

© Коневских Л.А., Ладохина Т.Т., Константинова Е.Д., Астахова С.Г., Газимова В.Г., 2020
УДК 613.6

ГИГИЕНА ТРУДА

Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у работников Свердловской области, занятых в производстве меди

Л.А. Коневских¹, Т.Т. Ладохина¹, Е.Д. Константинова², С.Г. Астахова¹, В.Г. Газимова¹

¹ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, ул. Попова, д. 30, г. Екатеринбург, 620014, Российская Федерация

²ФГБУН Институт промышленной экологии УрО РАН, ул. Софьи Ковалевской, д. 20, г. Екатеринбург, 620990, Российская Федерация

Резюме: *Введение.* Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются ведущей причиной смертности населения трудоспособного возраста, в том числе случаев смерти на производстве. *Материалы и методы.* Проведены общеклинические, биохимические исследования, включающие определение уровня общего холестерина (ОХС), свинца и меди в крови, а также объемная сфигмография с определением сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (СЛСИ) и ультразвуковое исследование сонных артерий с определением толщины комплекса интима-медиа (ТИМ) у работников, занятых в производстве меди. *Результаты исследования.* Выявлены факторы сердечно-сосудистого риска (ССР): курение (72,2 %), ожирение различной степени выраженности (33,3 %), ОХС более 4,9 ммоль/л (57,9 %), гипергликемия натощак (73,9 %) и артериальная гипертензия 1-2 степени (40,7 %). В 28,7 % случаев зарегистрировано повышение жесткости артериальных сосудов по СЛСИ. Частота повышенной жесткости сосудистой стенки увеличивалась по мере роста суммарного ССР по шкале SCORE ($p = 0,00105$). *Заключение.* Установлена корреляционная связь между СЛСИ и содержанием меди в крови ($r = 0,33$), стажем работы во вредных условиях труда ($r = 0,187$) и ТИМ ($r = 0,41$), что позволяет рекомендовать использование маркера жесткости артерий (СЛСИ) для выявления работников с высоким риском сердечно-сосудистых заболеваний и динамического наблюдения на фоне коррекции факторов риска.

Ключевые слова: производство меди, риск сердечно-сосудистых заболеваний, артериальная жесткость, объемная сфигмография, динамическое наблюдение.

Для цитирования: Коневских Л.А., Ладохина Т.Т., Константинова Е.Д., Астахова С.Г., Газимова В.Г. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у работников Свердловской области, занятых в производстве меди // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 2 (323). С. 33-37. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-323-2-33-37>

Cardiovascular Disease Risk Factors among Copper Industry Workers of the Sverdlovsk Region

L.A. Konevskikh¹, T.T. Ladokhina¹, E.D. Konstantinova², S.G. Astakhova¹, V.G. Gazimova¹

¹Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers of Kospotrebnadzor, 30 Popov Street, Yekaterinburg, 620014, Russian Federation

²Ural Institute of Industrial Ecology, 20 Sofia Kovalevskaya Street, Yekaterinburg, 620990, Russian Federation

Abstract: *Introduction.* Cardiovascular diseases (CVD) are the leading cause of death in the working-age population including occupational deaths. *Materials and methods.* We conducted general clinical and biochemical studies among copper industry workers including a complete cholesterol test, blood lead and copper tests, volumetric sphygmography with determination of the cardio-ankle vascular index (CAVI), and ultrasound examination of the carotid arteries with intima-media thickness measurements (IMT). *Results.* We established that the main cardiovascular disease risk factors among our subjects were smoking (72.2%), different types of obesity (33.3%), total cholesterol levels higher than 4.9 mmol/L (57.9%), fasting hyperglycemia (73.9%), and hypertension stages 1 and 2 (40.7%). We also observed increased arterial stiffness by CAVI in 28.7% of the subjects that became more prevalent with the rise in the total CVD risk by SCORE ($p=0.00105$). *Conclusions.* We found correlations between CAVI and blood copper levels ($r=0.33$), years of exposure to occupational risk factors ($r=0.187$), and IMT ($r=0.41$). This finding enabled us to recommend the use of CAVI for identification and follow-up of workers at risk of cardiovascular diseases with a simultaneous decrease in exposures to occupational risk factors.

Key words: copper production, risk for cardiovascular disease, arterial stiffness, volumetric sphygmography, follow-up.

For citation: Konevskikh LA, Ladokhina TT, Konstantinova ED, Astakhova SG, Gazimova VG. Cardiovascular Disease Risk Factors among Copper Industry Workers of the Sverdlovsk Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; 2(323): 33-37. (In Russian) DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-323-2-33-37>

Information about the authors: Konevskikh L.A., <https://orcid.org/0000-0002-1667-0055>; Ladokhina T.T., <https://orcid.org/0000-0002-8811-1084>; Konstantinova E.D., <https://orcid.org/0000-0002-2260-744X>; Astakhova S.G., <https://orcid.org/0000-0002-6027-704X>; Gazimova V.G., <https://orcid.org/0000-0003-3591-3726>.

Введение. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются ведущей причиной смертности населения трудоспособного возраста, в том числе случаев смерти на производстве. Высокий уровень зависимости состояния здоровья населения от факторов среды обитания ставит перед медициной труда в качестве первоочередной задачи реализацию комплекса профилактических мер, направленных на раннюю диагностику ССЗ и изучение механизмов влияния факторов производственной среды на человека [1, 2]. Основу борьбы с ССЗ составляет концепция высокого риска их развития, которая направлена на выявление людей с высокой вероятностью развития заболеваний сердечно-сосудистой системы с последующим осуществлением профилактических мероприятий [3]. Для выявления лиц с высоким риском ССЗ для Европейского региона рекомендуют использовать

шкалу SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation), разработанную на основе проспективных данных европейских стран, дифференцированную для стран с низким и высоким уровнем смертности от этих заболеваний [4]. Однако не у всех людей, имеющих факторы риска ССЗ, происходит их одинаковая реализация. Наибольшее значение имеет определение интегральных показателей ССР, которые отражают реализованное воздействие отрицательных факторов на человека в течение жизни, могут быть представлены в количественном выражении и позволяют выявлять изменения на ранних, обратимых стадиях заболевания. К таким показателям относится жесткость артериальных сосудов, которая ассоциируется с артериальной гипертензией (АГ) и ишемической болезнью сердца и приводит к развитию сердечной недостаточности¹ [5].

¹ Милягин В.А., Милягина И.В., Пурыгина М.А. и др. Метод объемной сфигмографии на аппарате VaSeraVS-1500N: Методические рекомендации. Смоленск. 2014. С. 30.

В последние годы для оценки региональной жесткости сосудистой стенки обычно используется каротидно-феморальная скорость распространения пульсовой волны (СПВ_{кф}), которую консенсус экспертов Европейского общества кардиологов по артериальной жесткости (2006) рекомендует использовать в качестве дополнительного критерия поражения магистральных сосудов у больных АГ. Проведенные исследования показали, что СПВ_{кф} является независимым предиктором общей и сердечно-сосудистой смертности у больных АГ и в общей популяции в целом [5]. Однако СПВ_{кф} зависит не только от жесткости сосудов, но и от уровня артериального давления (АД) у пациента в момент проведения исследования, что снижает значимость метода определения СПВ_{кф}, особенно при повышении АД. Кроме того, внедрение каротидно-феморального метода определения СПВ встречает определенные трудности, связанные со сложностью регистрации пульсовых волн, особенно при проведении скрининговых исследований, а также у пациентов с повышенной массой тела.

В Японии предложен простой метод определения СПВ путем объемной сфигмографии на участке от аорты до лодыжки (СПВ_{пл} – плече-лодыжечная) и новые показатели жесткости: сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (СЛСИ), пульсовое и систолическое давление в аорте (центральное давление), индекс аугментации давления [6–11]. Установлено, что СПВ_{пл} хорошо коррелирует с СПВ_{кф}, с выраженностью ИБС [12]. Однако данные литературы о влиянии различных факторов риска на артериальную жесткость сосудов противоречивы, а сведения о влиянии профессиональных факторов риска на жесткость сосудистой стенки отсутствуют.

Цель работы – изучить взаимосвязь показателей артериальной жесткости с факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний (табакокурение, гипергликемия, избыточная масса тела, артериальная гипертензия, гиперхолестеринемия, профессиональные факторы риска) у работников, занятых в производстве меди.

Материалы и методы. Были обследованы 108 работников мужского пола в возрасте от 27 до 63 лет (средний возраст составил $45,2 \pm 8,1$ года) и стажем работы во вредных условиях от 4 до 40 лет (средний стаж работы – $18,1 \pm 8,2$ года), занятых в производстве меди на предприятиях Свердловской области. Среди обследованных были работники основных профессий предприятий по производству черновой меди и медных анодов (конвертерщики, загрузчики шихты, обжигальщики, плавильщики).

По результатам специальной оценки условий труда на рабочих местах плавильщиков анодного участка среднесменные значения концентрации свинца и его неорганических соединений в воздухе рабочей зоны превышают ПДК в 1,5–2,0 раза. Температура воздуха рабочей зоны превышает допустимые нормы в теплый период года на 14°C и в холодный – на 7°C . Интенсивность теплового излучения на различных рабочих площадках превышает ПДУ до 13 раз (класс условий труда 3.3). Рабочее место конвертерщика производства черновой меди характеризуют неблагоприятные факторы: химический (класс

условий труда 3.2), аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (3.1), шум (3.3), нагревающий микроклимат (3.2), тяжесть труда (3.2). Общая оценка условий труда конвертерщика – 3.3. По данным гигиенической оценки, рабочее место загрузчика шихты предприятия по производству черновой меди характеризуют неблагоприятные производственные факторы: химический (хрома (VI) триоксид, свинец и мышьяк, класс условий труда 3.3), аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (3.1), тяжесть труда (3.1). Кроме вышеуказанных веществ, превышающих ПДК, на рабочем месте загрузчика шихты также отмечены высокие концентрации для ванадия и его соединения (превышение 1,8 ПДК), меди по максимально разовым и среднесменным ПДК (превышение в 1,8 и 1,4 соответственно), свинца (превышение до 1,94 ПДК).

Всем работникам проведены анкетирование, антропометрические исследования (измерение роста и веса, окружности талии и бедер), электрокардиография, измерение артериального давления, биохимические исследования, включающие определение уровня общего холестерина (ОХС), свинца и меди в крови. Индекс массы тела определяли по формуле Кетле (отношение массы тела (кг) к росту (м^2)). Оценку суммарного ССР проводили по шкале риска SCORE [3]. Всем работникам проведено ультразвуковое исследование сонных артерий (Acuson S2000) для определения толщины комплекса интима-медиа (ТИМ) и наличия атеросклеротических бляшек. Методом объемной сфигмографии (VaSera-1500N) регистрировалось давление одновременно на плечевых артериях и артериях голени. Показатели СЛСИ, СПВ, лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ) и индекс аугментации рассчитывались автоматически. СЛСИ – показатель, предназначенный для определения независимой от давления функции сосудов. Он отражает истинную жесткость (ригидность) артериального сегмента, состоящего из аорты, бедренной и большеберцовой артерий. ЛПИ – отношение систолического АД (САД) на голени к САД на плече. Индекс аугментации является непрямым методом оценки жесткости артериальной стенки и дает информацию об отраженной волне, позволяет оценить вклад поздней систолической волны в величину пульсового давления (центрального). Известно, что величина индекса аугментации зависит от числа сердечных сокращений [13], для исключения этого эффекта используют процедуру нормирования по длительности сердечного цикла. При анализе полученных данных мы использовали индекс аугментации, приведенный к частоте пульса, равной 75.

Полученные результаты анализировали методами прикладной математической статистики: описательной статистики, дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа с использованием программы Statistica for Windows, 7 версия.

Обсуждение результатов исследования. У обследуемых работников зарегистрированы факторы риска, применяемые для стратификации ССР: курение в 72,2 % случаев, ОХС более 4,9 ммоль/л в 57,9 %, ожирение различной степени выраженности (индекс массы тела

более 30 кг/м²) в 33,3 % случаев, гипергликемия натощак в 73,9 % случаев, семейный анамнез ранних сердечно-сосудистых заболеваний в 18,8 % случаев. Было выявлено и субклиническое поражение органов-мишеней: пульсовое давление более 60 мм рт. ст. в 16,7 % случаев. У 44 работников (40,7 %) зарегистрирована артериальная гипертония 1–2 степени.

Все пациенты составили 4 группы по результатам оценки суммарного ССР по шкале SCORE. 1 группа включала 9 работников (8,3 %) с низким ССР (риск SCORE < 1 %); 2 группа – 74 человека (68,6 %) с умеренным риском (риск SCORE ≥ 1 % и < 5 %). У пациентов 3 группы (16 человек – 14,8 %) был определен высокий риск (риск SCORE ≥ 5 % и < 10 %), а у пациентов 4 группы (9 работников, 8,3 %) – очень высокий ССР. Группы работников с различным суммарным ССР различались между собой по среднему возрасту, при этом большинство работников (66,7 %) в группе с очень высоким ССР были старше 55 лет. Артериальная гипертония 1–2 степени была диагностирована одинаково часто среди пациентов 1 и 2 групп (22,2 и 31,1 % соответственно). В группе работников с высоким ССР артериальная гипертония была выявлена в 68,7 %, а в 4 группе (очень высокий ССР) – в 88,9 % случаев. Большинство мужчин (70 %) 2 группы и все мужчины 3 и 4 групп курили. У половины работников 2 группы и у большинства (75 %) работников 3 и 4 групп была выявлена гиперхолестеринемия (ОХС более 4,9 ммоль/л) и гипергликемия натощак. Средние значения индекса массы тела (ИМТ) среди обследованных с различным ССР свидетельствуют, что большинство мужчин были с избыточной массой тела (ИМТ 25,0–29,9) или ожирением (ИМТ 30,0 и более). Действительно, в 3 и 4 группах половина работников была с ожирением различной степени выраженности, которое сопровождалось увеличением окружности талии более 94 см, т. е. абдоминальным ожирением [14].

У работников, занятых в производстве меди, средние значения концентрации меди в крови составили $15,5 \pm 4,1$ мкмоль/л, а концентрации свинца в крови – $0,33 \pm 0,22$ мкг/л и не превышали значения нормы: 11–22 мкмоль/л и 0–0,9 мкг/л соответственно.

Жесткость артериальных сосудов оценивали по таким показателям, как СЛСИ, СПВ, индекс аргументации, ЛПИ. Так как показатели СЛСИ справа были достоверно выше, чем слева (разность средних значений составила 0,0918, $p = 0,00343$), а показатели ЛПИ справа и слева не различались ($p = 0,42848$), то для анализа были взяты показатели СЛСИ и ЛПИ, зарегистрированные в области правых конечностей. Величина СЛСИ в группе работников с очень высоким ССР статистически значимо была выше, чем в группе работников с низким и умеренным ССР, и составила $8,1 \pm 1,3$ ед. (таблица). В настоящем исследовании мы ориентировались на референтные значения СЛСИ, предложенные разработчиками оборудования (VaSera-1500N), которые предлагают рассматривать увеличение СЛСИ от 8 до 9 как пограничное значение, а более 9 – как патологическое изменение жесткости сосудистой стенки [15]. У половины работников

3 группы и большинства работников 4 группы СЛСИ был более 8 ед., а в группе работников с умеренным ССР увеличение жесткости сосудистой стенки отмечено у каждого четвертого работника. Аналогичные изменения были отмечены и относительно другого показателя (СПВ_{пл.}), отражающего жесткость сосудистой стенки. Индекс аугментации во всех группах работников был выше единицы, однако не имел достоверных различий между группами с различным уровнем ССР. Значения ЛПИ у всех обследованных были выше 0,9 ед., что свидетельствует об отсутствии атеросклеротических изменений нижних конечностей.

Учитывая данные литературы [6], свидетельствующие, что возраст и артериальная гипертония являются определяющими факторами повышения СЛСИ, СПВ и утолщения ТИМ сонных артерий, мы провели анализ изменения СЛСИ в зависимости от уровня артериального давления и толщины комплекса интима-медиа. Полученные результаты показали, что значения СЛСИ и СПВ_{пл.} у работников с диагностированной артериальной гипертонией и без артериальной гипертонии не имели статистически значимых различий. В дальнейшем был проведен анализ показателей, отражающих жесткость сосудистой стенки в зависимости от толщины комплекса интима-медиа (ТИМ). Результаты представлены в таблице.

Полученные данные свидетельствуют о том, что работники с ТИМ, равной или более 0,9 мм (как в группе с артериальной гипертонией, так и без нее), были достоверно старше работников, у которых не зарегистрировано увеличения ТИМ. Достоверных различий по таким показателям, как ОХС, индекс массы тела, между анализируемыми группами не выявлено, СПВ_{пл.} и индекс аргументации были достоверно выше у работников с артериальной гипертонией в подгруппе работников с ТИМ ≥ 0,9 мм. СЛСИ по средним значениям был выше в подгруппе работников с ТИМ ≥ 0,9 мм (без артериальной гипертонии). Индивидуальный анализ СЛСИ позволил установить, что уже в группе работников без артериальной гипертонии и без увеличения ТИМ в 20 % случаев было выявлено повышение СЛСИ. Средний стаж работы, при котором было зарегистрировано увеличение СЛСИ более 8 ед., составил $19,6 \pm 5,9$ лет.

Результаты регрессионного анализа выявили зависимость СЛСИ и СПВ_{пл.} от возраста работников. Более тесная зависимость была выявлена между СЛСИ и суммарным ССР ($p = 0,00105$), т. е. совокупностью факторов риска ССЗ (возраст, курение, уровень артериального давления, холестерин крови). Корреляционный анализ позволил установить связь между СЛСИ и стажем работы во вредных условиях труда ($r = 0,187$, $p = 0,092$), СЛСИ и содержанием меди в крови ($r = 0,33$, $p < 0,05$) у работников в возрасте старше 45 лет (средний стаж работы $20,9 \pm 8,7$).

Возрастные изменения артерий изучены достаточно хорошо [16]. Старение, даже при нормальном АД, приводит к увеличению пульсового АД и риску развития сосудистых катастроф. Показано, что высокое пульсовое АД как маркер повышения жесткости

Таблица. Показатели жесткости сосудистой стенки у работников производства меди с артериальной гипертензией и без нее в зависимости от толщины комплекса интима-медиа сонных артерий, M ± SD

Table. Arterial stiffness measurements in copper industry workers with and without hypertension, as associated with intima-media thickness of aa. carotes, M ± SD

Показатель / Indicator	Группа работников / Group of workers				p
	без артериальной гипертензией / without arterial hypertension, n = 64		с артериальной гипертензией / with arterial hypertension, n = 44		
	ТИМ < 0,9 мм n = 5 (85,9 %) / ИМТ < 0,9 mm n = 5 (85,9 %)	ТИМ ≥ 0,9 мм n = 9 (14,1 %) / ИМТ > 0,9 mm n = 9 (14,1 %)	ТИМ < 0,9 мм n = 28 (63,6 %) / ИМТ < 0,9 mm n = 28 (63,6 %)	ТИМ ≥ 0,9 мм n = 16 (36,4 %) / ИМТ > 0,9 mm n = 16 (36,4 %)	
	1	2	3	4	
Возраст, лет / Age, years	42,5 ± 7,8	53,7 ± 6,1	45,5 ± 7,2	49,1 ± 7,5	1-2, p = 0,0001 1-4, p = 0,0039
Стаж работы, лет / Length of service, years	16,2 ± 8,3	24,2 ± 7,5	19,0 ± 8,1	19,4 ± 7,5	1-2, p = 0,0309
Систолическое АД, мм рт.ст. / Systolic BP, mm Hg	129,5 ± 12,7	135,2 ± 9,0	144,3 ± 16,8	145,9 ± 12,0	1-3, p = 0,000 2-4, p = 0,030 1-4, p = 0,0000
Диастолическое АД, мм рт.ст. / Diastolic BP, mm Hg	81,9 ± 9,8	90,2 ± 8,6	89,2 ± 9,6	94,2 ± 12,0	1-3, p = 0,0018 1-2, p = 0,02 1-4, p = 0,0000
Пульсовое АД, мм рт.ст. / Pulse pressure, mm Hg	47,7 ± 9,1	45,0 ± 8,4	55,1 ± 13,0	51,6 ± 6,7	1-3, p = 0,0036 2-4, p = 0,048
ОХС, ммоль/л / Total cholesterol, mmol/l	5,1 ± 0,8	5,7 ± 1,6	5,0 ± 1,1	5,6 ± 1,4	1-4, p = 0,064
ИМТ, кг/м ² / BMI kg/m ²	26,4 ± 4,3	26,3 ± 3,2	27,4 ± 4,7	29,1 ± 3,5	1-4, p = 0,084
СЛСИ, ед. / CAVI, unit	7,0 ± 1,1	8,2 ± 1,1	7,4 ± 1,2	7,6 ± 0,9	1-2, p = 0,0057
СЛСИ > 8 ед., % / CAVI > 8 units, %	20,0 (стаж работы 19,6 ± 5,9 г.)	55,5	28,6 (стаж работы 19,2 ± 5,3 г.)	43,7	1-2, p = 0,01 1-4, p = 0,0058
ЛПИ, ед. / ABI, unit	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1-4, p = 0,591
Индекс аргументации, ед. / Index of the argument, unit	1,0 ± 0,24	1,1 ± 0,2	1,0 ± 0,2	1,2 ± 0,3	1-4, p = 0,0037 3-4, p = 0,05
СПВ _{на2} , м/с / PWV _{аш2} , m/s	7,2 ± 0,9	7,4 ± 0,4	7,6 ± 0,8	7,6 ± 1,4	1-4, p = 0,274

артериальной системы является независимым предиктором сердечно-сосудистой смертности у пациентов с артериальной гипертензией [17, 18]. В Фрамингемском исследовании было показано, что у пожилых пациентов пульсовое АД является самым сильным фактором риска сердечно-сосудистой смертности — выше, чем систолическое, диастолическое и среднее гемодинамическое давление [19]. Полученные нами результаты не противоречат данным литературы. Действительно, у работников в группе очень высокого ССР, которые были достоверно старше работников других групп, пульсовое АД было выше, чем в группах работников с низким и умеренным ССР.

Как было изложено выше, для условий труда в производстве меди характерно загрязнение воздуха рабочей зоны тяжелыми металлами (медь, цинк, свинец, мышьяк и кадмий), обладающими как токсическим, так и канцерогенным действием на организм [20]. Соединения меди обладают широким спектром токсического действия с многообразными клиническими проявлениями. Изучение токсикодинамики и токсикокинетики меди тесно связано с пониманием ее роли в качестве физиологически необходимого (эссенциального) микроэлемента [21]. Присущая меди способность генерировать активные формы кислорода посредством восстановления его молекулярной формы позволяет рассматривать этот металл как вещество повышенной токсичности [22]. Установлено, что медь является одним из важных следовых биометаллов, принимающих участие в регуляции гомеостаза сердечно-сосудистой системы, а повышение ее содержания приводит к развитию сосудистых заболеваний, в частности, артериальной гипертензии [23].

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют, что жесткость артериальных сосудов тесно связана с суммарным риском развития ССЗ, и в очередной раз подтверждают многофакторную этиологию атеросклероза. У обследуемых работников производства меди без клинических проявлений сердечно-сосудистых заболеваний уже выявлялась повышенная жесткость сосудистой стенки по СЛСИ. По мере увеличения толщины комплекса интима-медиа, который является показателем выраженности атеросклероза и гипертрофии стенки сосудов, частота повышенной жесткости сосудистой стенки достоверно увеличивалась. Положительная связь между СЛСИ и ТИМ ($r = 0,41$) указывает на развитие атеросклероза в артериях эластического типа у обследуемых работников без клинических проявлений сердечно-сосудистых заболеваний. Повышение артериального давления у работников значительно увеличивает суммарный риск ССЗ и усугубляет состояние здоровья работников, что находит подтверждение в повышении индекса аугментации у лиц с артериальной гипертензией, свидетельствующего о повышении центрального пульсового давления и, следовательно, об увеличении постнагрузки на сердце. У работников с артериальной гипертензией, которая у каждого третьего работника сочеталась с увеличением ТИМ, повышение жесткости сосудистой стенки свидетельствует о развитии не только атеросклероза в сосудистой стенке, но и артериосклероза.

Установленная корреляционная связь между СЛСИ и содержанием меди в крови у работников старше 45 лет, несмотря на отсутствие превышения допустимых значений нормы, а также связь между СЛСИ и стажем работы во

вредных условиях труда подтверждают вклад вредных факторов производственной среды, в том числе и тяжелых металлов, в общий суммарный риск ССЗ.

Выводы

1. У работников производства меди, занятых во вредных условиях труда, в 28,7 % случаев зарегистрировано повышение жесткости артериальных сосудов по СЛСИ ($> 8,0$).

2. Частота повышенной жесткости сосудистой стенки увеличивалась по мере роста суммарного ССР по шкале SCORE и увеличения толщины комплекса интима-медиа.

3. Установленная корреляционная связь СЛСИ с содержанием меди в крови ($r = 0,33$), стажем работы во вредных условиях труда ($r = 0,187$) и толщиной комплекса интима-медиа ($r = 0,41$) у работников производства меди дает основание для использования маркера жесткости артерий (СЛСИ) для выявления лиц с высоким риском ССЗ и динамического наблюдения на фоне коррекции факторов риска.

4. Работникам, занятым в производстве меди, рекомендуется включать в план обследования объемную сфигмографию для определения жесткости артериальных сосудов при стаже работы во вредных условиях труда 15 лет и более.

Список литературы

(пп. 4, 10, 11, 14, 15, 17–19, 21–23 см. References)

- Бухтияров И.В., Юшкова О.И., Матюхин В.В. и др. Формирование здорового образа жизни работников для профилактики перенапряжения и сохранения здоровья // Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 6 (279). С. 16–19.
- Измеров Н.Ф., Тихонова Г.И., Горчакова Т.Ю. Смертность населения трудоспособного возраста в России и развитых странах Европы: тенденции последнего двадцатилетия // Вестник РАМН. 2014. Т. 69. № 7–8. С. 121–126.
- Бойцов С.А., Погосова Н.В., Бубнова М.Г. и др. Кардиоваскулярная профилактика 2017. Российские национальные рекомендации // Российский кардиологический журнал. 2018. Т. 23. № 6. С. 7–122.
- 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. Т. 15. № 2. С. 4–19.
- Алиева А.С., Бояринова М.А., Могучая Е.В. и др. Маркеры субклинического поражения артерий в выборке жителей Санкт-Петербурга. (По данным ЭССЕ-РФ) // Артериальная гипертензия. 2015. Т. 21. № 3. С. 241–251.
- Клинкова Е.В., Оттева Э.Н., Гарбузова О.Г. и др. Оценка параметров артериальной жесткости у больных подагрой и артериальной гипертензией // Научно-практическая ревматология. 2010. № 6. С. 40–45.
- Сумин А.Н., Осоккина А.В., Шеглова А.В. и др. Можно ли с помощью сердечно-лodgeчного сосудистого индекса оценить распространенность атеросклероза у больных ишемической болезнью сердца? // Сибирский медицинский журнал. 2014. Т. 124. № 1. С. 45–50.
- Трошин В.В., Федотов В.Д. Возможность исследования жесткости сосудистой стенки при периодических медицинских осмотрах для выявления групп риска сердечно-сосудистой патологии // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 6 (291). С. 22–24.
- Милягина И.В., Милягин В.А., Шпынева З.М. и др. Клиническое значение новых показателей жесткости сосудов // Вестник Смоленской медицинской академии. 2010. Т. 9. № 1. С. 37–41.
- Калинина А.М., Парфенов А.С., Кондратьева Н.В. и др. Взаимосвязь факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и субклинических маркеров функционально-структурных сосудистых нарушений // Профилактическая медицина. 2014. Т. 17. № 3. С. 11–17.
- Терегулов Ю.Э., Мааянская С.Д., Терегулова Е.Т. Изменения эластических свойств артерий и гемодинамические процессы // Практическая медицина. 2017. № 2 (103). С. 14–20.
- Иванов В.С., Черкасова О.А. Роль промышленных предприятий в формировании загрязнения почвенного покрова кобальтом, медью, свинцом // Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2011. Т. 10. № 3. С. 143–150.

References

- Bukhtiyarov IV, Yushkova OI, Matyukhin VV, et al. Promoting workers' healthy lifestyle to prevent overload and to protect health.

Статья получена: 11.08.2019
Принята в печать: 27.01.2020

Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya. 2016; 279(6):16–19. (In Russian).

- Izmerov NF, Tikhonova GI, Gorchakova TYu. Mortality of working age population in Russia and industrial countries in Europe: Trends of the last two decades. *Vestnik RAMN*. 2014; 69(7-8):121–6. (In Russian).
- Cardiovascular prevention 2017. National guidelines. *Russ J Cardiol*. 2018; 23(6):7–122. (In Russian). DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-7-122
- Conroy RM, Pyorala K, Fitzgerald A, et al. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: The SCORE project. *Eur Heart J*. 2003; 24(11):987–1003. DOI: 10.1016/S0195-668X(03)00114-3
- Vasyuk YuA, Ivanova SV, Shkolnik EL, et al. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2016; 15(2):4–19. (In Russian). DOI: 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19
- Alieva AS, Boyarinova MA, Moguchaya EV, et al. Subclinical vascular damage markers in St Petersburg inhabitants (ESSE-RF study). *Arterial'naya gipertenziya*. 2015; 21(3):241–251. (In Russian). DOI: 10.18705/1607-419X-2015-21-3-241-251
- Klinkova EV, Otteva EN, Garbuзова OG, et al. Estimation of arterial rigidity parameters in patients with gout and essential hypertension. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2010; 6:40–45. (In Russian).
- Sumin AN, Osokina AV, Schiglova AV, et al. Can we cardio-ankle vascular index to estimate the prevalence of atherosclerosis in patients with coronary heart disease? *Sibirskii meditsinskii zhurnal*. 2014; 124(1):45–50. (In Russian).
- Troshin VV, Fedotov VD. A possibility of study of vascular wall hardness during periodical medical examinations with the aim to reveal risk groups of cardio-vascular pathology. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2017; 291(6):22–24. (In Russian).
- Shirai K, Hiruta N, Song M, et al. Cardio-ankle vascular index (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives. *J Atheroscler Thromb*. 2011; 18(11):924–38. DOI: 10.5551/jat.7716
- Sun CK. Cardio-ankle vascular index (CAVI) as an indicator of arterial stiffness. *Integr Blood Press Control*. 2013; (6):27–38. doi: 10.2147/IBPC.S34423
- Milyagina IV, Milyagin VA, Shpyneva ZM, et al. A clinical interpretation of vascular stiffness measurements. *Vestnik Smolenskoj Gosudarstvennoj Medicinskoj Akademii*. 2010; 9(1):37–41. (In Russian).
- Kalinina AM, Parfenov AS, Kondratyeva NV, et al. Relationship of cardiovascular risk factors to the subclinical markers of vascular functional and structural abnormalities. *Profilakticheskaya meditsina*. 2014; 17(3):11–17. (In Russian).
- World Health Organization Media Centre. Obesity and overweight. Fact sheet. 2013; 311.
- Shoda T. Vascular Pathology Research with pulse wave examination CAVI-VaSera. ME Times, Tokyo, 2005:7.
- Teregulov YuE, Mayanskaya SD, Teregulova ET. Changes in elastic properties of arteries and hemodynamic processes. *Prakticheskaya meditsina*. 2017; 2(103):14–20. (In Russian).
- Aronov WS, Fleg JL, Pepine CJ, et al. ACCF/AHA 2011 expert consensus document on hypertension in the elderly. *J Am Coll Cardiol*. 2011; 57(20):2037–114. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.01.008
- Blacher J, Staessen JA, Girerd X, et al. Pulse pressure not mean pressure determines cardiovascular risk in older hypertensive patients. *Arch Intern Med*. 2000; 160(8):1085–9. DOI: 10.1001/archinte.160.8.1085
- Franklin SS, Lopez VA, Wong ND, et al. Single versus combined blood pressure components and risk for cardiovascular disease: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2009; 119(2):243–50. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.797936
- Ivanov VS, Cherkasova OA. The industrial plants' impact on soil pollution with cobalt, copper and lead. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2011; 10(3):143–150. (In Russian).
- Katsnelson B, Makeev O, Kochneva N, et al. Testing a set of bioprotectors against the genotoxic effect of a combination of ecotoxicants. *Central Eur J Occup Environm Med*. 2007; 13(3-4):251–64.
- Ahamed M, Akhtar MJ, Alhadlag HA, et al. Assessment of the lung toxicity of copper oxide nanoparticles: current status. *Nanomedicine*. 2015; 10(15):2365–77. DOI: doi.org/10.2217/nmm.15.72
- Carpenter WE, Lam D, Toney GM, et al. Zinc, copper, and blood pressure: human population studies. *Med Sci Monit*. 2013; 19:1–8. DOI: 10.12659/MSM.883708

Контактная информация:

Коневских Лилия Алексеевна, доктор медицинских наук, заведующая НПО функциональной и лучевой диагностики ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора
e-mail: la@konevskih.net

Corresponding author:

Lilia Konevskikh, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Functional and Radiation Diagnostics, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers
e-mail: la@konevskih.net