

УДК 622.87

DOI: 10.17072/1994-9952-2018-4-415-422.

Н. В. Зайцева^a, О. Ю. Устинова^{a,b}, А. Е. Носов^{a,b}, Е. М. Власова^a

^a ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Пермь, Россия

^b Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСУДИСТЫХ НАРУШЕНИЙ У РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕЙ ХРОМОВОЙ РУДЫ

Выполнена комплексная гигиеническая оценка условий труда при подземной добыче хромовой руды. Установлено, что условия труда шахтеров связаны с сочетанным негативным воздействием физических и химических факторов трудового процесса и характеризуются как «вредные, 3–4 степени». Проведено клинико-функциональное обследование 135 работников хромовой шахты. Группу наблюдения составили 88 шахтеров; в группу сравнения вошли 47 работников, не имеющих производственного контакта с вредными факторами, связанными с добычей хромовой руды. Все обследованные – лица мужского пола; возраст – 30–49 лет; стаж работы – от 5 до 25 лет. Установлено, что у половины шахтеров, имеющих стаж работы менее 10 лет, определяется ранняя несостоятельность функциональной активности эндотелия, а относительный риск ее развития до 8 раз превышает аналогичный у работников, не связанных с подземными условиями труда. У 10% шахтеров, имеющих стаж более 10 лет, наблюдается существенное снижение функциональных резервов кардиореспираторной системы. Относительный риск развития атеросклеротических изменений сосудистой стенки у шахтеров от 3.5 до 12 раз превышает аналогичный у персонала, не связанного с добычей хромовой руды. Установлена прямая связь снижения функциональной активности эндотелия и адаптационных резервов кардиореспираторной системы с повышенным содержанием хрома в крови шахтеров.

Ключевые слова: оценка риска; добыча хрома; морфофункциональные изменения сосудов; атеросклероз; эндотелиальная дисфункция.

N. V. Zaitseva^a, O. Yu. Ustinova^{a,b}, A. E. Nosov^{a,b}, E. M. Vlasova^a

^a Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies», Perm, Russian Federation

^b Perm State University, Perm, Russian Federation

RISK ASSESSMENT OF STRUCTURAL-FUNCTIONAL VASCULAR ABNORMALITIES DEVELOPMENT OF WORKERS, ENGAGED IN CHROME ORE UNDERGROUND MINING

It was established that miners working conditions are connected with labour process combined negative influence of physical and chemical factors and are characterized as "harmful, 3-4 degrees". The clinic-functional survey of the chromium mine 135 workers was carried out. Study group consisted of 88 miners; comparison group consisted of 47 mine workers, who did not have productive contact with harmful factors associated with the mining of chrome ore. All persons examined are male; age-30-49 years; work experience – from 5 to 25 years. It is established, that half of miners, whose work experience is less than 10 years, have an early endothelium insolvency of functional activity, and employees, who are not connected with underground working conditions, have relative risk of its development up to 8 times higher. 10% of miners, who have the working experience more than 10 years, have a significant reduction of cardiorespiratory system functional reserves. The relative risk of development of vascular wall atherosclerotic changes of miners is from 3.5 to 12 times higher than have the workers, who are not associated with the mining of chrome ore. Direct connection between functional activity decrease of endothelium and of cardiorespiratory system adaptive reserves and high content of chromium in the blood of miners is established.

Key words: a risk assessment; chrome extraction; morphofunctional vascular changes; atherosclerosis; endothelial dysfunction.

Согласно прогнозу Минэкономразвития, в Российской Федерации к 2020 г. численность трудоспособного населения сократится на 3 млн. чело-

век, в связи с чем, одной из первоочередных задач здравоохранения является разработка системы мер, направленных на сохранение здоровья и про-

фессионального долголетия трудящихся [Афанасова и др., 2007; Stein et al., 2008]. В то же время данные многоцентровых исследований свидетельствуют о том, что более 40% всех случаев нетрудоспособности на производстве обусловлены заболеваниями, связанными с неудовлетворительными условиями труда [Афанасова и др., 2007; Синода, 2015; Бакиров и др., 2017; Бухтияров, 2018].

В Российской Федерации горнодобывающая промышленность является одной из наиболее экономически успешных отраслей производства, где сохранение трудовых ресурсов имеет решающее значение в обеспечении высокой производительности труда, конкурентоспособности и финансовой стабильности предприятий [Панев и др., 2016]. Важнейшим направлением деятельности отрасли является добыча хромовой руды [Stein et al., 2008; Мамырбаев и др., 2012; Узбеков и др., 2014; Бакиров и др., 2017]. Вредные/опасные условия труда, характерные для горнодобывающей промышленности, создают значимый риск для здоровья трудящихся [Афанасова и др., 2007; Митьковская и др., 2007; Бакиров и др., 2017; Бухтияров и др., 2018;]. Во время трудового процесса работники, занятые подземной добычей хромовой руды, подвергаются сочетанному воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, как общих для всех видов шахтной добычи (нервно-психическое напряжение, чрезмерная мышечная нагрузка, вынужденное положение тела, повышенная запыленность воздуха на рабочем месте, неблагоприятный микроклимат, повышенный радиоактивный фон и электромагнитное излучение, производственный шум, вибрация и т.д.), так и связанных с составом добываемой руды [Афанасова и др., 2007; Митьковская и др., 2007; Мамырбаев и др., 2012; Узбеков и др., 2014; Титова и др., 2017]. Согласно литературным данным, сочетанное действие производственных факторов, в том числе и химических, приводит к развитию у шахтеров ангиодистонии, нарушений микроциркуляции на фоне гиперкоагуляции, изменению адгезивно-агрегационных свойств тромбоцитов, ухудшению реологических свойств и кислород-транспортной функции крови, формированию циркуляторной гипоксии, активации перекисного окисления липидов и истощению антиоксидантной системы защиты [Афанасова и др., 2007; Митьковская и др., 2007; Мамырбаев, 2012; Узбеков и др., 2014; Панев и др., 2016]. Установлено, что длительная азрогенная экспозиция соединений хрома является причиной нарушений регуляции сосудистого тонуса и сердечной деятельности, развития патоморфологических и гистохимических изменений стенок сосудов, дистрофии и энергетического дисбаланса кардиомиоцитов [Митьковская и др., 2007; Мамырбаев, 2012; Узбеков и др., 2014; Панев и др., 2016]. Результаты эпидемиологических и клинических исследований свидетельствуют о том, что сердечно-сосудистая патология у шахтеров развивается в

более молодом возрасте, чем в популяции в целом, а частота развития жизнеугрожающих ситуаций и инвалидизации, связанных с этой патологией – выше [Митьковская и др., 2007; Панев и др., 2016]. Оценка риска, установление морфофункциональных и патогенетических особенностей развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды, являются основой разработки целенаправленных программ ранней диагностики и профилактики этой группы заболеваний, реализация которых позволит стабилизировать состав трудовых коллективов и повысить экономическую эффективность отрасли.

Цель настоящего исследования – оценка риска и изучение морфофункциональных особенностей развития сосудистых нарушений у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды.

Материалы и методы исследования

Проведена санитарно-гигиеническая оценка условий труда, а также клинико-функциональное обследование 135 работников хромовой шахты. Группу наблюдения составили 88 шахтеров (горнорабочий, проходчик, машинист буровой установки, крепильщик, машинист скреперной лебедки, бурильщик шпуров, горный мастер), подвергающихся в течение рабочей смены синергетическому воздействию комплекса негативных производственных факторов. В группу сравнения вошли 47 работников шахты, осуществляющих трудовую деятельность на поверхности и не имеющих производственного контакта с вредными факторами, связанными с добычей хромовой руды. Все обследованные – лица мужского пола. Средний возраст работников группы наблюдения – 43.7 ± 8.5 года (в группе сравнения – 38.9 ± 8.4 года, $p > 0.05$), средний стаж работы – 19.6 ± 6.1 лет (в группе сравнения – 17.3 ± 4.7 года, $p > 0.05$). Группы сопоставимы по социально-экономическому положению и основным факторам образа жизни (питание, курение, употребление алкоголя, двигательная активность) ($p > 0.05$). Исследование носило проспективный характер (2015–2017 гг).

Санитарно-гигиеническая оценка условий труда проводилась по результатам анализа актов специальной оценки условий труда (СОУТ) и данным натурных исследований воздуха рабочей зоны в соответствии с действующими нормативными документами¹.

Отбор пыли для определения фракционного состава производили на фильтры АФА-ВП-20-2. Определение взвешенных веществ выполнялось гра-

¹ Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда; Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. 2005. №3(21).

виметрическим методом². Отбор проб для измерения массовой концентрации хрома в воздухе рабочей зоны (ВРЗ) проводили на фильтры АФА-ХП-20.

Подготовку проб для анализа осуществляли методом «сухой» минерализации в муфельной печи и последующим растворением образовавшейся золы в азотной кислоте. Содержание хрома в пробах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (спектрофотометр Aanalyst-400, Perkin Elmer, США) в пламени «ацетилен-воздух» по стандартной методике³. Содержание хрома в крови определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP-MS)⁴. Содержание химических элементов измеряли с помощью масс-спектрометра Agilent 7500_{cx} («Agilent Technologies Inc.», США). Оценка априорного профессионального риска для здоровья работников, занятых подземной добычей хромовой руды, осуществлялась на основании санитарно-гигиенической оценки условий труда в соответствии с Р 2.2.1766-03⁵.

В ходе углубленного клинического обследования изучался профессиональный маршрут, данные анамнеза с оценкой факторов образа жизни (наследственность, табакокурение, физическая активность), результаты функционального обследования работников групп наблюдения и сравнения. Оценка вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелий-зависимой вазодилатации проводилась по модифицированной методике D.S. Celermajer с соавт. [1992], а оценка состояния экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий – по стандартной методике [Stein et al., 2008]. Оба исследования выполнены на ультразвуковом сканере экспертного класса «Vivid q» с использованием линейного датчика (4.0–13.0 МГц). Программа санитарно-гигиенических и клинко-функциональных исследований была одобрена Этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-

профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол № 2, 2015 г.). Комплекс медико-биологических исследований проводился с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинской Декларации (1983 г.). Для проведения социологических, клинко-функциональных и лабораторных исследований у всех обследованных пациентов было получено предварительное добровольное информированное согласие.

Анализ информации выполнялся с помощью программы Statistica 6 и специальных программных продуктов с приложениями MS-Office. Проверка на нормальность распределения измеряемых переменных осуществлялась на основе теста Колмогорова-Смирнова.

Для количественной характеристики исследуемых показателей использовали значения средней (M) и ее ошибки (m). Достоверность различий изучаемых показателей в сравниваемых группах ($M_n \pm m_n$ против $M_k \pm m_k$) устанавливали по критерию Стьюдента ($t > 2.0$; $p \leq 0.05$).

Результаты и их обсуждение

Анализ данных СОУТ группы наблюдения показал, что уровень эквивалентного шума на рабочих местах шахтеров составлял от 65.3–70.9 дБА (горнорабочий, горный мастер – 2 класс условий труда) до 108,2–114,9 дБА (проходчик, бурильщик шпуров, машинист буровой установки – класс 3.4). Локальная вибрация на рабочих местах проходчика и бурильщика шпуров превышала предельно допустимый уровень (ПДУ – 126 дБ) и достигала 135 дБ, а общая вибрация – 127 дБ (ПДУ – 115 дБ – класс 3.3). На рабочем месте машиниста скреперной лебедки уровень локальной вибрации составлял 127 дБ, общей вибрации – 116 дБ (класс 3.1). На всех рабочих местах шахтеров имела место пониженная температура воздуха (9°C – класс 3.3). Региональная/общая физическая нагрузка и частое нахождение в неудобной (фиксированной) позе позволили отнести условия труда у проходчика, бурильщика шпуров, машиниста скреперной лебедки к классу 3.3, у горнорабочего, крепильщика, машиниста буровой установки – к классу 3.2, а у горного мастера – к классу 3.1. В целом, условия труда на рабочих местах основных шахтерских профессий были квалифицированы как «вредные» и отнесены к классам 3.3 – 3.4 (табл. 1).

Результаты натурных исследований показали, что содержание взвешенных веществ (пыли) в ВРЗ проходчика, бурильщика шпуров, машиниста буровой установки, машиниста скреперной лебедки соответствовало классу условий труда 3.1, в то время как запыленность на рабочих местах горнорабочего, крепильщика и горного мастера не превышала 2 класса (табл. 2).

² МУК 4.1.2468-09 Измерение массовых концентраций пыли в воздухе рабочей зоны предприятий горнорудной и нерудной промышленности. 29.04.2009.

³ Методика измерения массовой концентрации металлов в выбросах загрязняющих веществ в атмосферу и в воздухе рабочей зоны промышленных предприятий. М-01В/2011 с изменениями № 1 от 22.12.2011 г., № 2 от 10.12.2012 г., № 3 от 10.03.2014 г., № 4 от 15.12.2015 г.

⁴ Определение химических соединений и элементов в биологических средах: сб. метод. указаний. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015.-168 с. МУК 4.1.3230–14 Методика измерений массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

⁵ Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Р 2.2.1766-03 2.2. Гигиена труда. М., 2004.

Одновременно содержание хрома на рабочих местах группы наблюдения не превышало 0.002–0.012 мг/м³ (среднесменная концентрация – менее 0.5 мг/м³; ПДУ – 1.0 мг/м³), что также соответствовало 2 классу (табл. 2, 3).

Таблица 1

Общая оценка условий труда работников основных профессий, занятых шахтной добычей хромовой руды

Профессия	Класс условий труда по степени вредности и (или) опасности							Общая оценка
	Химический фактор	Шум (Лэкв.)	Вибрация (общ)	Вибрация (лок)	Микроклимат	Тяжесть труда	Напряженность труда	
Горнорабочий	2	2	-	-	3.3	3.2	1	3.3
Проходчик	2	3.4	3.2	3.3	3.3	3.3	1	3.4
Крепильщик	2	3.2	-	2	3.3	3.2	1	3.3
Бурильщик шпуров	2	3,4	3.2	3.3	3.3	3.3	1	3.4
Горный мастер	-	2	-	-	3.3	3.1	2	3.3
Машинист скреперной лебедки	2	3.3	3.1	3.1	3.3	3.3	1	3.4
Машинист буровой установки	2	3.4	2	2	3.3	3.2	1	3.4

Таблица 2

Результаты натуральных исследований содержания взвешенных веществ и хрома в воздухе рабочей зоны работников основных профессий, занятых шахтной добычей хромовой руды

Точка отбора – рабочее место	Взвешенные вещества, мг/м ³	Хром, мг/м ³	Примечание: измерения проводились
бурильщика шпуров, проходчика, машиниста скреперной лебедки, машиниста буровой установки	4.007 ± 0.962	< 0.0015	после выполнения основных производственных операций: бурения, проходки, скреперования
горнорабочего	2.016 ± 0.484	0.012 ± 0.003	после загрузки вагонов
крепильщика	0.704 ± 0.169	0.0034 ± 0.0008	при выполнении основных производственных операций
горного мастера	0.443 ± 0.106	0.0020 ± 0.0005	при выполнении основных производственных операций

Таблица 3

Оценка класса условий труда по степени вредности и (или) опасности химического фактора работников основных профессий, занятых шахтной добычей хромовой руды

Профессия	Среднесменная концентрация хрома на рабочих местах (мг/м ³)	ПДУ	Общая оценка класса условий труда по степени вредности и (или) опасности химического фактора
Горнорабочий	Менее 0.5	1.0	2
Проходчик	Менее 0.5	1.0	2
Крепильщик	Менее 0.5	1.0	2
Бурильщик шпуров	Менее 0.5	1.0	2
Горный мастер	-	1.0	1
Машинист скреперной лебедки	Менее 0.5	1.0	2
Машинист буровой установки	Менее 0.5	1.0	2

Содержание хрома в крови работников группы наблюдения достигало 0.0061±0.0022 мкг/см³, в то время как в группе сравнения было существенно ниже и не превышало 0.0003±0.0001 мкг/см³ (p=0.006). Следует отметить, что содержание хрома в крови в группе наблюдения существенно превышало референтный уровень (0.0001 мкг/см³, p<0.001), что может быть связано с кумулирующим

эффектом хрома, свойственным большинству металлов [Мамырбаев, 2012].

Изучение вклада различных вредных производственных факторов на рабочих местах шахтеров, проведенное согласно действующим нормативным документам, показало ведущую роль физических факторов трудового процесса (производственный шум, вибрация в сочетании с пониженной темпе-

ратурой воздуха и тяжестью трудового процесса). На рабочих местах проходчика, бурильщика шпуров, машинистов буровой установки и скреперной лебедки дополнительным вредным фактором трудового процесса является воздействие пыли в сочетании с соединениями хрома, обладающими эффектом суммации негативных эффектов на уровне органов-мишеней.

На всех рабочих местах представителей группы сравнения условия труда являлись допустимыми и соответствовали 2 классу.

В ходе ультразвукового исследования функционального состояния эндотелия сосудов было установлено, что в группе наблюдения количество шахтеров с низкой вазодилатацией периферических артерий более чем в 5 раз превышало показатель группы сравнения (54.8 против 10.5%, $p < 0.001$), при этом среднегрупповой прирост диаметра плечевой артерии был на 25% меньше (9.9 ± 1.7 против $13.7 \pm 1.3\%$, $p = 0.001$), а коэффициент чувствительности артерий имел в 2.5 раза более низкие значения (0.08 ± 0.02 и 0.20 ± 0.06 у.е. соответственно, $p < 0.001$) (табл. 4).

Таблица 4

Результаты исследования эндотелий-зависимой вазодилатации у работников сравниваемых групп

Реакция плечевой артерии	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ($p < 0.05$)
Прирост диаметра $\geq 10\%$	45.24	89.47	< 0.001
Прирост диаметра $< 10\%$	54.76	10.53	0.001
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	9.9 ± 1.7	13.7 ± 1.3	0.001
Коэффициент чувствительности плечевой артерии, у.е.	0.08 ± 0.02	0.20 ± 0.06	< 0.001

При сопоставлении результатов оценки функционального состояния эндотелия у шахтеров, имеющих различный стаж работы, выявленные тенденции сохранялись: в группе наблюдения число лиц с неудовлетворительными результатами пробы при любом стаже работы было больше (48.3 и 69.2% против 8.7 и 13.3%; $p = 0.002-0.003$), а степень функциональной несостоятельности эндотелия – выше ($p = 0.004-0.01$) (табл. 5). Кроме того, обращало на себя внимание, что в группе наблюдения число лиц, имеющих неудовлетворительный показатель вазодилатации, при увеличении стажа работы возрастало более чем на 20% (48.3% – до 10 лет и 69.2% – более 10 лет, $p = 0.02$), а в группе

сравнения – менее чем на 5% (8.7% – до 10 лет и 13.3% – более 10 лет, $p = 0.22$). В целом, относительный риск развития функциональной несостоятельности эндотелия у шахтеров, имеющих стаж менее 10 лет, был более, чем в 8 раз выше, чем в аналогичной группе сравнения ($OR = 8.6$; $DI = 4.69-11.32$; $p = 0.02$); при увеличении стажа подземной работы более 10 лет – он увеличивался практически еще в 2 раза ($OR = 14.7$; $DI = 8.13-21.71$; $p = 0.04$). Установлена зависимость снижения показателей функциональной активности эндотелия – от концентрации в крови хрома ($b_0 = 2.67-4.16$; $b_1 = 894.33-1129.87$; $R^2 = 0.47-0.53$; $p \leq 0.001$).

Таблица 5

Результаты исследования эндотелий-зависимой вазодилатации у работников сравниваемых групп, имеющих различный стаж работы

Реакция плечевой артерии	Стаж менее 10 лет		Достоверность различий между группами ($p < 0,05$)	Стаж более 10 лет		Достоверность различий между группами ($p < 0,05$)
	Группа наблюдения	Группа сравнения		Группа наблюдения	Группа сравнения	
Прирост диаметра $\geq 10\%$	51.7%	91.3%	0.002	30.8%	86.7%	0.003
Прирост диаметра $< 10\%$	48.3%	8.7%	0.002	69.2%	13.3%	0.003
Относительный прирост диаметра плечевой артерии	$10.7 \pm 2.0\%$	$14.9 \pm 1.7\%$	0.002	$8.2 \pm 3.2\%$	$11.9 \pm 1.8\%$	0.04
Коэффициент чувствительности плечевой артерии, (у.е.)	0.10 ± 0.02	0.20 ± 0.07	0.01	0.06 ± 0.04	0.22 ± 0.10	0.004

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о более выраженном снижении актив-

ности эндотелий-зависимых механизмов регуляции сосудистого тонуса у $\frac{2}{3}$ шахтеров уже через 10

лет работы по специальности и являются основанием для неблагоприятного прогноза раннего ремоделирования сосудистой стенки и последующего развития сердечно-сосудистой патологии [Евсеева и др., 2005].

По данным ультразвукового исследования экстракраниальных брахиоцефальных артерий установлено, что атеросклеротические изменения сосудистой стенки у работников группы наблюдения регистрировались в 2 раза чаще, чем в группе

сравнения (46.5 против 23.7%, $p=0.03$), а толщина комплекса интима-медиа была достоверно больше (0.74 ± 0.05 против 0.63 ± 0.05 мм, $p=0.003$) (табл. 6).

Следует отметить, что относительный риск развития атеросклеротических изменений сосудистой стенки у шахтеров, имеющих различный стаж работы, в 3.5–3.8 раза превышал аналогичный в группе сравнения ($OR=3.5-3.8$; $DI=1.44-9.89$; $p=0.002-0.03$) (табл. 7).

Таблица 6

Результаты ультразвукового исследования экстракраниальных брахиоцефальных артерий у работников сравниваемых групп

Состояние экстракраниальных брахиоцефальных артерий	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий ($p<0,05$)
Отсутствие признаков атеросклероза (%)	53.5	76.3	0.03
Признаки атеросклероза (%)	46.5	23.7	0.03
Толщина комплекса интима-медиа (мм)	0.74 ± 0.05	0.63 ± 0.05	0.003

Таблица 7

Результаты ультразвукового исследования экстракраниальных брахиоцефальных артерий у шахтеров, имеющих различный стаж работы

Состояние экстракраниальных брахиоцефальных артерий	Стаж менее 10 лет		Достоверность различий между группами ($p<0,05$)	Стаж более 10 лет		Достоверность различий между группами ($p<0,05$)
	Группа наблюдения	Группа сравнения		Группа наблюдения	Группа сравнения	
Отсутствие признаков атеросклероза (%)	54.8	82.6	0.004	48.8	76.7	0.04
Признаки атеросклероза (%)	45.2	17.4	0.02	51.2	23.3	0.04
Толщина комплекса интима-медиа (мм)	0.75 ± 0.06	0.59 ± 0.04	<0.001	0.79 ± 0.09	0.61 ± 0.09	0.01

Выводы

1. Существующие подходы к оценке условий труда работников, занятых подземной добычей хромовой руды, основаны преимущественно на изучении комплекса физических факторов трудового процесса и мало учитывают химическое воздействие.

2. У половины шахтеров, имеющих стаж работы по добыче хромовой руды менее 10 лет, определяется ранняя несостоятельность функциональной активности эндотелия, одного из ведущих промуотеров сердечно-сосудистой патологии, а относительный риск ее развития до 8 раз превышает аналогичный у работников, не связанных с подземными условиями труда. У 10% шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды и имеющих стаж профессиональной деятельности более 10 лет, наблюдается существенное снижение функциональных резервов кардиореспираторной системы.

3. Установлена прямая связь снижения функциональной активности эндотелия с повышенным содержанием в крови шахтеров хрома.

4. Относительный риск развития атеросклеротических изменений сосудистой стенки, морфологической перестройки миокарда и клапанного аппарата у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды, от 3.5 до 12 раз превышает аналогичный у персонала, не связанного с подземными условиями труда.

Библиографический список

- Афанасова О.Е. и др. Влияние условий труда на формирование артериальной гипертензии у работающих в условиях высокого профессионального риска // Медицина труда и промышленная экология. 2007. № 1. С. 16–22.
- Бакиров А.Б. и др. Клинико-гигиенические аспекты риска развития и прогрессирования пылевой бронхолегочной патологии у работников различных отраслей экономики под воздействием производственных факторов риска // Анализ риска здоровью. 2017. № 3. С. 83–91.
- Бухтияров И.В. и др. Оценка риска утомления у работников нервно-эмоционального труда // Анализ риска здоровью. 2018. № 1. С. 66–77.

- Евсеева Я.В. и др. Ультразвуковое исследование вазодилатационных реакций эндотелия у больных сахарным диабетом 2 типа, ассоциированным с ишемической болезнью сердца и артериальной гипертонией // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2005. № 4(6), ч. II. С. 87–91.
- Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. Актобе, 2012. 284 с.
- Митковская Н.П. и др. Новый взгляд на причины развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров // Российские Медицинские Вести. 2007. Т 12, №3. С. 19–28.
- Панев Н.И. и др. Частота заболеваний сердечно-сосудистой системы у работников угольной промышленности // Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 5. С. 16–20.
- Синода В.А. Гигиеническая оценка профиля и уровня профессионального риска у рабочих основных профессий вагоностроительного производства // Анализ риска здоровью. 2015. №2(10). С. 52–61.
- Титова Е.Я. и др. Современные проблемы охраны здоровья работников крупного промышленного предприятия, работающих в условиях профессиональных вредностей // Анализ риска здоровью. 2017. № 4. С. 83–90.
- Узбеков А.А. и др. Оценка опасности воздействия на людей соединений хрома при добыче хромосодержащих руд и получении феррохрома // Медицина и экология. 2014. № 1 (70). С. 24–27.
- Stein J.H. et al. Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine // Journal of the American Society of Echocardiography. 2008. Vol. 48. P. 93–111.
- Afanasova O.E. et al. [Influence of working conditions on the formation of arterial hypertension in workers in conditions of high professional risk]. *Medicina truda i promyšlennaja ėkologija*. N 1 (2007): pp. 16-22. (In Russ.).
- Bakirov A.B. et al. [Clinical and hygienic aspects of the risk of development and progression of dust bronchopulmonary pathology in workers in various sectors of the economy under the influence of production risk factors]. *Analiz riska zdorov'ju*. N 3 (2017): pp. 83-91. (In Russ.).
- Buhtiyarov I.V. et al. [Assessment of the risk of fatigue in workers of nervous and emotional work]. *Analiz riska zdorov'ju*. N 1 (2018): pp. 66-77. (In Russ.).
- Evseeva YA.V. et al. [Ultrasound examination of vasodilation reactions of the endothelium in patients with type 2 diabetes associated with ischemic heart disease and arterial hypertension]. *Kardiovaskuljarnaja terapija i profilaktika*. N 4 (2005): pp. 87-91. (In Russ.).
- Mamyrbaev A.A. *Toksikologija chroma i ego soedinenij* [Toxicology of chromium and its compounds]. Aktobe, 2012. 284 p. (In Russ.).
- Mit'kovskaya N.P. et al. [A new look at the causes of the development of cardiovascular pathology in miners]. *Rossijskie medicinskie vesti*. N 3 (2007): pp. 19-28. (In Russ.).
- Panev N.I. et al. [The incidence of cardiovascular diseases among workers in the coal industry]. *Medicina truda i promyšlennaja ėkologija*. N 5 (2016): pp. 16-20. (In Russ.).
- Sinoda V.A. [Hygienic assessment of the profile and level of occupational risk among workers in the basic occupations of car building industry]. *Analiz riska zdorov'ju*. N 2 (2015): pp. 52-61. (In Russ.).
- Stein J.H. et al. Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine. *Journal of the American Society of Echocardiography*. V. 48 (2008): pp. 93-111.
- Titova E.YA. et al. [Modern problems of protecting the health of employees of large industrial enterprises working in conditions of occupational hazards]. *Analiz riska zdorov'ju*. N 4 (2017): pp. 83-90. (In Russ.).
- Uzbekov A.A. et al. [Assessment of risk of exposure to human of the chromium compounds during chromium ore mining and ferrochromium gaining]. *Medicina i ėkologija*. N 1 (2014): pp. 24-27. (In Russ.).

Поступила в редакцию 01.10.2018

Об авторах

Зайцева Нина Владимировна, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель
ФБУН «ФНЦ медико-профилактических техно-

About the authors

Zaitseva Nina Vladimirovna, fellow of RAS, doctor of Medicine, professor, scientific leader
FBSI "Federal Scientific Center for Medical and

логий управления рисками здоровью населения»
ORCID: 0000-0003-2356-1145
 614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;
 znv@fcrisk.ru; 8(342)2372534

Устинова Ольга Юрьевна, доктор медицинских наук, доцент, заместитель директора по лечебной работе
 ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
ORCID: 0000-0002-9916-5491
 614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;
 ustinova@fcrisk.ru; (342)2363264

зав. кафедрой экологии человека и безопасности жизнедеятельности
 ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»
 614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Носов Александр Евгеньевич, кандидат медицинских наук, заведующий профпатологическим отделением терапевтического профиля
 ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
ORCID: 0000-0003-0539-569X
 614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;
 nosov@fcrisk.ru; (342)2368780

доцент кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности
 ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»
 614990, Пермь, ул. Букирева, 15

Власова Елена Михайловна, кандидат медицинских наук, зав. профцентром, врач-профпатолог
 ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»
ORCID: 0000-0003-3344-3361
 614045, Пермь, ул. Монастырская, 82;
 vlasovaem@fcrisk.ru; (342)2363264

Preventive Health Risk Management Technologies”.

ORCID: 0000-0003-2356-1145
 82; Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045;
 znv@fcrisk.ru; +7(342)2372534

Ustinova Olga Yurievna, Doctor of Medicine, Associate Professor, Deputy Director for the medical work

FBSI “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies”.
ORCID: 0000-0002-9916-5491
 82; Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045;
 ustinova@fcrisk.ru; (342)2363264

head of the Department of human ecology and life safety
 Perm State University.
 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990

Nosov Alexander Evgenievich, Candidate of Medical Sciences, Head of the Pathological Department of therapeutic Profile
 FBSI “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies”.

ORCID: 0000-0003-0539-569X
 82; Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045;
 nosov@fcrisk.ru; (342)2368780

Associate Professor of the Department of human ecology and life safety
 Perm State University.
 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990

Vlasova Elena Mikhailovna, Candidate of Medicine, Head. Prof., a professional pathologist
 FBSI “Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies”.

ORCID: 0000-0003-3344-3361
 82; Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045;
 vlasovaem@fcrisk.ru; (342)2363264

Информация для цитирования:

Оценка риска развития структурно-функциональных сосудистых нарушений у работников, занятых подземной добычей хромовой руды / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, А.Е. Носов, Е.М. Власова // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2018. Вып. 4. С. 415–422. DOI: 10.17072/1994-9952-2018-4-415-422.

Zaitseva N.V., Ustinova O.Yu., Nosov A.E., Vlasova E.M. [Risk assessment of structural-functional vascular abnormalities development of workers, engaged in chrome ore underground mining]. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologija*. Iss. 4 (2018): pp. 415-422. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9952-2018-4-415-422.

