

СОСТОЯНИЕ СОСУДИСТОЙ СТЕНКИ У МУЖЧИН МОЛОДОГО И СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА С ОЖИРЕНИЕМ

А.А. Михайлов¹✉, Ю.Ш. Халимов^{1, 2}, Ю.Е. Рубцов¹, С.В. Гайдук¹, Р.Т. Велибеков¹

¹ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерство обороны Российской Федерации; Россия, г. Санкт-Петербург

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Россия, г. Санкт-Петербург

Резюме

Цель исследования: оценить состояние сосудистой стенки у мужчин с ожирением.

Дизайн: проспективное исследование.

Материалы и методы. В исследование включены 294 мужчины в возрасте от 34 до 59 лет (средний возраст — $43,15 \pm 8,6$ года) с нормальной массой тела и ожирением, у которых значения систолического и диастолического артериального давления при офисном измерении были менее 140 и 90 мм рт. ст. соответственно, а при проведении суточного мониторирования артериального давления — менее 130 и 80 мм рт. ст. соответственно. В зависимости от индекса массы тела (ИМТ) обследуемые разделены на три группы: 1-я группа — 105 человек с нормальным ИМТ, 2-я группа — 93 пациента с ожирением 1-й степени, 3-я группа — 96 больных с ожирением 2-й степени.

Результаты. Увеличение массы тела приводит к повышению концентрации лептина в крови, что может определять положительную взаимосвязь между избыточной массой тела и жесткостью сосудистой стенки. Индекс Cardio-Ankle Vascular Index повышался пропорционально увеличению массы тела ($p < 0,001$). При оценке функции эндотелия ИМТ коррелировал с коэффициентом атерогенности ($p < 0,001$).

Заключение. Обнаружена взаимосвязь показателей жесткости артериальной стенки и ИМТ у здоровых в остальном мужчин с ожирением 1-й и 2-й степени. Снижение эластичности сосудистой стенки взаимосвязано с избыточной массой тела и ожирением. Исследование жесткости артериальной стенки следует проводить у мужчин с избыточной массой тела и ожирением в рамках оценки сердечно-сосудистого риска и ранней профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Необходимо продолжить изучение взаимосвязи между показателями ожирения и жесткостью артериальной стенки сосудов.

Ключевые слова: ожирение, избыточная масса тела, жесткость сосудистой стенки, скорость пульсовой волны, сосудистый возраст, молодой и средний возраст.

Для цитирования

Михайлов А.А., Халимов Ю.Ш., Рубцов Ю.Е., Гайдук С.В., Велибеков Р.Т. Состояние сосудистой стенки у мужчин молодого и среднего возраста с ожирением. Вестник терапевта. 2023;1(56). URL: <https://journaltherapy.ru/statyi/sostojanie-sosudistoj-stenki-u-muzhchin-molodogo-i-srednego-vozrasta-s-ozhireniem/> (дата обращения: дд.мм.гг.)

Авторы

Михайлов Алексей Анатольевич✉ — адъюнкт при кафедре военно-полевой терапии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6. eLIBRARY.RU SPIN: 3957-6107. <http://orcid.org/0000-0001-5656-2764>. E-mail: auri8@mail.ru

Халимов Юрий Шавкатович — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой терапии факультетской с курсом эндокринологии, кардиологии с клиникой имени Г.Ф. Ланга ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России; начальник кафедры военно-полевой терапии

Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6. eLIBRARY.RU SPIN: 7315-6746. <http://orcid.org/0000-0002-7755-7275>. E-mail: yushkha@gmail.com

Рубцов Юрий Евгеньевич — к. м. н., преподаватель кафедры военно-полевой терапии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6. eLIBRARY.RU SPIN: 1096-5120. <http://orcid.org/0000-0002-1865-4251>. E-mail: rubtsovyuri@yandex.ru

Гайдук Сергей Валентинович — д. м. н., доцент, заместитель начальника кафедры военно-полевой терапии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6. eLIBRARY.RU SPIN: 8602-4922. E-mail: gaiduksergey@mail.ru

Велибеков Руслан Тейханович — ординатор Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. 194044, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6. eLIBRARY.RU SPIN: 5406-2909. <http://orcid.org/0000-0002-1223-1194>. E-mail: mr.ruslan.velibecov@gmail.com

THE STATE OF THE VASCULAR WALL IN YOUNG AND MIDDLE-AGED MEN WITH OBESITY

A.A. Mikhailov¹✉, Yu.Sh. Khalimov^{1,2}, Yu.E. Rubtsov¹, S.V. Gaiduk¹, R.T. Velibekov¹

¹ Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education “Military Medical Academy named after S.M. Kirov” of the Ministry of Defense of the Russian Federation; 6 Academician Lebedev Str., Saint Petersburg, Russian Federation 194044

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University” of the Ministry of Healthcare of Russian Federation; 6-8 Lev Tolstoy Str., Saint Petersburg, Russian Federation 197022

Abstract

Study Objective: To assess the condition of the vascular wall in obese men.

Study Design: Prospective study.

Materials and methods. The study included 294 men aged 34 to 59 years (average age — 43.15 ± 8.6 years) with normal body weight and obesity, whose systolic and diastolic blood pressure values at office measurement were less than 140 and 90 mm Hg, respectively, and during daily monitoring of blood pressure less than 130 and 80 mmHg, respectively. Depending on the body mass index (BMI), the subjects were divided into three groups: group 1 — 105 people with normal BMI, group 2 — 93 patients with obesity of the 1st degree, group 3 — 96 patients with obesity of the 2nd degree.

Study Results. An increase in body weight leads to an increase in the concentration of leptin in the blood, which can determine a positive relationship between overweight and vascular wall stiffness. The Cardio-Ankle Vascular Index increased in proportion to the increase in body weight ($p < 0.001$). When assessing endothelial function, BMI correlated with the atherogenicity coefficient ($p < 0.001$).

Conclusion. The relationship between arterial wall stiffness and BMI was found in otherwise healthy men with obesity of the 1st and 2nd degree. A decrease in the elasticity of the vascular wall is associated with overweight and obesity. The study of arterial wall stiffness should be carried out in overweight and obese men as part of the assessment of cardiovascular risk and early prevention of cardiovascular diseases. It is necessary to continue studying the relationship between obesity rates and arterial vascular wall stiffness.

Keywords: obesity, overweight, vascular wall stiffness, pulse wave velocity, vascular age, young and middle age.

For citation

Mikhailov A.A., Khalimov Yu.Sh., Rubtsov Yu.E., Gaiduk S.V., Velibekov R.T. The state of the vascular wall in young and middle-aged men with obesity. Therapist`s Bulletin. 2023;1(56). (in Russian). URL: <https://journaltherapy.ru/statyi/sostojanie-sosudistoj-stenki-u-muzhchin-molodogo-i-srednego-vozrasta-s-ozhireniem/> (date of access: dd.mm.гг.)

Введение

В настоящее время представляет интерес изучение взаимосвязи ожирения с различными метаболическими и сосудистыми нарушениями. Висцеральное, или абдоминальное, ожирение рассматривается как наиболее значимый фактор риска развития таких состояний, как СД 2 типа, АГ и ИБС [1].

Несмотря на очевидную взаимосвязь между сердечно-сосудистыми заболеваниями и ожирением, механизмы, лежащие в основе этого, требуют дальнейшего изучения [2]. Классический ИМТ является основным методом диагностики ожирения в рутинной практике, однако однозначная корреляция между ИМТ и метаболическими нарушениями не прослеживается [3].

Остается нерешенным вопрос ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с ожирением. Повышение жесткости артериальной стенки — наиболее раннее проявление этого процесса и важнейшее звено в патогенезе ХСН, АГ и ИБС [4]. Немаловажен также рациональный выбор методики диагностики нарушений сосудистой жесткости, поскольку различные методики имеют разные чувствительность и специфичность [5].

Основной метод оценки состояния сосудистой стенки — УЗИ комплекса интима-медиа (КИМ) общих сонных артерий. Толщина КИМ является ультразвуковым маркером ранних атеросклеротических поражений сосудистой стенки. Показатель отражает местные изменения сонных артерий, а также свидетельствует о распространенности атеросклероза [6].

Объемная сфигмография представляет наибольший интерес как скрининговая методика. Она позволяет неинвазивно и с высокой точностью определять широкий спектр показателей сосудистых нарушений [7, 8]. Данное исследование направлено на изучение состояния сосудистой стенки у лиц молодого и среднего возраста с избыточной массой тела с целью разработки в дальнейшем принципов ранней диагностики сосудистых нарушений в упомянутых группах на доклиническом этапе [9].

Цель исследования: оценить состояние сосудистой стенки у мужчин с ожирением.

Материалы и методы

В исследование включены мужчины молодого и среднего возраста, проходившие диспансеризацию в клинике военно-полевой терапии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в период с 2017 по 2022 г. Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен местным этическим комитетом. Формирование анализируемой группы проходило в рамках проспективного научного исследования «Метаболические и сосудистые аспекты дисфункции жировой ткани у мужчин с нормальной массой тела и ожирением».

В исследование вошли 294 мужчины в возрасте от 34 до 59 лет (средний возраст — $43,15 \pm 8,6$ года) с нормальной массой тела и ожирением, у которых значения систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления при офисном измерении были менее 140 и 90 мм рт. ст. соответственно, а при проведении суточного мониторинга АД (СМАД) — менее 130 и 80 мм рт. ст. соответственно.

В зависимости от ИМТ обследуемые разделены на три группы: 1-я группа — 105 человек с нормальным ИМТ, 2-я группа — 93 пациента с ожирением 1-й степени, 3-я группа — 96 больных с ожирением 2-й степени. Критериями включения являлись: 1) возраст старше 34 лет; 2) отсутствие приема каких-либо медикаментозных препаратов на постоянной основе; 3) отсутствие гемодинамически значимых стенозов брахиоцефальных артерий и артерий нижних конечностей; 4) наличие письменного информированного согласия на участие в исследовании.

Из исследования исключались лица с ИБС, СД, нестабильной стенокардией, инфарктом миокарда, сердечной недостаточностью, атеросклерозом брахиоцефальных артерий и артерий нижних конечностей в анамнезе, а также перенесшие кардиохирургические вмешательства.

Все мужчины проходили клиническое обследование, накануне которого исключали прием алкоголя и тонизирующих напитков, а за 2 часа — курение. Исследование включало оценку антропометрических показателей: массы тела, роста, окружности талии, окружности бедер, ИМТ (индекс Кетле — масса тела, кг/рост, м²). У всех участников производились СМАД, ЭхоКГ, сфигмография, биоимпедансометрия. СМАД выполняли в амбулаторных условиях с использованием аппарата VPLab (ООО «Петр Телегин», Россия). Интервалы измерения АД в активное время суток составляли 20 мин, во время сна — 40 мин.

ЭхоКГ осуществляли трансторакальным доступом в М- и В-режимах на аппарате экспертного класса GE Vivid E95 (General Electric, Израиль). Оценивались такие структурно-функциональные параметры, как объем левого и правого предсердий, конечный диастолический и конечный систолический размеры левого желудочка (ЛЖ), масса миокарда ЛЖ, индекс массы миокарда ЛЖ и др.

Для оценки выраженности атеросклеротических изменений и определения толщины КИМ делали УЗИ общей сонной артерии ультразвуковым аппаратом Sonos 5500 (Philips, США) с линейным датчиком с частотой 3,0–11,0 МГц. Объемную сфигмографию проводили на аппарате VaSera-VS 1500 (Fucuda Denshi, Япония) с автоматическим определением индекса Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI) [10].

Для статистической обработки результатов применяли программу Statistica 10.0. При статистической обработке данных нормальность распределения определяли по критерию Колмогорова — Смирнова. Данные представляли как $M \pm SD$ (M — средняя, SD — стандартное отклонение) при нормальном распределении и как медиану (25-й и 75-й перцентили) при ненормальном

распределении. Для сравнения двух групп использовали критерий Манна — Уитни, различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. С целью определения взаимосвязи состояния сосудистой стенки с индексом, оценивающим жесткость сосудистой стенки (CAVI), проведен корреляционный анализ по методам Пирсона и Спирмена.

Результаты

В *таблицах 1 и 2* представлены характеристики обследованных пациентов. Все антропометрические показатели, а также САД и ДАД, толщина КИМ, индекс CAVI, индекс атерогенности были значимо выше у пациентов 2-й и 3-й групп.

Таблица 1

Характеристики всех обследованных пациентов (n = 294)

Показатель	M ± SD/Me	95% доверительный интервал/Q ₁ -Q ₃	Min	Max
Возраст, годы	43,15	42–49	34	59
Масса тела, кг	90,11	82–102	70	121
Индекс массы тела, кг/м ²	29,26	26–31	20	33,3
Адипонектин, нг/мл	7,14	5–8	3	25
Лептин, нг/мл	7,22	4–10	0	37
Лipoproteины очень низкой плотности, ммоль/л	1,13	0–1	0	2
Общий холестерин, ммоль/л	6 ± 1	5–6	3	8
Лipoproteины низкой плотности, ммоль/л	3 ± 1	3–4	1	6
Лipoproteины высокой плотности, ммоль/л	1,11 ± 0,26	0,85–1,36	0,85	2,4
Коэффициент атерогенности	3,21 ± 1,22	2,4–3,79	1,52	4,86
Cardio-Ankle Vascular Index	7,1 ± 1,1	6–7	5	9
Комплекс интима-медиа общей сонной артерии, мм	0,94	0,7–1	0,5	1,2
Индекс массы миокарда левого желудочка, г/м ²	89,42 ± 17,62	83–94	59	127
Фракция выброса левого желудочка, %	67,12	64–68	60	77

Таблица 2

Характеристики больных разных групп, средний квартиль (50%) [нижний и верхний квартили (25%; 75%)]

Показатель	1-я группа (n = 105)	2-я группа (n = 93)	3-я группа (n = 96)
Возраст, годы	42,0 [42; 49]*	43,2 [42; 50]	43,8 [43; 52]
Масса тела, кг	78,1 [72; 80]*	82,9 [80; 88]	91,6 [90; 102]
Индекс массы тела, кг/м ²	26,1 [25,8; 27]*	28,4 [28; 29]	31,6 [30; 33]
Адипонектин, нг/мл	7,46 [5; 8]*	7,36 [5; 8]	7,0 [5; 8]
Лептин, нг/мл	4,7 [4; 10]*	6,54 [4; 10]	9,6 [4; 10]
Коэффициент атерогенности	3,22 [2,1; 3,6]*	3,24 [2; 3,6]	3,47 [2,2; 3,8]
Cardio-Ankle Vascular Index	6,9 [6,0; 7,4]*	7,0 [6,2; 7,6]	7,88 [6,2; 9,0]
Комплекс интима-медиа общей сонной артерии, мм	0,89 [0,7; 1,1]*	0,91 [0,7; 1,12]	0,94 [0,7; 1,2]

* Отличия от 2-й и 3-й групп статистически значимы ($p < 0,05$).

При оценке связи уровня лептина и ИМТ установлена заметной тесноты прямая корреляция ($p < 0,05$). Наблюдаемая зависимость показателя лептина от ИМТ описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{лептин}} = 0,854 \times X_{\text{ИМТ, кг/м}^2} - 16,964.$$

При увеличении ИМТ на 1 следует ожидать повышения показателя лептина на 0,854. Полученная модель объясняет 34,1% наблюдаемой дисперсии значения лептина (рис. 1).

При определении связи ИМТ и уровня адипонектина выявлена слабой тесноты обратная корреляция ($p < 0,44$). Зависимость ИМТ от показателя адипонектина описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{ИМТ, кг/м}^2} = -0,101 \times X_{\text{адипонектин}} + 29,873.$$

При увеличении показателя адипонектина на 1 следует ожидать уменьшения значения ИМТ на 0,101 (рис. 2).

Установлено, что индекс CAVI повышался пропорционально увеличению массы тела ($p < 0,001$). При оценке функции эндотелия ИМТ коррелировал с коэффициентом атерогенности ($p < 0,001$).

При оценке связи толщины КИМ и показателя CAVI найдена умеренной тесноты прямая корреляция ($p = 0,338$). Наблюдаемая зависимость толщины КИМ от CAVI описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{КИМ (ОСА)}} = 0,033 \times X_{\text{L-CAVI}} + 0,665.$$

При возрастании CAVI на 1 следует ожидать повышения толщины КИМ общей сонной артерии на 0,033 (рис. 3).

Обсуждение

Показатели абдоминального и висцерального ожирения имеют значимую взаимосвязь с жесткостью артериальной стенки у мужчин [11]. Физиологические механизмы, обуславливающие связь жировой ткани организма с жесткостью артериальной стенки, изучены слабо. Наиболее вероятное объяснение подразумевает участие в процессе изменения чувствительности к инсулину, активации ренин-ангиотензивной системы и симпатической нервной системы с последующим повышением тонуса гладкой мускулатуры [12].

Увеличение массы тела приводит к повышению концентрации лептина в крови, что может определять положительную взаимосвязь между избыточной массой тела и жесткостью сосудистой стенки, в соответствии с результатами Балтиморского проспективного исследования процесса старения [13]. Продукция адипокинов может оказывать разное влияние на жесткость артериальной стенки [14].

При этом взаимосвязь между жесткостью сосудистой стенки и ожирением остается весьма противоречивой [15]. Жесткость артериальной стенки увеличивалась по мере роста ИМТ у лиц среднего возраста с ожирением [16]. Показатели жесткости артериальной стенки у обследованных нами здоровых в остальном мужчин с ожирением имеют взаимосвязь с ИМТ [17], что согласуется с полученными нами результатами.

Рисунок 1

Взаимосвязь уровня лептина и индекса массы тела (ИМТ)

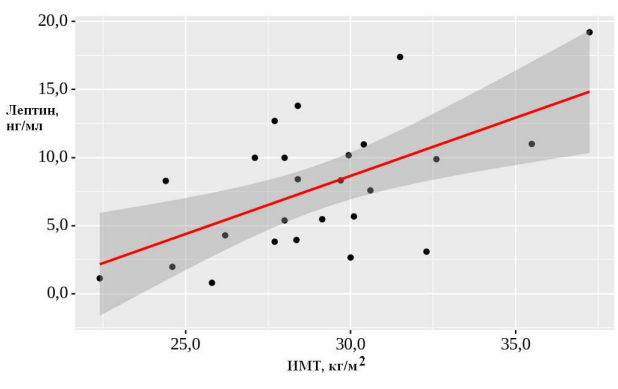


Рисунок 2

Взаимосвязь уровня адипонектина и индекса массы тела (ИМТ)

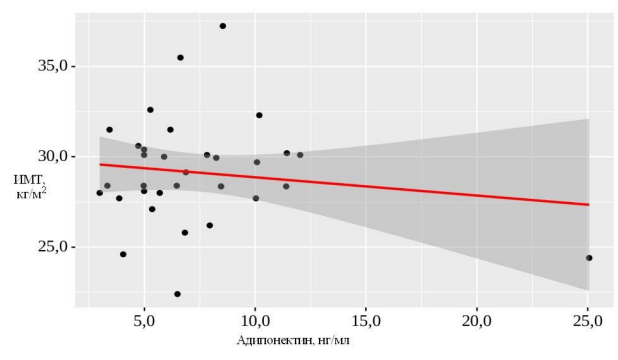
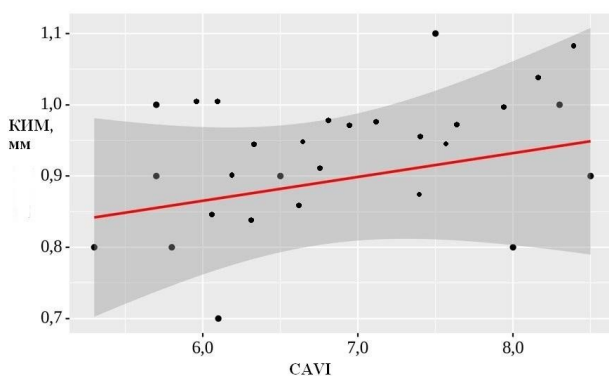


Рисунок 3

Взаимосвязь индекса Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI) и толщины комплекса интима-медиа (КИМ)



Заключение

Снижение эластичности сосудистой стенки взаимосвязано с избыточной массой тела и ожирением. Полученные результаты исследования предполагают зависимость развития сосудистой дисфункции у лиц с ожирением. Исследование

жесткости артериальной стенки необходимо следует у мужчин с избыточной массой тела и ожирением в рамках оценки сердечно-сосудистого риска и ранней профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Необходимо продолжить изучение взаимосвязи между показателями ожирения и жесткостью артериальной стенки сосудов.

Литература

1. Крюков Е.В., Чернецов В.А., Казаков С.П., Середа В.Т. и др. Метаболический синдром у военнослужащих контрактной службы. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2016; 4: 39–41. [Krjukov E.V., Chernecov V.A., Kazakov S.P., Sereda V.T. et al. Metabolic syndrome at the contract servicemen. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2016; 4: 39–41. (in Russian)]
2. Парцерняк А.С., Крюков Е.В., Цыган В.Н., Халимов Ю.Ш. и др. Метаболический синдром и атеросклероз у молодых мужчин. *Лечение и профилактика*. 2021; 4(11): 5–11. [Parcernyak A.S., Kryukov E.V., Tsygan V.N., Halimov Yu.Sh. et al. Metabolic syndrome and atherosclerosis in young men. *Disease Treatment and Prevention*. 2021; 4(11): 5–11. (in Russian)]
3. Аметов А.С., Камынина Л.Л. Проблема висцерального ожирения в диабетологии (патогенетические, клинические и патофизиологические аспекты). *Эндокринология: новости, мнения, обучение*. 2012; 1: 37–44. [Ametov A.S., Kamynina L.L. The visceral adiposity as a diabetological problem (pathogenic, clinical and epidemiological aspects). *Endocrinology: News, Opinions, Training*. 2012; 1: 37–44. (in Russian)]
4. Mora-Rodriguez R., Ramirez-Jimenez M., Fernandez-Elias V.E., Guio de Prada M.V. et al. Effects of aerobic interval training on arterial stiffness and microvascular function in patients with metabolic syndrome. *J. Clin. Hypertens*. 2018; 20(1): 11–18. DOI: 10.1111/jch.13130
5. Scuteri A., Cunha P.G., Rosei E.A., Badariere J. et al. Arterial stiffness and influences of the metabolic syndrome: a cross-countries study. *Atherosclerosis*. 2014; 233(2): 654–60. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2014.01.041
6. Topouchian J., Labat C., Gautier S., Bäck M. et al. Effects of metabolic syndrome on arterial function in different age groups: the Advanced Approach to Arterial Stiffness study. *J. Hypertens*. 2018; 36(4): 824–833. DOI: 10.1097/HJH.0000000000001631
7. Mikael L.R., de Paiva A.M.G., Gomes M.M., Sousa A.L.L. et al. Vascular aging and arterial stiffness. *Arq. Bras. Cardiol*. 2017; 109(3): 253–8. DOI: 10.5935/abc.20170091
8. Yang F., Wang G., Wang Z., Sun M. et al. Visceral adiposity index may be a surrogate marker for the assessment of the effects of obesity on arterial stiffness. *PLoS One*. 2014; 9(8): e104365. DOI: 10.1371/journal.pone.0104365
9. Tomiyama H., Ohkuma T., Ninomiya T., Nakano H. et al. Brachial ankle pulse wave velocity versus its stiffness index β -transformed value as risk marker for cardiovascular disease. *JAMA*. 2019; 8(24): 013004. DOI: 10.1161/JAHA.119.013004
10. Дадаева В.А., Фёдорович А.А., Михайлова М.А., Ким О.Т. и др. Состояние сосудистой стенки при ожирении. *Профилактическая медицина*. 2020; 23(5): 158–63. [Dadayeva V.A., Fedorovich A.A., Mikhailova M.A., Kim O.T. et al. The state of vascular wall in obesity. *Russian Journal of Preventive Medicine*. 2020; 23(5): 158–63. (in Russian)]. DOI: 10.17116/profmed202023051158
11. Li P., Wang L., Liu C. Overweightness, obesity and arterial stiffness in healthy subjects: a systematic review and meta-analysis of literature studies. *Postgrad. Med*. 2017; 129(2): 224–30. DOI: 10.1080/00325481.2017.1268903
12. Aroor A.R., Jia G., Sowers J.R. Cellular mechanisms underlying obesity-induced arterial stiffness. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol*. 2018; 314(3): 387–98. DOI: 10.1152/ajpregu.00235.2016
13. Windham B.G., Griswold M.E., Farasat S.M., Ling S.M. et al. Influence of leptin, adiponectin, and resistin on the association between abdominal adiposity and arterial stiffness. *Am. J. Hypertens*. 2010; 23(5): 501–7. DOI: 10.1038/ajh.2010.8
14. Демьяненко И.А., Ткач А.В. Функциональная морфология жировой ткани и ее роль в формировании метаболического синдрома. *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины*. 2021; 11(1): 51–60. [Demyanenko I.A., Tkach A.V. Functional morphology of adipose tissue and its role in the formation of metabolic syndrome. *Crimean Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 2021; 11(1): 51–60. (in Russian)]. DOI: 10.37279/2224-6444-2021-11-1-51-60
15. Wohlfahrt P., Somers V.K., Cifkova R., Filipovsky J. et al. Relationship between measures of central and general adiposity with aortic stiffness in the general population. *Atherosclerosis*. 2014; 235(2): 625–31. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2014.05.958
16. Андреевская М.В., Железнова Е.А., Жернакова Ю.В., Чазова И.Е. и др. Оценка взаимосвязи параметров артериальной жесткости с критериями метаболического синдрома и различными жировыми депо у пациентов с абдоминальным ожирением. *Системные гипертензии*. 2020; 17(4): 55–62. [Andreevskaya M.V., Zheleznova E.A., Zhernakova Yu.V., Chazova I.E. et al. Impact of metabolic syndrome parameters and different fat depots on arterial stiffness in patients with abdominal obesity. *Systemic Hypertension*. 2020; 17(4): 55–62. (in Russian)]. DOI: 10.26442/2075082X.2020.4.200530
17. Hu F., Yu R., Han F., Li J. et al. Does body mass index or waist-hip ratio correlate with arterial stiffness based on brachial-ankle pulse wave velocity in Chinese rural adults with hypertension? *BMC Cardiovasc. Dis*. 2021; 21: 573. DOI: 10.1186/s12872-021-02390-y ■