

ISSN 1607-419X

ISSN 2411-8524 (Online)

УДК 616.12-008.331.1:616.13.002.2-004.6

Параметры артериальной жесткости у пациентов с артериальной гипертензией при наличии и отсутствии субклинического каротидного атеросклероза

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

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Гумерова Виктория Евгеньевна,
ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова Минздрава России,
Кирочная ул., д. 41, Санкт-Петербург, Россия, 191015.
Тел.: 8(812)303–50–01.
E-mail: vvoron1@yahoo.com

*Статья поступила в редакцию
30.07.20 и принята к печати 22.04.21.*

Резюме

Цель исследования — оценка взаимосвязи между изменениями параметров жесткости артериальной стенки у пациентов с артериальной гипертензией (АГ) и различной степенью выраженности атеросклеротического процесса. **Материалы и методы.** Обследовано 127 человек. Все пациенты разделены на 3 группы: группа пациентов с АГ без выявленного атеросклероза (42 человека), группа с АГ и субклиническим атеросклерозом (СА) (52 человека) и контрольная группа (КГ), в которую включались здоровые люди без АГ и СА, ишемической болезни сердца (33 человека). Все группы были сопоставимы по возрасту и полу. Всем пациентам выполнялось ультразвуковое исследование экстракраниальных сегментов сонных артерий. Всем участникам было проведено суточное мониторирование артериального давления с оценкой параметров сосудистой жесткости. **Результаты.** У пациентов всех групп с АГ выше среднесуточная скорость распространения пульсовой волны в аорте (срСРПВao24) ($11,3 \pm 1,5$; $12,3 \pm 1,8$ м/с; $p < 0,05$), среднесуточное пульсовое (срПАД24) ($46,4 \pm 9,8$; $45,6 \pm 10,6$ мм рт. ст.; $p < 0,05$) и центральное пульсовое артериальное давление (срПАДао24) ($35,5 \pm 8,5$; $34,9 \pm 8,5$ мм рт. ст.; $p < 0,05$), индекс ригидности артерий (ASI) (141 (127; 159); 139 (128,5; 160,5) мм рт. ст.; $p < 0,05$) по сравнению с КГ [срСРПВao24 $10,4 \pm 1,3$ м/с; срПАД24 $39,9 \pm 6,5$ мм рт. ст.; срПАДао24 $30,9 \pm 5,4$ мм рт. ст.; ASI 126 (118; 138) мм. рт. ст.]. У пациентов с АГ и СА значимо выше срСРПВao24 по сравнению со всеми группами ($p < 0,05$). Не было выявлено различий между всеми группами, включая КГ, в значениях индекса аугментации ($-32,5$ ($-45, -12$) %; -22 ($-36, -12$) %; -37 ($-50, -17$) %; $p = 0,25$). Амбулаторный индекс ригидности был выше в КГ ($0,5 \pm 0,2$) по сравнению с группой АГ ($0,4 \pm 0,2$; $p = 0,05$) и не отличался значимо от группы АГ и СА ($0,4 \pm 0,2$; $p = 0,3$). При повышении значения срСРПВao24 выше 11,15 м/с частота выявления атеросклеротической бляшки (АСБ) увеличивается в 4,3 раза (2,3–8,2). **Заключение.** У пациентов с АГ изменены значения параметров жесткости артерий по сравнению со здоровыми лицами. При повышении значений скорости распространения пульсовой волны в аорте выше 11,15 м/с частота обнаружения АСБ увеличивается в 4,3 раза. У пациентов с АГ и СА отмечаются более высокие показатели артериальной

жесткости. Учитывая данную ассоциацию, последние могут быть рассмотрены в качестве предикторов развития атеросклероза.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, сосудистая жесткость, субклинический атеросклероз

Для цитирования: 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;27(4):427–435. doi:10.18705/1607-419X-2021-27-4-427-435

Parameters of arterial stiffness in hypertensive patients with and without subclinical carotid atherosclerosis

V. E. Gumerova, S. A. Sayganov, V. V. Gomonova
North-Western State Medical University named after
I. I. Mechnikov, St Petersburg, Russia

Corresponding author:
Victoria E. Gumerova,
North-Western State Medical
University named after I. I. Mechnikov,
41 Kirochnaya street, St Petersburg,
191015 Russia.
Phone: 8(812)303–50–01.
E-mail: vvoron1@yahoo.com

Received 30 July 2020;
accepted 22 April 2021.

Abstract

Objective. To assess the relationship between arterial stiffness parameters in hypertensive patients with and without atherosclerotic lesions. **Design and methods.** We included 127 subjects who were divided into 3 groups: patients with hypertension (HTN) without atherosclerosis ($n = 42$); patients with HTN and subclinical atherosclerosis (SA) ($n = 52$) and control group which consisted of individuals without HTN, SA, or coronary artery disease ($n = 33$). All groups matched by age and gender. All subjects underwent following examinations: ultrasonography of extracranial segments of carotid arteries, 24-hour blood pressure monitoring with the assessment of arterial stiffness parameters. **Results.** In subjects with HTN compared to controls, pulse wave velocity in aorta (PWVao) was significantly higher ($11,3 \pm 1,5$; $12,3 \pm 1,8$ vs $10,4 \pm 1,3$ m/s; $p < 0,05$), as well as pulse pressure (PP) ($46,4 \pm 9,8$; $45,6 \pm 10,6$ vs $39,9 \pm 6,5$ mmHg; $p < 0,05$), central pulse pressure (PPao) ($35,5 \pm 8,5$; $34,9 \pm 8,5$ vs $30,9 \pm 5,4$ mmHg; $p < 0,05$), and arterial stiffness index (ASI) (141 ($127, 159$); 139 ($128,5, 160,5$) vs 126 ($118, 138$) mmHg; $p < 0,05$). In subjects with HTN and SA, PWVao was significantly higher compared to other groups ($p < 0,05$). No significant difference in augmentation index was found ($-32,5$ ($-45, -12$); -22 ($-36, -12$); -37 ($-50, -17$); $p = 0,25$). Ambulatory arterial stiffness index was higher in controls ($0,5 \pm 0,2$) compared to HTN group ($0,4 \pm 0,2$; $p = 0,05$), while HTN and SA group did not differ significantly ($0,5 \pm 0,2$; $p = 0,3$). PWVao above $11,15$ m/s is associated with $4,3$ ($2,3-8,2$) times higher rate of atherosclerosis plaque detection. **Conclusions.** In HTN patients, arterial stiffness is changed compared to healthy individuals. PWVao above $11,15$ m/s is associated with $4,3$ ($2,3-8,2$) times higher rate of atherosclerosis plaque detection. In patients with HTN and SA arterial stiffness is higher, which might have additional predictive value in risk stratification.

Key words: hypertension, arterial stiffness, subclinical atherosclerosis

For citation: Gumerova VE, Sayganov SA, Gomonova VV. Parameters of arterial stiffness in hypertensive patients with and without subclinical carotid atherosclerosis. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2021;27(4):427–435. doi:10.18705/1607-419X-2021-27-4-427-435

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются основной причиной смерти во всем мире. Существенный вклад в смертность от ССЗ вносит артериальная гипертензия (АГ) [1]. По данным исследования ЭССЕ-РФ, 44,2 % населения Российской Федерации от 25 до 64 лет страдают АГ [2]. АГ ведет к ремоделированию сосудистой стенки, развитию эластофиброза и атеросклероза, возрастанию артериальной жесткости (АЖ) [3]. Известно, что АГ является важнейшим нелипидным фактором риска развития атеросклеротического процесса. Кроме того, при повышении АЖ увеличивается постнагрузка на левый желудочек и ухудшается коронарная перфузия [4]. В конечном итоге все эти механизмы приводят к развитию ишемической болезни сердца (ИБС), которая является ведущей причиной смерти среди ССЗ у взрослых и важнейшей проблемой современной медицины [5]. По данным исследования INTERHEART выявлено, что 22 % случаев острого инфаркта миокарда ассоциированы с АГ [6]. Повышение жесткости артерий у пациентов с АГ ведет к повышению числа коронарных событий и повторных чрескожных вмешательств, что подтверждает важную роль жесткости артерий в прогрессировании атеросклеротического процесса в коронарных артериях [7]. Пациенты с выявленной ИБС обычно получают многокомпонентное лечение и находятся под диспансерным наблюдением, в отличие от пациентов с отсутствием клинических проявлений.

Большинству сердечно-сосудистых событий предшествует субклинический атеросклероз (СА), диагностика которого до сих пор затруднена. Показано, что при наличии каротидной атеросклеротической бляшки (АСБ), сужающей просвет $< 50\%$, риск сердечно-сосудистых осложнений возрастает в 2 раза [8]. Пациенты с АСБ $> 50\%$ относятся к категории очень высокого сердечно-сосудистого риска [9], тогда как риск у пациентов с менее значимой АСБ чаще всего остается недооцененным.

Известно, что многие пациенты, умершие от ССЗ, не имели предшествующих симптомов и относились к низкому или среднему риску по традиционно используемым шкалам оценки риска [10]. Учитывая такую высокую распространенность АГ в популяции, частое развитие сердечно-сосудистых катастроф у людей с умеренным и низким риском по традиционно используемым шкалам оценки, высокую смертность от ИБС и других сердечно-сосудистых событий, большое клиническое значение приобретают исследования, позволяющие выявлять пациентов, находящихся на стадии субклинического поражения, что важно для рестратификации риска, коррекции или инициации терапии, что в перспек-

тиве дает возможность профилактики сердечно-сосудистой смертности.

Оценка параметров АЖ позволяет выявить ССЗ до возникновения клинических проявлений. В последнее время увеличение жесткости артериальной стенки начинают относить к независимым предикторам развития сердечно-сосудистых катастроф и самостоятельным факторам высокого риска [11, 12]. Для оценки АЖ используют ряд параметров, самым распространенным из которых является скорость распространения пульсовой волны (СРПВ), измеренная на каротидно-фemorальном участке. Связь между СРПВ и риском сердечно-сосудистых осложнений доказана во множестве исследований [13]. В настоящее время широко применяется оценка параметров АЖ при помощи суточного мониторинга артериального давления (СМАД), основанного на контурном анализе пульсовой волны. При помощи данного метода можно определить не только СРПВ в аорте, но и менее изученные, суррогатные маркеры АЖ: индекс аугментации (AIx), систолическое артериальное давление (АД) в аорте, индекс ригидности артерий (ASI), амбулаторный индекс ригидности артерий (AASI) и другие.

На данный момент высокой значимостью обладают исследования, способствующие выявлению лиц с субклиническими маркерами изменений сосудистой стенки, до развития сердечно-сосудистых событий.

Цель исследования — оценить взаимосвязи между изменениями параметров жесткости сосудистой стенки у пациентов с наличием и отсутствием каротидного СА на фоне АГ.

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе ГБУЗ «Городская Покровская больница» (Санкт-Петербург). Всего было обследовано 127 человек. Все пациенты были распределены в 3 сопоставимые по возрасту и полу группы. В первую группу вошли 33 здоровых человека (23 мужчины и 10 женщин) со средним возрастом $54,6 \pm 8,4$ года. Вторую группу составили 42 пациента с АГ без АСБ в сонных артериях (30 мужчин и 12 женщин), возраст которых в среднем был равен $53,3 \pm 7,6$ года.

В третью группу были включены 52 пациента с АГ и каротидным СА. В группе было 37 мужчин и 15 женщин, возраст которых в среднем составил $56,5 \pm 7,95$ года.

Пациенты всех групп были с анамнезом АГ (кроме контрольной группы (КГ)) и получали эффективную антигипертензивную терапию (ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, блокаторы

рецепторов ангиотензина II, β -адреноблокаторы, диуретики, блокаторы кальциевых каналов, агонисты I_1 -имидазолиновых рецепторов) с достижением целевых значений АД. В исследование не включали пациентов с сахарным диабетом, гемодинамически значимыми пороками сердца, хронической сердечной недостаточностью, аневризмой грудного отдела аорты, системными заболеваниями соединительной ткани, нарушениями ритма сердца, противопоказаниями к выполнению СМАД и женщин в репродуктивном возрасте из-за защитного действия эстрогенов на артериальную стенку [14].

После получения информированного согласия всем пациентам рассчитывали 10-летний риск развития фатальных сердечно-сосудистых осложнений по шкале SCORE, затем выполняли ультразвуковое исследование экстракраниальных сегментов сонных артерий на аппарате Philips CX 50 (США) в В-режиме с использованием линейного датчика с частотой 7,5 МГц. Измерение толщины комплекса интима-медиа (ТКИМ) проводилось в продольной плоскости по задней стенке сосуда в следующем порядке: 1) измерение ТКИМ в трех точках дистальной части общей сонной артерии на протяжении 10 мм с расчетом среднего значения; 2) одно измерение в бифуркации; 3) одно измерение в проксимальном отделе внутренней сонной артерии. АСБ определяли как локальное утолщение стенки артерии более чем на 50 % по сравнению с окружающими участками, или локальное утолщение стенки более чем 1,5 мм с его протрузией в просвет сосуда [15]. Критерием диагностики СА служило выявление АСБ (степень стеноза $\leq 50\%$) [9].

Всем пациентам было выполнено СМАД с оценкой параметров сосудистой жесткости при помощи монитора АД BPLab с функцией Vasotens 24 (ООО «Петр Телегин», Россия). В ходе исследования оценивали следующие параметры периферического АД: среднесуточное систолическое АД, среднесуточное диастолическое АД, среднесуточное пульсовое АД.

Параметры центральной гемодинамики и сосудистой жесткости рассчитывали путем оценки формы осциллометрической кривой при помощи математических формул, заложенных в программе Vasotens 24 (ООО «Петр Телегин», Россия). Были получены показатели среднесуточного систолического АД в аорте, среднесуточного диастолического АД в аорте, среднесуточного пульсового АД в аорте. Среднесуточная скорость распространения пульсовой волны в аорте (срСРПВао24) определялась по формуле, заложенной в программе Vasotens 24:

$$PWV_{ao} = K \times (2 \times L) / RWTT,$$

где PWV_{ao} — скорость распространения пульсовой волны в аорте, $RWTT$ — время распростране-

ния отраженной волны, L — длина ствола аорты, K — коэффициент для нормирования полученного значения PWV_{ao} таким образом, чтобы оно совпадало с СРПВ в аорте на каротидно-феморальном сегменте. За длину ствола аорты (L) принималось расстояние от яремной вырезки грудины до верхнего края лобкового симфиза.

Среднесуточный индекс аугментации рассчитывался как соотношение давления аугментации и амплитуды пульсовой волны, выраженный в процентах. Известно, что AI_x зависит от частоты сердечных сокращений [16], поэтому значения показателя приведены к частоте сердечных сокращений = 75 уд/мин. Среднесуточный индекс ригидности артерий определялся по методике, согласно которой верхняя часть сглаженного «колокола» (по уровню 80 % от максимума) заменяется равновеликой трапецией. Ширина этой трапеции на уровне 95 % от максимума, выраженная в мм рт. ст. и умноженная на 10, принимается за величину ASI. Среднесуточный амбулаторный индекс жесткости артерий измерялся расчетным путем по уровню систолического и диастолического АД.

Статистический анализ проводился при помощи программы Statistica for Windows (версия 10, лицензия BXXR310F964808FA-V). Для качественных переменных определяли абсолютное число наблюдений и частоты, сопоставление которых проводилось с помощью непараметрических методов хи-квадрат, критерия Фишера. Для количественных показателей производилась проверка на нормальность с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение, использовали их средние значения, стандартное отклонение или, в случае распределения, отличного от нормального, медиану, верхний и нижний квартили, а также минимальные и максимальные величины. Для обработки данных с нормальным типом распределения использовали параметрические критерии — t -критерий Стьюдента (в случае двух групп) или однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). В случае распределения, отличного от нормального, использовались критерии Манна–Уитни (в случае сравнения двух групп) и критерий Краскела–Уоллиса (в случае 3 и более групп). Для выявления порогового уровня исследуемых параметров использовался метод построения классификационных деревьев. Статистически значимый уровень отличия определяли как $p < 0,05$.

Результаты

Основные характеристики всех групп представлены в таблице 1.

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ГРУПП

Показатель		КГ (n = 33)	АГ (n = 42)	АГ + СА (n = 52)	р-значение, mult
Пол	Мужчины, n (%)	23 (69,7)	30 (71,4)	37 (71,2)	0,4
	Женщины, n (%)	10 (30,3)	12 (28,6)	15 (28,9)	
Возраст, годы		54,6 ± 8,4	53,3 ± 7,6	56,5 ± 8	0,5
SCORE (%)		2 (1; 4)	3 (1; 4)	3 (2; 6)	0,8

Примечание: КГ — контрольная группа; АГ — артериальная гипертензия; СА — субклинический атеросклероз; SCORE — шкала для оценки риска смертельного сердечно-сосудистого заболевания в течение 10 лет.

Таблица 2

ПОКАЗАТЕЛИ СУТОЧНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Показатель	КГ	АГ	АГ + СА	р-значение, mult	р-значение, попарно
срСАД24, мм рт. ст.	116,3 ± 7,3	131,1 ± 11,9	127,8 ± 14,8	< 0,001	1–2 < 0,001; 1–3 < 0,001; 2–3 = 0,2
срДАД24, мм рт. ст.	76,6 ± 5,3	84,7 ± 7	81,7 ± 9,6	< 0,001	1–2 < 0,001; 1–3 = 0,006; 2–3 = 0,09
срПАД24, мм рт. ст.	39,9 ± 6,5	46,4 ± 9,8	45,6 ± 10,6	0,002	1–2 = 0,002; 1–3 = 0,006; 2–3 = 0,7
срСАДао24, мм рт. ст.	108,9 ± 6,4	122 ± 11	118,8 ± 12,7	< 0,001	1–2 < 0,001; 1–3 < 0,001; 2–3 = 0,2
срДАДао24, мм рт. ст.	77,9 ± 5,1	86,5 ± 6,9	83,6 ± 9,7	< 0,001	1–2 < 0,001; 1–3 = 0,002; 2–3 = 0,1
срПАДао24, мм рт. ст.	30,9 ± 5,4	35,5 ± 8,5	34,9 ± 8,5	< 0,05	1–2 = 0,002; 1–3 = 0,02; 2–3 = 0,7

Примечание: КГ — контрольная группа; АГ — артериальная гипертензия; СА — субклинический атеросклероз; срСАД24 — среднее систолическое артериальное давление за 24 часа; срДАД24 — среднее диастолическое артериальное давление за 24 часа; срПАД24 — среднее пульсовое артериальное давление за 24 часа; срСАДао24 — среднее систолическое давление в аорте за 24 часа; срДАДао24 — среднее диастолическое давление в аорте за 24 часа; срПАДао24 — среднее пульсовое артериальное давление в аорте за 24 часа.

Среди обследуемых всех групп преобладали мужчины (табл. 1). Группы были сопоставимы по полу ($p = 0,4$) и возрасту ($p = 0,5$).

Результаты оценки риска развития фатальных случаев ССЗ по шкале SCORE представлены в таблице 1. Большинство пациентов КГ и групп с АГ относились к низкому и умеренному риску по шкале SCORE и значимо не отличались по этому показателю ($p = 0,8$).

При оценке показателей СМАД периферическое и центральное систолическое, диастолическое и пульсовое АД во всех группах с АГ было значимо

выше по сравнению с КГ ($p < 0,05$); между группами пациентов с АГ значимых различий не было (табл. 2).

При оценке показателей сосудистой жесткости срСРПВао24 была статистически значимо ниже у лиц из КГ по сравнению с пациентами с АГ и АГ с СА ($10,4 \pm 1,3$ м/с в группе контроля против $11,3 \pm 1,5$ и $12,3 \pm 1,8$ м/с во 2-й и 3-й группах; $p < 0,001$, $p < 0,001$ соответственно). Более того, обращает на себя внимание тот факт, что у пациентов с АГ и СА срСРПВао24 была самой высокой и значимо отличалась от группы АГ ($p = 0,01$) (рис. 1).

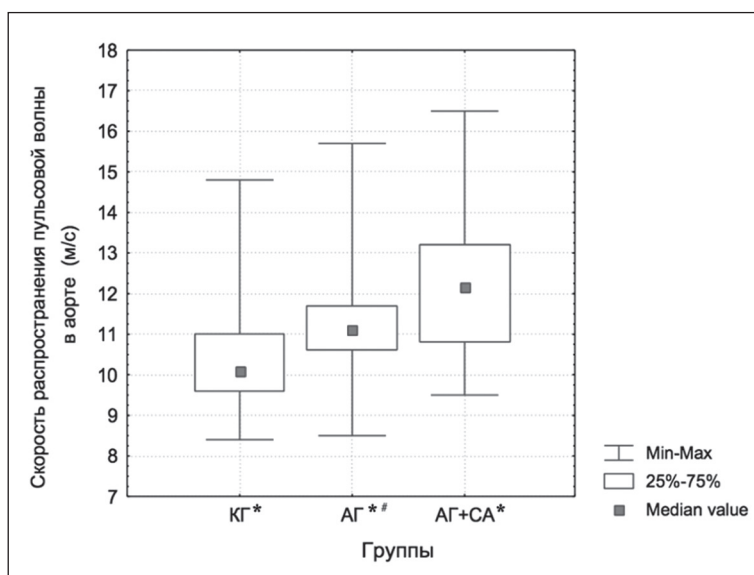
При приведении показателя к систолическому АД 100 мм рт. ст. и частоте сердечных сокращений = 60 уд/мин (срСРПВао24100–60) КГ и группа АГ значительно не отличались между собой ($9,7 \pm 1,1$ и $10,1 \pm 1,7$ м/с; $p = 0,3$), срСРПВао24100–60 оставалась самой высокой у пациентов с АГ и СА ($11,1 \pm 2,2$ м/с) и значительно отличалась от всех остальных групп ($p < 0,05$).

Методом построения классификационных деревьев выявлено пороговое значение срСРПВао24, существенно увеличивающее вероятность обнаружения АСБ при ультразвуковом исследовании экстракраниальных сегментов сонных артерий. Установлено, что при повышении значения срСРПВао24 выше

11,15 м/с частота выявления АСБ увеличивается в 4,3 раза (2,3–8,2). При повышении срСРПВао24 более общепринятой величины 10 м/с частота обнаружения АСБ увеличивается в 2,7 раза (1,2–6,2) (рис. 2).

При оценке индекса аугментации не было выявлено значимых различий при сопоставлении всех групп. Отмечена тенденция к различию AIx между КГ и группой АГ в сочетании с СА ($p = 0,07$). Индекс ригидности артерий значительно ниже был у лиц КГ ($p < 0,05$) по сравнению со всеми группами пациентов с АГ. Амбулаторный индекс ригидности артерий был выше в КГ ($0,5 \pm 0,2$) по сравнению с группой АГ ($0,4 \pm 0,2$; $p = 0,05$) и не отличался от группы АГ и СА ($0,4 \pm 0,2$; $p = 0,3$) (табл. 3).

Рисунок 1. Скорость распространения пульсовой волны в аорте



Примечание: КГ — контрольная группа; АГ — артериальная гипертензия; СА — субклинический атеросклероз; * — $p < 0,001$ по сравнению с контрольной группой; # — $p < 0,05$ по сравнению с группой с артериальной гипертензией и субклиническим атеросклерозом.

Рисунок 2. Диаграмма размаха распределения скорости распространения пульсовой волны в аорте в зависимости от наличия атеросклеротической бляшки

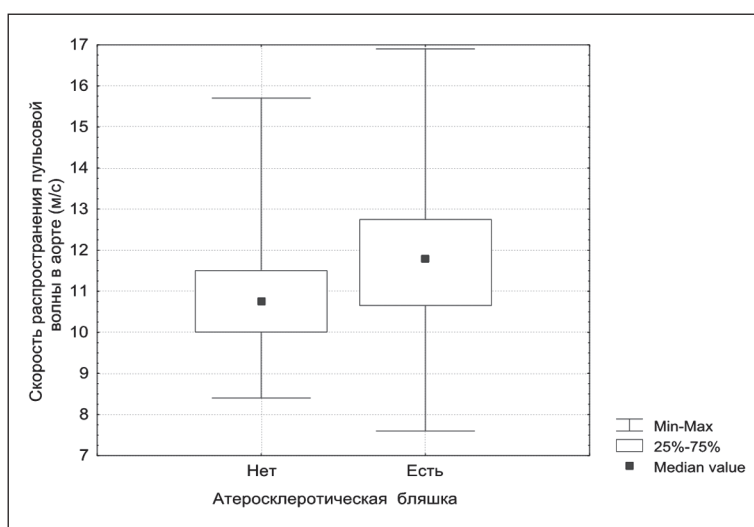


Таблица 3

ПОКАЗАТЕЛИ СОСУДИСТОЙ ЖЕСТКОСТИ

Параметр	КГ	АГ	АГ и СА	p-значение, mult	p-значение, парно
СРПВ _{ао24} , м/с	10,4 ± 1,3	11,3 ± 1,5	12,3 ± 1,8	0	1–2 < 0,001; 1–3 < 0,001; 2–3 = 0,01
СРПВ _{ао24} _{100–60} , м/с	9,7 ± 1,1	10,1 ± 1,7	11,1 ± 2,2	0	1–2 = 0,3; 1–3 < 0,05; 2–3 < 0,05
AIx (%), приведенный к ЧСС 75 уд/мин	–37 (–50; –17)	–32,5 (–45; –12)	–23 (–36,5; –13)	0,25	1–2 = 0,3; 1–3 = 0,07; 2–3 = 0,2
ASI, мм рт. ст.	126 (118; 138)	141 (127; 159)	139 (128,5; 160,5)	0,001	1–2 < 0,001; 1–3 = 0,006; 2–3 = 0,6
AASI	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0,05	1–2 = 0,05; 1–3 = 0,3; 2–3 = 0,7

Примечание: КГ — контрольная группа; АГ — артериальная гипертензия; СА — субклинический атеросклероз; СРПВ_{ао24} — средняя скорость распространения пульсовой волны в аорте за 24 часа; СРПВ_{ао24}_{100–60} — средняя скорость распространения пульсовой волны в аорте за 24 часа, приведенная к систолическому артериальному давлению = 100 мм рт. ст. и частоте сердечных сокращений = 60 уд/мин; AIx — индекс аугментации; ЧСС — частота сердечных сокращений; ASI — индекс ригидности артерий; AASI — амбулаторный индекс ригидности артерий.

Обсуждение

Результаты данного исследования позволяют говорить о необходимости пересмотра отношения к пациентам с выявленным СА до развития у них сердечно-сосудистых событий.

Коварность СА проявляется в сложности его своевременной диагностики, поэтому так важно оценивать не только данные традиционных визуализирующих методов исследования, но и другие признаки, указывающие на наличие распространенного атеросклеротического процесса.

К таким признакам можно отнести маркеры сосудистой жесткости.

Наше исследование показало, что пациенты с признаками каротидного СА имеют значимо более высокие показатели параметров АЖ при сопоставимом риске по шкале SCORE с другими группами. Существуют данные, что увеличение СРПВ на 1 м/с повышает на 15% риск сердечно-сосудистой смертности [12], а у пациентов с АГ возрастание СРПВ на 5 м/с связывают с уменьшением продолжительности жизни на 10 лет [17]. СРПВ предположительно является более сильным предиктором сердечно-сосудистых осложнений, чем курение, уровень глюкозы, общий холестерин и другие факторы риска [18]. Кроме того, стойкое повышение СРПВ в аорте во время лечения АГ связывают с увеличением сердечно-сосудистого риска [11]. При исследовании соотношения между параметрами жесткости артерий и частотой выявления каротидной АСБ

нами определено пороговое значение срСРПВ_{ао24}, при котором частота выявления АСБ увеличивается в 4,3 раза, что позволяет уточнить роль показателя в определении кардиоваскулярного риска.

СРПВ в аорте определяется по времени распространения отраженной волны. При повышении жесткости сосудистой стенки отраженная волна приходит в аорту не в диастолу, а в конце систолы. Таким образом, систолическое АД в аорте повышается, а диастолическое АД в аорте снижается, и, следовательно, увеличивается пульсовое АД. При увеличении пульсового АД ускоряется повреждение уже измененных стенок артерий и поражение органов-мишеней [11]. Формируется «порочный круг»: увеличение пульсового АД ускоряет повреждение артериальной стенки, что ведет к прогрессированию атеросклеротических процессов, повышается сосудистая жесткость, что, в свою очередь, ведет к возрастанию пульсового АД. Во Фрамингемском исследовании было показано, что повышение пульсового АД является лучшим предиктором возникновения ИБС, чем показатель систолического АД. В нашем исследовании установлено, что пациенты с АГ имеют более высокие значения пульсового АД и параметров АЖ по сравнению со здоровыми лицами.

Основополагающими детерминантами АЖ являются возраст и уровень АД [19]. В проведенном исследовании пациенты всех групп были сопоставимы по возрасту, не было выявлено статистически

значимой разницы между всеми группами с АГ по систолическому АД.

Следует учитывать, что пациенты с АГ во всех группах длительно получали лечение медикаментозными препаратами, в основе которого была комбинация блокатора ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и антагониста кальция или диуретика, что могло отразиться на параметрах АЖ.

Таким образом, повышение значений параметров АЖ наблюдается во всех группах с АГ. У пациентов с АГ и СА значимо выше СРПВ в аорте по сравнению со всеми остальными исследуемыми группами, несмотря на сопоставимость групп по величинам АД и возрасту. Тем не менее таких пациентов чаще всего продолжают относить к группе низкого и умеренного риска до выявления у них признаков субклинического поражения артерий и развития сердечно-сосудистых осложнений. Ультразвуковое исследование экстракраниальных сегментов сонных артерий и оценку параметров сосудистой жесткости наиболее целесообразно выполнять пациентам, имеющим низкий и умеренный риск по шкале SCORE, учитывая полученные результаты при применении метода классификационных деревьев. Выявление повышенных значений параметров АЖ позволяет избежать недооценки риска развития сердечно-сосудистых осложнений.

Выводы

1. У пациентов с АГ изменены значения параметров жесткости артерий по сравнению со здоровыми лицами.

2. СРПВ в аорте выше 11,15 м/с ассоциирована с высокой вероятностью наличия субклинического каротидного атеросклероза.

3. У пациентов с АГ и СА отмечаются более высокие показатели АЖ. Учитывая данную ассоциацию, последние могут быть рассмотрены в качестве предикторов развития атеросклероза.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Forouzanfar MH, Liu P, Roth GA, Ng M, Biryukov S, Marczak L et al. Global burden of hypertension and systolic blood pressure of at least 110 to 115 mm Hg, 1990–2015. *J Am Med Assoc.* 2017;317(2):165–182. doi:10.1001/jama.2016.19043
2. Баланова Ю. А., Шальнова С. А., Имаева А. Э., Капустина А. В., Муромцева Г. А., Евстифеева С. Е. и др. Распространенность артериальной гипертензии, охват лечением и его эффективность в Российской Федерации (данные наблюдательного исследования ЭССЕ-РФ-2). *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2019;15(4):450–466. doi:10.20996/1819-6446-2019-15-4-450-466 [Balanova YuA, Shalnova SA, Imaeva AE, Kapustina AV, Muromtseva GA, Evstifeeva SV et al. Prevalence,

awareness, treatment and control of hypertension in Russian Federation (data of observational ESSERF-2 Study). *Rat Pharmacother Cardiol.* 2019;15(4):450–466. doi:10.20996/1819-6446-2019-15-4-450-466. In Russian].

3. Недогода С. В., Чаляби Т. А. Сосудистая жесткость и скорость распространения пульсовой волны: новые факторы риска сердечно-сосудистых осложнений и мишени для фармакотерапии. *Болезни сердца и сосудов.* 2006;4:21–32. [Nedogoda SV, Chalyabi TA. Arterial stiffness and pulse wave velocity: new risk factors for cardiovascular disease and targets for pharmacotherapy. *Bolezni Serdtsa i Sosudov = Diseases of Heart and Vessels.* 2006;4:21–32. In Russian].

4. O'Rourke MF, Safar ME, Dzaou V. The Cardiovascular Continuum extended: aging effects on the aorta and microvasculature. *Vasc Med.* 2010;15(6):461–468. doi:10.1177/1358863X10382946

5. Бойцов С. А., Зайратьянц О. В., Андреев Е. М., Самородская И. В. Сравнение показателей смертности от ишемической болезни сердца среди мужчин и женщин старше 50 лет в России и США. *Российский кардиологический журнал.* 2017;(6):100–107. doi:10.15829/1560-4071-2017-6-100-107. [Boytsov SA, Zayratians OV, Andreev EM, Samorodskaya IV. Comparison of coronary heart disease mortality in men and women age 50 years and older in Russia and USA. *Russian Journal of Cardiology.* 2017;(6):100–107. doi:10.15829/1560-4071-2017-6-100-107. In Russian].

6. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet.* 2004;364(9438):937–952. doi:10.1016/S0140-6736(04)17018-9

7. Kaneko H, Yajima J, Oikawa Y, Matsuno S, Funada R, Tanaka S et al. Role of arterial stiffness and impaired renal function in the progression of new coronary lesions after percutaneous coronary intervention. *Cardiovasc Interv Ther.* 2013;28(1):56–62. doi:10.1007/s12928-012-0135-y

8. Zhang Y, Fang X, Hua Y, Tang Z, Guan S, Wu X 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

9. Кобалава Ж. Д., Конради А. О., Недогода С. В., Шляхто Е. В., Арутюнов Г. П., Баранова Е. И. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2020;25(3):3786. doi:10.15829/1560-4071-2020-3-3786. [Kobalava ZD, Konradi AO, Nedogoda SV, Shlyakhto EV, Arutyunov GP, Baranova EI et al. Arterial hypertension in adults. *Clinical Guidelines 2020. Russian Journal of Cardiology.* 2020;25(3):3786. doi:10.15829/1560-4071-2020-3-3786. In Russian].

10. Polonsky TS, Greenland P. CVD screening in low-risk, asymptomatic adults: clinical trials needed. *Nat Rev Cardiol.* 2012;9(10):599–604. doi:10.1038/nrcardio.2012.114

11. Васюк Ю. А., Иванова С. В., Школьник Е. Л., Котовская Ю. В., Миллягин В. А., Олейников В. Э. 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. [Vasyuk YA, Ivanova SV, Shkolnik EL, Kotovskaya YV, Milyagin VA, Oleynikov VE et al. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2016;15(2):4–19. doi:10.15829/1728-8800-2016-2-4-19. In Russian].

12. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55(13):1318–1327. doi:10.1016/j.jacc.2009.10.061

13. Ben-Shlomo Y, Spears M, Boustred C, May M, Anderson SG, Benjamin EJ et al. Aortic pulse wave velocity improves cardiovascular event prediction: an individual participant meta-analysis of prospective observational data from 17635 subjects. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(7):636–646. doi:10.1016/j.jacc.2013.09.063

14. Vitale C, Fini M, Speziale G, Chierchia S. Gender differences in the cardiovascular effects of sex hormones. *Fundam Clin Pharmacol*. 2010;24(6):675–685. doi:10.1111/j.1472-8206.2010.00817.x

15. Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Bornstein N et al. Mannheim carotid intima-media thickness and plaque consensus (2004–2006–2011). An update on behalf of the advisory board of the 3rd, 4th and 5th watching the risk symposia, at the 13th, 15th and 20th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, Brussels, Belgium, 2006, and Hamburg, Germany, 2011. *Cerebrovasc Dis*. 2012;34(4):290–296. doi:10.1159/000343145

16. Sugawara J, Hayashi K, Yokoi T. Carotid-femoral pulse wave velocity: impact of different arterial path length measurements. *Artery Res*. 2010;4(1):27–31. doi:10.1016/j.artres.2009.11.001

17. Wang KL, Cheng HM, Chuang SY, Spurgeon HA, Ting CT, Lakatta EG et al. Central or peripheral systolic or pulse pressure: which best relates to target organs and future mortality? *J Hypertens*. 2009;27(3):461–467. doi:10.1097/hjh.0b013e3283220ea4

18. Остроумова О. Д., Кочетков А. И., Копченков И. И., Гусева Т. Ф., Бондарец О. В. Жесткость сосудистой стенки у пациентов с артериальной гипертензией. Системные гипертензии. 2015;12(2):43–48. doi:10.26442/SG29073. [Ostroumova OD, Kochetkov AI, Kopchenov II, Guseva TF, Bondarec OV. The hardness of the vessel wall in patients with arterial hypertension. *Systemic Hypertension*. 2015;12(2):43–48. doi:10.26442/SG29073. In Russian].

19. Корнева В. А., Кузнецова Т. Ю. Оценка показателей жесткости артериальной стенки при суточном мониторингировании артериального давления. Терапевтический архив. 2016;88(9):119–124. doi:10.17116/terarkh2016889119-124. [Korneva VA, Kuznetsova TY. Assessment of arterial wall stiffness by 24-hour blood pressure monitoring. *Ter Arkh*. 2016;88(9):119–124. doi:10.17116/terarkh2016889119-124. In Russian].

Информация об авторах

Гумерова Виктория Евгеньевна — ассистент кафедры госпитальной терапии и кардиологии им. М. С. Кушаковского Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации;

Сайганов Сергей Анатольевич — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой госпитальной терапии и кардиологии им. М. С. Кушаковского Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации;

Гомонова Вероника Валерьевна — заместитель главного врача по терапии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Author information

Victoria E. Gumerova, MD, Assistant, Department of Hospital Therapy and Cardiology named after M. S. Kushakovsky, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov;

Sergey A. Sayganov, MD, PhD, Professor, Head, Department of Hospital Therapy and Cardiology named after M. S. Kushakovsky, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov;

Veronika V. Gomonova, MD, Deputy chief physician, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov.