

# Клинико-функциональные особенности артериальной жесткости у лиц пожилого возраста

И.Т. Муркамилов<sup>1,2</sup>, К.А. Айтбаев<sup>3</sup>, В.В. Фомин<sup>4</sup>, Ж.А. Муркамилова<sup>2</sup>, Н.А. Реджапова<sup>5</sup>, Ф.А. Юсупов<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Кыргызская государственная медицинская академия им. И.К. Ахунбаева, Бишкек, Киргизия;

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Кыргызско-Российский Славянский университет им. первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина», Бишкек, Киргизия;

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт молекулярной биологии и медицины, Бишкек, Киргизия;

<sup>4</sup>ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия;

<sup>5</sup>Ошский государственный университет, Ош, Киргизия

## Аннотация

**Цель.** Изучить клинико-функциональные особенности параметров артериальной жесткости у лиц пожилого возраста в зависимости от половых различий.

**Материалы и методы.** В исследование включены 497 пациентов терапевтического профиля в возрасте от 60 до 74 лет. Средний возраст обследованных составил 65,1±3,9 года. Всем пациентам проведено комплексное клинико-инструментальное обследование. Исследование параметров артериальной жесткости и центрального артериального давления (АД) проводилось на аппарате «АнгиоСкан-01» (компания «АнгиоСкан-Электроникс», Россия). В зависимости от половых различий вся выборка разделена на две сопоставимые по возрасту группы: женщины (n=287) и мужчины (n=210).

**Результаты.** В группе женщин уровни систолического (138±20 мм рт. ст. против 134±19 мм рт. ст.; p=0,018), центрального (137±20 мм рт. ст. против 133±19 мм рт. ст.; p=0,024), среднего (46±9 мм рт. ст. против 45±6 мм рт. ст.; p=0,018), пульсового АД (53±16 мм рт. ст. против 50±14 мм рт. ст.; p=0,038), величины двойного произведения (107,4±23,5 усл. ед. против 101,4±22,5 усл. ед.; p=0,004), аугментационного индекса – АИ [22,1 (13,5; 31,3)% против 15,9 (8,8; 24,9)%; p=0,005], индекса увеличения при частоте пульса 75 в минуту [23,2 (16,0; 30,5)% против 15,9 (9,2; 23,5)%; p=0,005] и продолжительности систолы в процентах (35,50±5,60 против 34,24±4,53; p=0,007) были достоверно выше, чем в группе мужчин. Кроме того, у мужчин отмечалось статистически значимое увеличение среднего значения альтернативного индекса жесткости (9,76±2,61 против 8,17±2,03; p=0,005) и зависимости величины АИ от возраста (p<0,05). В то же время в группе женщин регистрировалась статистически более значимая взаимосвязь параметров центральной и периферической гемодинамики с наличием повышенного АИ (p<0,05).

**Заключение.** У женщин пожилого возраста увеличение показателей систолического, центрального, среднего, пульсового АД ассоциируется с повышением АИ и ростом величины двойного произведения. В группе мужчин пожилого возраста повышение альтернативного индекса жесткости сосудов способствует увеличению длительности пульсовой волны. Статистически более выраженные корреляционные взаимосвязи между величиной АИ и клинико-гемодинамическими показателями регистрировались у женщин пожилого возраста.

**Ключевые слова:** артериальная жесткость, аугментационный индекс, центральное артериальное давление, пожилой возраст, половые различия

**Для цитирования:** Муркамилов И.Т., Айтбаев К.А., Фомин В.В., Муркамилова Ж.А., Реджапова Н.А., Юсупов Ф.А. Клинико-функциональные особенности артериальной жесткости у лиц пожилого возраста. Системные гипертензии. 2021; 18 (1): 31–36. DOI: 10.26442/2075082X.2021.1.200721

ORIGINAL ARTICLE

## Clinical and functional characteristics of arterial stiffness in elderly

Ilkhom T. Murkamilov<sup>1,2</sup>, Kubanych A. Aitbaev<sup>3</sup>, Viktor V. Fomin<sup>4</sup>, Zhamila A. Murkamilova<sup>2</sup>, Nodira A. Redzhapova<sup>5</sup>, Furkat A. Yusupov<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Bishkek, Kyrgyzstan;

<sup>2</sup>Kyrgyz Russian Slavic University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Bishkek, Kyrgyzstan;

<sup>3</sup>Scientific Research Institute of Molecular Biology and Medicine, Bishkek, Kyrgyzstan;

<sup>4</sup>Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia;

<sup>5</sup>Osh State University, Osh, Kyrgyzstan

## Abstract

**Aim.** Purpose of the study. To study the clinical and functional features of the parameters of arterial stiffness in the elderly, depending on gender differences.

**Materials and methods.** The study included 497 therapeutic patients aged from 60 to 74 years. The average age of the examined patients was 65.1±3.9 years. All patients underwent a comprehensive clinical and instrumental examination. The study of the parameters of arterial stiffness and central arterial pressure (BP) was carried out on the AngioScan-01 apparatus (AngioScan-Electronics, Russia). Depending on the sex differences, the entire sample was divided into two age-matched groups: women (n=287) and men (n=210).

**Results.** In the group of women, systolic levels (138±20 mm Hg vs 134±19 mm Hg; p=0.018), central (137±20 mm Hg vs 133±19 mm Hg; p=0.024), average (46±9 mm Hg vs 45±6 mm Hg; p=0.018), pulse BP (53±16 mm Hg vs 50±14 mm Hg; p=0.038), the value of the double product (107.4±23.5 conventional units vs 101.4±22.5 conventional units; p=0.004), augmentation in-

## Информация об авторах / Information about the authors

✉Муркамилов Илхом Торобекович – канд. мед. наук, и.о. доц. каф. факультетской терапии КГМА им. И.К. Ахунбаева, председатель правления Общества специалистов по хронической болезни почек Киргизии, нефролог, кардиолог, ГОУ ВПО «КРСУ им. первого Президента РФ Б.Н. Ельцина». E-mail: murkamilov.i@mail.ru

Айтбаев Кубаныч Авеночевич – д-р мед. наук, проф., рук. лаб. патологической физиологии НИИ молекулярной биологии и медицины, член правления Общества специалистов по хронической болезни почек Киргизии

✉Ilkhom T. Murkamilov – Cand. Sci. (Med.), Akhunbaev Kyrgyz State Medical Academy, Kyrgyz Russian Slavic University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin. E-mail: murkamilov.i@mail.ru

Kubanych A. Aitbaev – D. Sci. (Med.), Prof., Scientific Research Institute of Molecular Biology and Medicine

**For citation:** Murkamilov IT, Aitbaev KA, Fomin VV, Murkamilova ZA, Redzhapova NA, Yusupov FA. Clinical and functional characteristics of arterial stiffness in elderly. Systemic Hypertension. 2021; 18 (1): 31–36. DOI: 10.26442/2075082X.2021.1.200721

dex (AI) [22.1 (13.5, 31,3)% vs 15.9 (8.8; 24.9)%;  $p=0.005$ ], the increase index at a pulse frequency of 75 per minute [23.2 (16.0; 30.5)% vs 15.9 (9.2; 23.5)%;  $p=0.005$ ] and systole duration in percent [35.50±5.60 vs 34.24±4.53;  $p=0.007$ ] were significantly higher than in the group of men. In addition, men showed a statistically significant increase in the average value of the alternative stiffness index (9.76±2.61 vs 8.17±2.03;  $p=0.005$ ) and the dependence of the AI on age ( $p<0.05$ ). At the same time, a statistically more significant correlation of central and peripheral hemodynamic parameters with the presence of elevated AI ( $p<0.05$ ) was recorded in the group of women.

**Conclusion.** In older women, an increase in systolic, central, average, pulse BP is associated with an increase in AI and an increase in the magnitude of the double product. In the group of elderly men, the increase in the alternative vascular stiffness index contributes to an increase in the duration of the pulse wave. Statistically more pronounced correlation relationships between the value of the AI and clinical and hemodynamic parameters were recorded in elderly women.

**Keywords:** arterial stiffness, augmentation index, central arterial pressure, advanced age, sex differences

## Введение

Во всем мире отмечается увеличение абсолютного числа и пропорции людей пожилого возраста. Например, в США в 2030 г. каждый 5-й житель будет старше 65 лет, а к 2050 г. численность этой возрастной группы увеличится до 88,5 млн человек при 38,7 млн человек в 2008 г. [1]. В Кыргызской Республике в 2017 г. численность лиц пожилого возраста составила 7,9%, а ожидаемая продолжительность жизни – 67,2 и 75,4 года для мужчин и женщин соответственно. Очевидно, что в ближайшие годы число людей пожилого возраста в республике будет неуклонно расти. Это может привести к росту показателей смертности от болезней органов кровообращения, так как старение организма сопровождается рядом изменений со стороны сердечно-сосудистой системы, которые существенным образом влияют на продолжительность жизни пожилых людей.

Одним из ведущих механизмов возникновения и развития сердечно-сосудистых осложнений у пожилых лиц считаются функциональные и структурные изменения магистральных сосудов. Как известно, при старении уменьшаются эластичность и податливость сосудов, нарастает их жесткость, что выражается в росте общего периферического сопротивления [2]. Роль артериальной жесткости (АЖ) как интегрального показателя риска развития сердечно-сосудистых (ССЗ) и цереброваскулярных заболеваний (ЦВЗ) показана во многих, в том числе и наших, клинико-эпидемиологических работах [3, 4]. Несмотря на то, что за последние годы произошли значительные сдвиги в терапии ССЗ у лиц пожилого возраста, смертность пациентов с этими заболеваниями остается высокой. Как установлено, ухудшение параметров АЖ у пожилых лиц, с одной стороны, отражает далеко зашедшие изменения функции и геометрии артерий, а с другой – существенно влияет на гемодинамику, увеличивая постнагрузку на миокард и ухудшая коронарную перфузию.

В настоящее время аугментационный индекс (АИ) и скорость распространения пульсовой волны используются для оценки эластических свойств артерий и аорты [5]. АИ характеризует вклад давления отраженной волны в пульсовое артериальное давление (ПАД) и позволяет количественно оценить тип кривой пульсовой волны. В литературе имеется большое количество работ, посвященных изучению измене-

ний структуры и функции артериальной стенки под действием факторов риска ССЗ [6–10], в то же время практически отсутствуют работы, посвященные исследованию особенностей АЖ у пожилых лиц с учетом половых различий.

**Цель исследования** – изучение клинико-функциональных особенностей параметров АЖ у лиц пожилого возраста в зависимости от половых различий.

## Материалы и методы

В исследование включены 497 пациентов пожилого возраста терапевтического профиля, находившихся на обследовании и лечении в клинических отделениях кафедр факультетской терапии КГМА им. И.К. Ахунбаева и терапии №2 ГОУ ВПО «КРСУ имени первого Президента РФ Б.Н. Ельцина» г. Бишкек с сентября 2017 по октябрь 2018 г. За пожилой возраст принимали значения паспортного возраста от 60 до 74 лет [11]. Диагностика и лечение пациентов с артериальной гипертензией (АГ), коронарной болезнью сердца, бронхиальной астмой (БА), хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ), сахарным диабетом 2-го типа (СД 2) и ЦВЗ проводились в соответствии с существующими стандартами и рекомендациями. Исследование одобрено комитетом по вопросам этики КГМА им. И.К. Ахунбаева. Тип исследования – одномоментное поперечное. Для достижения поставленной цели все обследованные пациенты в зависимости от половых различий подразделены на 2 группы: в 1-ю ( $n=287$ ) вошли лица женского пола, во 2-ю ( $n=210$ ) – мужского пола. Во всех случаях проведено комплексное клиническое обследование. У всех пациентов выполнялся сбор анамнеза (длительность течения АГ и СД 2), подсчет числа сердечных сокращений (ЧСС), измерение роста и массы тела с расчетом индекса массы тела (ИМТ) по общепринятой формуле. Артериальное давление (АД) измеряли на правой и левой руке в положении больного сидя после 10-минутного отдыха 2 раза через 5 мин, в анализ включали среднее 2 измерений. ЧСС измеряли в течение 1 мин в положении больного сидя после отдыха. Дополнительно у всех пациентов рассчитывался показатель двойного произведения (ДП), косвенно отражающий обеспечение кислородом миокарда на высоте нагрузки по формуле Andersen (1974 г.):

$$\text{ДП} = \text{ЧСС} \times \text{систолическое АД (САД)} / 100.$$

Фомин Виктор Викторович – чл.-кор. РАН, д-р мед. наук, проф., рук. каф. факультетской терапии №1, проректор по научно-исследовательской и клинической работе ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет)

Муркамиллова Жамила Абдилалимовна – заочный аспирант медицинского фак-та ГОУ ВПО «КРСУ им. первого Президента РФ Б.Н. Ельцина»

Реджапова Нодира Абдулахатовна – аспирант медицинского фак-та ОшГУ, врач-невролог

Юсупов Фуркат Абдулахатович – д-р мед. наук, проф., рук. каф. неврологии, психиатрии и медицинской генетики медицинского фак-та ОшГУ, член правления Общества специалистов по хронической болезни почек Киргизии

Viktor V. Fomin – D. Sci. (Med.), Prof., Corr. Memb. RAS, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Zhamila A. Murkamilova – Graduate Student, Kyrgyz Russian Slavic University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin

Nodira A. Redzhapova – Graduate Student, Osh State University

Furkat A. Yusupov – D. Sci. (Med.), Prof., Osh State University

**Таблица 1. Клинико-инструментальные параметры обследованных групп пациентов**  
**Table 1. Clinical and instrumental parameters of the patient groups examined**

Показатели	Женщины (n=287)	Мужчины (n=210)	p
Возраст, лет	65,12±3,90	65,10±4,11	0,936
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	28,17±5,53	27,73±4,51	0,343
ЧСС, уд/мин	78±13	75±12	0,061
САД, мм рт. ст.	138±20	134±19	0,018
ДАД, мм рт. ст.	85±10	84±10	0,121
САД, мм рт. ст.	137±20	133±19	0,024
Среднее АД, мм рт. ст.	46±9	45±6	0,018
ПАД, мм рт. ст.	53±16	50±14	0,038
ДП, усл.ед.	107,4±23,5	101,4±22,5	0,004
SI	7,97±1,12	7,91±0,86	0,544
aSI	8,17±2,03	9,76±2,61	0,005
VA	62,66±13,07	60,41±13,38	0,061
SatO <sub>2</sub> мм рт. ст.	94,12±2,60	93,63±3,02	0,051
PD	788,6±132,0	809,9±130,8	0,075
ED	273,7±23,0	272,2±23,5	0,637
%ED	35,50±5,60	34,24±4,53	0,007
T1	102,1±12,2	109,1±12,5	0,005
T2	205,1±20,3	201,9±22,1	0,092
dTrp	103,0±21,5	92,8±21,4	0,005
AIp	22,1 (13,5; 31,3)	15,9 (8,8; 24,9)	0,005
AIp75	23,2 (16,0; 30,5)	15,9 (9,2; 23,5)	0,005
RI	42,5 (30,4; 55,8)	42,1 (30,4; 53,0)	0,332
AGI	-0,30(-0,40; -0,10)	-0,30 (-0,50; -0,10)	0,051
PWA	3,0 (3,2; 2,6)	2,9 (2,6; 3,2)	0,218
Длительность АГ, годы	7,0 (3,0; 13,0)	6,0 (3,0; -10,0)	0,500
Длительность СД 2, годы	10,0 (6,0; 15,0)	10,0 (5,0; 14,0)	0,515

**Примечание:** n – число пациентов, p – достоверность.

**Note:** n – number of patients, p – significance.

Исследование параметров АЖ и центрального АД (ЦАД) проводилось на аппарате «АнгиоСкан-01» (компания «АнгиоСкан-Электроникс», Россия) в соответствии с требованиями по подготовке испытуемого и процедуре проведения тестов [12]. За 24 ч до исследования исключались физические нагрузки и курение, прием кофеина, алкоголя и других стимуляторов.

В настоящем исследовании нами проанализированы следующие показатели АЖ: индекс аугментации (AIp) и жесткости (SI), альтернативный SI (aSI), возраст сосудистой системы (VA), возрастной индекс (AGI), индекс отражения (RI), индекс увеличения при частоте пульса (ЧП) 75 в минуту (ЧП=75; AIp75), длительность пульсовой волны (PD), амплитуда пульсовой волны (PWA), продолжительность систолы (ED), продолжительность систолы в процентах (%ED), время до 1-го пика (T1), время до 2-го пика (T2) и временной параметр (dTrp). AI рассчитывали как разницу между 2 и 1-м систолическими пиками давления пульсовой волны, выраженную в процентах от ПАД. Данный показатель характеризует вклад давления отраженной волны в ПАД и позволяет количественно оценить тип кривой пульсовой волны. Давлением аугментации принято называть разницу между давлением 1-го (T1) и 2-го (T2) систолического пика пульсовой волны. Именно эта часть ПАД существенно возрастает при повышении АЖ, обуславливая рост ЦАД и повышение постнагрузки на миокард левого желудочка (ЛЖ). AI вычисляли по формуле:

$$AIp = 100\% \times (D[T2] - D[T1]) / D[Tmax],$$

где D[Tn] – значение данных в момент n.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета программ Statistica 10.0 компании StatSoft. Для каждой группы рассчитывались средние величины (M), стандартные отклонения (SD). Определялся характер распределения переменных: при нормальном распределении применялись критерии Стьюдента, при ненормальном – Манна–Уитни. Данные представлены в виде M±SD и 25; 75% процентилей. При выборе метода сравнения данных учитывалась нормальность распределения признака в подгруппах. Для определения влияния на AI тех или иных факторов риска применяли корреляционный анализ. При определении взаимосвязей между различными параметрами использовался корреляционный анализ Пирсона. Статистически значимыми считали различия при p<0,05.

## Результаты

Средний возраст обследованных составил 65,1±3,9 года. Общая характеристика пациентов приведена в табл. 1. Из нее видно, что средние значения возраста, ИМТ, ЧСС и диастолического АД (ДАД) в обследованных группах значимо не различались (p>0,05). Показатели САД, ЦАД, среднего АД, ПАД и величина ДП достоверно выше в группе женщин пожилого возраста (p<0,05). В одноименной группе имело место также существенное увеличение AI [22,1 (13,5; 31,3)% против 15,9 (8,8; 24,9)%; p=0,005], AIp75 [23,2 (16,0; 30,5)% против 15,9 (9,2; 23,5)%; p=0,005], %ED (35,50±5,60 против 34,24±4,53; p=0,007), T1 (102,1±12,2 против 109,1±12,5; p=0,005) и dTrp (103,0±21,5 против 92,8±21,4; p=0,005) по сравнению с группой мужчин пожилого возраста (см. табл. 1). В то же время в группе мужчин

**Таблица 2. Клиническая и фармакологическая характеристика обследованных пациентов**  
**Table 2. Clinical and pharmacological characteristics of the patients examined**

Факторы риска и нозологические типы заболевания	Женщины (n=287)		Мужчины (n=210)		p
	абс.	%	абс.	%	
Курение	–		65	30,9	–
АГ	200	69,6	116	55,2	0,006
БА	6	2,0	4	1,9	0,781
Ишемическая болезнь сердца	30	10,4	33	15,7	0,046
Коморбидные заболевания	91	31,7	85	9,5	0,005
СД 2	40	13,9	34	16,1	0,535
ХОБЛ	20	6,9	45	21,4	0,005
ЦВЗ	22	7,6	8	3,8	0,005
Фармакологическая характеристика обследованных пациентов					
ИАПФ	57	19,8	31	14,7	0,150
БРА	34	11,8	15	7,1	0,005
ТПД	25	8,7	12	5,7	0,005
БКК	39	13,5	15	7,1	0,005
β-АБ (селективные)	61	21,2	28	13,3	0,020
Статины	15	5,2	14	6,6	0,069
Комбинация антигипертензивных препаратов	46	16,0	23	10,9	0,055

**Таблица 3. Корреляционный анализ в обследованных группах больных**  
**Table 3. Correlation analysis in the patient groups examined**

Параметры	Женщины (n=287)		Мужчины (n=210)	
	АИ, %			
	r	p	r	p
Возраст, лет	0,047	0,427	0,216	0,002
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	0,062	0,299	0,011	0,833
ЧСС, уд/мин	0,540	0,005	0,509	0,005
САД, мм рт. ст.	0,327	0,005	0,165	0,016
ДАД, мм рт. ст.	0,275	0,005	0,234	0,082
ЦАД, мм рт. ст.	0,345	0,005	0,215	0,002
ПАД, мм рт. ст.	0,249	0,005	0,165	0,017
Среднее АД, мм рт. ст.	0,327	0,005	0,165	0,016
ДП, усл. ед.	0,170	0,004	0,274	0,005

**Примечание:** r – корреляция.

**Note:** r – correlation.

отмечалось статистически значимое увеличение среднего значения аСИ (9,76±2,61 против 8,17±2,03;  $p=0,005$ ). Межгрупповой достоверной разницы в показателях сосудистого возраста, индекса отражения, степени насыщения периферической крови кислородом, PD, PWA, ED и T2 не получено ( $p>0,05$ ). В исследуемых когортах длительность течения АГ и СД 2 являлись схожими (см. табл. 1).

При анализе факторов риска установлено, что курение в анамнезе или в момент проведения исследования выявлялось у 30,9% мужчин (табл. 2). Частота АГ (69,5% против 55,2%;  $p=0,006$ ), коморбидной патологии (31,7% против 9,5%;  $p=0,005$ ) и ЦВЗ (7,6% против 3,8%;  $p=0,005$ ) оказалась достоверно выше в группе женщин по сравнению с лицами мужского пола. Напротив, доля лиц с коронарной болезнью сердца (15,7% против 10,4%;  $p=0,046$ ) и ХОБЛ (21,4% против 6,9%;  $p=0,005$ ) существенно выше среди мужчин. Исходно численность лиц с СД 2 и БА в обследованных группах была схожей (см. табл. 2).

Клинико-фармакологический анализ показал (см. табл. 2), что в группе женщин доля лиц, находящихся на режиме терапии блокаторами рецепторов ангиотензина II – БРА (11,8% против 7,1%;  $p=0,005$ ), тиазидоподобными диуретиками – ТПД (8,7% против 5,7%;  $p=0,005$ ), блокаторами кальциевых каналов – БКК (13,5% против 7,1%;  $p=0,005$ ) и β-адренобло-

каторами – β-АБ (21,2% против 13,3%;  $p=0,020$ ), существенно выше, чем в группе мужчин. Полученная межгрупповая разница по комбинированной антигипертензивной терапии не достигала статистически значимого порога ( $p=0,055$ ).

Для выявления ведущих факторов, оказывающих влияние на величину АИ у лиц пожилого возраста, проведен корреляционный анализ. При этом в качестве зависимой переменной выбран АИ, а в качестве независимых – показатели, которые могут оказать значимое влияние на прирост АИ: возраст, ИМТ, ЧСС, уровень САД, ДАД, ЦАД, среднего АД, ПАД и ДП (табл. 3). Для достижения поставленной цели исследования корреляционный анализ проведен в каждой группе отдельно. В группе женщин пожилого возраста основными факторами, оказывающими влияние на величину АИ, стали ЧСС ( $r=0,543$ ;  $p=0,005$ ), уровень САД ( $r=0,327$ ;  $p=0,005$ ), ДАД ( $r=0,275$ ;  $p=0,005$ ), ЦАД ( $r=0,345$ ;  $p=0,005$ ), среднего АД ( $r=0,327$ ;  $p=0,005$ ) и ПАД ( $r=0,249$ ;  $p=0,005$ ), а также величина ДП ( $r=0,170$ ;  $p=0,004$ ). В то же время в когорте пожилых мужчин прямая тесная взаимосвязь уровня АИ ассоциировалась с возрастом ( $r=0,216$ ;  $p=0,002$ ), ЧСС ( $r=0,509$ ;  $p=0,005$ ), уровнями САД ( $r=0,165$ ;  $p=0,016$ ), ЦАД ( $r=0,215$ ;  $p=0,002$ ), среднего АД ( $r=0,165$ ;  $p=0,016$ ), ПАД ( $r=0,165$ ;  $p=0,017$ ) и величиной ДП ( $r=0,274$ ;  $p=0,005$ ). Следует отметить, что в представленных группах не реги-

стрировалась связь АИ с ИМТ ( $p > 0,05$ ), а среди мужчин не получено зависимости АИ от уровня ДАД (см. табл. 3).

## Обсуждение

Возраст – важный немодифицируемый фактор риска развития ССЗ. Увеличение АИ связывают со структурно-функциональной перестройкой сосудов и возрастанием сердечно-сосудистого риска. Как правило, прирост АИ указывает на плохой прогноз при ССЗ [6]. По данным литературы, у лиц старческого возраста высокая жесткость артерий и изменения характера кровотока в большей мере выражены у женщин [13]. Факторы, определяющие повышенную АЖ у лиц женского пола, могут быть как независимыми, так и зависимыми от менопаузы. К числу первых относятся меньшие размеры тела и артерий [14]. Имеются сведения о том, что в онтогенезе изменения АЖ носят фазный характер. Так, в препубертатном периоде у девушек отмечаются выраженная АЖ и более высокое ПАД по сравнению с юношами. В то же время в репродуктивном периоде артерии у женщин более растяжимы, чем у мужчин, что ассоциируется с более низким риском развития ССЗ [15, 16]. В работе М. Snijder и соавт. (2004 г.) обсуждалась роль половых различий в распределении жира и формировании АЖ, реализуемых, в том числе, и через изменения гликемического профиля. Однако исследования показали, что если абдоминальное ожирение и ассоциируется с большей жесткостью периферических артерий, то это не касается центральных артерий [17]. Известно, что гипоандрогенемия у мужчин и гиперандрогенемия у женщин связаны с повышенным риском развития коронарных событий, однако данные в отношении АЖ отсутствуют [18, 19]. По данным J. Staessen и соавт. (1989 г.), у женщин в постменопаузе при сниженном уровне эстрогена отмечался непропорциональный рост АД – суррогатного маркера АЖ [20]. Позитивное влияние заместительной гормональной терапии на индексы АЖ и АД отмечено в исследовании С. Rajkumar и соавт. [21]. Обобщая эти данные, можно утверждать, что половые различия параметров АЖ у пожилых людей являются весьма перспективным прогностическим маркером для широкого спектра заболеваний. Мы показали, что у женщин пожилого возраста средние значения параметров гемодинамики (за исключением уровня ДАД) и АЖ достоверно выше (см. табл. 1) и более значимо коррелировали с величиной АИ (см. табл. 3) по сравнению с мужчинами пожилого возраста. На наш взгляд, это связано с тем, что в когорте женщин пожилого возраста численность лиц с АГ, ЦВЗ и коморбидными заболеваниями оказалась существенно выше (см. табл. 2).

Прирост АИ является результатом уплотнения крупных артерий эластического типа и увеличения скорости распространения пульсовой волны, соответственно, более раннего (в поздней систоле, а не в ранней диастоле) возвращения отраженной волны обратно к восходящей аорте. В результате САД в аорте повышается, а ДАД снижается, сдвигая дальше к мелким артериям пульсирующий, а не однородный кровоток [6]. Это приводит к повышению постнагрузки для ЛЖ и последующей ее гипертрофии, ухудшению условий коронарной перфузии, дегенерации мелких артерий, особенно в почках и головном мозге. Мелкие артерии этих органов в наибольшей степени расширены по сравнению с другими органами, и поэтому неравномерные пульсации передаются к их капиллярам сильнее. В результате этого наряду с ухудшением работы сердца развиваются когнитивные нарушения и почечная дисфункция [6]. В нашей работе межгрупповых различий по уровню ДАД не получено (см. табл. 1), а результаты корреляционного анализа проде-

монстрировали (см. табл. 3) в группе женщин достоверную прямую связь величины АИ с диастолическим уровнем АД, чего не отмечалось в когорте мужчин.

В более ранних наблюдательных исследованиях показано, что ПАД является независимым предиктором развития сердечно-сосудистых осложнений [22, 23]. Получены данные о тесной взаимосвязи между ЦАД, ССЗ и смертностью [24, 25], которые свидетельствуют о том, что ЦАД отражает взаимодействие ЛЖ с сосудистым руслом лучше, чем периферическое АД [6]. По данным отдельных исследований, ЦАД коррелирует с массой миокарда ЛЖ и его функцией [26]. В исследовании, проведенном нами ранее, получена связь АИ с лабораторными предикторами прогрессирования ССЗ и почечной дисфункцией [27]. Целесообразно отметить, что в нашем исследовании повышение АИ и других параметров АЖ в когорте пожилых женщин могло быть связано также с многочисленностью в этой группе лиц с АГ, ЦВЗ и коморбидными заболеваниями (см. табл. 2). Что касается фармакотерапевтических различий в группах исследуемых, то здесь отмечается значительный разрыв в показателях. Как это ни парадоксально, в группе женщин пожилого возраста лиц, принимающих БРА, ТПД, БКК,  $\beta$ -АБ, оказалось достоверно больше (см. табл. 2). Здесь следует отметить результаты исследования САФЕ (Conduit Artery Function Evaluation study), где показано, что ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (ИАПФ) в сочетании с БКК замедляют увеличение АЖ более эффективно, чем комбинация  $\beta$ -АБ с диуретиками, независимо от степени снижения АД [28]. Накопленные данные свидетельствуют о том, что указанные фармакологические препараты способны уменьшить АЖ и снизить сердечно-сосудистые риски [29]. В частности, показано, что положительное влияние на параметры АЖ оказывают ИАПФ [30] и БРА [31] независимо от уровня АД. В работе К. Ferrigier и соавт. (2002 г.) установлено, что статины улучшают эластичность артерий у пациентов с семейной гиперхолестеринемией [32]. Повышение аСИ и тенденция увеличения длительности пульсовой волны в группе мужчин пожилого возраста можно объяснить более частой встречаемостью среди них случаев курения сигарет (30,9%). К тому же в указанной группе преобладали лица с ишемической болезнью сердца и ХОБЛ статистически достоверно (см. табл. 2). Влияние курения как фактора риска на развитие ишемической болезни сердца, возникновение ХОБЛ и ремоделирование сосудов признается всеми исследователями.

## Заключение

У обследованных женщин пожилого возраста увеличение САД, ЦАД, среднего АД, ПАД ассоциируется с повышением АИ, ростом величины ДП, удлинением продолжительности систолы в процентах и параметра «время до первого пика». В группе мужчин пожилого возраста отмечались повышение аСИ и тенденцию увеличения длительности пульсовой волны. Статистически более выраженные корреляционные взаимосвязи между величиной АИ и клинико-гемодинамическими показателями регистрировались у женщин пожилого возраста. Учитывая полученные результаты, необходимо проведение (с целью вторичной профилактики) более тщательного мониторинга и своевременной коррекции параметров АЖ и показателей гемодинамики у пожилых лиц, особое внимание при этом следует уделить женщинам пожилого возраста.

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

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

## Литература/References

- Lim MA, Townsend RR. Arterial compliance in the elderly: its effect on blood pressure measurement and cardiovascular outcomes. *Clin Geriatr Med* 2009; 25 (2): 191–205. DOI: 10.1016/j.cger.2009.01.001
- Конради А.О. Молодой и пожилой пациент с артериальной гипертензией: особенности лечения. Артериальная гипертензия. 2014; 20 (5): 406–14 [Konradi AO. Hypertension treatment in the young age and in the elderly. *Arterial'naya Gipertenziya (Arterial Hypertension)*. 2014; 20 (5): 406–14 (in Russian)]. DOI: 10.18705/1607-419X-2014-20-5-406-414
- Рогоза А.Н., Кавешников В.С., Трубачева И.А., и др. Состояние сосудистой стенки в популяции взрослого населения РФ на примере жителей города Томск, по данным исследования ЭССЕ-РФ. Системные гипертензии. 2014; 11 (4): 42–8 [Ragoza AN, Kaveshnikov VS, Trubacheva IA, et al. Vascular wall in adult population of Tomsk in the framework of the project ESSAY RF. *Systemic Hypertension*. 2014; 11 (4): 42–8 (in Russian)].
- Муркамилов И.Т., Сабиров И.С., Фомин В.В., и др. Оценка нефроцеребрального риска с использованием цистатина С у больных хронической болезнью почек. Журн. неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. 2018; 118 (9): 10–6 [Murkamirov IT, Sabirov IS, Fomin VV, et al. Evaluation of nephrocerebral risk using cystatin C in patients with chronic kidney disease. *Zhurnal Nevrologii i Psikhiiatrii imeni S.S.Korsakova*. 2018; 118 (9): 10–6 (in Russian)]. DOI: 10.17116/jnevro201811809110
- Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.Л., и др. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2016; 15 (2): 4–19 [Vasyuk YA, Ivanova SV, Shkolnik EL, et al. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2016; 15 (2): 4–19 (in Russian)]. DOI: 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19
- Laurent S, Cockcroft J, van Bortel L, et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J* 2006; 27: 2588–605. DOI: 10.1093/eurheartj/ehl254
- Железнова Е.А., Жернакова Ю.В., Чазова И.Е., и др. Жесткость сосудистой стенки у лиц молодого возраста с абдоминальным ожирением и ее связь с разными жировыми депо. Системные гипертензии. 2018; 15 (4): 76–82 [Zheleznova EA, Zhernakova YuV, Chazova IE, et al. Communication of subcutaneous, visceral, periaortic, epicardial fat and metabolic parameters with arterial stiffness in young people with abdominal obesity. *Systemic Hypertension*. 2018; 15 (4): 76–82 (in Russian)]. DOI: 10.26442/2075082X.2018.4.180131
- Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. Prediction of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality With Arterial Stiffness. A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55 (13): 1318–27. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.10.061
- Arnold N, Gori T, Schnabel RB, et al. Relation between Arterial Stiffness and Markers of Inflammation and Hemostasis—Data from the Population-based Gutenberg Health Study. *Scientific Reports* 2017; 7 (1): 6346. DOI: 10.1038/s41598-017-06175-2
- Оскола Е.В., Шубина А.Т., Заирова А.Р., и др. Эластические свойства сосудов, показатели функционального состояния почек и почечного кровотока у больных с ишемической болезнью сердца, гипертонической болезнью и сопутствующим сахарным диабетом 2-го типа. Сахарный диабет. 2014; 3: 96–106 [Oskola EV, Shubina AT, Zairova AR, et al. Arterial stiffness, renal function and renal blood flow in patients with coronary artery disease, arterial hypertension and type 2 diabetes mellitus. *Saharnyi Diabet*. 2014; 3: 96–106 (in Russian)]. DOI: 10.14341/DM2014396-106
- Всемирная организация здравоохранения. Всемирный доклад о старении и здоровье. 2016. Режим доступа: <http://www.who.int/ageing/publications/world-report-2015/ru>. Ссылка активна на 28.01.2016 [Vsemirnaya organizatsiya zdoravookhraneniya. *Vsemirnyy doklad o starenii i zdorov'e*. 2016. Available at: <http://www.who.int/ageing/publications/world-report-2015/ru>. Accessed 28.01.2016 (in Russian)].
- Парфенов А.С. Ранняя диагностика сердечно-сосудистых заболеваний с использованием аппаратно-программного комплекса «Ангиоскан-01». Поликлиника. 2012; 2 (1): 70–4 [Parfenov AS. Early diagnosis of cardiovascular diseases using hardware-software complex "Angioscan-01". *Poliklinika*. 2012; 2 (1): 70–4 (in Russian)].
- Fortier C, Agharazii M. Arterial stiffness gradient. *Pulse* 2015; 3 (3–4): 159–66. DOI: 10.1159/000438852
- Smulyan H, Asmar RG, Rudnicki A, et al. Comparative effects of aging in men and women on the properties of the arterial tree. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 1374–80. DOI: 10.1016/S0735-1097(01)01166-4
- Ahimastos AA, Formosa M, Dart AM, Kingwell BA. Gender differences in large artery stiffness pre- and post puberty. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 5375–80. DOI: 10.1210/jc.2003-030722
- Bulpitt CJ, Rajkumar C, Cameron JD. Vascular Compliance as a measure of biological age. *J Am Geriatr Soc* 1999; 47: 657–63. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1999.tb01586.x
- Snijder MB, Henry RM, Visser M, et al. Regional body composition as a determinant of arterial stiffness in the elderly: the HOORN study. *J Hypertens* 2004; 22: 2339–47.
- Dockery F, Agarwal S, Donaldson M, Bulpitt CJ. Androgen suppression in men leads to increased arterial stiffness and hyperinsulinaemia. *Clin Sci* 2003; 104: 195–201. DOI: 10.1042/cs1040195
- Dockery F, Bulpitt CJ, Agarwal S, et al. Effect of androgen suppression compared with androgen receptor blockade on arterial stiffness in men with prostate cancer. *J Androl* 2009; 30: 410–5. DOI: 10.2164/jandrol.108.006924
- Staessen JA, Bulpitt CJ, Fagard R, et al. The influence of menopause on blood pressure. Hypertension in postmenopausal women. Springer, Berlin, Heidelberg 1994; p. 15–26. DOI: 10.1007/978-3-642-79077-5\_3
- Rajkumar C, Kingwell BA, Cameron JD, et al. Hormonal therapy increases arterial compliance in postmenopausal women. *JACC* 1997; 30: 350–6. DOI: 10.1016/S0735-1097(97)00191-5
- Gordin D, Wadén J, Forsblom C, et al. Pulse pressure predicts incident cardiovascular disease but not diabetic nephropathy in patients with T1D (The FinnDiane Study). *Diabetes Care* 2011; 34: 886–91. DOI: 10.2337/dc10-2013
- Groop PH, Thomas MC, Moran JL, et al. The presence and severity of chronic kidney disease predicts all-cause mortality in Type 1 D. *Diabetes* 2009; 58: 1651–8. DOI: 10.2337/db08-1543
- Benjo AM, Ryouo S, White AR, et al. Arginase inhibition attenuates vascular stiffness in aged rats. *Eur Heart J* 2006; 27: 876.
- Boutouyrie P, Tropeano AI, Asmar R, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study. *Hypertension* 2002; 39: 10–5.
- Wohlfahrt P, Wichterle D, Seidlerová J, et al. Relation of central and brachial blood pressure to left ventricular hypertrophy. The Czech Post-MONICA Study. *J Hum Hypertens* 2012; 26: 14. DOI: 10.1038/jhh.2011.78
- Муркамилов И.Т., Сабиров И.С., Айтбаев К.А., и др. Почечная дисфункция и показатели артериальной жесткости у лиц пожилого и старческого возраста. Успехи геронтологии. 2018; 4 (31): 549–55 [Murkamirov IT, Sabirov IS, Aitbaev KA, et al. Renal dysfunction and indicators of arterial hormity in persons of elderly and senile age. *Advances in gerontology*. 2018; 4 (31): 549–55 (in Russian)].
- Williams B, Lacy PS, Thom SM, et al. Differential impact of blood pressure—lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study. *Circulation* 2006; 113: 1213–25.
- McEniery CM, Schmitt M, Qasem A, et al. Nebivolol increases arterial distensibility in vivo. *Hypertension* 2004; 44: 305–10.
- Tropeano AI, Boutouyrie P, Pannier B, et al. Brachial pressure-independent reduction in carotid stiffness after long-term angiotensin-converting enzyme inhibition in diabetic hypertensives. *Hypertension* 2006; 48 (1): 80–6.
- Karalliedde J, Smith A, DeAngelis L, Miranda V, et al. Valsartan improves arterial stiffness in type 2 diabetes independently of blood pressure lowering. *Hypertension* 2008; 51: 1617–23.
- Ferrier KE, Muhlmann MH, Baquet JP, et al. Intensive cholesterol reduction lowers blood pressure and improves large artery stiffness in ISH. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 1020–5. DOI: 10.1016/S0735-1097(02)01717-5

Статья поступила в редакцию / The article received: 07.09.2020

Статья принята к печати / The article approved for publication: 23.03.2021



OMNIDOCTOR.RU