателей липидного обмена выявлено, что во второй и четвертой группах уровни общего холестерина и липопротеинов низкой и высокой плотности достоверно ниже, чем в контрольной группе ($p < 0,05$). Отличий по данным показателям между второй и третьей группами не зафиксировано. У пациентов четвертой группы выявлены самые низкие значения общего холестерина и липопротеинов низкой плотности ($p < 0,05$), вероятно, из-за более

Таблица 1. Характеристика исследуемых групп**Table 1.** Characteristics of the studied groups

Показатель		Первая группа (n = 33)	Вторая группа (n = 42)	Третья группа (n = 52)	Четвертая группа (n = 39)
Пол	мужской, n (%)	23 (69,7)	30 (71,4)	37 (71,2)	33 (84,6)
	женский, n (%)	10 (30,3)	12 (28,6)	15 (28,9)	6 (15,4)
Возраст, лет		54,6 ± 8,4	53,3 ± 7,6	56,5 ± 8	57,4 ± 6,8
Курение, n (%)		5 (15,2)	17 (40,5)**	15 (29,9)**	18 (46,2)**
Общий холестерин, ммоль/л		5,9 ± 1,2	5,3 ± 1,1*	5,6 ± 1,5	4,6 ± 1,4*, #, ∞
Лipoproteины низкой плотности, ммоль/л		4,0 ± 0,9	3,5 ± 0,9*	4,0 ± 1,2	3 ± 1,2*, #, ∞
Лipoproteины высокой плотности, ммоль/л		1,4 ± 0,3	1,36 ± 0,3**	1,3 ± 0,3	1,2 ± 0,3**, #
Триглицериды, ммоль/л		1,3 (1; 2,2)	1,2 (1,1; 1,6)	1,4 (1,1; 2)	1,5 (1,2; 2,3)
Глюкоза, ммоль/л		5,1 ± 0,6	5,1 ± 0,6	5,0 ± 0,6	5,0 ± 0,6
Индекс массы тела, кг/м ²		26,8 ± 3,8	30,1 ± 4,5**	29,9 ± 4,6**	29,9 ± 4,6**

Примечание. * $p < 0,001$ по сравнению с первой группой; ** $p < 0,05$ по сравнению с первой группой; # $p < 0,05$ по сравнению со второй группой; ∞ $p < 0,05$ по сравнению с третьей группой.

Таблица 2. Взаимосвязь факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и параметров артериальной жесткости в общей группе**Table 2.** Correlation between risk factors of cardiovascular diseases development and parameters of arterial stiffness in the general group

Показатель	СРПВао, м/с	СРПВао ₁₀₀₋₆₀ , м/с	Alx ₇₅ , %	ASI, мм рт. ст.
Возраст, лет	0,01 (ns)	0,3 ($p = 0,02$)	0,4 ($p < 0,001$)	0,4 ($p < 0,001$)
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	0,2 ($p = 0,03$)	0,1 (ns)	0,1 (ns)	0,7 ($p < 0,001$)
Общий холестерин, ммоль/л	0 (ns)	0,01 (ns)	-0,03 (ns)	0,04 (ns)
Лipoproteины низкой плотности, ммоль/л	0,03 (ns)	-0,02 (ns)	-0,1 (ns)	0,01 (ns)
Лipoproteины высокой плотности, ммоль/л	-0,1 (ns)	-0,01 (ns)	-0,01 (ns)	-0,04 (ns)
Триглицериды, ммоль/л	0,1 (ns)	0,1 (ns)	-0,02 (ns)	0,1 (ns)
Индекс массы тела, кг/м ²	0,3 ($p < 0,001$)	0,2 ($p = 0,03$)	-0,1 (ns)	0,14 (ns)

Примечание. СРПВао — скорость распространения пульсовой волны в аорте; СРПВао₁₀₀₋₆₀ — скорость распространения пульсовой волны в аорте, нормированная по систолическому артериальному давлению 100 мм рт. ст. и частоте сердечных сокращений 60 в минуту; Alx₇₅ — индекс аугментации, нормированный по частоте сердечных сокращений 75 в минуту; ASI — индекс ригидности артерий; ns — статистически незначимо.

частого приема ингибиторов 3-гидрокси-3-метилглутарил-кофермент А редуктазы ($p < 0,001$), чем в других группах.

Анализ связи параметров АЖ и традиционных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний представлен в табл. 2. У всех пациентов выявлены умеренные зависимости Alx₇₅ и ASI от возраста ($r = 0,4$ и $r = 0,4$ соответственно; $p < 0,001$), а также связь между уровнем САД и ASI ($r = 0,7$; $p < 0,001$). Слабые положительные корреляции обнаружены между возрастом и СРПВао₁₀₀₋₆₀ ($r = 0,3$; $p = 0,02$), САД и СРПВао ($r = 0,2$; $p = 0,03$), индексом массы тела и СРПВао ($r = 0,3$, $p < 0,001$), индексом массы тела и СРПВао₁₀₀₋₆₀ ($r = 0,2$; $p = 0,03$). Не выявлено взаимосвязи между параметрами АЖ и показателями липидного обмена.

При оценке влияния традиционных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний внутри групп

выявлено, что увеличение возраста ассоциировано с повышением ASI во всех группах, Alx₇₅ — в первой, второй и третьей группах; СРПВао₁₀₀₋₆₀ — в третьей группе (табл. 3).

Увеличение САД связано с повышением ASI во всех группах и увеличением Alx₇₅ во второй группе. В четвертой группе выявлена положительная умеренная корреляция между индексом массы тела и СРПВао₁₀₀₋₆₀. Во второй группе обнаружена отрицательная корреляция между индексом массы тела и Alx₇₅ (табл. 3).

При изучении влияния пола на параметры АЖ у женщин выявлены более высокие значения ASI и Alx₇₅ — 152 (135; 171) при $p = 0,01$ и -9 (-21; -0,5) при $p < 0,001$ соответственно. По другим показателям артериальной жесткости различий, связанных с полом, не отмечено.

Таблица 3. Статистическая значимость связей возраста, систолического артериального давления, индекса массы тела и параметров артериальной жесткости в группах

Table 3. Statistical significance of relationships between age, systolic blood pressure, body mass index and arterial stiffness parameters in the groups

Показатель	Первая группа			Вторая группа			Третья группа			Четвертая группа		
	возраст	САД	ИМТ	возраст	САД	ИМТ	возраст	САД	ИМТ	возраст	САД	ИМТ
СРПВао	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
СРПВао ₁₀₀₋₆₀	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,4	ns	ns	ns	ns	0,4
Alx ₇₅	0,6	ns	ns	0,4	0,4	-0,5	0,3	ns	ns	ns	ns	ns
ASI	0,4	0,5	ns	0,6	0,6	ns	0,4	0,6	ns	0,4	0,7	ns

Примечание. САД — систолическое артериальное давление; ИМТ — индекс массы тела; СРПВао — скорость распространения пульсовой волны в аорте; СРПВао₁₀₀₋₆₀ — скорость распространения пульсовой волны в аорте, нормированная по систолическому артериальному давлению 100 мм рт. ст. и частоте сердечных сокращений 60 в минуту; Alx₇₅ — индекс аугментации, нормированный по частоте сердечных сокращений 75 в минуту; ASI — индекс ригидности артерий; ns — статистически незначимо.

В первой, второй и третьей группах у женщин обнаружены значимо более высокие значения Alx₇₅ ($p < 0,001$). В четвертой группе выявлены более высокие значения ASI у женщин ($p = 0,04$) и СРПВао — у мужчин ($p = 0,048$).

У пациентов с курением в анамнезе отмечены значимо более высокие значения СРПВао и СРПВао₁₀₀₋₆₀ ($p = 0,008$ и $p = 0,02$ соответственно) (рис. 1). Однако при анализе внутри групп значимые различия обнаружены только по значению СРПВао в третьей группе ($p = 0,03$).

У всех пациентов обнаружено влияние наличия сердечно-сосудистых заболеваний в семейном анамнезе на СРПВао ($p = 0,001$) (рис. 2). При анализе внутри групп выявлено, что значимые различия по этому показателю есть только в первой ($p = 0,005$) и третьей ($p = 0,013$) группах.

ОБСУЖДЕНИЕ

В большинстве исследований показано, что повышение уровня САД и возраста являются основными причинами увеличения АЖ [6], и мы нашли подтверждение этим данным. В группах возраст коррелировал с большим количеством параметров АЖ, чем САД, что может быть связано с эффективной гипотензивной терапией у пациентов. Самое большое количество параметров АЖ, достоверно связанных с возрастом, отмечено в группе пациентов с АГ и субклиническим атеросклерозом.

Интересные данные получены по влиянию индекса массы тела на АЖ. В общей группе и группе пациентов с АГ и ишемической болезнью сердца получена его положительная корреляция с СРПВао, а в группе больных только АГ возрастание индекса массы тела ассоциировано с уменьшением Alx₇₅. Результаты исследований связи индекса массы тела и АЖ в различных популяциях, включая пациентов с АГ, противоречивы, вероятно, из-за влияния дополнительных факторов риска, характера распределения жировой ткани и концентрации адипокинов в сыворотке крови [7, 8].

Половые гормоны оказывают прямое воздействие на стенку артерий. Эстрогены повышают соотношение

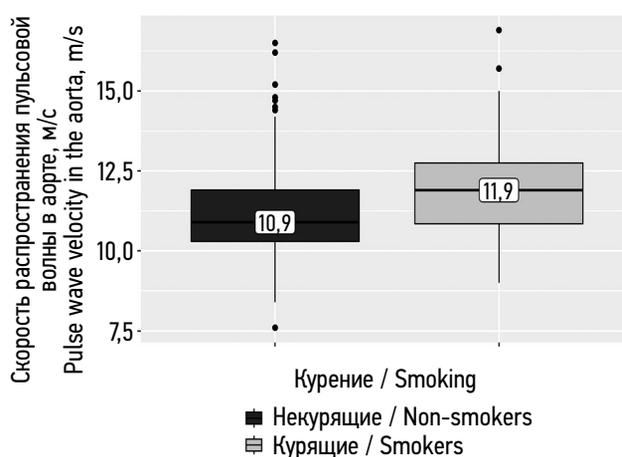


Рис. 1. Анализ скорости распространения пульсовой волны в аорте в зависимости от статуса курения

Fig. 1. Analysis of pulse wave velocity in aorta depending on the status of smoking

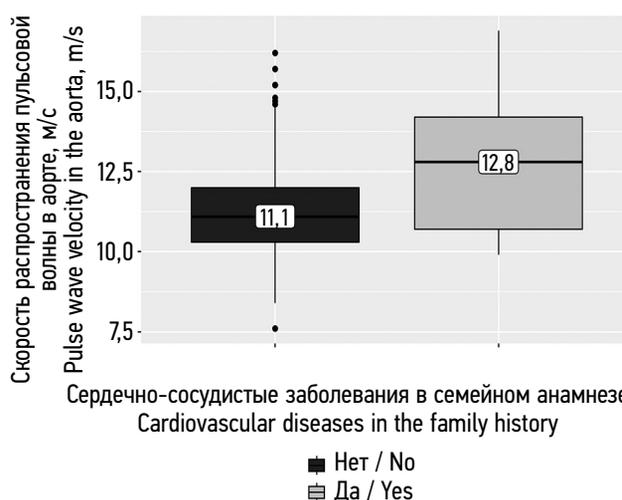


Рис. 2. Анализ скорости распространения пульсовой волны в аорте в зависимости от наличия сердечно-сосудистых заболеваний в семейном анамнезе

Fig. 2. Analysis of pulse wave velocity in the aorta depending on the presence of cardiovascular diseases in the family history

эластина и коллагена, снижают общее сосудистое сопротивление и активность металлопротеиназ, улучшают эндотелиальную функцию. Женщины в постменопаузальном периоде имеют более высокую АЖ, чем мужчины того же возраста, что связано со снижением эластичности артерий на фоне гормональных изменений [9].

Курение — один из самых значимых факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Степень влияния курения на АЖ до сих пор остается предметом дискуссий [10]. В нашем исследовании выявлены более высокие значения СРПВао у курящих пациентов, но при оценке внутри групп только у пациентов с АГ и субклиническим атеросклерозом взаимосвязь АЖ и курения была значимой. Под влиянием курения развивается эндотелиальная дисфункция, нарушается нормальный липидный обмен, происходят ремоделирование и кальцификация артерий, что ведет к развитию не только атеросклероза, но и артериосклероза [11]. У людей с отягощенным семейным анамнезом и нормальными показателями артериального давления, считающих себя здоровыми, АЖ выше, чем у лиц без сердечно-сосудистых событий в семейном анамнезе. Это еще раз подтверждает влияние наследственных факторов на развитие артериосклероза [12].

У больных субклиническим атеросклерозом отмечены более высокие показатели АЖ, чем у людей, не страдающих этой патологией [13]. В этой группе пациентов основные факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний оказывают максимальное влияние на АЖ. Считается, что увеличение АЖ, как независимый фактор риска, может быть более значимым предиктором развития сердечно-сосудистых событий, чем традиционные факторы риска [4]. Субклинический атеросклероз широко распространен. В исследовании PESA из 4184 бессимптомных пациентов в возрасте 40–54 лет у 63 % выявлен субклинический атеросклероз при ультразвуковом исследовании сонных артерий [14]. Он предшествует большинству сердечно-сосудистых событий, но его диагностика до сих пор затруднена. В исследовании показано, что при наличии каротидной атеросклеротической бляшки, сужающей просвет более чем на 50 %, риск появления сердечно-сосудистых событий возрастает в 2 раза [15]. Уменьшение степени выраженности модифицируемых факторов риска может значительно уменьшить частоту развития сердечно-сосудистых событий [16], что особенно актуально для пациентов с АГ в сочетании с субклиническим атеросклерозом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Benjamin E.J., Virani S.S., Callaway C.W. et al. Heart disease and stroke statistics-2018 update: a report from the American heart association // *Circulation*. 2018. Vol. 137, No. 12. P. 67–492. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000558
2. Ганелина И.Е., Липовецкий Б.М., Чурина С.К. и др. Атеросклероз венечных артерий и ишемическая болезнь сердца: учебное пособие. 2-е изд. СПб., 2012.

ВЫВОДЫ

Влияние традиционных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний на параметры артериальной жесткости у пациентов с АГ зависит от разной степени выраженности атеросклеротического процесса.

У больных АГ без атеросклероза увеличение ASI связано с повышением возраста и уровня САД, возрастание AIx_{75} ассоциировано с возрастом, уровнем САД и с женским полом.

СРПВао наиболее ассоциирована с возрастом, курением и отягощенным семейным анамнезом у пациентов с АГ и субклиническим атеросклерозом. Повышение AIx_{75} у них связано с увеличением возраста и женским полом, а ASI имеет положительную корреляцию с возрастом и уровнем САД.

В группе пациентов с АГ и ишемической болезнью сердца значение СРПВао коррелирует с индексом массы тела и мужским полом, а повышение ASI — с женским полом, уровнем САД и возрастом.

У пациентов без АГ и признаков атеросклероза при наличии сердечно-сосудистых заболеваний в семейном анамнезе значения СРПВао выше, чем у людей без отягощенного семейного анамнеза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Исследование не имело финансового обеспечения или спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. С.А. Сайганов — формирование идеи, формулировка цели и задач; В.Е. Гумерова — проведение исследования, подготовка и редактирование текста; В.В. Гомонова — проведение исследования.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding. The study had no external funding.

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

Author contributions. S.A. Sayganov — idea formation, formulation of goals and objectives; V.E. Gumerova — conducting research, preparing and editing text; V.V. Gomonova — conducting research.

All authors made a significant contribution to the study and preparation of the article and read and approved the final version before its publication.

3. Go A.S., Mozaffarian D., Roger V.L. et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2014 Update: A Report From the American Heart Association // *Circulation*. 2014. Vol. 129, No. 3. P. 28–292. DOI: 10.1161/01.cir.0000441139.02102.80

4. Ben-Shlomo Y., Spears 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. Vol. 63, No. 7. P. 636–646. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.09.063.80

5. Остроумова О.Д., Кочетков А.И., Копченков И.И. и др. Жесткость сосудистой стенки у пациентов с артериальной гипертензией // Системные гипертензии. 2015. Т. 12, № 2. С. 43–48. DOI: 10.26442/SG29073

6. Корнева В.А., Кузнецова Т.Ю. Оценка показателей жесткости артериальной стенки при суточном мониторинге артериального давления // Терапевтический архив. 2016. Т. 88, № 9. С. 119–124. DOI: 10.17116/terarkh2016889119-124

7. Fujiyoshi A., Sekikawa A., Shin C. et al. A cross-sectional association of obesity with coronary calcium among Japanese, Koreans, Japanese Americans, and U.S. whites // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2013. Vol. 14, No. 9. P. 921–927. DOI: 10.1093/ehjci/jet080

8. Zachariah J.P., Hwang S., Hamburg N.M. et al. Circulating adipokines and vascular function: cross-sectional associations in a community-based cohort // *Hypertension.* 2016. Vol. 67, No. 2. P. 294–300. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.115.05949

9. Rossi P., Francès Y., Kingwell B., Ahimastos A. Gender differences in artery wall biomechanical properties throughout life // *J. Hypertens.* 2011. Vol. 29, No. 6. P. 1023–1033. DOI: 10.1097/HJH.0b013e328344da5e

10. Doonan R.J., Hausvater A., Scallan C. et al. The effect of smoking on arterial stiffness // *Hypertens. Res.* 2010. Vol. 33, No. 5. P. 398–410. DOI: 10.1038/hr.2010.25

REFERENCES

1. Benjamin EJ, Virani SS, Callaway CW, et al. Heart disease and stroke statistics–2018 update: a report from the American heart association. *Circulation.* 2018;137(12):67–492. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000558

2. Ganelina IE, Lipovetsky BM, Tchurina SK, et al. Атеросклероз венечных артерий и ишемическая болезнь сердца. Учебное пособие. 2nd ed. Saint-Petersburg; 2012. (In Russ.)

3. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, et al. Heart Disease and Stroke Statistics–2014 Update: a Report From the American Heart Association. *Circulation.* 2014;129(3):e28–e292. DOI: 10.1161/01.cir.0000441139.02102.80

4. Ben-Shlomo Y, Spears 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):636–646. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.09.063.80

5. Ostroumova OD, Kochetkov AI, Kopchenov II, et al. The hardness of the vessel wall in patients with arterial hypertension. *Systemic Hypertension.* 2015;12(2):43–48. (In Russ.). DOI: 10.26442/SG29073

6. Korneva VA, Kuznetsova TY. Assessment of arterial wall stiffness by 24-hour blood pressure monitoring. *Therapeutic Archive.* 2016;88(9):119–124. (In Russ.). DOI: 10.17116/terarkh2016889119-124

7. Fujiyoshi A, Sekikawa A, Shin C, et al. A cross-sectional association of obesity with coronary calcium among Japanese, Koreans, Japanese Americans, and U.S. whites. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2013;14(9):921–927. DOI: 10.1093/ehjci/jet080

8. Zachariah JP, Hwang S, Hamburg NM, et al. Circulating adipokines and vascular function: cross-sectional associations in a community-based cohort. *Hypertension.* 2016;67(2):294–300. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.115.05949

11. Angoff R., Mosarla R.C., Tsao C.W. Aortic stiffness: epidemiology, risk factors, and relevant biomarkers // *Front. Cardiovasc. Med.* 2021. Vol. 8. P. 709396. DOI: 10.3389/fcvm.2021.709396

12. Laurent S., Boutouyrie P. Vascular ageing – state of play, gaps and key issues // *Heart Lung Circ.* 2021. Vol. 30, No. 11. P. 1591–1594. DOI: 10.1016/j.hlc.2021.06.528

13. Гумерова В.Е., Сайганов С.А., Гомонова В.В. Параметры артериальной жесткости у пациентов с артериальной гипертензией при наличии и отсутствии субклинического каротидного атеросклероза // Артериальная гипертензия. 2021. Т. 27, № 4. С. 427–435. DOI: 10.18705/1607-419X-2021-27-4-427-435

14. Fernández-Friera L, Penalvo J, Fernandez-Ortiz A et al. Prevalence, vascular distribution, and multiterritorial extent of subclinical atherosclerosis in a middle-aged cohort the PESA (Progression of Early Subclinical Atherosclerosis) study // *Circulation.* 2015. Vol. 131, No. 24. P. 2104–2113. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.014310

15. Zhang Y, Fang X, Hua Y. et al. Carotid artery plaques, carotid intima–media thickness, and risk of cardiovascular events and all-cause death in older adults: A 5-Year Prospective, Community-Based Study // *Angiology.* 2018. Vol. 69, No. 2. P. 120–129. DOI: 10.1177/0003319717716842

16. Шальнова С.А., Деев А.Д. Тенденции смертности в России в начале XXI века (по данным официальной статистики) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2011. Т. 10, № 6. С. 5–10. DOI: 10.15829/1728-8800-2011-6-5-10

9. Rossi P, Francès Y, Kingwell B, Ahimastos A. Gender differences in artery wall biomechanical properties throughout life. *J Hypertens.* 2011;29(6):1023–1033. DOI: 10.1038/hr.2010.25

10. Doonan RJ, Hausvater A, Scallan C, et al. The effect of smoking on arterial stiffness. *Hypertens Res.* 2010;33(5):398–410. DOI: 10.1038/hr.2010.25

11. Angoff R, Mosarla RC, Tsao CW. Aortic stiffness: epidemiology, risk factors, and relevant biomarkers. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:709396. DOI: 10.3389/fcvm.2021.709396

12. Laurent S, Boutouyrie P. Vascular ageing – state of play, gaps and key issues. *Heart Lung Circ.* 2021;30(11):1591–1594. DOI: 10.1016/j.hlc.2021.06.528

13. Gumerova VE, Sayganov SA, Gomonova VV. Parameters of arterial stiffness in hypertensive patients with and without subclinical carotid atherosclerosis. *Arterial Hypertension.* 2021;27(4):427–435. (In Russ.). DOI: 10.18705/1607-419X-2021-27-4-427-435

14. Fernández-Friera L, Penalvo J, Fernandez-Ortiz A, et al. Prevalence, vascular distribution, and multiterritorial extent of subclinical atherosclerosis in a middle-aged cohort the PESA (Progression of Early Subclinical Atherosclerosis) study. *Circulation.* 2015;131(24):2104–2113. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.014310

15. Zhang Y, Fang X, Hua Y, et al. Carotid artery plaques, carotid intima–media thickness, and risk of cardiovascular events and all-cause death in older adults: A 5-Year Prospective, Community-Based Study. *Angiology.* 2018;69(2):120–129. DOI: 10.1177/0003319717716842

16. Shalnova SA, Deev AD. Russian mortality trends in the early XXI century: official statistics data. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2011;10(6):5–10. (In Russ.). DOI: 10.15829/1728-8800-2011-6-5-10

ОБ АВТОРАХ

Сергей Анатольевич Сайганов, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8325-1937>;
eLibrary SPIN: 2174-6400;
e-mail: sergey.sayganov@szgmu.ru

*** Виктория Евгеньевна Гумерова**;
адрес: Россия, 195067, Санкт-Петербург, Пискаревский пр., д. 47;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2805-3748>;
eLibrary SPIN: 9872-4799; ResearcherId: ABG-7675-2020;
e-mail: vvoron1@yahoo.com

Вероника Валерьевна Гомонова;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9816-9896>;
eLibrary SPIN: 6763-2979;
e-mail: Veronika.Gomonova@szgmu.ru

AUTHORS INFO

Sergey A. Sayganov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8325-1937>;
eLibrary SPIN: 2174-6400;
e-mail: sergey.sayganov@szgmu.ru

*** Victoria E. Gumerova**;
address: 47 Piskarevsky Ave., Saint Petersburg, 195067, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2805-3748>;
eLibrary SPIN: 9872-4799; ResearcherId: ABG-7675-2020;
e-mail: vvoron1@yahoo.com

Veronika V. Gomonova;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9816-9896>;
eLibrary SPIN: 6763-2979;
e-mail: Veronika.Gomonova@szgmu.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author