

Е.М. Власова¹, Д.М. Шляпников¹, Т.М. Лебедева²**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАЗВИТИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, 82, Пермь, Россия, 614045²ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. Е.А. Вагнера», ул. Петropавловская, 26, Пермь, Россия, 614000

Представлена динамика изменений риска развития производственно обусловленных нарушений функций органов кровообращения у работников предприятий цветной металлургии. Установлено, что в условиях воздействия шумового фактора на уровне до 94 дБА со стажем увеличивается вероятность развития атеросклеротических процессов и метаболического синдрома. При стаже работы пять лет уровень риска развития предикторных состояний возрастает на 40,5%. При продолжительности профессиональной экспозиции более пяти лет зафиксировано нарастание риска артериальной гипертензии. В группе работников без воздействия производственных факторов распространенность атеросклеротических процессов, метаболического синдрома и артериальной гипертензии не имеет стажевой детерминации. Моделирование эволюции риска показало, что риск развития нарушений функций организма у работников предприятий цветной металлургии становится неприемлемым после пяти лет стажа работы (критическими являются нарушения функций системы кровообращения).

Ключевые слова: профессиональный риск, моделирование риска, цветная металлургия.

E.M. Vlasova¹, D.M. Shliapnikov¹, T.M. Lebedeva². **Analysis of changes in characteristics of arterial hypertension occupational risk in workers of nonferrous metallurgy**

¹Federal Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies», 82, Monastyrskaya str., Perm, Russia, 614045

²State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Perm State Medical University named after E.A. Vagner», 26, Petropavlovskaya str., Perm, Russia, 614000

The article covers changes in occupational cardiovascular risk for workers of nonferrous metallurgy. Findings are that exposure to noise up to 94 dB with length of service increases possible atherosclerosis and metabolic syndrome. With 5 years of service, risk of the predicted conditions increases by 40.5%. When occupational exposure lasts over 5 years, risk of arterial hypertension increases. A group of workers without exposure to occupational factors appeared to have no connection between length of service and metabolic syndrome and arterial hypertension. Risk evolution modelling proved that risk of functional disorders in nonferrous metallurgy workers becomes unacceptable after 5 years of service (cardiovascular disorders are critical).

Key words: occupational risk, risk modelling, nonferrous metallurgy.

Важнейшим индикатором здоровья общества является состояние здоровья работников, которое определяет качество трудовых ресурсов и демографическую ситуацию в стране, производительность труда, величину валового внутреннего продукта [5,6]. Анализ состояния здоровья работающих в России вызывает особую тревогу в связи со значительным его ухудшением за последние годы. Существенную роль в создавшемся положении играют неблагоприятные условия труда, которые являются источниками постоянной опасности нарушения здоровья работников различных профессий [4,6–8].

Определение профессионального риска у работающих позволяет прогнозировать формирование определенных заболеваний, обусловленных условиями труда, выделить приоритетные нарушения здоровья и своев-

ременно проводить целенаправленные профилактические мероприятия. При этом оценка динамики уровня риска и ответов, характеризующихся различной тяжестью, а также эволюции риска позволяет устанавливать параметры экспозиции, при которых уровень риска классифицируется как недопустимый.

Цель исследования: оценка динамики изменений характеристики профессионального риска развития артериальной гипертензии у работников предприятия цветной металлургии.

Материалы и методы. Были обследованы рабочие места с характерным набором вредных производственных факторов и одинаковыми режимами работы предприятия цветной металлургии следующих профессий: выбивщик, разделщик титановой губки (ТГ) и сортировщик титановой губки (ТГ). Общее количество ра-

ботников составило 66 человек, в том числе 29 мужчин (44% общего числа группы) и 37 женщин (56% общего числа группы). Средний возраст работников выбранной группы составляет 36,9±2,4 года, средний стаж — 8,3±1,8 года. Группу сравнения составили инженерно-технические работники (ИТР) данного предприятия, общей численностью 52 человека (44,2% мужчин и 55,8% женщин), средний возраст составляет 36,3±1,4 года, средний стаж — 8,9±2,3 года. Основными критериями для выбора группы сравнения стали: отсутствие воздействия вредных факторов; сопоставимость по возрасту, полу и стажу.

Для оценки условий труда были использованы результаты проводимого производственного контроля на рабочих местах и аттестации рабочих мест по условиям труда. Оценку условий труда и расчет априорного профессионального риска выполняли в соответствии с Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Выполнение ситуационного моделирования изменения риска заболеваний проводили с применением математической модели «экспозиция — стаж — вероятность ответа». Оценку достоверности параметров и адекватности модели выполняли на основании однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера. В процессе построения модели помимо проверок статистических гипотез проводили экспертизу полученных зависимостей для оценки их биологической адекватности [1]. Данными для построения моделей служили установленные причинно-следственные связи нарушений здоровья с работой. Оценку степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой выполняли в соответствии с Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» с расчетом показателей относительного риска (RR) и этиологической доли ответов, обусловленной воздействием фактора профессионального риска (EF). Для оценки достоверности полученных данных использовался 95%-ный доверительный интервал (CI). Работники были обследованы по программе, которая включала клинический осмотр, лабораторные и функциональные исследования, направленные на установление донозологических нарушений артериальной гипертензии: обследование артерий верхних и нижних конечностей с помощью диагностической системы Vasera VS–1500N для оценки степени атеросклероза по двум показателям: САВИ (сердечно-лодыжечный сосудистый индекс) и АВІ (лодыжечно-плечевой индекс). Оценка проведена для женщин до 45 лет, мужчин до 50 лет, ультразвуковая оценка вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелийзависимой вазодилатации по модифицированной методике CelerMayer D.S. с соавт. (1992 г.) с определением показателя «чувствительность пле-

чевой артерии к изменению сдвига на эндотелий». Этот показатель определяет, насколько чувствителен эндотелий к изменению скорости кровотока и насколько сохранил способность регулировать диаметр сосуда. Лабораторные исследования включали исследования, выполненные унифицированными биохимическими и иммуноферментными методами, позволяющими оценить состояние сердечно-сосудистой системы. Всего при лабораторном диагностическом обследовании выполнено 8378 исследований по 71 показателю. Контроль качества выполняемых диагностических исследований обеспечен ведением внутрилабораторного контроля качества (приказ МЗ РФ от 07.02.2000 № 45), участием в Федеральной системе внешней оценки качества (сертификат лаборатории № 10843 по биохимическим исследованиям, № 10845 — по общеклиническим исследованиям) и в международной системе оценки качества лабораторных исследований EQAS (сертификат лаборатории № 9473). Обследование выполнено в соответствии с соблюдением этических норм, изложенных в пересмотренной версии Хельсинкской декларации, принятой на 59-й Генеральной ассамблее WMA в 2008 г.

Оценку изменения рисков здоровью с учетом стажа работы и персональных особенностей образа жизни выполняли с применением разработанного программного продукта, реализующего эволюционную модель и позволяющего проводить расчеты показателей риска. Проведение моделирования эволюции риска основано на том, что организм непрерывно взаимодействует с окружающей средой и состоит из множества органов-мишеней, взаимосвязанных друг с другом. Эволюция риска негативных эффектов описывается системой дифференциальных уравнений, которая отражает накопление функциональных нарушений, связанных с повреждающим действием факторов среды на фоне естественных процессов, протекающих в организме [1–3].

Результаты и обсуждение. По результатам проведенной аттестации рабочих мест на рабочих местах работников группы наблюдения установлено, что условия труда, согласно Руководству Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», на всех рабочих местах оценены как вредные, с третьей степенью вредности (3.3) (табл. 1).

Таблица 1

Классификация условий труда на рабочих местах работников группы наблюдения, согласно Р 2.2.2006–05

Показатель	Класс условий труда согласно Р 2.2.2006–05					
	1 и 2	3.1	3.2	3.3	3.4	4.0
Число рабочих мест	0	0	0	16	0	0
Удельный вес рабочих мест, %	0	0	0	100	0	0

Условия труда работников характеризуются сочетанным воздействием производственных факторов: пыли с содержанием оксида титана, производственного шума, локальной вибрации и тяжести трудового процесса. Показатели эквивалентного скорректированного уровня вибрации локальной при ПДУ 2 м/с^2 составляет $4,72 \text{ м/с}^2$, что соответствует вредным условиям труда 3 степени вредности (класс условий труда — 3.3); уровень шума достигает 94 дБА, что на 14 дБА превышает предельно допустимый уровень (ПДУ 80 дБА) и соответствует 2-й степени вредности 3-го класса опасности (класс условий труда — 3.2); концентрация аэрозоля титана оксида на рабочих местах варьирует от $6,0 \pm 1,0 \text{ мг/м}^3$ до $8,2 \pm 2,1 \text{ мг/м}^3$ при ПДК 10 мг/м^3 ; показатели тяжести трудового процесса работающих соответствуют 2-й степени вредности 3-го класса опасности (класс условий труда — 3.2). Априорный риск в соответствии с Р 2.2.1766–03 классифицируется как высокий (непереносимый).

Условия труда работников группы сравнения по результатам проведенной аттестации рабочих мест, оценены как вредные, с первой степенью вредности, класс условий труда 3.1 (табл. 2). Основным фактором рабочей среды, по которому условия труда отнесены к вредным, является световая среда. Априорный профессиональный риск работников группы классифицируется как малый (умеренный) (Р 2.2.1766–03).

Таблица 2

Классификация условий труда на рабочих местах группы сравнения, согласно Р 2.2.2006–05

Показатель	Класс условий труда согласно Р 2.2.2006–05					
	1 и 2	3.1	3.2	3.3	3.4	4.0
Число рабочих мест	0	10	0	0	0	0
Удельный вес рабочих мест, %	0	100	0	0	0	0

У работников, подвергающихся воздействию вредных производственных факторов, установлены показатели кардиориска: статистически достоверные причинно-следственные связи с условиями труда изменений периферических артерий (изменения показателя жесткости артериальных сосудов и степени стеноза нижних конечностей) $RR = 8,10$, 95% $CI = 1,46–45,09$; биохимические показатели, характеризующие наличие кардиориска и нарушений функции сосудистого эндотелия, обеспечивающего сосудистую регуляцию и являющихся важным механизмом в развитии сердечно-сосудистой патологии: повышенный уровень гомоцистеина ($RR = 21,27$, 95% $CI = 5,98–75,63$; этиологическая доля $EF = 95,30\%$); повышенный уровень глюкозы в сыворотке крови ($RR = 5,12$, 95% $CI = 1,26–20,75$; этиологическая доля $EF = 80,47\%$); повышенный уровень С-пептида в крови ($RR = 1,39$, 95% $CI = 1,05–1,83$). Отмечается увеличение распространенности со стажем атеросклеротических процессов и метаболического синдрома: уже при стаже работы до

5 лет — 13,3%, стаже 5–10 лет — 20%, стаже более 10 лет — 33% (для атеросклероза) и 23,8% (метаболического синдрома). Анализ ультразвукового исследования сосудов показал достоверную взаимосвязь с увеличением стажа работы развития атеросклероза в виде стеноза сосудов (между подгруппами до 5 лет и 5–10 лет, $p=0,005$, между подгруппами 5–10 лет и более 10 лет, $p=0,007$) и толщины комплекса интима-медиа (между подгруппами до 5 лет и более 10 лет, $p=0,028$).

Даже при отборе работников для работы во вредных условиях труда воздействие вредных производственных факторов обуславливает нарушения регуляторных систем и формирование артериальной гипертензии уже при стаже работы до 5 лет (в группе наблюдения доля работников с заболеванием 13,3%). При увеличении стажа работы (более 5 лет) нарушения здоровья, предикторные развитию артериальной гипертензии, реализуются в заболевание: при стаже 5,1–10 лет — в 20% случаев, стаже более 15 лет — в 44,45% случаев ($p=0,04$). В группе работников без воздействия производственных факторов распространенность атеросклеротических процессов, метаболического синдрома и артериальной гипертензии не имеет стажевой детерминации ($p>0,05$), а связана с возрастной инволюцией.

При моделировании риска нарушений здоровья, предикторных развитию артериальной гипертензии установлено возрастание его уровня со стажем. При стаже работы пять лет в существующих условиях труда уровень риска развития предикторных состояний развития болезней системы кровообращения возрастает на 40,5%.

Моделирование эволюции риска нарушений функций организма работников показало, что уровень этого риска становится неприемлемым после пяти лет стажа работы (критическими являются нарушения системы кровообращения) (рис. 1, 2).

При анализе эволюции риска здоровью установлено, что интегральный риск нарушений здоровья при отсутствии воздействия производственных факторов расценивается как приемлемый до возраста 43 года. Воздействие производственных факторов на исследуемых уровнях формирует неприемлемый риск уже к 32 годам.

Выводы. 1. Установленный высокий уровень априорного профессионального риска подтвержден результатами клинко-лабораторных исследований: в условиях воздействия производственных факторов формируются показатели кардиориска в виде нарушений сосудистой регуляции, окислительного дисбаланса, а также нарушения состояния сосудистой стенки и активации атеросклеротического процесса, после пяти лет работы зафиксировано нарастание риска артериальной гипертензии. 2. При моделировании риска нарушений здоровья, предикторных развитию заболеваний системы кровообращения установлено возрастание риска со стажем, а моделирование эволюции риска показало, что неприемлемым риск развития нарушений функций орга-

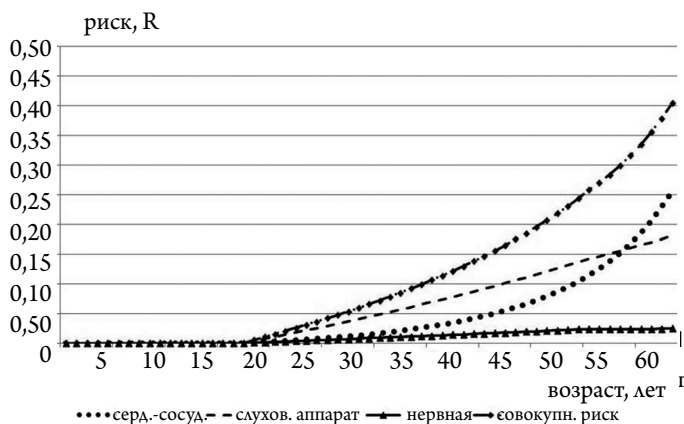


Рис. 1. Результаты моделирования изменения интегрального риска здоровью при воздействии производственных факторов (группа наблюдения)

низма у работников становится после пяти лет стажа работы. При этом критическими являются нарушения системы кровообращения. 3. Оценка динамики уровня риска и ответов организма на воздействие факторов производственной среды с оценкой эволюции риска позволяет устанавливать параметры экспозиции (а именно время экспозиции), при которых уровень риска классифицируется как недопустимый.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцева Н.В., Трусов П.В., Шур П.З. и др. // Анализ риска здоровью. — 2013. — №1. — С. 15–23.
2. Зайцева Н.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А. и др. // Здоровье населения и среды обитания. — 2013. — №1. — С. 4–6
3. Зайцева Н.В., Шур П.З., Май И.В. и др. // М-алы 2-й Всерос. научно-практич. конф. с междунар. участием. Пермь, 2011. — С. 10–16
4. Здоровье работающих: глобальный план действий на 2008–2017 гг. // 60-я сессия всемирной ассамблеи здравоохранения. WHA60.26. 2007. 12 с. // http://www.who.int/occupational_health/publications/global_plan/ru/.
5. Измеров Н.Ф. // Мед. труда и пром. экология. — 2008. — № 6. — С. 1–9.
6. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В. // М-алы XII Всерос. конгр. «Профессия и здоровье» V Всерос. съезда врачей-профпатологов. — М., 2013. — С. 27–45.
7. Мухин Н.Н., Измеров Н.Ф., Сорокина Н.С. // М-алы XII Всерос. конгр. «Профессия и здоровье» V Всерос. съезда врачей-профпатологов. — М., 2013. — С. 49–61.
8. Онищенко Г.Г. // Гиг. труда. — 2009. — № 1. — С. 29–33.

REFERENCES

1. Zaytseva N.V., Trusov P.V., Shur P.Z. et al. // Analiz riska zdorov'yu. — 2013. — 1. — P. 15–23 (in Russian).
2. Zaytseva N.V., Shur P.Z., Kir'yanov D.A. et al. // Zdorov'e naseleniya i sredy obitaniya. — 2013. — 1. — P. 4–6 (in Russian).

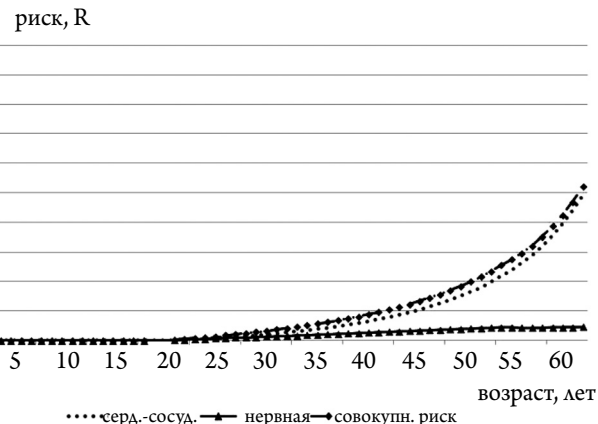


Рис. 2. Результаты моделирования изменения интегрального риска здоровью без воздействия производственных факторов (группа сравнения)

3. Zaytseva N.V., Shur P.Z., May I.V. et al. // Materials of 2nd Russian scientific and practical conference with international participation. — Perm', 2011. — P. 10–16 (in Russian).

4. Workers' health: global plan of activities for 2008–2017. 60th session of World Health Assembly. WHA 60.26, 2007; 12 p. Available at http://www.who.int/occupational_health/publications/global_plan/ru.

5. Izmerov N.F. // Indust. med. — 2008. — 6. — P. 1–9 (in Russian).

6. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V. // Materials of XII Russian congress «Occupation and health» of V Russian congress of occupational therapists. — Moscow, 2013. — P. 27–45 (in Russian).

7. Mukhin N.N., Izmerov N.F., Sorokina N.S. // Materials of XII Russian congress «Occupation and health» of V Russian congress of occupational therapists. — Moscow, 2013. — P. 49–61 (in Russian).

8. Onishenko G.G. // Industr. med. — 2009. — 1. — P. 29–33 (in Russian).

Поступила 22.06.2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Власова Елена Михайловна (Vlasova E.M.);

врач-профпатолог, зав. центром мед. труда и профпатологии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», канд. мед. наук. E-mail: vlasovaem@fcrisk.ru.

Шляпников Дмитрий Михайлович, (Shliapnikov D.M.)

зав. отд. анализа рисков для здоровья ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», E-mail: shlyapnikov@fcrisk.ru.

Лебедева Татьяна Михайловна (Lebedeva T.M.);

проф. каф. обществ. здоровья и здравоохранения ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. Е.А. Вагнера», д-р мед. наук, проф. E-mail: super.oziz@yandex.ru.