

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-10-855-859>

УДК 616.1:613.63

© Коллектив авторов, 2019

Милютина М.Ю.^{1,2}, Макарова Е.В.^{1,2}, Иванова Ю.В.¹, Меньков Н.В.², Пластинина С.С.²**Раннее сосудистое старение у лиц, работающих в условиях воздействия промышленного аэрозоля**¹ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 20, Нижний Новгород, Россия, 603950;²ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, пл. Минина и Пожарского, 10/1, Нижний Новгород, Россия, 603005

Введение. В настоящее время набирает популярность концепция раннего сосудистого старения, проявляющегося увеличением жесткости сосудистой стенки. В качестве метода диагностики данного синдрома все чаще используется объемная сфигмография с определением сердечно-лодыжечного сосудистого индекса и расчетного возраста. Помимо изучения воздействия традиционных факторов сердечно-сосудистого риска на развитие ригидности сосудов, перспективным направлением является поиск дополнительных факторов, снижающих эластичность сосудистой стенки.

Цель исследования — оценить влияние промышленного аэрозоля на развитие синдрома раннего сосудистого старения у работников металлургического предприятия.

Материалы и методы. Обследованы 155 мужчин, работающих на металлургическом предприятии. В основную группу вошли 95 человек, работающих в условиях воздействия промышленного аэрозоля. В группу сравнения включены 60 работников, не подвергающихся воздействию промышленного аэрозоля. Всем обследуемым проведены периодический медицинский осмотр, оценка липидного спектра крови, статуса и стажа курения, исследование эластических свойств сосудистой стенки методом объемной сфигмографии.

Результаты. Исследование показало, что у лиц, работающих в условиях воздействия промышленного аэрозоля, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс достоверно выше, чем у группы сравнения (7,13 [6,3;8] и 6,75 [6,1;7,13] соответственно, $p=0,006$). Расчетный возраст оставался сопоставимым с хронологическим у обследуемых обеих групп, однако был достоверно выше у лиц основной группы (42 [29;49] лет и 37,1 [29;44] лет соответственно, $p=0,014$). Повышение сердечно-лодыжечного сосудистого индекса относительно возрастной нормы было выявлено у 33,6% обследованных основной группы, что вдвое превышает данный показатель группы сравнения (16,6%). По данным расчетного сосудистого возраста раннее сосудистое старение было выявлено у 28,4% лиц основной группы и у 13,3% лиц группы сравнения. Достоверные различия появляются при стаже работы во вредных условиях более 10 лет в возрастной категории от 35 до 45 лет.

Выводы. Полученные результаты указывают на высокую распространенность раннего сосудистого старения у лиц, трудящихся в условиях воздействия промышленного аэрозоля.

Ключевые слова: раннее сосудистое старение; объемная сфигмография; жесткость сосудистой стенки.

Для цитирования: Милютина М.Ю., Макарова Е.В., Иванова Ю.В., Меньков Н.В., Пластинина С.С. Раннее сосудистое старение у лиц, работающих в условиях воздействия промышленного аэрозоля. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (10). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-10-855-859>

Для корреспонденции: Милютина Марина Юрьевна, мл. науч. сотр. клинического отдела ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, ассистент кафедры пропедевтики внутренних болезней ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России. E-mail: marinamilutina@bk.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Marina Y. Milyutina^{1,2}, Ekaterina V. Makarova^{1,2}, Julija V. Ivanova¹, Nikolaj V. Men'kov², Svetlana S. Plastinina²**Syndrome of early vascular aging in persons working under the influence of industrial aerosol**¹Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology, 20, Semashko str., Nizhny Novgorod, Russia, 603950;²Privolzhsky Research Medical University, 10/1, Minina and Pozharskogo sq., Nizhny Novgorod, Russia, 603005

Introduction. Currently, the concept of early vascular aging, manifested by an increase in the stiffness of the vascular wall, is gaining popularity. As a method of diagnosis of this syndrome, volumetric sphygmography is increasingly used to determine the cardiovascular ankle vascular index and estimated age. In addition to studying the impact of traditional cardiovascular risk factors on the development of vascular rigidity, a promising direction is the search for additional factors that reduce the elasticity of the vascular wall.

The aim of the study was to assess the effect of industrial aerosol on the development of early vascular aging syndrome in metallurgical workers.

Materials and methods. 155 men working at the metallurgical enterprise were examined. The main group included 95 people working in conditions of exposure to industrial aerosol. The comparison group included 60 workers not exposed to

industrial aerosol. All subjects underwent periodic medical examination, assessment of blood lipid spectrum, smoking status and experience, study of elastic properties of the vascular wall by volumetric sphygmography.

Results. The study showed that in persons working under the influence of industrial aerosol, the cardiovascular ankle vascular index was significantly higher than in the comparison group (7.13 [6.3; 8] and 6.75 [6.1; 7.13], respectively, $p=0.006$). The estimated age remained comparable with the chronological age of the two groups, but was significantly higher in the main group (42 [29; 49] years and 37.1 [29; 44] years, respectively, $p=0.014$). An increase in the cardiovascular-ankle vascular index relative to the age norm was revealed in 33.6% of the surveyed main group, which is twice higher than this indicator of the comparison group (16.6%). According to the calculated vascular age, early vascular aging was detected in 28.4% of the main group and in 13.3% of the comparison group. Significant differences appear when working in hazardous conditions for more than 10 years in the age category from 35 to 45 years.

Conclusions. The obtained results indicate a high prevalence of early vascular aging in persons working under the influence of industrial aerosol.

Keywords: early vascular aging; volumetric sphygmography; vascular wall stiffness

For citation: Milyutina M.Y., Makarova E.V., Ivanova J.V., Men'kov N.V., Plastinina S.S. Early vascular aging in persons working under exposure to industrial aerosol. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (10). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-10-855-859>

For correspondence: Marina Y. Milyutina, junior researcher of clinical department of the Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology, assistant of the department of propaedeutics of internal diseases of the Volga Research Medical University of the Ministry of Health of Russia. E-mail: marinamilutina@bk.ru.

Funding: The study had no funding.

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

Введение. В настоящее время, несмотря на значительные успехи в диагностике, лечении и развитии профилактических подходов, продолжает возрастать число случаев сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Основным фактором риска (ФР) ССЗ является преклонный возраст, который считается фактором, не поддающимся коррекции. Наибольший интерес уделяется модифицируемому ФР, к которым относится артериальная гипертензия, курение, дислипидемия и другие [1,2]. Однако исследования показывают, что у половины пациентов с диагностированной ишемической болезнью сердца (ИБС) традиционные ФР отсутствуют [3]. Благодаря успехам в изучении механизмов старения удалось выявить, что у некоторых лиц инволютивные изменения в сосудах (кальциноз, дисфункция стволовых клеток и эндотелия) развиваются ускоренно. Это привело к развитию концепции раннего сосудистого старения (Early Vascular Aging — EVA-синдром), проявляющегося на органном уровне увеличением диаметра аорты и повышением жесткости артерий [1,4,5]. Данная концепция, предложенная Р.М. Nilsson (2014), продолжает набирать популярность [6]. При этом в качестве метода, позволяющего оценить жесткость сосудистой стенки, все чаще используется объемная сфигмография с определением сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (Cardio-Ankle Vascular Index — CAVI) и расчетного возраста [7,8]. Эффективность объемной сфигмографии подтверждена результатами многочисленных эпидемиологических и клинических исследований [9]. Данный метод зарекомендовал себя как для скринингового исследования эластичности сосудов при проведении медицинских осмотров, так и для оценки динамики показателей ригидности сосудистой стенки на фоне лечения [10,11]. Расчетный возраст можно считать интегральным показателем сердечно-сосудистого риска [12–14]. Исследование ADVANTAGE выявило тесную связь процентного показателя риска сердечно-сосудистых событий (по модифицированной шкале ASCORE) с расчетным показателем сосудистого возраста [15]. Распространенность раннего сосудистого старения у лиц трудоспособного возраста достигает в российской популяции 20% [16]. Перспективным направлением исследований считается поиск дополнительных факторов, приводящих к снижению эластичности сосудов и развитию EVA-синдрома.

Цель исследования — оценить влияние промышленного аэрозоля на развитие синдрома раннего сосудистого старения у работников металлургического предприятия.

Материалы и методы. В исследование включены 155 мужчин, работающих в АО «Выксунский металлургический завод». Все обследуемые разделены на две группы. В 1 (основную) группу вошли 95 работников, работающих в условиях воздействия промышленного аэрозоля (содержащего компоненты сварочного аэрозоля, кремнеземосодержащей пыли и белого корунда) и производственного шума. Концентрации компонентов аэрозоля в воздухе рабочей зоны, по материалам специальной оценки, непостоянно превышали ПДК, находясь в пределах третьего класса 1 степени вредности. Уровень шума колебался от 82 до 90 дБа. Группа сравнения (2 группа) была сформирована из 60 работников, имеющих в качестве фактора вредности только производственный шум в вышеуказанных границах. Всем обследуемым проведен периодический медицинский осмотр на базе поликлиники ФБУН «НННИИГП» Роспотребнадзора по приказу Минздравсоцразвития от 12.04.2011 N 302н. Дополнительно проведена оценка липидного спектра крови, статуса и стажа курения. Исследовались эластические свойства сосудистой стенки методом объемной сфигмографии на приборе VaSera VS-1500N (FukudaDenshi, Япония). Оценивался сердечно-лодыжечный сосудистый индекс CAVI справа и слева (R-CAVI и L-CAVI), коэффициент Вайссера (PER/ET), рассчитывающийся как отношение периода напряжения (PER) ко времени изгнания (ET), а также расчетный возраст артерий. Индекс CAVI является международно признанным показателем истинной жесткости сосудов [17]. В качестве маркера EVA-синдрома использовался уровень CAVI, превышающий возрастную норму для каждого обследованного, а также превышение расчетного возраста над хронологическим на 4 года и более. Сравнительная характеристика групп представлена в таблице 1.

Критериями исключения из исследования являлись гипертоническая болезнь 2–3 стадии, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет и возраст старше 65 лет. Статистический анализ производился при помощи пакета программ «Statistica 6.0». При параметрическом распределении для описания результатов применялись среднее значение и значение среднеквадратического отклонения, $M \pm \sigma$. Непараметрические признаки описывались при помощи медианы и интерквартильного размаха — значения 25-го и 75-го процентилей, $Me [Lq; Uq]$. Для оценки различий между несколькими группами использовался одно-

факторный дисперсионный анализ. Различия между группами считались достоверными при значении $p < 0,05$. Все обследованные лица подписали информированное согласие на участие в исследовании. Обследование соответствует этическим стандартам Хельсинской декларации (2000) и приказу Минздрава РФ от 19.06.2003 №266.

Результаты и обсуждение. Из характеристики, представленной в таблице 1, видно, что отбор обследованных проведен таким образом, что группы не имеют достоверных различий по возрасту, количеству курильщиков, стажу курения и показателям липидного обмена, т. е. сопоставимы по основным ФР сердечно-сосудистой патологии. Таким образом, созданы условия для оценки влияния промышленного аэрозоля на исследуемые параметры. Средние значения основных показателей сфигмографии изложены в табл. 2.

Средние значения R-CAVI и L-CAVI находились в пределах условной нормы у обследованных обеих групп. Однако у лиц, работающих в условиях промышленного аэрозоля, данный показатель был достоверно выше, чем у группы сравнения. В пределах нормы, но с достоверно более высоким уровнем в основной группе, находился и коэффициент Вайсслера, повышение которого расценивается как признак систолической дисфункции левого желудочка. Средний расчетный возраст был достоверно выше у работающих в контакте с промышленным аэрозолем, хотя и в основной группе, и в группе сравнения данный показатель оставался сопоставимым со средним значением хронологического возраста ($p = 0,3$, и $p = 0,6$ соответственно).

Для выявления лиц с признаками EVA-синдрома был проведен анализ внутри групп, уровень R-CAVI и L-CAVI был сопоставлен с условной возрастной нормой для каждого работника. Учитывались лица, у которых хотя бы один из индексов превышал норматив (клинически значимые различия CAVI справа и слева встречались лишь у единичных больных). В группе сравнения распространенность EVA-синдрома по данным CAVI составила 16,6% (10 человек), что не превышает средние популяционные показатели

[7,16], в то время как в основной группе лица с повышенной жесткостью артерий встречались в два раза чаще — у 33,6% (32 человека).

По данным расчетного сосудистого возраста раннее сосудистое старение было выявлено у 28,4% лиц (27 человек) основной группы и у 13,3% лиц (8 человек) группы сравнения. Небольшое снижение чувствительности расчетного возраста по сравнению с CAVI объясняется тем, что данный параметр представляется в виде 4-летнего интервала, поэтому лица с незначительным снижением эластичности сосудистой стенки попадают в свою возрастную категорию. Различия между группами по частоте встречаемости EVA-синдрома были достоверны как при выявлении по индексу CAVI, так и по расчетному возрасту ($p = 0,01$, и $p = 0,015$ соответственно).

С целью дифференцировки влияния возраста и стажа работы на развитие EVA-синдрома, была проведена оценка CAVI и расчетного возраста в различных возрастных группах (табл. 3). Так как достоверных различий между R-CAVI и L-CAVI выявлено не было, в дальнейшем для удобства расчетов использовался индекс R-CAVI.

Сравнительный анализ показал, что CAVI достоверно повышался с возрастом в обеих группах обследованных ($p < 0,01$). При этом в подгруппе младше 35 лет достоверных различий по индексу CAVI между лицами, занятыми в контакте с промышленным аэрозолем, и лицами из группы сравнения выявлено не было ($p = 0,157$). Средний стаж работы у лиц данной возрастной категории составил около 10 лет. В возрастной категории от 35 до 45 лет разница в жесткости сосудистой стенки между группами стала достоверной ($p = 0,049$), стаж работы у лиц данных подгрупп составлял более 10 лет. В возрастной группе старше 45 лет происходило уравнивание показателей ригидности, CAVI не имел достоверных различий между группами ($p = 0,96$). Расчетный возраст также не имел достоверных различий в подгруппах до 35 лет ($p = 0,16$) и старше 45 лет ($p = 0,7$) и был достоверно выше у лиц основной группы в категории от 35 до 45 лет ($p = 0,049$). В средней возрастной категории EVA-синдром встречался в 2 раза чаще

Таблица 1 / Table 1

Сравнительная характеристика исследуемых групп (при $p > 0,05$), Me [Lq; Uq], %
Comparative characteristics of the studied groups ($p > 0,05$), Me [Lq; Uq], %

Показатель	1 группа (n=95)	2 группа (n=60)
Возраст, лет	40,1 [31;49]	38,5 [33;42]
Стаж работы, лет	15,1 [9;20]	14,9 [9;19]
Количество курильщиков, %	42,1	43
Стаж курения, лет	17,5 [13;23]	17,3 [10;20]
Гипертоническая болезнь 1 стадии, % лиц	7,3	8,3
Общий холестерин, ммоль/л	5,4 [4,6; 6,1]	5,1 [4,3; 5,9]
Липопротеины высокой плотности, ммоль/л	1,29 [1,06;1,45]	1,36 [1,13;1,57]
Липопротеины низкой плотности, ммоль/л	3,14 [2,38;3,74]	2,96 [2,32;3,65]

Таблица 2 / Table 2

Средние значения основных показателей объемной сфигмографии, Me [Lq; Uq]
The average values of the main indicators of volume sphygmography, Me [Lq; Uq]

Параметр	Основная группа (n=95)	Группа сравнения (n=60)	p
индекс R-CAVI	7,13 [6,3;8]	6,75 [6,1;7,13]	0,006
индекс L-CAVI	7,14 [6,35;7,85]	6,8 [6,1;7,3]	0,023
расчетный возраст, лет	42 [29;49]	37,1 [29;44]	0,014
PER/ET (коэффициент Вайсслера)	0,33 [0,29;0,36]	0,31 [0,28;0,33]	0,003

Таблица 3/ Table 3

Сравнительная характеристика темпов изменения показателей сфигмографии в зависимости от возраста, Me [Lq; Uq], %

Comparative characteristics of the rate of change of sphygmography indicators depending on age, Me [Lq; Uq], %

Показатель	Группа	Возраст		
		до 35 лет	35–45 лет	старше 45 лет
Стаж работы, лет	основная	10 [9;11]	18 [12,5;19,5]	30 [21;35]
	сравнения	10 [6;13]	17 [12;19]	30 [27;37]
Индекс R-CAVI	основная	6,3 [6,1;6,7]	7,4 [6,9;7,9]*	8,1 [7,4;8,5]
	сравнения	6,1 [5,5;6,65]	6,9 [6,4;7,6]*	8,3 [7;8,8]
Расчетный возраст, лет	основная	29 [29;34]	42,5 [39;49]*	54 [49;59]
	сравнения	29 [26,5;29]	39 [34;44]*	59 [44;64]
Высокий CAVI, % лиц	основная	10,5	36,6*	65,3
	сравнения	4,1	14,8*	71,4

Примечание: * — значения, достоверно отличающиеся в основной группе и в группе сравнения ($p < 0,05$);

Note: values in bold are significantly different in the main group and in the comparison group ($p < 0.05$).

у лиц основной группы, чем в группе сравнения ($p = 0,03$), в то время как различия у лиц до 35 и старше 45 лет были недостоверными ($p = 0,39$, и $p = 0,76$ соответственно).

Таким образом, результаты внутригруппового анализа показывают, что изменения сосудистой стенки под влиянием промышленного аэрозоля проявляются спустя 10 лет от начала работы во вредных условиях. Выравнивание показателей в старшей возрастной категории может быть следствием того, что возрастные изменения нивелируют воздействие профессиональных факторов. Корреляционный анализ подтвердил зависимость показателей жесткости сосудистой стенки и от традиционных факторов риска. Получены достоверные положительные корреляционные связи CAVI с возрастом ($r = 0,69$, $p < 0,0001$), стажем курения ($r = 0,69$, $p < 0,0001$), уровнем общего холестерина ($r = 0,3$, $p = 0,004$) и уровнем липопротеинов низкой плотности ($r = 0,26$, $p = 0,01$). Имелась тесная связь CAVI с расчетным возрастом ($r = 0,9$, $p < 0,0001$), и соотношением РЕР/ЕТ ($r = 0,27$, $p = 0,008$).

Патофизиологические связи между воздействием промышленного аэрозоля и повышением жесткости сосудов требуют дальнейшего изучения. Данные зарубежных экспериментальных и клинических исследований показывают, что развитие изменений сосудистой стенки при длительном вдыхании аэрозолей, содержащих твердые частицы, может быть следствием вегетативного дисбаланса, прямого воздействия при проникновении частиц в эндотелий, а также развития системного воспаления и/или окислительного стресса [18,19]. Развитие системного воспаления с повышением уровня С-реактивного белка и фактора некроза опухоли-альфа (ФНО-α) у работников, занятых в условиях воздействия промышленных аэрополлютантов, подтверждено и отечественными исследователями [20]. С другой стороны, системное воспаление рассматривается как один из пусковых механизмов старения. Исследования, посвященные данной проблеме, показали, что при естественных инволютивных процессах наблюдается повышение С-реактивного белка, ФНО-α и др., что позволяет ряду исследователей считать старение проявлением хронического воспалительного процесса [1].

Выводы:

1. Выявлена высокая распространенность раннего сосудистого старения у лиц, трудящихся в условиях вдыхания промышленного аэрозоля (33,6%).

2. Достоверные различия по средним значениям параметров и процентному отношению лиц с признаками раннего

сосудистого старения появляются при стаже работы во вредных условиях более 10 лет в возрастной группе 35–45 лет.

3. Целесообразно использование объемной сфигмометрии для клинической диагностики патологии сердечно-сосудистой системы при проведении медицинских осмотров работающего населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стражеско И.Д., Акашева Д.У., Дудинская Е.Н., Ткачева О.Н. Старение сосудов: основные признаки и механизмы. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2012; 11(4):93–100.
2. Олейников В.Э. и др. Комплексная оценка показателей ригидности артерий и традиционных факторов риска как предикторов синдрома раннего сосудистого старения. *Российский кардиологический журнал*. 2018; 23(3): 31–6. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-3-31-36
3. Kim H. Arterial stiffness and coronary artery disease. *South Korea. EMJ Cardiology*. 2016; 4(1):84–9. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000179
4. Nilsson P.M., Lurbe E., Laurent S. The early life origins of vascular ageing and cardiovascular risk: the EVA syndrome [review]. *J Hypertens*. 2008; 26 (6): 1049–57. DOI: 10.1097/HJH.0b013e3282f82c3e.
5. Черняк С.В. и др. Синдром раннего старения сосудов: научная гипотеза, или новая стратегия органопротекции. *Лечебное дело: научно-практический терапевтический ж-л*. 2014; 4(38): 45–8.
6. Nilsson P.M. Hemodynamic aging as the consequence of structural changes associated with Early Vascular Aging (EVA). *Aging Dis*. 2014; 5(2): 109–13. DOI: 10.14336/AD.2014.0500109.
7. Солдатенкова Н.А. и др. Раннее сосудистое старение: распространенность и предикторы в российской популяции. *Биотехносфера*. 2016; 2(44): 22–8.
8. Гайсенко О.В. и др. Применение индекса CAVI в клинической практике: расчетный сосудистый возраст как инструмент для принятия решения о дополнительном обследовании пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. *Кардиология*. 2015; 7: 51–6. DOI: 18565/cardio.2015.7.51–56.
9. Endes S. et al. (2016) Associations of Novel and Traditional Vascular Biomarkers of Arterial Stiffness: Results of the SAPALDIA 3 Cohort Study. *PLoS ONE*. 11(9): e0163844. DOI: 10.1371/journal.pone.0163844.
10. Трошин В.В., Федотов В.Д. Возможность исследования жесткости сосудистой стенки при периодических медицинских

осмотрах для выявления групп риска по сердечно-сосудистой патологии. *ЗНУСО*. 2017; 6 (291): 22–4.

11. Михин В.П., Болдырева Ю.А., Чернятина М.А., Громнацкий Н.И. Состояние параметров жесткости сосудистой стенки у больных артериальной гипертензией на фоне комплексной терапии цитопротекторами и сартанами. *Архив внутренней медицины*. 2015; 5: 40–4. DOI: 10.20514/2226-6704-2015-0-5-15

12. Groenewegen K.A. et al. Vascular age to determine cardiovascular disease risk: a systematic review of its concepts, definitions, and clinical applications. *Eur J Prev Cardiol*. 2016; 23(3): 264–74. DOI: 10.1177/2047487314566999

13. Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.А., Котовская Ю.В., Миягин В.А., Олейников В.Э. 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.

14. Townsend R.R. et al. Recommendations for improving and standardizing vascular research on arterial stiffness: a scientific statement from the American heart association. *Hypertension*. 2015; 66 (3): 698–722. DOI: 10.1161/HYP.0000000000000033.

15. Карпов Ю.А., Сорокин Е.В. Влияние комбинированной гипотензивной терапии на риск сердечно-сосудистых осложнений и сосудистый возраст: результаты многоцентрового открытого исследования ADVANT'AGE. *Атмосфера. Новости кардиологии*. 2015; 3: 2–10.

16. Заирова А.Р. и др. Артериальная жесткость и «сосудистое старение» во взаимосвязи с коагулогическими факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, показателями липидного и углеводного обмена в популяции взрослого населения Томска по данным исследования ЭССЕ-РФ. *Кардиологический вестник*. 2018; 13 (1): 5–15. DOI: 10.17116/Cardiobulletin20181315-15.

17. Endes S. et al. Feasibility of oscillometric aortic pressure and stiffness assessment using the VaSera VS-1500: comparison with a common tonometric method. *Blood Press Monit*. 2015; 20:273–79. DOI: 10.1097/MBP.0000000000000137.

18. Brook R.D. Cardiovascular effects of air pollution. *Clin Sci*. 2008; 115(6):175–87. DOI: 10.1042/CS20070444

19. Schulz H. et al. Cardiovascular effects of fine and ultrafine particles. *J Aerosol Med*. 2005; 18(1):1–22. DOI: 10.1089/jam.2005.18.1

20. Чашин М.В. и др. Сварочный аэрозоль как фактор риска развития болезней органов кровообращения. *ЗНУСО*. 2013; 5 (242):14–5.

REFERENCES

1. Strazhesko I.D., Akasheva D.U., Dudinskaya E.N., Tkacheva O.N. Vascular aging: the main features and mechanisms. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2012; 11(4): 93–100. (in Russian).

2. Oleynikov V.E., Khromova A.A., Burko N.V., Salyamova L.I., Borisova N.A., Matrosova I.B. Comprehensive assessment of arterial stiffness and traditional risk factors as predictors of early vascular aging syndrome. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal*. 2018; 23(3): 31–6. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-3-31-36 (in Russian).

3. Kim H. Arterial stiffness and coronary artery disease. *South Korea. EMJ Cardiology*. 2016; 4(1): 84–9. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000179

4. Nilsson P.M., Lurbe E., Laurent S. The early life origins of vascular ageing and cardiovascular risk: the EVA syndrome [review]. *J Hypertens*. 2008; 26(6): 1049–57. DOI: 10.1097/HJH.0b013e3282f82c3e.

5. Nilsson P.M. Hemodynamic aging as the consequence of structural changes associated with Early Vascular Aging (EVA). *Aging Dis*. 2014; 5(2): 109–13. DOI: 10.14336/AD.2014.0500109.

6. Chernyak S.V. et al. Syndrome of early aging of blood vessels: a scientific hypothesis, or a new strategy of organoprotection. *Lechebnoe delo: nauchno-prakticheskiy terapevticheskiy zhurnal*. 2014; 4(38): 45–8. (in Russian).

7. Soldatenkova N.A. et al. Early vascular aging: prevalence and predictors in the Russian population. *Biotehnosfera*. 2016; 2(44):22–8. (in Russian).

8. Gaysenok O.V. et al. The use of the CAVI index in clinical practice: estimated vascular age as a tool for making decisions about additional examination of patients with cardiovascular diseases. *Kardiologiya*. 2015; 7:51–6. DOI: 18565/cardio.2015.7.51-56 (in Russian).

9. Endes S. et al. (2016) Associations of Novel and Traditional Vascular Biomarkers of Arterial Stiffness: Results of the SAPALDIA 3 Cohort Study. *PLoS ONE* 11(9): e0163844. DOI: 10.1371/journal.pone.0163844.

10. Troshin V.V., Fedotov V.D. The ability to study the rigidity of the vascular wall during periodic medical examinations to identify risk groups for cardiovascular pathology. *ZNiSO*. 2017; 6 (291): 22–4 (in Russian).

11. Mikhin V.P., et al. The state of parameters of stiffness of the vascular wall in patients with arterial hypertension on the background of complex therapy with cytoprotectors and sartans. *Arkhiv vnutrenney meditsiny*. 2015; 5:40–4. DOI: 10.20514/2226-6704-2015-0-5-15 (in Russian).

12. Groenewegen K.A. et al. Vascular age to determine cardiovascular disease risk: a systematic review of its concepts, definitions, and clinical applications. *Eur J Prev Cardiol*. 2016; 23(3): 264–74. DOI: 10.1177/2047487314566999

13. Vasyuk Yu.A. et al. Consistent opinion of Russian experts on arterial stiffness in clinical practice. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2016; 15(2): 4–19. DOI: 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19 (in Russian).

14. Townsend R.R. et al. Recommendations for improving and standardizing vascular research on arterial stiffness: a scientific statement from the American heart association. *Hypertension*. 2015; 66(3):698–722. DOI: 10.1161/HYP.0000000000000033.

15. Karpov Yu.A., Sorokin E.V. The effect of combined antihypertensive therapy on the risk of cardiovascular complications and vascular age: the results of a multicenter open-label study ADVANT'AGE. *Атмосфера. Новости кардиологии*. 2015; 3: 2–10. (in Russian)

16. Zairova A.R., Rogoz A.N., Dobrovol'skiy A.B., Oshchepkova E.V., Titaeva E.V., Starostin I.V. i dr. Arterial stiffness and “vascular aging” in conjunction with coagological risk factors for the development of cardiovascular diseases, lipid and carbohydrate metabolism in the adult population of Tomsk according to the ESSE-RF study. *Kardiologicheskii vestnik*. 2018; 13(1):5–15. DOI: 10.17116/Cardiobulletin20181315-15 (in Russian).

17. Endes S, Bachler M, Li Y, Mayer C, Hanssen H, Hametner B, et al. Feasibility of oscillometric aortic pressure and stiffness assessment using the VaSera VS-1500: comparison with a common tonometric method. *Blood Press Monit*. 2015; 20:273–79. DOI: 10.1097/MBP.0000000000000137

18. Brook R.D. Cardiovascular effects of air pollution. *Clin Sci*. 2008; 115(6): 175–87. DOI: 10.1042/CS20070444.

19. Schulz H. Cardiovascular effects of fine and ultrafine particles. *J Aerosol Med*. 2005; 18(1): 1–22. DOI: 10.1089/jam.2005.18.1

20. Chashchin M.V. et al. Welding aerosol as a risk factor for the development of circulatory diseases. *ZNiSO*. 2013; 5 (242): 14–5 (in Russian).

Дата поступления / Received: 03.07.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 12.10.2019

Дата публикации / Published: 28.10.2019