

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» (ФГБНУ «НИИ МТ»)

при поддержке
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации №ФС77-74608 от 29 декабря 2018 г.

Журнал входит в рекомендуемый ВАК перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Журнал включен в Российский индекс научного цитирования.

Адрес редакции:

105275, Москва,
пр-т Будённого, 31,
ФГБНУ «НИИ МТ», комн. 274,
редакция журнала
«Медицина труда и промышленная экология»
Тел. +7 (495) 366-11-10.
E-mail: zurniimtpe@yandex.ru
Сайт редакции:
<http://journal-irioh.ru>
Зав. редакцией А.В.Серебренникова

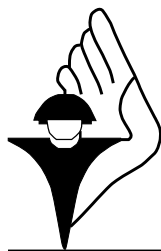
Подписной индекс по каталогу «Роспечать»:

71430 — для индивидуальных подписчиков;
71431 — для предприятий и организаций.

Подписка на электронную версию журнала через:
www.elibrary.ru

Подписано в печать 17.04.2019.
Формат издания 60х84 1/8.
Объем 8 п.л. Печать офсетная.

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Амирит»,
410004, г. Саратов,
ул. Чернышевского, 88
E-mail: zakaz@amirit.ru
Сайт: amirit.ru
Заказ



МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

ISSN 1026-9428 (print)
ISSN 2618-8945 (online)

59 (4), 2019

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Основан в 1957 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
БУХТИЯРОВ И.В.

д.м.н., проф., член-корр. РАН, НИИ МТ, Москва

Заместитель главного редактора
ПРОКОПЕНКО Л.В.

д.м.н., проф., НИИ МТ, Москва

Ответственный секретарь журнала
КИРЬЯКОВ В.А.

д.м.н., проф., ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана, г. Мытищи, Московская обл.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

АТЬКОВ О.Ю.

д.м.н., проф., член-корр. РАН, РМАНПО, Москва

БЕЛЯЕВ Е.Н.

д.м.н., проф., член-корр. РАН, ФЦГиЭ, Москва

БОНИТЕНКО Е.Ю.

д.м.н., проф., НИИ МТ, Москва

БУШМАНОВ А.Ю.

д.м.н., проф., ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, Москва

БЫКОВ И.Ю.

д.м.н., проф., член-корр. РАН, НИИ МТ, Москва

ГОЛОВКОВА Н.П.

д.м.н., НИИ МТ, Москва

ИЗМЕРОВА Н.И.

д.м.н., проф., НИИ МТ, Москва

КАПЦОВ В.А.

д.м.н., проф., член-корр. РАН, Москва

КОЛОСИО К.

Бишкек, Киргизия
к.м.н., доцент, МЦ ПЗХГШ госпиталей С.С. Пауло и Карло, Милан, Италия

КОСЯЧЕНКО Г.Е.

д.м.н., доцент, НПЦГ, Минск

КУЗЬМИНА Л.П.

д-р биол. наук, проф., НИИ МТ, 1-й МГМУ им. Сеченова, Москва

НИУ Ш.

д-р, Женева, МОТ, Швейцария

ПАЛЬЦЕВ Ю.П.

д.м.н., проф., НИИ МТ, Москва

ПАУНОВИЧ Е.

д-р, Белград, независимый эксперт, Сербия

ПОПОВА А.Ю.

д.м.н., проф., Роспотребнадзор, Москва

ПОТЕРЯЕВА Е.Л.

д.м.н., проф., академик РАЕН, НГМУ, Новосибирск

РЫЖОВ А.А.

д-р биол. наук, проф., ТвГУ, Тверь

СИДОРОВ К.К.

д.м.н., Роспотребнадзор, Москва

СТРИЖАКОВ Л.А.

д.м.н., 1-й МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва

ТИХОНОВА Г.И.

д.биол.н., НИИ МТ, Москва

УШАКОВ И.Б.

д.м.н., проф., академик РАН, ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, Москва

ФИЛИМОНОВ С.Н.

д.м.н., проф., НИИ КПП ПЗ, Новокузнецк

ЭГЛИТЕ М.Э.

д.м.н., хабилитированный д-р, мед., проф., Рижский университет им. Страдыня, Рига, Латвия
доцент, АМУ, Баку, Азербайджан

ЭФЕНДИЕВ И.Н.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

АМИРОВ Н.Х.

д.м.н., проф., академик РАН, КГМУ, Казань, Татарстан
д.м.н., проф., академик АН РБ, Уфимский НИИ МТ и ЭЧ Уфа, Башкортостан

БАКИРОВ А.Б.

ГУРВИЧ В.Б.

д.м.н., проф., ЕМНЦ ПОЗРПП, Екатеринбург

ДАНИЛОВ А.Н.

д.м.н., доцент, Саратовский НИИ СГ, Саратов

КАСЫМОВ О.Т.

д.м.н., проф., академик РАЕН, КРСУ им. Б.Н. Ельцина

МАЛУТИНА Н.Н.

д.м.н., проф., ПГМУ им. акад. Е.А. Вагнера, Пермь

МЕЛЬЦЕР А.В.

д.м.н., проф., СЗГМУ им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург

МИЛУШКИНА О.Ю.

д.м.н., доцент, РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Москва

ПОПОВ В.И.

д.м.н., проф., ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, Воронеж

РУКАВИШНИКОВ В.С.

д.м.н., проф., член-корр. РАН, ВСИМЭИ, Ангарск

ТКАЧЕВА Т.А.

д.м.н., НИИ МТ, Москва

ШПАГИНА Л.А.

д.м.н., проф., академик РАЕН, НГМУ, Новосибирск

ЭЛЬГАРОВ А.А.

д.м.н., проф., академик РАЕН, КБГУ, Нальчик, Кабардино-Балкария

FOUNDER OF THE JOURNAL

Federal State Budgetary Scientific
Institution Izmerov Research
Institute of Occupational Health
(FSBSI RIOH)

With the support
of the Federal service
for supervision of consumer rights
protection and human welfare
(Rospotrebnadzor)

Journal was registered in The
Federal Service for Supervision
of Communications, Information
Technology and Mass Media.
Registration certificate
No. ΦС77-74608,
29 December, 2018.

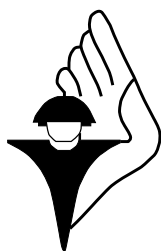
The Journal is included into a list
recommended by Russian Certification
Board and covering scientific and
scientific technological periodicals
published in Russian Federation. This
list contains main results of dissertations
for PhD and Doctor of Science degrees.
The Journal is included into Russian
index of scientific quotation.

Editorial office address:

editorial board of the journal «Russian
Journal of Occupational Health
and Industrial Ecology»,
room 274, 31, Prospect Budennogo,
Moscow Federation, 105275, FSBSI
RIOH

Tel. +7 (495) 366-11-10.
E-mail: zurniimtpe@yandex.ru
<http://journal-irioh.ru>

Subscription to the electronic version
of the journal: www.elibrary.ru

**Russian Journal of Occupational Health
and Industrial Ecology**

Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya

ISSN 1026-9428 (print)

ISSN 2618-8945 (online)

59 (4), 2019

MONTHLY SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL
founded in 1957

EDITORIAL BOARD**Editor-in-chief**

BUKHTIYAROV I.V.

Dr. Sci. (Med.), Prof., RAS Corresponding Member, IRIOH, Moscow

Deputy Editor-in-chief

PROKOPENKO L.V.

Dr. Sci. (Med.), Prof., IRIOH, Moscow

Executive secretary of journal

KIR'YAKOV V.A.

Dr. Sci. (Med.), Prof., F.F. Erisman FSCH, Mytishi

MEMBERS OF EDITORIAL BOARD

AT'KOV O.Yu.

Dr. Sci. (Med.), Prof., RAS Corresponding Member,
RMACPE, Moscow

BELIAEV E.N.

Dr. Sci. (Med.), Prof., RAS Corresponding Member,
FCHE, Moscow

BONITENKO E.Yu.

Dr. Sci. (Med.), Prof., IRIOH, Moscow

BUSHMANOV A.Yu.

Dr. Sci. (Med.), Prof., A.I. Burnasyan FMBC, Moscow

BYKOV I.Yu.

Dr. Sci. (Med.), Prof., RAS Corresponding Member,
IRIOH, Moscow

GOLOVKOVA N.P.

Dr. Sci. (Med.), IRIOH, Moscow

IZMEROVA N.I.

Dr. Sci. (Med.), Prof., IRIOH, Moscow

KAPTSOV V.A.

Dr. Sci. (Med.), Prof., RAS Corresponding Member,
ARSIRH, Moscow

COLOSIO C.

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, OHU, ICRH of S.S. Paolo
and Carlo Hospitals, Milan, Italy

KOSYACHENKO G.E.

Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Minsk, SPCH, Belarus

KUZMINA L.P.

Dr. Biol. Sci., Prof., IRIOH, I.M. Sechenov
First MSMU, Moscow

NIU Sh.

MD, ILO, Geneva, Switzerland

PAL'TSEV Yu.P.

Dr. Sci. (Med.), Prof., IRIOH, Moscow

PAUNOVIC E.

MD, independent expert, Belgrade, Serbia

POPOVA A.Yu.

Dr. Sci. (Med.), Prof., Rospotrebnadzor, Moscow

POTERYAEVA E.L.

Dr. Sci. (Med.), Prof., NSMU, Novosibirsk

RYZHOV A.Ya.

Dr. Biol. Sci., Prof., TSU, Tver'

SIDOROV K.K.

Dr. Sci. (Med.), Rospotrebnadzor, Moscow

STRIZHAKOV L.A.

Dr. Sci. (Med.), I.M. Sechenov First MSMU, Moscow

TIKHONOVA G.I.

Dr. Biol. Sci., IRIOH, Moscow

USHAKOV I.B.

Dr. Sci. (Med.), Prof., A.I. Burnasyan FMBC, Moscow

FILIMONOV S.M.

Dr. Sci. (Med.), Prof., SRI CPHOD, Novokuznetsk

EGLITE M.E.

Dr. Sci. (Med.), Prof., RSU, Riga, Latvia

EFENDIEV I.N.

Associate professor, Baku, AMU, Azerbaijan

EDITORIAL COUNCIL

AMIROV N.Kh.

Dr. Sci. (Med.), Prof., KSMU,
Kazan'

BAKIROV A.B.

Dr. Sci. (Med.), Prof., Academician of Academy of
Sciences of the Republic Bashkortostan, URI OM HE, Ufa

GURVICH V.B.

Dr. Sci. (Med.), Prof., EMRC PHPIW, Ekaterinburg

DANILOV A.N.

Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Saratov SRI RH, Saratov

KASYMOV O.T.

Dr. Sci. (Med.), Prof., Academician of Russian Academy
of Natural Sciences, B.N. Yeltsin KRSU, Bishkek,
Kyrgyzstan

MALYUTINA N.N.

Dr. Sci. (Med.), Prof., E.A. Vagner PSMU, Perm'

MEL'TSER A.V.

Dr. Sci. (Med.), Prof., Mechnikov NWSMU,
St. Petersburg

MILUSHKINA A.Yu.

Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, RNRMU, Moscow

POPOV V.I.

Dr. Sci. (Med.), Prof., N.N. Burdenko VSMU, Voronezh

RUHAVISHNIKOV V.S.

Dr. Sci. (Med.), Prof., RAS Corresponding Member, ESIMER,
Angarsk

TKACHEVA T.A.

Dr. Sci. (Med.), IRIOH, Moscow

SHPAGINA L.A.

Dr. Sci. (Med.), Prof., Academician of European
Academy of Natural Sciences, NSMU, Novosibirsk

EL'GAROV A.A.

Dr. Sci. (Med.), Prof., Academician of European
Academy of Natural Sciences, KBSU, Nal'chik

Содержание

Contents

Рукавишников В.С., Лахман О.А., Шаяхметов С.Ф., Соседова Л.М., Бодиенкова Г.М., Мещаклова Н.М., Лещенко Я.А., Журба О.М., Ефимова Н.В., Катаманова Е.В., Кудяева И.В., Панков В.А., Черняк Ю.И. Итоги фундаментальных исследований Восточно-Сибирского института медико-экологических исследований по основным проблемам медицины труда и экологии человека (к 60-летию института)

Rukavishnikov V.S., Lakhman O.L., Shayakhmetov S.F., Sosedova L.M., Bodienkova G.M., Meschakova N.M., Leschenko Y.A., Zhurba O.M., Efimova N.V., Katamanova E.V., Kudaeva I.V., Pankov V.A., Chernyak Yu.I. Results of fundamental studies of the East Siberian Institute of medical and environmental studies on the main problems of occupational health and human ecology (to the 60th anniversary of the Institute)

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Кудояров Э.Р., Каримов Д.Д., Каримов Д.О., Репина Э.Ф., Бакиров А.Б., Данилко К.В. Оценка влияния индукции цитохрома P450 на генотоксичность тетрахлорметана *in vitro*

ORIGINAL ARTICLES

Kudoyarov E.R., Karimov D.D., Karimov D.O., Repina E.F., Bakirov A.B., Danilko K.V. Assessment of the effect of cytochrome P450 induction on the genotoxicity of carbon tetrachloride *in vitro*

Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В., Почтарёва Е.С. Определение и оценка группового избыточного (атрибутивного) риска потерь слуха от шума

Prokopenko L.V., Courierov N.N., Lagutina A.V., Pochtareva E.S. Identification and assessment of the group redundant (attributive) risk of hearing loss from noise

Жидкова Е.А., Оранская А.Н., Калинин М.Р., Гуревич К.Г. Ассоциация плазменных уровней тестостерона и витамина D с абдоминальным ожирением и курением. Пилотное исследование

Zhidkova E.A., Oranskaya A.N., Kalinin, M.R., Gurevich, K.G. Association of plasma levels of testosterone and vitamin D with abdominal obesity and smoking. Pilot study

Бровко М.Ю., Стрижаков Л.А., Шоломова В.И., Ежова Н.Е., Лебедева М.В., Коновалов Д.В., Моисеев С.В. Липоидная пневмония у сотрудницы нефтехимической лаборатории

Brovko M.Yu., Strizhakov L.A., Sholomova V.I., Ezhova N.E., Lebedeva M.V., Konovalov D.V., Moiseev S.V. Lipoid pneumonia in the employee of a petrochemical laboratory

ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

FOR THE PRACTICAL MEDICINE

Урбанек Р. Принципы и приоритеты охраны труда в компании «Проктэр энд Гэмбл»

Urbanek R. Principles and priorities of Occupational Health at Procter & Gamble Company

Шпицбарт С., Хейгл К. Роль гигиены рабочих мест в Австрии

Spitzbart S., Heigl C. The Role of Healthy Workplace in Austria

Комлева Н.Е., Заикина И.В., Данилов А.Н. Качество жизни работников сельского хозяйства с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью

Komleva N.E. Zaikina I.V., Danilov A.N. The quality of life of agricultural workers with gastroesophageal reflux disease

Ониани Х.Т., Сидорова Д.А., Юшкова О.И., Кириченко Л.В., Ленкова Н.И. Возможности комнат психологической разгрузки для работников нервно-эмоционального труда

Oniani H.T., Sidorova D.A., Yushkova O.I., Kirichenko L.V., Lenkova N.I. Evaluation of psychological relief rooms for employees of neuro-emotional labor

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

BRIEF REPORTS

Батиевская В.Б. Динамика общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма горняков Кузбасса под воздействием технологических изменений и технического перевооружения угольных разрезов

Batievskaya V.B. Dynamics of General, occupational morbidity and industrial injuries of miners of Kuzbass under the influence of technological changes and technical re-equipment of coal mines

Гильденскиольд Р.С., Татянюк Т.К., Гореленкова Н.А., Прокопенко Л.В., Лагутина А.В., Почтарёва Е.С. Обоснование возможности размещения промышленных объектов в пустующих, ранее функционировавших техногенных предприятиях

Gildenskyold R.S., Tatyanyuk T.K., Gorelenkova N.A., Prokopenko L.V., Lagutina A.V., Pochtaryova E.S. Justification of the possibility of placing industrial facilities in empty, previously operating man-made enterprises

Сериков В.В., Юшкова О.И., Капустина А.В., Ониани Х.Т. Коррекционно-восстановительные средства повышения профессиональной надежности и профилактики перенапряжения работников

Serikov V.V., Yushkova O.I., Kapustin V.A., Oniani H.T. Corrective and restorative means to improve job performance and prevention of surge employees

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-196-205>

УДК 001.89:[613.6+504.75]

© Коллектив авторов, 2019

Рукавишников В.С., Лахман О.А., Шаяхметов С.Ф., Соседова Л.М., Бодиенкова Г.М., Мещаклова Н.М., Лещенко Я.А., Журба О.М., Ефимова Н.В., Катаманова Е.В., Кудяева И.В., Панков В.А., Черняк Ю.И.

Итоги фундаментальных исследований Восточно-Сибирского института медико-экологических исследований по основным проблемам медицины труда и экологии человека (к 60-летию института)

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 12А мкр, 3, г. Ангарск, Россия, 665827

Решение современных проблем медицины труда и экологии человека не только дает возможность реализации мероприятий, направленных на укрепление здоровья работающих, но и определяет будущее качество жизни населения страны. Выполнение фундаментальных исследований, ориентированных на изучение патогенеза ведущих профессиональных и экологически обусловленных заболеваний, и разработка научно-практических мероприятий по совершенствованию методов их диагностики, лечения и профилактики остаются основными в деятельности института и отвечают приоритетным направлениям стратегии научно-технологического развития страны и ключевым задачам Указа Президента РФ от 07.05.2018 г.

Представленные в обзоре результаты длительных исследований института по изучению влияния ряда токсикантов (ртуть, свинец, винилхлорид и комплекса токсических нейротропных веществ, образовавшихся при пожарах) позволили впервые разработать научно-методические основы моделирования токсических энцефалопатий. Изучены особенности формирования нарушений биоэлектрической активности головного мозга, выявлены нарушения метаболического и миогенного механизмов регуляции церебрального кровотока и эластико-тонических свойств артерий. Исследования позволили разработать классификацию интоксикаций комплексом нейротропных токсических веществ, методы прогнозирования их развития. Представлено обоснование возможности формирования у лиц с хронической ртутной интоксикацией самостоятельного профессионального заболевания — офтальмомеркуриализма. Обоснована концепция аутоиммуновоспалительного прогрессивного течения профессиональной токсической энцефалопатии. Впервые установлено, что наночастицы серебра инкапсулированные в природную полимерную матрицу — арабиногалактан — способны проникать через гематоэнцефалитический барьер и длительно сохраняться в нервной ткани, вызывая прогрессирующие морфофункциональные нарушения клеточной и внутриклеточной ее организации. Обоснована необходимость в разработке новых методологических подходов к оценке нанобезопасности. Разработана экспериментальная модель оценки нейротоксических свойств наноконструктов.

При изучении влияния вибрации на организм установлено, что у пациентов с вибрационной болезнью в постконтактном периоде (после прекращения работы с виброинструментом) длительно сохраняются ранее сформированные очаги патологической активности и изменения биоэлектрической активности с межполушарной асимметрией. Установлены общие закономерности изменений в центральных афферентных проводящих структурах и периферических нервах, обусловленные нейрорхимическими сдвигами в определенных специализированных структурах нервной ткани. Представлены материалы о влиянии промышленных выбросов на заболеваемость детского населения. При изучении ответных адаптивных реакций организма на иммунотропное хроническое воздействие выявлена этапность изменения показателей иммунитета.

Ключевые слова: фундаментальные исследования; профессиональные заболевания; экология; методы идентификации; профилактика

Для цитирования: Рукавишников В.С., Лахман О.А., Шаяхметов С.Ф., Соседова Л.М., Бодиенкова Г.М., Мещаклова Н.М., Лещенко Я.А., Журба О.М., Ефимова Н.В., Катаманова Е.В., Кудяева И.В., Панков В.А., Черняк Ю.И. Итоги фундаментальных исследований Восточно-Сибирского института медико-экологических исследований по основным проблемам медицины труда и экологии человека. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 196–205. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-196-205>

Для корреспонденции: Рукавишников Виктор Степанович, научный руководитель ФГБНУ ВСИМЭИ, д-р мед. наук, член-корр. РАН. E-mail: rvs_2010@mail.ru

Финансирование. Исследования выполнены за счет бюджетных средств, выделенных институту в рамках Государственного задания, и грантов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Viktor S. Rukavishnikov, Oleg L. Lakhman, Salem F. Shayakhmetov, Larisa M. Sosedova, Galina M. Bodienkova, Nina M. Mechchakova, Yaroslav A. Leschenko, Olga M. Zhurba, Natalya V. Efimova, Elena V. Katamanova, Irina V. Kudaeva, Vladimir A. Pankov, Yuri I. Chernyak

Results of fundamental studies of the East Siberian Institute of medical and environmental studies on the main problems of occupational health and human ecology (to the 60th anniversary of the Institute)

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 3, 12A microdistrict, Angarsk, Russia, 665827

The solution of modern problems of occupational health and human ecology not only gives the possibility of implementing measures aimed at improving the health of workers, but also determines the future quality of life of the population. Implementation of basic research focused on the study of the pathogenesis of leading occupational and environmentally related diseases, and the development of scientific and practical measures to improve methods of diagnosis, treatment and prevention remain the main activities of the Institute and meet the priorities of the strategy of scientific and technological development of the country and the key objectives of Decree of the President of the Russian Federation from May 7, 2018.

The results of long-term studies of the Institute on the influence of a number of toxicants (mercury, lead, vinyl chloride and a complex of toxic neurotropic substances formed in fires) allowed for the first time to develop scientific and methodological bases for modeling toxic encephalopathy. The features of the formation of violations of bioelectric activity of the brain, revealed violations of metabolic and myogenic mechanisms of regulation of cerebral blood flow and elastic-tonic properties of arteries. Studies have allowed to develop a classification of intoxication complex neurotropic toxic substances, methods of predicting their development. Presents a study of possibility of formation in persons with chronic mercury intoxication as an independent professional disease — ophthalmogonorrhea. Proved the concept of autoimmune progressive course occupational toxic encephalopathy. For the first time it was established that silver nanoparticles encapsulated in a natural polymer matrix — arabinogalactan — can penetrate the blood-brain barrier and persist for a long time in the nervous tissue, causing progressive morphological and functional disorders of its cellular and intracellular organization. The necessity to develop new methodological approaches to the assessment of safety. An experimental model for the evaluation of neurotoxic properties of nanocomposites has been developed.

When studying the effect of vibration on the body, it was found that in patients with vibration disease in the post-contact period (after the termination of work with a vibration tool), previously formed foci of pathological activity and changes in bioelectric activity with interhemispheric asymmetry persist for a long time. The General regularities of changes in the Central afferent conductive structures and peripheral nerves caused by neurochemical shifts in certain specialized structures of the nervous tissue were established. The article presents materials on the impact of industrial emissions on the morbidity of children. When studying the response of the adaptive reactions of the organism to the immune chronic exposure revealed the gradual changes in the indices of immunity.

Key words: *basic research; occupational diseases; ecology; methods of identification; prevention*

For citation: Rukavishnikov V.S., Lakhman O.L., Shayakhmetov S.F., Sosedova L.M., Bodienkova G.M., Meschakova N.M., Leschenko Y.A., Zhurba O.M., Efimova N.V., Katamanova E.V., Kudaeva I.V., Pankov V.A., Chernyak Yu.I. Results of fundamental studies of the East Siberian Institute of medical and environmental studies on the main problems of occupational health and human ecology. (to the 60th anniversary of the Institute). *Med. truda i prom ekol.* 2019. 59 (4): 196–205. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-196-205>

For correspondence: Victor S. Rukavishnikov, scientific Director of the East Siberian Institute of medical and environmental studies on the main problems of occupational health and human ecology, Dr. of Sci. (Med.), RAS corresponding member. E-mail: rvs_2010@mail.ru

Funding: The research was carried out at the expense of budgetary funds allocated to the Institute within the framework of the State task and grants.

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

Организованный по решению Совета Министров в 1960 г. НИИ гигиены труда и профзаболеваний Минздрава РСФСР остается единственным профильным научным учреждением, решающим актуальные вопросы медицины труда и экологии человека на обширном пространстве Восточной Сибири, Азиатского Севера и Дальнего Востока. В 1987 г. институт вошел в состав Сибирского отделения Академии медицинских наук СССР, определив тем самым новые направления исследований.

Базовые направления фундаментальных исследований института касаются изучения закономерностей и механизмов влияния окружающей и производственной среды, условий жизнедеятельности на здоровье и качество жизни населения с целью совершенствования методологии исследований, сохранения и укрепления здоровья.

Еще одним актуальным направлением, предусмотренным стратегией научно-технологического развития РФ, включающей переход к персонализированной медицине, является изучение молекулярно-клеточных, системных и межсистемных механизмов восприимчивости и устойчивости организма человека к воздействию повреждающих факторов внешней среды: разработка технологий эко- и биомониторинга, диагностики, лечения и профилактики экологически обусловленных и профессиональных заболеваний.

Вопросы, связанные с изучением патогенеза профессиональных и производственно обусловленных заболева-

ний, выявление особенностей клинических проявлений при воздействии факторов производственной среды остаются главенствующими в деятельности института. Проведенный цикл исследований по изучению влияния ряда токсикантов (ртуть, свинец, винилхлорид и комплекс токсических нейротропных веществ, образующихся при пожаре) позволил впервые разработать научно-методические основы моделирования токсических энцефалопатий как в реальном времени, так и, что чрезвычайно важно, в постконтактном периоде интоксикации. Исследования позволили впервые дать морфофункциональную характеристику нервной ткани головного мозга белых крыс при воздействии нейротоксикантов, установить характер и выраженность ее структурной реорганизации, изучить суть ультраструктурных нарушений нейронов и клеток астроглии. Получены количественные показатели дистрофических изменений и содержания нейроспецифических белков в нервных клетках. Научно обоснованы критериальные показатели верификации экспериментальной ртутной энцефалопатии [1,2].

Разработаны методологические основы прогнозирования персонального риска развития трансгенерационных эффектов токсикантов путем создания оригинальных технологий экспериментального моделирования интоксикаций на организме животных с наследственным химическим или гипоксическим грузом, позволившие оценить вклад отягощенной индивидуальной наследственности. Экспери-

ментально выявлены отдаленные биологические эффекты воздействия производственных нейротоксичных факторов на процессы постнатального развития потомства F1, F2 поколений белых крыс, характеризующиеся отставанием развития сенсорно-двигательных реакций в первые дни жизни и ориентировочно-исследовательского поведения, повышением тревожности и изменением проводимости в нервно-мышечном аппарате задних конечностей у половозрелых особей, а также нарушением липидного обмена, сердечного ритма и внутрижелудочковой проводимости. Впервые установлено наличие ДНК-повреждений в нервных клетках животных, что свидетельствует об эффектах генотоксичности во «вторичных» соматических тканях, передаваемых в F1, F2 поколениях белых крыс, полученных от самцов с интоксикацией ацетатом свинца и винилхлоридом [3–6].

Полученные результаты экспериментальных исследований и разработанные способы диагностики токсических энцефалопатий позволили сделать существенный вклад в область исследования отдаленных последствий у работающих, подвергающихся хроническому воздействию нейротоксикантов (работники химических предприятий, пожарные и др.). Удалось изучить особенности формирования нарушений биоэлектрической активности головного мозга в комплексе изменений церебральной гемодинамики и нейропсихологических статусов работающих; выявлены нарушения нормальной организации ЭЭГ и правильного топического распределения основных ритмов, что обуславливает формирование патологического очага различной локализации. Получены новые данные, касающиеся нарушения метаболического и миогенного механизмов регуляции церебрального кровотока, эластико-тонических свойств артерий, определяющих ухудшение реактивности сосудов мозга и способствующих усугублению токсической энцефалопатии.

Материалы исследований позволили впервые разработать классификацию интоксикации комплексом нейротропных токсических веществ, методы прогнозирования ее развития, а также новые способы диагностики нарушений реактивности сосудов мозга, способствующих прогрессированию токсической энцефалопатии [7–10].

В результате многолетней работы доказано, что, наряду с выраженными когнитивными нарушениями при нейроинтоксикациях, производственно-обусловленной (особенно для случаев с ртутной интоксикацией) патологией являются: артериальная гипертония, имеющая тенденцию к прогрессированию; ишемическая болезнь сердца; сахарный диабет; поражения щитовидной железы; атрофия зрительных нервов и псориаз, показатели которых достоверно превышают общепопуляционные значения [11].

Углубленные исследования хронического и постконтактного действия ртути на организм позволили обосновать возможность формирования у пациентов такого симптомокомплекса, как офтальмомеркуриализм. Изучены изменения структурно-функциональных показателей зрительной системы в зависимости от стадий хронической ртутной интоксикации, разработаны классификационные признаки стадий поражения зрительной системы. Результаты исследований дают основание считать офтальмомеркуриализм самостоятельным профессиональным заболеванием [12,13].

Проблема производственно-обусловленных заболеваний, которые сопровождают профессиональную патологию или формируются в условиях трудовой деятельности и существенно превышают показатели в сопоставимых группах, остается весьма актуальной как в плане дока-

зательной, так и персонализированной медицины. Выполненные в этом направлении исследования позволили доказать наличие причинно-следственных связей между изменениями уровня нейромедиаторов, нейротрофических факторов и прогрессированием патологического процесса в нервно-психической сфере от начальных проявлений до профессиональных заболеваний; доказана этапность вовлечения в патологический процесс нарушений в основных звеньях белкового, липидного, нейрохимических обменов с обоснованием их патогенетической значимости.

Установлено, что вне зависимости от вида токсического агента последовательность нарушений холестеринового обмена проатерогенного характера у работающих имеет общую закономерность: на первоначальном этапе происходит снижение холестерина липопротеидов высокой плотности и повышение индекса атерогенности; при увеличении стажа работы содержание общего холестерина и холестерина липопротеидов низкой плотности возрастает, что может служить доказательством производственной обусловленности проатерогенных нарушений у работающих в контакте с нейротоксикантами [14,15].

Обоснована концепция аутоиммунновоспалительного прогрессивного течения профессиональной токсической энцефалопатии, являющейся маркером прогрессирующего поражения головного мозга. Установлено, что чрезмерная активация макрофагов и моноцитов в плазме и межклеточной жидкости при воздействии нейротоксикантов является индуктором синтеза провоспалительных цитокинов, которые, в свою очередь, в значительной степени обуславливают продукцию антител к специализированным структурам нервной ткани, определяющих в последующем тяжесть поражения и прогрессивное течение профессиональных нейроинтоксикаций.

Приоритетными являются исследования взаимосвязи между концентрацией нейротоксикантов в биосубстратах и состоянием иммунореактивности организма работающих, в результате которых разработаны инновационные технологии доклинической диагностики нейроинтоксикации винилхлоридом и степени выраженности ртутной интоксикации [16–19].

В рамках изучения комплексного воздействия токсических соединений на организм работающих установлено, что у бывших пожарных содержание в организме 1,2,3,4,6,7,8-гептахлордибензодиоксина, одного из возможных индикаторов экспозиции продуктами горения, снижается в зависимости от времени с момента завершения работы по профессии. Это отмечено на фоне снижения содержания основных классов диоксинов, более выраженном для полихлорированных дибензо-п-диоксинов. Результаты свидетельствуют о том, что для пожарных характерно более быстрое накопление полихлорированных дибензодиоксинов/фуранов в период активной работы и плавное снижение уровней после ее завершения. Следовательно, профессиональная экспозиция является более весомой, чем общепопуляционная [20].

Также реализовано применение метаболического теста с антипирином для выявления обусловленных воздействием диоксинов изменений окислительного метаболизма в печени пожарных. Для группы работающих пожарных получены результаты, указывающие на связь между содержанием в организме диоксиноподобных соединений с индукцией CYP1A2, поскольку специфика текущей экспозиции этими токсикантами определяет активацию Ah-рецептор-зависимого сигнального пути [21].

В рамках генетических исследований работников производства каустика подвергшихся хроническому воздействию паров металлической ртути, были изучены ассоциации полиморфных локусов генов *HSPA1* с формированием хронической ртутной интоксикации (ХРИ). Установлено, что носительство *CC-HSPA1A* (+190G/C) и *GG-HSPA1B* (+1267A/G) генотипов и их комбинации имеют высокий прогностический риск развития хронической ртутной интоксикации. Исследование гаплотипов подтвердило наличие синергического эффекта между локусами *HSPA1B* (+1267A/G) и *HSPA1A* (+190G/C), что косвенно доказывает генетическое взаимодействие и дополняет результаты анализа для генетических моделей [22].

В настоящее время отсутствует единый протокол исследований токсичности наночастиц и наноматериалов, а полученные парадоксальные результаты по обоснованию одинаковых гигиенических нормативов для металлов в нано- и макроформе требуют разработки новых методологических подходов для оценки опасности нанопрепаратов для человека. Разработка таких методологических подходов к оценке нанобезопасности с изучением риска воздействия на организм диагностических и лечебных нанобиокомпозиций, предназначенных для адресной доставки в органы, является перспективным направлением в исследованиях института. Получены новые данные об общих закономерностях развития патологического процесса в ткани головного мозга белых крыс при воздействии наноконструктов серебра, висмута, железа, гадолиния, инкапсулированных в природную полимерную матрицу арабиногалактана. Впервые установлено, что наночастицы серебра способны проникать через гематоэнцефалический барьер (ГЭБ) и длительно сохраняться в нервной ткани, вызывая при этом прогрессирующие морфо-функциональные нарушения клеточной и внутриклеточной ее организации с активацией процесса апоптоза нейронов и повышением уровня поврежденности ДНК, свидетельствующим о наличии эффекта генотоксичности, что говорит о необходимости новых методологических подходов к оценке безопасности нанобиокомпозиций [23].

Проведенные исследования позволяют высказать предположение о том, что токсичность наноструктурированных препаратов нельзя оценивать, используя только методы классической токсикологии, так как методология изучения биологических свойств наночастиц, основанная на принципах определения стандартных параметров токсикометрии, не всегда обеспечивает безопасность этих препаратов. При изучении интегральной ответной реакции организма экспериментальных животных на введение наносеребра на матрице арабиногалактана с позиций классической токсикологии установлено повышение активности антиоксидантной системы, отсутствие изменений интенсивности процессов перекисного окисления липидов. При изучении среднесмертельной дозы наноконструкта отнесен по параметрам токсикометрии к 4 малоопасному классу веществ. Однако результаты проведенного исследования свидетельствуют о наличии нейротоксических эффектов наночастиц серебра, проявляющихся даже в низких дозах за счет их способности проникать через ГЭБ. Возникающие при этом изменения клеточной организации нейронов могут лежать в основе формирования патологии нервной системы. В связи с вышеизложенным относить наноконструкт серебра к малоопасным веществам представляется преждевременным. Разработан алгоритм экспериментальной оценки нейротоксических свойств наноконструктов, позволяющий оценить выраженность процесса апоптоза

в ткани головного мозга на основании данных иммуногистохимического анализа про- и антиапоптотических белков (caaspase 3 и bcl-2 соответственно) [23–27].

Получила дальнейшее развитие теория сенсорного конфликта, развивающегося при воздействии физических факторов на организм работающих, обоснованная и представленная ранее в научных трудах ФГБНУ ВСИМЭИ [28,29].

Последующие исследования показали, что у пациентов с вибрационной болезнью (ВБ) от воздействия производственной локальной вибрации в постконтактном периоде (после прекращения работы с виброинструментом) сохраняются изменения биоэлектрической активности, межполушарная асимметрия, сформированные ранее очаги патологической активности в головном мозге, демиелинизирующие изменения периферических нервов не только верхних, но и нижних конечностей, что свидетельствует о генерализованных нарушениях микроциркуляции (микроангиопатии) и нарушениях функционального состояния неспецифических систем мозга; нарастают психологические проблемы с преобладанием тревожно-мнительных черт личности, ипохондрическая сосредоточенность на своем соматическом здоровье, признаки невротизации, напряженности [30,31].

Впервые установлены общие закономерности и особенности нарушений в центральных афферентных проводящих структурах и периферических нервах во взаимосвязи с дисфункцией в иммунной системе, свидетельствующие о нейрохимических изменениях в определенных специализированных структурах нервной ткани при различной степени выраженности патологического процесса от воздействия физических факторов (вибрации и шума). Показано снижение сыровоточных концентраций белков теплового шока 70 (БТШ 70) у пациентов с ВБ, что может свидетельствовать о прямом воздействии вибрации на клетки [32].

Полученные результаты были использованы при математическом моделировании прогнозирования развития вибрационной болезни, обеспечивая персонализированный подход в вопросах лечения и профилактики заболевания [33–35].

Большое внимание в исследованиях института уделялось изучению профессиональных рисков (ПР) у работников химической промышленности Восточной Сибири, в частности, в производствах поливинилхлорида, ртутного электролиза, эпилхлоргидрина [36–38]. В настоящее время, в связи с относительно низкими уровнями воздействия химического фактора на производстве, становится все сложнее выявлять его этиологическую роль в формировании ПР работающих. Учитывая это, при оценке неканцерогенных ПР в химических производствах предложен усовершенствованный методический подход, заключающийся в комплексном применении расчетов стажевых экспозиционных химических нагрузок, количественной оценки рисков основных общепатологических синдромов, а также анализа результатов углубленных медицинских осмотров [39].

Одним из важных научных направлений института является поиск и обоснование высокочувствительных химико-аналитических способов идентификации токсичных соединений в окружающей среде, продуктов их биотрансформации (метаболитов) в биологических субстратах для оценки риска нарушений здоровья и определения валидных биомаркеров воздействия [40,41].

Многолетние исследования позволили разработать методическое обеспечение контроля содержания хлорорганических соединений и их метаболитов в биосубстратах экспонированных работников. Создана новая система

высококчувствительных и селективных методик определения винилхлорида и 1,2-дихлорэтана (кровь) и их метаболитов — тиодиксусной (ТДУК) и моноклоруксусной кислоты (моча) для оценки уровня экспозиции, биомониторинга и разработки мероприятий для предупреждения профессиональных и экологически обусловленных заболеваний [42–44].

Впервые установлена зависимость экскреции ТДУК с мочой у работников производства ПВХ от уровней экспозиции хлорорганических соединений, стажа работы и времени постконтактного периода, свидетельствующие о возможности использования данного показателя в качестве биомаркера экспозиции, особенно при относительно низких концентрациях токсиканта. Экскреция ТДУК с мочой у работников увеличивается через 12 часов после окончания смены (перед началом следующей смены), этот срок является оптимальным для проведения биомониторинговых исследований [45,46].

В настоящее время в связи с активным развитием нанотехнологий особое значение приобретают проблемы, связанные с оценкой опасности воздействия наноразмерных аэрозольных частиц на состояние здоровья работников промышленных предприятий. Проведенными исследованиями установлено, что пыль в воздухе рабочей зоны алюминиевого производства представляет собой неоднородную смесь веществ различной химической природы в виде отдельных или собранных в агломераты пылинок с прилипшими к ним частицами нанодисперсного размера, содержащими фтор, углерод, алюминий, натрий, а также хром, никель, бериллий. Более 50% пылевых частиц представляют наноразмерную фракцию до 1 мкм, имеют большую удельную поверхность и наибольшую опасность в формировании патологии органов дыхания [46–48].

Ранее в институте была разработана систематизация экологически обусловленных нарушений здоровья, под которыми предложено понимать изменения, формирующиеся при воздействии природно-антропогенных факторов и характеризующиеся морфологическими, функциональными, клиническими сдвигами в состоянии индивидуального и/или популяционного здоровья [49,50].

В результате последних многолетних исследований института показано, что на фоне снизившегося загрязнения среды обитания происходит увеличение заболеваемости различных групп населения, что может быть связано не только с ростом диагностических возможностей, но и с состоянием защитных сил организма. Начало техногенного прессинга на жителей Восточной Сибири приходится на середину прошлого века в связи с пуском индустриальных гигантов в гг. Шелехов, Ангарске, Братске. Отмечено, что динамика общей заболеваемости детского населения, экспонированного химическими веществами с различными физико-химическими и токсикологическими свойствами, имела разный характер. Для I поколения детей, родившихся в 60–70 годы, как в Ангарске, где ведущими являются примеси рефлекторного действия, так и в г. Шелехов, где население подвергается рефлекторно-резорбтивному действию поллютантов, относительный риск заболеваемости был выше, чем в условно чистых населенных пунктах. Через 20 лет риск для здоровья детей II поколения Ангарска был несколько ниже, чем в г. Шелехов, а для третьего поколения ангарчан риск заболеваемости остался на прежнем уровне, при этом в г. Шелехов статистически значимо отличается. Таким образом, анализ эпидемиологического риска свидетельствовал о накоплении негативного эффекта в поколениях, подвергающихся длительной химической экспозиции.

Особенно важно, что длительный ретроспективный анализ позволил выявить зависимость потерь здоровья субпопуляционных групп от состава воздействующих веществ, способности к аккумуляции как в объектах окружающей среды, так и в организме человека.

Доказано, что вклад загрязнения воздушной среды помещений формальдегидом, диоксидами азота и серы достигает 93% в формировании персонифицированных ингаляционных химических рисков при многомаршрутном воздействии для жителей промышленных центров [51].

Сложной проблемой является обоснование критерияльно значимых уровней для оценки риска. Решить такую задачу при выявлении индуцированных экогений возможно только на персонифицированных данных. В исследованиях Института показано, что двукратное превышение референтных величин индекса опасности (HI=2) является критерием вредного воздействия при хронической ингаляционной экспозиции иммуноотропными соединениями для организма подростков. При изучении ответных адаптивных реакций организма на иммуноотропное хроническое воздействие выявлена этапность изменения показателей иммунитета. Так, увеличение ингаляционной нагрузки до критерияльного уровня (HI в пределах от 2 до 3) приводит к напряжению лимфоцитарного звена иммунитета, активации продукции специфических аутоантител к β 2-гликопротеину I и к Fc фрагменту IgG на фоне снижения уровней интерферонов и иммуноглобулина A.

Ингаляционное химическое воздействие является доминирующим фактором при сочетанном влиянии на иммунную систему подростков, проживающих в условиях загрязнения воздушной среды, носительства хронической инфекции и наличия одонуклеотидных замен в полиморфных локусах цитокинов. Модифицирующее влияние полиморфных вариантов $-592C/A$, $-819C/T$ гена *IL-10*, $330T/G$ гена *IL-2* и носительства стафилококка на показатели иммунитета увеличивается с ростом загрязнения воздушной среды химическими соединениями, тропными к иммунной системе [52].

Исследования Института свидетельствуют о том, что в течение нескольких десятилетий тенденции ухудшения здоровья детей и подростков приняли устойчивый характер, особенно выраженный в процессе обучения в школе, что требует особого внимания к изучению установленных заболеваний, и является одним из активно развивающихся направлений.

Установлено, что ведущими критериями оценки напряженности учебного труда школьников являются: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки; монотонность нагрузок; режим учебной деятельности. У обучающихся по программам с профильным изучением предметов наиболее чувствительным индикатором, определяющим класс напряженности учебного труда, является интеллектуальная нагрузка [53,54]. Комплексные исследования позволили обосновать приоритетные факторы окружающей и школьной среды, образа жизни, влияющих на состояние здоровья подростков: суммарное загрязнение атмосферного воздуха; напряженность учебного труда; избыточная зрительная нагрузка, связанная с работой на видеотерминалах; недостаточная физическая активность. Проведена оценка исследованных факторов, влияющих на формирование нарушений здоровья (сколиоза, миопии, хронических заболеваний верхних дыхательных путей, синдрома вегетососудистой дисфункции) обучающихся. Для городских и сельских подростков определены риски патологии по указанным видам заболеваний [55–58].

Одним из направлений исследований института является оценка характера и тенденций социально-экологических и медико-демографических процессов в Сибири в постсоветский период. За последние годы население Сибирского федерального округа сократилось на 1,523 млн. человек, в том числе за счет превышения числа умерших над числом родившихся — на 975 тыс. человек (64%); в результате миграционного оттока населения — на 548 тыс. человек (36%). Вышеуказанные явления обусловлены, главным образом, резким увеличением смертности населения трудоспособного возраста, особенно мужчин. Сибирский федеральный округ входит в тройку федеральных округов с наиболее высоким уровнем смертности. В трудоспособном возрасте умирало 43,1% всех умерших, в т.ч. 57,1% из всех умерших мужчин и 23,7% из всех умерших женщин. Расчеты показали, что в Иркутской области происходит ежегодное сокращение жизненного потенциала населения. Показана недостаточность демографического потенциала Сибири для создания развитой экономической структуры и обеспечения демографической безопасности [52].

На основе данных регионального медико-демографического мониторинга разработана математическая модель, отражающая разные, дополняющие друг друга гипотезы объяснения явления повышенной смертности в России. Прослежено три типа влияния: 1) факторный, вызывающий стрессовую реакцию; 2) социопсихологический, изменяющий динамический стереотип высшей нервной деятельности; 3) глубинный цивилизационный, трансформирующий культурально-этнический генокод. Эти влияния аддитивно вошли в полимодель адаптивного регулирования интенсивности смертности населения [60].

Материалы проведенных исследований позволили всесторонне охарактеризовать в эпидемиологическом аспекте количественно-структурные и динамические особенности медико-демографической и социально-экологической ситуации в Сибири, Иркутской области. Эта ситуация расценена как кризис в общественном здоровье и воспроизводстве населения, проявляющийся в выраженном ухудшении количественных и качественных показателей жизненного, трудового и репродуктивного потенциалов. Возникновение и развитие негативных явлений обусловили следующие основные факторы: резкое снижение уровня жизни населения; социальная дезадаптация и психосоциальный стресс; трудности обеспечения достойной жизни на трудовой основе; высокая степень имущественного расслоения, утрата социальной защищенности и жизненной перспективы; существенное ухудшение работы системы медицинской помощи населению, снижение ее доступности, криминализация всех сторон жизни общества и утрата личной безопасности и, наконец, духовный кризис [61–63].

Таким образом, исследования, проводимые в институте, позволяют расширить объем изучения патогенеза профессиональных заболеваний, успешно решать вопросы обособления новых форм профессиональных и производственно обусловленных заболеваний; разработать новые методологические подходы изучения нанобезопасности и, с учетом оценки факторов производственной среды, разработать новые подходы оценки профессиональных рисков. При решении вопросов промышленной экологии совершенствуется методология оценки качества природной и социальной среды, изучается динамика медико-демографических процессов, осуществляется разработка современных методов идентификации профессионально и экологически обусловленных нарушений здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рукавишников В.С., Соседова Л.М., Якимова Н.Л., Капустина Е.А., Титов Е.А., Катаманова Е.В. *Научно-методические основы моделирования токсической энцефалопатии*. Иркутск: НЦРВХ СО РАМН; 2013.
2. Рукавишников В.С., Лахман О.Л., Соседова Л.М., Шахметов С.Ф., Кудяева И.В., Бодиевкова Г.М. и др. Токсические энцефалопатии в отдаленном постконтактном периоде профессиональных нейроинтоксикаций (клинико-экспериментальные исследования) *Мед. труда и пром. экол.* 2010; 10: 22–30.
3. Соседова Л.М., Капустина Е.А., Вокина В.А. Влияние интоксикации ацетатом свинца самцов белых крыс на функционирование нервной системы их потомства. *Гиг. и сан.* 2018; 5: 972–5.
4. Соседова Л.М., Вокина В.А., Капустина Е.А. Фетальное программирование в формировании когнитивных нарушений при моделировании свинцовой интоксикации белых крыс. *Бюлл. экпер. биол. и мед.* 2018; 166 (11): 559–65.
5. Якимова Н.Л., Лизарев А.В., Соседова Л.М. Изменение поведения и биоэлектрической активности головного мозга у белых крыс при воздействии ацетата свинца. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 9: 228–9.
6. Якимова Н.Л., Соседова Л.М., Вокина В.А., Титов Е.А., Новиков М.А. Проявления интоксикации на фоне гипергликемического состояния в эксперименте. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 2: 54–6.
7. Лахман О.Л., Катаманова Е.В., Мещерягин В.А., Константинов Т.Н., Шевченко О.И., Русанова Д.В., Судакова Н.Г. Основные аспекты классификации и течения профессиональной нейроинтоксикации комплексом токсических веществ у пожарных. *Мед. труда и пром. экол.* 2010; 10: 30–5.
8. Лахман О.Л., Катаманова Е.В., Шевченко О.И. Прогнозирование развития токсических энцефалопатий от воздействия комплекса химических веществ у пожарных. *Мед. труда и пром. экол.* 2008; 8: 12–6.
9. Rukavishnikov V.S., Lakhman O.L., Benemanskiy V.V., Kolesov V.G., Bodienkova G.M., Portyanaya N.I. et al. Toxic encephalopathy: pathogenesis, clinic and treatment. *Acta Biomed. Sci.* 2003; 3: 93–101.
10. Рукавишников В.С., Лахман О.Л., Соседова Л.М., Шахметов С.Ф., Бодиевкова Г.М., Кудяева И.В. и др. Профессиональные нейроинтоксикации: закономерности и механизмы формирования. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 4: 1–6.
11. Лахман О.Л., Катаманова Е.В., Шевченко О.И., Рукавишников В.С., Денисова И.А. *Когнитивные нарушения профессионального токсического генеза*. Иркутск: РИО ГБОУ ДПО ИГМАПО; 2013.
12. Рукавишников В.С., Щуко А.Г., Яблонская Д.А., Лахман О.Л., Катаманова Е.В., Малышев В.В. *Офтальмомеркуриализм*. Иркутск: ИНЦХТ; 2016.
13. Яблонская Д.А., Мищенко Т.С., Лахман О.Л., Рукавишников В.С., Малышев В.В. Функциональное состояние зрительной системы при хронической ртутной интоксикации. *Мед. труда и пром. экол.* 2010; 10: 40–4.
14. Кудяева И.В., Маснавиева Л.Б., Бударина Л.А. Особенности и закономерности нарушений биохимических процессов у работающих в условиях воздействия различных токсикантов. *Экол. чел.* 2011; 1: 3–10.
15. Кудяева И.В., Бударина Л.А. Биохимические критерии развития производственно-обусловленных заболеваний у пожарных. *Мед. труда и пром. экол.* 2007; 6: 12–8.
16. Bodienkova G.M., Boklazhenko E.V. Relationship between cytokine concentrations and the level of antibodies to neuronal

proteins as dependent on the severity of mercury neurotoxicity. *Hum. Physiol.* 2017; 43 (3): 334–8.

17. Бодиевкова Г.М., Курчевенко С.И., Боклаженко Е.В. Динамика изменения уровней цитокинов и нейрональных антител у работающих в производстве винилхлорида. *Гиг. и сан.* 2018; 10: 935–9.

18. Бодиевкова Г.М., Алексеев Р.Ю. Оценка цитокинового статуса при хроническом воздействии винилхлорида на работающих. *Гиг. и сан.* 2015; 5: 68–71.

19. Bodienkova G.M., Alekseev R.Yu., Boklazhenko E.V., Kurchenko S.I. Inflammation mediators in employees in chronic exposure to neurotoxicants. *Int J Occup Med Environ Health.* 2014; 27 (4): 619–27.

20. Chernyak Y.I., Shelepchikov A.A., Brodsky E.S., Grassman J.A. PCDD, PCDF, and PCB exposure in current and former firefighters from Eastern Siberia. *Toxicol Lett.* 2012; 213 (1): 9–14.

21. Chernyak Yu.I., Merinova A.P., Shelepchikov A.A., Kolesnikov S.I., Grassman J.A. Impact of dioxins on antipyrine metabolism in firefighters. *Toxicol Lett.* 2016; 250–251: 35–41.

22. Chernyak Yu.I., Merinova A.P. HSP70 (HSPA1) polymorphisms in former workers with chronic mercury vapor exposure. *Int J Occup Med Environ Health.* 2017; 30 (1): 77–85.

23. Titov E.A., Novikov M.A., Sosodova L.M. Effect of silver nanoparticles encapsulated in a polymer matrix on the structure of nervous tissue and expression of caspase-3. *Nanotechnol. in Russia.* 2015; 10 (7–8): 640–4.

24. Novikov M.A., Titov E.A., Sosodova L.M., Ostroukhova L.A., Trofimova N.N., Babkin V.A. Biochemical and morphological changes in white rats after intragastric injection of a synthetic nanobiocomposite based on silver nanoparticles and arabinogalactan. *Pharm. Chem. J.* 2014; 48 (6): 387–90.

25. Rukavishnikov V.S., Novikov M.A., Titov E.A., Sosodova L.M., Vokina V.A., Yakimova N.L. Estimation of toxic properties of nanocomposites containing nanoparticles of bismuth, gadolinium, and silver. *Trace Elem. Electroly.* 2018; 35: 203–6.

26. Sosodova L.M., Novikov M.A., Titov E.A., Pozdnyakov A.S., Korzhova S.A., Ermakova T.G. et al. Synthesis, antimicrobial properties, and toxicity of a nanobiocomposite based on AG(0) particles and poly(1-vinyl-1,2,4-triazole). *Pharm. Chem. J.* 2019; 52 (11): 912–5.

27. Руквишников В.С., Соседова Л.М., Вокина В.А., Титов Е.А., Новиков М.А., Якимов Н.И. Оценка нейротоксичности нанометаллов, инкапсулированных на матрице арабиногалактана. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 10: 25–9.

28. Руквишников В.С., Панков В.А., Кулешова М.В., Лизарев А.В., Русанова Д.В., Судакова Н.Г. Итоги и перспективы научных исследований по проблеме формирования сенсорного конфликта при воздействии шума и вибрации в условиях производства. *Мед. труда и пром. экол.* 2009; 1: 1–5.

29. Руквишников В.С., Панков В.А., Кулешова М.В., Катманова Е.В. Картапольцева Н.В., Русанова Д.В. и др. К теории сенсорного конфликта при воздействии физических факторов: основные положения и закономерности формирования. *Мед. труда и пром. экол.* 2015; 4: 1–6.

30. Панков В.А., Руквишников В.С., Кулешова М.В., Катманова Е.В., Лахман О.А., Дьякович М.П. и др. Медицина труда рабочих виброопасных профессий в авиационной промышленности. Иркутск: РИО ИГМАПО; 2013.

31. Панков В.А., Кулешова М.В. Характеристика психологических особенностей работающих в контакте с локальной вибрацией (динамическое наблюдение). *Мед. труда и пром. экол.* 2008; 1: 1–5.

32. Бодиевкова Г.М., Курчевенко С.И. Оценка цитокинов и белка теплового шока при вибрационной болезни. *Мед. иммунология.* 2018; 20 (6): 895–8.

33. Панков В.А., Дьякович М.П. Применение модельных исследований в задаче прогнозирования развития вибрационной болезни. *Мед. труда и пром. экол.* 2003; 3: 1–5.

34. Панков В.А., Руквишников В.С., Дьякович М.П., Кулешова М.В. Анализ изменений в функциональных системах организма работников в зависимости от дозы воздействия локальной вибрации. *Вест. АНГТУ.* 2017; 11: 217–24.

35. Руквишников В.С., Панков В.А., Дьякович М.П., Кулешова М.В., Зоркальцев В.И., Мокрый И.В. и др. Использование когортных исследований для оценки воздействия локальной вибрации. *Сб. Актуальные проблемы науки Прибайкалья.* Иркутск; 2017; 2: 168–72.

36. Мещаклова Н.М., Дьякович М.П., Шаяхметов С.Ф., Дьякович О.А. Оценка рисков нарушения здоровья и качество жизни работников современного производства поливинилхлорида. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 4: 24–9.

37. Мещаклова Н.М., Шаяхметов С.Ф., Дьякович М.П. Совершенствование методических подходов к оценке риска нарушений здоровья у работников при воздействии химического фактора. *Гиг. и сан.* 2017; 3 (96): 270–4.

38. Мещаклова Н.М., Дьякович М.П., Шаяхметов С.Ф., Лисецкая Л.Г. Формирование рисков нарушения здоровья у работников, экспонированных ртутью. *Гиг. и сан.* 2018; 10 (97): 945–50.

39. Шаяхметов С.Ф., Дьякович М.П., Мещаклова Н.М. Оценка профессионального риска нарушений здоровья работников предприятий химической промышленности. *Мед. труда и пром. экол.* 2008; 8: 27–33.

40. Руквишников В.С., Ефимова Н.В., Лисецкая Л.Г., Тараненко Н.А., Абраматец Е.А., Катальская О.Ю. Поиск адекватных биомаркеров для выявления влияния химических факторов на здоровье населения. *Казан. мед. журн.* 2009; 90 (4): 473–6.

41. Журба О.М., Шаяхметов С.Ф., Алексеенко А.Н., Меринов А.В., Дорогова В.Б. Исследование биомаркера экспозиции хлорорганических соединений у рабочих производств винил- и поливинилхлорида. *Гиг. и сан.* 2018; 2: 160–4.

42. Алексеенко А.Н., Журба О.М., Тараненко Н.А. Разработан методика газохроматографического определения винилхлорида и 1,2-дихлорэтана в крови с использованием парового анализа. *Журн. аналит. химии.* 2010; 65 (7): 756–9.

43. Алексеенко А.Н., Журба О.М., Меринов А.В., Королева Г.Н. Определение монохлоруксусной кислоты в моче в виде ее метилового эфира с использованием жидкостно-жидкостной микроэкстракции и капиллярной газожидкостной хроматографии. *Аналит. и контр.* 2012; 16 (2): 174–80.

44. Журба О.М. Аспекты определения тиодихлоруксусной кислоты в моче как биомаркера промышленного воздействия винилхлорида и 1,2-дихлорэтана. *Гиг. и сан.* 2017; 96 (5): 427–31.

45. Шаяхметов С.Ф., Журба О.М., Алексеенко А.Н. Оценка динамики экскреции тиодихлоруксусной кислоты с мочой у работников производства поливинилхлорида. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 9: 214.

46. Журба О.М. Оценка содержания метаболита хлорорганических загрязнителей в моче работников производства поливинилхлорида. *Гиг. и сан.* 2019; 2: 55–60.

47. Shayakhmetov S.F., Lisetskaya L.G., Merinov A.V. Study of fractional and component composition of high-dispersed dust particles in air of the work area of an aluminum smelter. *Nanotechnol. Russ.* 2018; 13 (5–6): 322–6.

48. Шаяхметов С.Ф., Мещаклова Н.М., Лисецкая Л.Г., Меринов А.В., Журба О.М., Алексеенко А.Н., Руквишников В.С. Гигиенические аспекты условий труда в современном производстве алюминия. *Гиг. и сан.* 2018; 10: 899–904.

49. Рукавишников В.С., Ефимова Н.В. Методологические и патогенетические проблемы идентификации экологически обусловленных нарушений здоровья. *Бюл. Сиб. отд. РАМН*. 2008; 28(1): 52–6.

50. Ефимова Н.В., Рукавишников В.С. Медицинская экология: некоторые итоги и перспективы исследований. *Мед. труда и пром. экол.* 2010; 10: 10–6.

51. Маснавиева Л.Б., Ефимова Н.В., Кудяева И.В. Индивидуальные риски здоровью подростков, обусловленные загрязнением воздушной среды, и их связь с уровнями специфических аутоантител. *Гиг. и сан.* 2016; 95(8): 738–42.

52. Masnavieva L.B., Kudaeva I.V. Association polymorphic markers of IL-10 gene and chronic diseases of the upper respiratory tract in children living in the technogenic load. *Russ. J. Genet.* 2016; 1(13): 626–32.

53. Ткачук Е.А., Мыльникова И.В., Ефимова Н.В. Гигиеническая оценка напряженности учебного труда школьников. *Экол. чел.* 2014; 6: 20–4.

54. Кучма В.Р., Ефимова Н.В., Ткачук Е.А., Мыльникова И.В. Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся 5–10 классов общеобразовательных школ. *Гиг. и сан.* 2016; 95 (6): 552–8.

55. Ефимова Н.В., Мыльникова И.В. Оценка риска для здоровья подростков в зависимости от факторов окружающей среды и образа жизни. *Казан. мед. журн.* 2016; 97 (5): 771–7.

56. Тихонова И.В., Ефимова Н.В. Частота хронической патологии верхних дыхательных путей у подростков: роль некоторых факторов. *Гиг. и сан.* 2012; 6: 51–3.

57. Ефимова Н.В., Мыльникова И.В. О влиянии факторов окружающей среды и образа жизни на формирование синдрома вегетативной дисфункции у школьников. *Гиг. и сан.* 2019; 1: 76–81.

58. Рукавишников В.С., Ефимова Н.В., Мыльникова И.В., Журба О.М. Оценка воздействия допустимых концентраций формальдегида на функциональное состояние центральной нервной системы подростков. *Гиг. и сан.* 2017; 6: 474–8.

59. Лещенко Я.А., Батура О.Г., Лебедева Л.Н. Смертность и потери жизненного потенциала населения трудоспособного возраста в Иркутской области. *Пробл. соц. гиг., здравоохран. и истории мед.* 2008; 3: 21–5.

60. Cherkashin A.K., Leshchenko Ya.A. Mathematical modeling and quantitative analysis of the demographic and ecological aspects of Russian supermortality. *Math. Model. Nat. Phenom.* 2010; 5 (6): 243–58.

61. Лещенко Я.А. Индикаторы социально-экономического развития и качества жизни общества: проблемы выбора и адекватности. *Экол. чел.* 2015; 11: 48–54.

62. Лещенко Я.А. ред. Развитие человеческого потенциала Сибири: проблемы социального воспроизводства регионального сообщества: монография. Иркутск: Изд-во Оттиск; 2013.

63. Боева А.В., Лещенко Я.А., Кулешова М.В., Лещенко О.Я., Черкашин А.К. Семейно-демографические процессы в Иркутской области: монография. Иркутск: РИО ИГМАПО; 2017.

REFERENCES

1. Rukavishnikov V.S., Sosedova L.M., Jakimova N.L., Kapustina E.A., Titov E.A., Katamanova E.B. *Scientific and methodical bases of modeling of toxic encephalopathy*. Irkutsk: NCRVH SO RAMN; 2013 (in Russian).

2. Rukavishnikov V.S., Lakhman O.L., Sosedova L.M., Shayahmetov S.F., Kudaeva I.V., Bodienkova G.M. et al. Toxic encephalopathy in the remote post-contact period of professional neurointoxication (clinical and experimental studies). *Med. truda i prom. ekol.* 2010; 10: 22–30 (in Russian).

3. Sosedova L.M., Kapustina E.A., Vokina V.A. The effect of lead acetate intoxication in male white rats on the functioning of the nervous system of their offspring. *Gig. i san.* 2018; 5: 972–5 (in Russian).

4. Sosedova L.M., Vokina V.A., Kapustina E.A. Fetal gramming in the formation of cognitive impairment in the simulation of lead intoxication in white rats. *Bull. Exp. Biol. Med.* 2018; 166(11): 559–65 (in Russian).

5. Yakimova N.L., Lizarev A.V., Sosedova L.M. Changes in brain behavior and bioelectric activity in white rats exposed to lead acetate. *Med. truda i prom. ekol.* 2017; 9: 228–9 (in Russian).

6. Yakimova N.L., Sosedova L.M., Vokina V.A., Titov E.A., Novikov M.A. Manifestations of intoxication on the background of hyperglycemic state in the experiment. *Med. truda i prom. ekol.* 2017; 2: 54–6 (in Russian).

7. Lakhman O.L., Katamanova E.V., Mesheryagin V.A., Konstantinova T.N., Shevtchenko O.I., Rusanova D.V., Sudakova N.G. Main aspects of classification and course of occupational neurointoxication with toxic chemical complex in firemen. *Med. truda i prom. ekol.* 2010; 10: 30–5 (in Russian).

8. Lakhman O.L., Katamanova E.V., Shevtchenko O.I. Prognosing the development of toxic encephalopathy after exposure to a complex of chemical substances in fire fighters. *Med. truda i prom. ekol.* 2008; 8: 12–6 (in Russian).

9. Rukavishnikov V.S., Lakhman O.L., Benemanskiy V.V., Kolesov V.G., Bodienkova G.M., Portyanaya N.I., et al. Toxic encephalopathy: pathogenesis, clinic and treatment. Irkutsk. *Acta Biomed. Sci.* 2003; 3: 93–101 (in Russian).

10. Rukavishnikov V.S., Lakhman O.L., Sosedova L.M., Shayakhmetov S.F., Bodienkova G.M., Kudayeva I.V. et al. Occupational neurointoxications: patterns and mechanisms of formation. *Med. truda i prom. ekol.* 2014; 4: 1–6 (in Russian).

11. Lakhman O.L., Katamanova E.V., Shevtchenko O.I., Rukavishnikov V.S., Denisova I.A. *Cognitive disturbances of occupational toxic genesis*. Irkutsk: RIO GBOU DPO IGMAPO; 2013 (in Russian).

12. Rukavishnikov V.S., Shchuko A.G., Yablonskaya D.A., Lakhman O.L., Katamanova E.V., Malyshev V.V. *Oftal'momerkurializm*. Irkutsk: INCHT; 2016 (in Russian).

13. Yablonskaya D.A., Mishenko T.S., Lakhman O.L., Rukavishnikov V.S., Malyshev V.V. Functional state of vision system under chronic mercury intoxication. *Med. truda i prom. ekol.* 2010; 10: 40–4 (in Russian).

14. Kudaeva I.V., Masnavieva L.B., Budarina L.A. Peculiarities and laws of abnormalities in biochemical processes in working persons under impact of different toxicants. *Ekol. Chel.* 2011; 1: 3–10 (in Russian).

15. Kudaeva I.V., Budarina L.A. Biochemical criteria of occupationally related diseases formation in firemen. *Med. truda i prom. ekol.* 2007; 6: 12–8 (in Russian).

16. Bodienkova G.M., Boklazhenko E.V. Relationship between cytokine concentrations and the level of antibodies to neuronal proteins as dependent on the severity of mercury neurotoxicity. *Hum. Physiol.* 2017; 43 (3): 334–8.

17. Bodienkova G.M., Kurchevko S.I., Boklazhenko E.V. Dynamics of changes in the levels of cytokines and neuronal antibodies in workers in the production of vinyl chloride. *Gig. i san.* 2018; 10: 935–9 (in Russian).

18. Bodienkova G.M., Alekseev R.Yu. Evaluation of cytokine status in patients with chronic exposure to vinyl chloride. *Gig. i san.* 2015; 94: 68–71 (in Russian).

19. Bodienkova G.M., Alekseev R.Yu., Boklazhenko E.V., Kurchevko S.I. Inflammation mediators in employees in chronic exposure to neurotoxicants. *Int J Occup Med Environ Health.* 2014; 27 (4): 619–27.

20. Chernyak Y.I., Shelepchikov A.A., Brodsky E.S., Grassman J.A. PCDD, PCDF, and PCB exposure in current and former firefighters from Eastern Siberia. *Toxicol Lett.* 2012; 213 (1): 9–14.
21. Chernyak Yu.I., Merinova A.P., Shelepchikov A.A., Kolesnikov S.I., Grassman J.A. Impact of dioxins on antipyrine metabolism in firefighters. *Toxicol Lett.* 2016; 250–1: 35–41.
22. Chernyak Yu.I., Merinova A.P. HSP70 (HSPA1) polymorphisms in former workers with chronic mercury vapor exposure. *Int J Occup Med Environ Health.* 2017; 30 (1): 77–85.
23. Titov E.A., Novikov M.A., Sosodova L.M. Effect of silver nanoparticles encapsulated in a polymer matrix on the structure of nervous tissue and expression of caspase-3. *Nanotechnol. in Russia.* 2015; 10 (7–8): 640–4.
24. Novikov M.A., Titov E.A., Sosodova L.M., Ostroukhova L.A., Trofimova N.N., Babkin V.A. Biochemical and morphological changes in white rats after intragastric injection of a synthetic nanobiocomposite based on silver nanoparticles and arabinogalactan. *Pharm. Chem. J.* 2014; 48 (6): 387–90.
25. Rukavishnikov V.S., Novikov M.A., Titov E.A., Sosodova L.M., Vokina V.A., Yakimova N.L. Estimation of toxic properties of nanocomposites containing nanoparticles of bismuth, gadolinium, and silver. *Trace Elem. Electroly.* 2018; 35: 203–6.
26. Sosodova L.M., Novikov M.A., Titov E.A., Pozdnyakov A.S., Korzhova S.A., Ermakova T.G. et al. Synthesis, antimicrobial properties, and toxicity of a nanobiocomposite based on AG (0) particles and poly (1-vinyl-1,2,4-triazole). *Pharm. Chem. J.* 2019; 52 (11): 912–5.
27. Rukavishnikov V.S., Sosodova L.M., Vokina V.A., Titov E.A., Novikov M.A., Jakimova N.L. Evaluation of the neurotoxicity of nanometals encapsulated in the matrix of arabinogalactan. *Med. truda i prom. ecol.* 2017; 10: 25–9 (in Russian).
28. Rukavishnikov V.S., Pankov V.A., Kuleshova M.V., Lizarev A.V., Rusanova D.V., Sudakova N.G. Results and prospects of scientific research on sensory conflict under exposure to noise and vibration at work. *Med. truda i prom. ecol.* 2009; 1: 1–5 (in Russian).
29. Rukavishnikov V.S., Pankov V.A., Kuleshova M.V., Katamanova E.V., Kartapoltseva N.V., Rusanova D.V. et al. On the theory of sensory conflict when exposed under the influence of physical factors: the main regulations and laws of formation. *Med. truda i prom. ecol.* 2015; 4: 1–6 (in Russian).
30. Pankov V.A., Rukavishnikov V.S., Kuleshova M.V., Katamanova E.V., Lakhman O.L., Dyakovich M.P. et al. *Occupational medicine in hazardous occupations workers in the aircraft industry.* Irkutsk: RIO IGMAPO; 2013 (in Russian).
31. Pankov V.A., Kuleshova M.V. Character of psychological peculiarities of workers contacting local vibration (dynamic observation). *Med. truda i prom. ecol.* 2008; 1: 1–5 (in Russian).
32. Bodienkova G.M., Kurchevenko S.I. Evaluation of cytokines and heat shock protein in vibratory disease. *Med. immunologiya.* 2018; 20 (6): 895–8 (in Russian).
33. Pankov V.A., Diakovich M.P. Using simulation experiments to forecast vibration disease development. *Med. truda i prom. ecol.* 2003; 3: 1–5 (in Russian).
34. Pankov V.A., Rukavishnikov V.S., Diakovich M.P., Kuleshova M.V. Analysis of changes in the functional systems of the organism of workers depending on the exposure dose of local vibration. *Vestn. AnGTU.* 2017; 11: 217–24 (in Russian).
35. Rukavishnikov V.S., Pankov V.A., Dyakovich M.P., Kuleshova M.V., Zorkaltsev V.I., Mokryi I.V. et al. Use of cohort studies to evaluate the impact of local vibration. In: *Actual problems of science of the Baikal region.* Irkutsk: ISC RAS; 2017: 168–72 (in Russian).
36. Meshchakova N.M., Dyakovich M.P., Shayakhmetov S.F., Dyakovich O.A., Telezhkin V.V. Risk assessment of health disorders and quality of life in employees of modern polyvinyl chloride production. *Med. truda i prom. ecol.* 2014; 4: 24–9 (in Russian).
37. Meshchakova N.M., Shayakhmetov S.F., Dyakovich M.P. Improvement of methodological approaches to risk assessment health workers under the influence of chemical factors. *Gig. i san.* 2017; 3 (96): 270–4 (in Russian).
38. Meshchakova N.M., Dyakovich M.P., Shayakhmetov S.F., Lisetskaya L.G. Formation of health risks for workers exposed with mercury. *Gig. i san.* 2018; 10 (97): 945–50 (in Russian).
39. Shayakhmetov S.F., Dyakovich M.P., Meshchakova N.M. Evaluating occupational health risk in workers engaged into chemical industry. *Med. truda i prom. ecol.* 2008; 8: 27–33 (in Russian).
40. Rukavishnikov V.S., Efimova N.V., Lisetskaya L.G., Taranenko N.A., Abramats E.A., Katul'skaya O.Yu. A search for adequate biomarkers for establishing the influence of chemical factors on the health of the population. *Kazan. j med. j zhurn.* 2009; 4: 473–6 (in Russian).
41. Zhurba O.M., Shayakhmetov S.F., Alekseyenko A.N., Merinov A.V., Dorogova V.B. Research of the biomarker of the exposure to organochlorine compounds in employees of the vinyl chloride and polyvinyl chloride manufacture. *Gig. i san.* 2018; 2: 160–4 (in Russian).
42. Alekseenko A.N., Zhurba O.M., Taranenko N.A. Development of a procedure for the gas-chromatographic determination of vinyl chloride and 1,2-dichloroethane in blood with the use of headspace analysis. *J. Anal. Chem.* 2010; 65 (7): 739–42.
43. Alexeyenko A.N., Zhurba O.M., Merinov A.V., Koroleva G.N. Determination of monochloroacetic acid in urine in the form of their methyl ester using liquid-liquid microextraction and capillary gas-liquid chromatography. *Analit. i kontrol'.* 2012; 2: 174–80 (in Russian).
44. Zhurba O.M. Aspects of determination of thiodiacetic acid in urine as biomarkers for industrial exposure to vinyl chloride and 1,2-dichloroethane. *Gig. i san.* 2017; 5: 427–31 (in Russian).
45. Shayakhmetov S.F., Zhurba O.M., Alekseyenko A.N. Evaluation of the dynamics of thiodiacetic acid urinary excretion in workers engaged into polyvinyl chloride production. *Med. truda i prom. ecol.* 2017; 9: 214 (in Russian).
46. Zhurba O.M. Assessment of the metabolite of chlororganic pollutants content in urine of workers of polyvinylchloride production. *Gig. i san.* 2019; 2: 55–60 (in Russian).
47. Shayakhmetov S.F., Lisetskaya L.G., Merinov A.V. Study of fractional and component composition of high-dispersed dust particles in air of the work area of an aluminum smelter. *Nanotechnol Russ.* 2018; 13 (5–6): 322–6.
48. Shayakhmetov S.F., Meshchakova N.M., Lisetskaya L.G., Merinov A.V., Zhurba O.M., Alekseyenko A.N. et al. Hygienic aspects of working conditions in the modern production of aluminum. *Gig. i san.* 2018; 10: 899–904 (in Russian).
49. Rukavishnikov V.S., Efimova N.V. Identification of environment-related health disorders: methodological and pathogenic problems. *Byul. Sib. ot del. RAMN.* 2008; 28 (1): 52–6 (in Russian).
50. Efimova N.V., Rukavishnikov V.S. Medical ecology: some results and research perspectives. *Med. truda i prom. ecol.* 2010; 10: 10–6 (in Russian).
51. Masnavieva L.B., Efimova N.V., Kudaeva I.V. Individual risks to adolescent health, caused by contaminating the air, and their relationship with the levels of specific autoantibodies. *Gig. i san.* 2016; 95 (8): 738–42 (in Russian).
52. Masnavieva L.B., Kudaeva I.V. Association polymorphic markers of IL-10 gene and chronic diseases of the upper respiratory tract in children living in the technogenic load. *Russ. J. Genet.* 2016; 1 (13): 626–32.
53. Tkachuk E.A., Mylnikova I.V., Efimova N.V. Hygienic assessment of schoolchildren's learning labour intensity. *Ecol. chel.* 2014; 6: 20–4 (in Russian).

54. Kuchma V.R., Efimova N.V., Tkachuk E.A., Mylnikova I.V. Hygienic assessment of the overwroughtness of educational activity in schoolchildren of 5–10 classes of secondary schools. *Gig. i san.* 2016; 95 (6):552–8 (in Russian).
55. Efimova N.V., Myl'nikova I.V. Health risk assessment for adolescents depending on environmental factors and lifestyle. *Kazan. med. zhurn.* 2016; 97 (5): 771–7 (in Russian).
56. Tikhonova I.V., Efimova N.V. Prevalence of the chronic respiratory tract pathology in teenagers: role of some factors. *Gig. i san.* 2012; 6: 51–3 (in Russian).
57. Efimova N.V., Mylnikova I.V. On the question of the impact of environmental factors and lifestyle on the formation of the syndrome of autonomic dysfunction in school children. *Gig i san.* 2019; 1: 76–81 (in Russian).
58. Rukavishnikov V.S., Efimova N.V., Mylnikova I.V., Zhurba O.M. Assessment of the impact of admissible concentrations of formaldehyde on the functional state of the central nervous system in adolescents. *Gig. i san.* 2017; 6: 474–8 (in Russian).
59. Leshchenko Ya.A., Batura O.G., Lebedeva L.N. Mortality and loss of life potential of the working age population in the Irkutsk region. *Probl. sots. gig., zdavookhr. i istorii med.* 2008; 3: 21–5 (in Russian).
60. Cherkashin A.K., Leshchenko Ya.A. Mathematical modeling and quantitative analysis of the demographic and ecological aspects of Russian supermortality. *Math. Model. Nat. Phenom.* 2010; 5 (6): 243–58.
61. Leshchenko Ya.A. Indicators of socio-economic development and the quality of life of society: problems of choice and adequacy. *Ekol.chel.* 2015; 11: 48–54 (in Russian).
62. Leshchenko Ya.A., red. *Human Development in Siberia: Problems of Social Reproduction of the Regional Community.* Irkutsk: Izd-vo Ottisk; 2013 (in Russian).
63. Boeva A.V., Leshchenko Ya.A., Kuleshova M.V., Leshchenko O.Ya., Cherkashin A.K. *Family and demographic processes in the Irkutsk region.* Irkutsk: RIO IGMAPO; 2017 (in Russian).

Дата поступления / Received: 15.03.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 28.03.2019

Дата публикации / Published: 18.04.2019

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-206-211>

УДК 57.085.23+57.044+ 575.224.46.044

© Коллектив авторов, 2019

Кудояров Э.Р.¹, Каримов Д.Д.¹, Каримов Д.О.¹, Репина Э.Ф.¹, Бакиров А.Б.¹, Данилко К.В.²

Оценка влияния индукции цитохрома P450 на генотоксичность тетрахлорметана *in vitro*

¹ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», ул. Степана Кувыкина, 94, Уфа, Россия, 450106;

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», ул. Ленина, 3, Уфа, Россия, 450008

Введение. Одним из этапов патогенеза токсического действия тетрахлорметана является образование соединений активных форм кислорода с дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК), приводящих к модификации азотистых оснований. Частота образования модифицированных азотистыми основаниями нуклеотидов коррелирует с количеством одно- и двухцепочечных разрывов молекул ДНК. Инициатором образования активных форм кислорода и перекисного окисления липидов в клетках печени при поступлении тетрахлорметана является трихлорметильный радикал, образующийся при биотрансформации микросомальными ферментами цитохрома P450.

Цель исследования — проанализировать изменения генотоксичности тетрахлорметана в гепатоцитах при нормальной и повышенной активности цитохрома P450, вызванной воздействием индуктора (совола).

Материалы и методы. Оценка генотоксичности выполнена методом ДНК-комет после затравки тетрахлорметаном культуры гепатоцитов мыши МН22а в 96-луночных микропланшетах без индукции цитохрома P450 и при химической индукции цитохрома P450 соволом. Определение содержания ДНК в хвосте комет (%), длины хвоста комет (мкм) и момента хвоста проводили в программе ImageJ 1.48. Статистический анализ результатов выполнен в программе SPSS Statistics 21.

Результаты. Представлены экспериментальные данные о генотоксическом воздействии тетрахлорметана на гепатоциты клеточной линии МН–22а без индукции цитохрома P450 и при химической индукции цитохрома P450 соволом. Обнаружено, что 0,5 мМ раствор тетрахлорметана через 1 час после добавления в культуральную среду является генотоксичным для гепатоцитов МН–22а без применения совола ($p < 0,001$). Отсутствие определяемых с помощью метода ДНК-комет признаков генотоксичности 5 мМ тетрахлорметана ($p > 0,05$) в культуральной среде, вероятно, объясняется переходом клеток в состояние паранекроза. Генотоксический эффект не выявляется методом ДНК-комет после 3 и 24 часов инкубации гепатоцитов МН–22а с 0,5 и 5 мМ растворами тетрахлорметана без прединкубации с соволом ($p > 0,05$), что может указывать на репарацию возникших повреждений. После 72 ч предварительной инкубации гепатоцитов с соволом и следующей за ней четырехчасовой затравки клеток 2,5 мМ раствором тетрахлорметана наблюдаются более высокие значения параметров ДНК-комет, чем при затравке тетрахлорметаном без инкубации с соволом ($p < 0,05$).

Выводы: По итогам проведенного исследования 72 ч индукции цитохрома P450 соволом повышает генотоксичность тетрахлорметана *in vitro*, по сравнению с 24 ч воздействия индуктора, что может косвенно указывать на более высокий уровень образовавшихся активных форм кислорода, вызванный повышенной соволом активностью ферментов цитохрома P450.

Ключевые слова: генотоксичность; тетрахлорметан; совол; ДНК-комета; МН–22а

Для цитирования: Кудояров Э.Р., Каримов Д.Д., Каримов Д.О., Репина Э.Ф., Бакиров А.Б., Данилко К.В. Оценка влияния индукции цитохрома P450 на генотоксичность тетрахлорметана *in vitro*. Мед. труда и пром. экол. 2019. 59 (4): 206–211. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-206-211>

Для корреспонденции: Кудояров Эльдар Ренатович, мл. науч. сотр. отдела токсикологии и генетики ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека». E-mail: ekudoyarov@gmail.com

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Eldar R. Kudoyarov¹, Denis D. Karimov¹, Denis O. Karimov¹, Elvira F. Repina¹, Akhat B. Bakirov¹, Kseniya V. Danilko²

Estimation of the influence of cytochrome P450 induction on carbon tetrachloride genotoxicity *in vitro*

¹Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, 94, Stepana Kuvykina str., Ufa, Russia, 450106;

²Bashkir State Medical University, 3, Lenina str., Ufa, Russia, 450008

Introduction. One of the stages of the pathogenesis of the toxic effect of carbon tetrachloride is the formation of compounds of reactive oxygen species with DNA, leading to the modification of nitrogenous bases. The frequency of formation of nucleotides modified by nitrogenous bases correlates with the number of single- and double-chain breaks of deoxyribonucleic acid (DNA) molecules. The initiator of the formation of active forms of oxygen and lipid peroxidation in liver cells upon

receipt of carbon tetrachloride is a trichloromethyl radical formed during biotransformation by microsomal enzymes of cytochrome P450.

The aim of the study was to analyze the changes in the genotoxicity of carbon tetrachloride in hepatocytes at normal and increased activity of cytochrome P450 caused by the influence of an inductor (sovol).

Materials and methods. Evaluation of genotoxicity is performed by the method of DNA-comets after gavage with carbon tetrachloride culture of mouse hepatocytes MH22a in 96-well microplates without the induction of cytochrome P450 and chemical induction of cytochrome P450 by sovol. Determination of DNA content in comet tail (%), comet tail length (μm) and tail moment was performed in ImageJ 1.48. Statistical analysis of the results was performed in the program SPSS Statistics 21.

Results: Experimental data on the genotoxic effect of carbon tetrachloride on hepatocytes of the MN-22A cell line without induction of cytochrome P450 and chemical induction of cytochrome P450 by sovol are presented. It was found that 0.5 mm solution of carbon tetrachloride in 1 hour after addition to the culture medium is genotoxic for hepatocytes MH-22a without the use of sovol ($p < 0.001$). The lack of determined using the method of DNA-comet signs of genotoxicity of 5 mm carbon tetrachloride ($p > 0.05$) in the culture medium, probably due to the transition of the cells into a state of parametosis. Genotoxic effect is not detected by DNA comet after 3 and 24 hours of incubation of hepatocytes MN-22A with 0.5 and 5 mm solutions of carbon tetrachloride without preincubation with sovol ($p > 0.05$), which may indicate repair of the damage. After 72 hours of preliminary incubation of hepatocytes with sovol and the following four-hour cell priming with 2.5 mm tetrachloromethane solution, higher values of the parameters of DNA comets are observed than when seeding with tetrachloromethane without incubation with sovol ($p < 0.05$).

Conclusions: According to the results of the study 72 hours of cytochrome P450 induction by sovol increases the genotoxicity of carbon tetrachloride in vitro, compared with 24 h of inductor exposure, which may indirectly indicate a higher level of formed reactive oxygen species caused by increased activity of cytochrome P450 enzymes.

Key words: genotoxicity; carbon tetrachloride; sovol; DNA comet; MH-22A

For citation: Kudoyarov E.R., Karimov D.D., Karimov D.O., Repina E.F., Bakirov A.B., Danilko K.V. Assessment of the effect of cytochrome P450 induction on the genotoxicity of carbon tetrachloride in vitro. *Med truda i prom ekol.* 2019. 59 (4): 206–211. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-206-211>

For correspondence: Eldar R. Kudoyarov, junior research assistant of Department of toxicology and genetic of «Ufa Research Institute of occupational health and human ecology». E-mail: ekudoyarov@gmail.com

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Образование активных форм кислорода (АФК) является универсальным неспецифическим звеном в патогенезе многих заболеваний [1,2]. При токсическом отравлении страдают ткани, в которых создаются наибольшие концентрации АФК, реагирующих с любыми биомолекулами клетки, что является предпосылкой их мутагенного действия [3–6]. Образование соединений АФК с азотистыми основаниями коррелирует в ряде исследований с одно- и двухцепочечными разрывами молекул дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) [7,8], что позволяет использовать для оценки повреждений ДНК клеток метод «ДНК-комет» [9]. Метод ДНК-комет характеризуется высокой скоростью получения результата, по сравнению с классическими методами оценки генотоксичности, что дает возможность рекомендовать его в качестве экспресс-метода. В комплексе с методами мечення биомолекул флуоресцентными зондами или антителами метод ДНК-комет позволяет быстро выявлять повреждения определенных участков хромосом в одиночных клетках.

Одним из индукторов образования АФК и перекисного окисления липидов в клетках печени является тетрахлорметан (ТХМ) [2]. Его часто применяют в промышленном производстве в качестве растворителя масел, жиров и каучука. Одним из основных явлений патогенеза токсического действия ТХМ является образование соединений АФК с ДНК [2,3], что приводит к ошибкам репликации и, как следствие, к сдвигу рамки считывания и накоплению точечных мутаций [2,10]. У грызунов токсичность ТХМ связана с образованием активных метаболитов, образующихся главным образом под действием фермента CYP 2E1 [11].

К настоящему времени существует методика лабораторного получения фракции S9 печени грызунов, содержащей с использованием хлорпроизводных бифенила (ХПБ, арохлоры, совол) для оценки генных мутаций на клетках

млекопитающих¹ [12–14]. Ранее совол широко применялся в отечественной и зарубежной промышленности. С 1930 г. в мире произведено около 10^6 тонн ХПБ [13]. Миграция ХПБ в окружающую среду способствовала их кумуляции в живых организмах и экосистемах [13,15]. В ряде исследований выдвинуты предположения о том, что ХПБ, стимулируя образование соединений АФК с ДНК клеток печени и других тканей в течение длительного времени, могут являться инициаторами возникновения гепатоцеллюлярной карциномы [16].

Цель исследования — оценка влияния индукции цитохрома P450 в гепатоцитах мыши MN-22a на генотоксичность тетрахлорметана. Для оценки острой генотоксичности исследуемого вещества была поставлена задача затравить культуру гепатоцитов мыши MN-22a тетрахлорметаном после индукции цитохрома P450 соволом и без такой индукции.

Материалы и методы. Клеточная линия MN-22a (мышь СЗНА, гепатома, монослой) была получена из коллекции ООО «Биолот» (Россия) и культивирована в стерильных условиях путем пассирования в жидкой питательной среде (среда Игла МЕМ (Биолот, Россия), 10% сыворотка бычьей крови (Biosera, Франция)). Культура клеток выращивалась при +37 °C, 95% влажности, 5% CO₂ в камере инкубатора (NuAire, США). Дезагрегация клеточного монослоя проводилась с использованием 0,25% раствора трипсина с 1 mM ЭДТА-4Na (Gibco, Thermo Fisher Scientific, США). Культура клеток была посеяна в стерильные 35 мм чашки Петри (Nunc, Дания) по $3 \cdot 10^5$ клеток/чашка и в 24-луночные планшеты (SPL Life Sciences, Pe-

¹ Test No. 476: In vitro Mammalian Cell Gene Mutation Tests using the Hprt and Xprt genes. In: OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4, Health Effects. – 29 July 2016. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264264809-en>.

спублика Корея) по $5 \cdot 10^3$ клеток/лунка. Перед посевом количество клеток в суспензии подсчитывалось в камере Горяева под объективом бинокулярного микроскопа Carl Zeiss Jena (увеличение 200х). По окончании экспериментальных воздействий на клетки было приготовлено по 2 микропрепарата ДНК-комет на каждую группу.

Для исследования фрагментации ДНК клеток использовали метод ДНК-комет, руководствуясь рекомендациями МР 4.2.0014–10 [9] с изменениями. В качестве положительного контроля использовалась суспензия клеток культуры мышинной гепатомы МН–22а, инкубированная на льду 1 мин в 0,005% растворе пероксида водорода, полученного из 6% водного раствора путем разведения в фосфатном солевом буфере (рН 7.4). Микропрепараты ДНК-комет на предметных стеклах исследовались под микроскопом Zeiss Axio Imager.D2 (увеличение 100х) и фотографировались на камеру AxioCam MRc5, подключенную к персональному компьютеру. Определение содержания ДНК в хвосте комет (%), длины хвоста комет (мкм) и хвостового момента проводилось в программе ImageJ 1.48 (Wayne Rasband). По каждой экспериментальной группе были рассчитаны среднее арифметическое, стандартное отклонение и стандартная ошибка среднего. Статистический анализ результатов выполнен в программе SPSS Statistics 21.

Для оценки генотоксичности ТХМ без индукции цитохрома Р450 было сформировано 12 групп: 3 группы отрицательного контроля — клетки, выращенные в нормальных условиях без затравок, 3 группы положительного контроля — клетки, выращенные в нормальных условиях, с последующей инкубацией в забуференном 0,005% растворе пероксида водорода, 3 группы клеток для затравки 0,5 мМ ТХМ и 3 группы клеток для затравки 5 мМ ТХМ. По 1 группе клеток для затравки были проинкубированы с 0,5 и 5 мМ ТХМ в течение 1, 3 и 24 часов. Контрольные группы инкубировались в нормальной питательной среде без добавок аналогичный период времени. Для установления значимости статистических различий между значениями показателей ДНК-комет из клеток, затравленных ТХМ, и группой отрицательного контроля применялся критерий Даннета.

Для оценки генотоксичности ТХМ с индукцией цитохрома Р450 было сформировано 6 групп: 2 группы отрицательного контроля — клетки для наращивания 24 и 72 ч культуры; 2 группы — 24 и 72 ч инкубации с соволом (0,3 мг/мл); 2 группы — 24 и 72 ч инкубации с соволом (0,3 мг/мл) с последующей затравкой ТХМ (2,5 мМ). Во все группы в период инкубации был добавлен диметилсульфоксид (0,5%) в качестве растворителя совола. Питательная среда в контрольных группах заменялась на свежую через 24 и 72 ч после начала инкубации экспериментальных групп с соволом. В каждом варианте индукции по завершении периода культивирования в одну из двух групп, инкубированных с соволом, добавлялась питательная среда с 2,5 мМ ТХМ, а во вторую — питательная среда без добавок. Фрагментация ДНК во всех группах оценивалась через 4 ч после начала затравки тетрахлорметаном. Для оценки статистической достоверности различий между группами рассчитывался U критерий Манна-Уитни.

Результаты исследования. Результаты инкубации гепатоцитов с ТХМ в течение 1 часа представлены в таблицах 1 и 2. В табл. 1 приведены средние значения показателей ДНК-комет со стандартными отклонениями (SD) и стандартными ошибками средних (SEM, в скобках), полученных в результате 1 ч затравки гепатоцитов мыши МН22а

тетрахлорметаном. Значения параметров ДНК-комет при 3 и 24 ч инкубации не приведены ввиду отсутствия статистически значимых отличий по критерию Даннета между экспериментальными группами и отрицательным контролем ($p > 0,05$).

Обсуждение. При инкубации клеток мышинной гепатомы МН–22а в течение 1 часа с 0,5 мМ ТХМ (группа 1) наблюдается статистически значимое отличие от отрицательной контрольной группы по трем показателям. В группе 1 среднее содержание ДНК в хвосте кометы на 8,04% превышает значение аналогичного показателя в группе контроля ($p < 0,001$), а в группе 2 — лишь на 1,16% ($p > 0,05$). В группе 1 средняя длина хвоста комет в 4 раза, а средний момент хвоста в 11,75 раза превышают аналогичные значения в отрицательном контроле ($p < 0,001$). Совокупность значений параметров ДНК-комет группы 1 указывает на генотоксическое действие 0,5 мМ ТХМ при 1-часовой инкубации. Значения средней длины хвоста кометы и среднего момента хвоста ДНК-комет группы 2 статистически не отличаются от аналогичных значений отрицательной контрольной группы ($p > 0,05$). Снижение фрагментации ДНК при затравке клеток 5 мМ ТХМ, возможно, объясняется токсикологическими свойствами тетрахлорметана и переходом клеток в состояние паранекроза (по Насонову и Александрову), при котором в ней наблюдается снижение дисперсности ядерного и цитоплазматического содержимого [17]. При высоких концентрациях снижается его цитотоксичность и проявляется канцерогенность, что косвенно указывает на его непрямой механизм генотоксичности [11]. Кроме того, тетрахлорметан может снижать активность цитохрома Р450, и, как следствие, понизится уровень образования АФК. В исследовании Dai и Cederbaum (1995) показано: 2 мМ ТХМ за 24 ч инактивировал 30–50% от суммарного пула молекул СYP 2E1 и ускорил его деградацию в клеточной линии карциномы печени MVh2E1–9 с конститутивной повышенной экспрессией фермента СYP 2E1 человека [18]. Снижение активности СYP 2E1 после 24 ч инкубации с 2 мМ ТХМ привело к снижению окисления п-нитрофенола на 38% [18]. Возможно, отсутствие достоверных различий по показателям ДНК-комет при затравке 0,5 и 5 мМ тетрахлорметаном через 3 и 24 ч от аналогичных показателей ДНК-комет отрицательной контрольной группы объясняется понижением активности цитохрома Р450, и, вероятно, как следствие, трихлорметильных радикалов и активных форм кислорода в низких концентрациях становится недостаточно для фрагментации ДНК.

По значениям критерия U Манна-Уитни отмечены статистически значимые различия между группами отрицательного контроля и группой клеток, затравленных тетрахлорметаном после 24 часов инкубации с соволом ($p < 0,001$), но отсутствуют статистически значимые различия между группой гепатоцитов, инкубированных в течение 24 часов с соволом (без затравки ТХМ), и группой отрицательного контроля ($p > 0,05$) по параметрам ДНК-комет. В группе клеток после 24 ч инкубации с соволом, затравленных тетрахлорметаном, по сравнению с клетками, инкубированными только с соволом, среднее содержание ДНК в хвосте кометы выше на 0,93% ($p < 0,05$), средняя длина хвоста кометы выше на 16,8 мкм ($p < 0,001$), средний момент хвоста выше на 0,37 ($p < 0,01$).

Через 72 часа группы клеток, инкубированные в присутствии совола, достоверно отличаются по критерию U Манна-Уитни по 3 параметрам как от группы отрица-

Таблица 1 / Table 1

Показатели ДНК-комет гепатоцитов мыши МН–22а, затравленных в течение 1 часа 0,5 и 5 мМ ТХМ без индукции цитохрома Р450

Indicators of DNA comets of mouse hepatocytes MN–22A, hunted for 1 hour 0.5 and 5 mm THM without induction of cytochrome P450

Показатель	Отрицательный контроль	ТХМ 0,5 мМ	ТХМ 5 мМ	Положительный контроль
	1	2	3	4
Среднее содержание ДНК в хвосте кометы, % ±SD (SEM)	5,12±3,41 (0,19)	13,16±10,31 (0,37)	6,28±5,04 (0,17)	42,35±32,58 (1,88)
Средняя длина хвоста кометы, мкм ±SD (SEM)	34,20±28,11 (1,55)	136,53±131,05 (4,69)	36,23±31,69 (1,05)	129,28±115,24 (4,34)
Средний момент хвоста, ±SD (SEM)	2,57±3,29 (0,18)	30,20±56,67 (2,03)	3,53±7,21 (0,24)	54,84±78,29 (1,98)
Количество учтенных ДНК-комет	982	781	912	359

Примечания: SD — стандартное отклонение; SEM — стандартная ошибка среднего.

Note: SD is the standard deviation; SEM — standard error of the mean.

Таблица 2 / Table 2

Значения критерия Даннета, рассчитанного для сравнения групп клеток, затравленных в течение 1 часа 0,5 и 5 мМ ТХМ, с группой отрицательного контроля

The values of the criterion Dannetta calculated for the comparison of groups of cells inoculated for 1 hour 0.5 and 5 mm CTC, with a group of negative control

Концентрация ТХМ	Содержание ДНК в хвосте кометы	Длина хвоста кометы	Момент хвоста
0,5 мМ (группа 1)	7,6315*	102,3336*	8,1252*
5 мМ (группа 2)	0,7544	2,0318	0,2828

Примечание: * — $p < 0,001$.

Note: * — $p < 0,001$.

Таблица 3 / Table 3

Показатели ДНК-комет гепатоцитов мыши МН–22а после индукции цитохрома Р450

Indicators of DNA comets of mouse hepatocytes MN–22A after induction of cytochrome P450

Показатель	Индукция 24 часа			Индукция 72 часа		
	Отрицательный контроль	Совол, 0,3 мг/мл	Совол, 0,3 мг/мл, +2,5 мМ ТХМ	Отрицательный контроль	Совол, 0,3 мг/мл	Совол, 0,3 мг/мл, +2,5 мМ ТХМ
Среднее содержание ДНК в хвосте кометы, % ±SD (SEM)	5,60±4,07 (0,23)	7,25±8,17 (0,35)	8,18±8,19 (0,38)	4,46±4,97 (0,16)	25,58±16,03 (0,87)	42,60±10,97 (0,87)
Средняя длина хвоста кометы, мкм ±SD (SEM)	42,96±54,97 (3,15)	52,14±97,86 (4,15)	68,94±97,73 (4,55)	24,77±28,50 (0,91)	246,41±48,31 (2,63)	393,22±100,89 (8,00)
Средний момент хвоста, ±SD (SEM)	1,09±2,27 (0,13)	3,10±16,38 (0,69)	3,47±11,77 (0,55)	0,51±1,26 (0,04)	25,21±25,54 (1,39)	51,96±21,66 (1,72)
Количество учтенных ДНК-комет	305	557	462	987	337	159

Примечания: SD — стандартное отклонение; SEM — стандартная ошибка среднего.

Notes: SD is the standard deviation; SEM — standard error of the mean.

Таблица 4 / Table 4

Значения U критерия Манна-Уитни при сравнении групп по параметрам ДНК-комет после индукции цитохрома Р450

U values of the Mann-Whitney test when comparing groups by parameters of DNA comets after cytochrome P450 induction

Время инкубации гепатоцитов с соволом	Пары групп сравнения		Показатель		
			Содержание ДНК в хвосте кометы	Длина хвоста кометы	Момент хвоста
24 часа	Отрицательный контроль	0,3 мг/мл совол	78120	81295,5	80069,5
		0,3 мг/мл совол + 2,5 мМ ТХМ	58101***	58178,5***	58221,5***
	0,3 мг/мл совол	0,3 мг/мл совол + 2,5 мМ ТХМ	116792*	111085***	113465,5**
72 часа	Отрицательный контроль	0,3 мг/мл совол	20568***	21932***	18886,5***
		0,3 мг/мл совол + 2,5 мМ ТХМ	1926***	1052***	1140,5***
	0,3 мг/мл совол	0,3 мг/мл совол + 2,5 мМ ТХМ	11197***	12268***	11051,5***

Примечания: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Notes: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

тельного контроля ($p < 0,001$), так и друг от друга после воздействия на одну из них тетрахлорметана ($p < 0,001$). Совол повышает фоновый уровень фрагментации ДНК в гепатоцитах МН-22а через 72 часа, что проявляется в превышении значений показателей относительно группы отрицательного контроля: среднее содержание ДНК в хвосте кометы — в 5,7 раза, средняя длина хвоста кометы — в 10 раз, средний момент хвоста — в 15,5 раза. Вероятно, 72-часовая инкубация клеток с соволом приводит к повышенному накоплению молекул ферментов цитохрома P450, которые производят АФК в большем количестве, чем до индукции [12]. При этом антиоксидантные ферменты могут не справляться с высокой концентрацией АФК, поскольку полихлорированные бифенилы совола вызывают снижение уровня антиоксидантных молекул [19]. Возможно, увеличенное образование АФК приводит к повышению фрагментации ДНК.

Результаты экспериментов с индукцией цитохрома P450 соволом и последующей затравкой клеток тетрахлорметаном представлены в табл. 3 и 4.

После инкубации гепатоцитов МН-22а в течение 72 ч с соволом и 4 ч с тетрахлорметаном среднее содержание ДНК в хвосте комет составляет $42,60 \pm 0,87\%$, что на 17,02% выше относительно значений аналогичного показателя ДНК-комет из клеток, инкубированных 72 ч только с соволом ($p < 0,001$). Аналогично, средняя длина хвоста комет из гепатоцитов, инкубированных 72 ч с соволом и 4 ч с ТХМ, выше на 146,81 мкм ($p < 0,001$), а средний момент хвоста выше на 26,75, чем у клеток, инкубированных только с соволом ($p < 0,001$). При отсутствии индукции цитохрома P450 разница между группами клеток, инкубированных в течение 1 часа с 0,5 мМ ТХМ, и отрицательным контролем по значениям среднего содержания ДНК в хвосте кометы составляла всего лишь 8,04% ($p < 0,001$) (табл. 1). Таким образом, наличие сильно выраженной фрагментации ДНК из-за генотоксического действия тетрахлорметана в группе клеток с 72-часовой индукцией цитохрома P450 соволом, по сравнению с клетками, затравленными тетрахлорметаном без такой индукции, может косвенно указывать на более высокий уровень образовавшихся АФК вследствие увеличения пула молекул ферментов цитохрома P450.

Выводы:

1. Обнаружено, что 0,5 мМ ТХМ через 1 час после добавления в среду является генотоксичным для гепатоцитов МН-22а без добавления индуктора P450 (совола). 5 мМ ТХМ при тех же условиях затравки не вызывает фрагментации ДНК, достоверно различающейся с аналогичным показателем в отрицательной контрольной группе. Взаимодействие 5 мМ тетрахлорметана с мембранами клеток приводит к резкому снижению активности молекул цитохромных ферментов семейства P450, участвующих непосредственно в трансформации молекул ксенобиотика, что способствует снижению образования свободных радикалов. При концентрации тетрахлорметана 0,5 мМ, вероятно, не происходит перехода гепатоцитов в состояние паранекроза, поэтому биотрансформирующие ферменты способны производить свободные радикалы, вносящие разрывы между нуклеотидами в молекулах ДНК.

2. Генотоксический эффект не выявляется методом ДНК-комет через 3 и 24 ч инкубации гепатоцитов МН-22а с 0,5 и 5 мМ ТХМ без предынкубации с соволом, что указывает на возможную репарацию возникших повреждений при обеих концентрациях.

3. 72-часовая предынкубация гепатоцитов с соволом (0,3 мг/мл) приводит к более выраженному генотоксическому эффекту после 4 ч затравки клеток 2,5 мМ раствором тетрахлорметана, чем 24-часовая. Вероятно, 72-часовая инкубация клеток с соволом приводит к увеличению пула активных молекул ферментов цитохрома P450, которые производят свободные радикалы в большем количестве, чем до индукции. 24 ч предынкубации с соволом и 4 ч культивирования гепатоцитов в среде с тетрахлорметаном (2,5 мМ) не приводит к аналогичному результату, что объясняется наличием более длительного латентного периода, необходимого для активации биосинтеза ферментов цитохрома P450.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голиков С.Н., Саночкин И.В., Тиунов Л.А. *Общие механизмы токсического действия*. Л.: Медицина; 1986.
- Мышкин В.А., Ибатуллина Р.Б., Бакиров А.Б. *Поражение печени химическими веществами (функционально-метаболические нарушения, фармакологическая коррекция)*. Уфа: «Гилем»; 2007.
- Гривенникова В. Г., Виноградов А. Д. Генерация активных форм кислорода митохондриями. *Усп. биол. хим.* 2013; 53:245–96.
- Balbo S., Turesky R. J., Villalta P. W. DNA adductomics. *Chem. Res. Toxicol.* 2014; 27(3): 356–66. DOI: 10.1021/tx4004352.
- Linhart K., Bartsch H., Seitz H. K. The role of reactive oxygen species (ROS) and cytochrome P-450 2E1 in the generation of carcinogenic etheno-DNA adducts. *Redox Biol.* 2014; 3: 56–62. DOI: 10.1016/j.redox.2014.08.009.
- Yamazaki H. *Fifty years of cytochrome P450 research*. Tokyo: Springer; 2016. DOI: 10.1007/978-4-431-54992-5.
- Ching E. W. K., Siu W.H.L., Lam P.K.S. et al. DNA adduct formation and DNA strand breaks in green-lipped mussels (*Perna viridis*) exposed to benzo[a]pyrene: dose- and time-dependent relationships. *Marine Poll. Bull.* 2001; 42(7): 603–10. DOI: 10.1016/S0025-326X(00)00209-5.
- Lloyd D. R., Carmichael P. L., Phillips D. H. Comparison of the formation of 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine and single- and double-strand breaks in DNA mediated by fenton reactions. *Chem. Res. Toxicol.* 1998; 11(5): 420–27. DOI: 10.1021/tx970156l.
- МР 4.2.0014–10 «Оценка генотоксических свойств методом ДНК-комет *in vitro*»: Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2011.
- Haschek W. M., Rousseaux C.G., Wallig M.A. et al. (ed.). *Haschek and Rousseaux's handbook of toxicologic pathology*. New York: Academic Press; 2013. DOI: 10.1016/C2010-1-67850-9.
- Fouw J. *Environmental Health Criteria 208, Carbon Tetrachloride*. Geneva: World Health Organization; 1999.
- Белицкий Г.А., Фонштейн Л.М., Худолей В.В. и др. Совол как индуктор микросомальных ферментов, активирующих проканцерогены. *Экспериментальная онкология*. 1987; 9(3): 20–3.
- Вредные химические вещества. Галоген- и кислородсодержащие органические соединения/А.А. Бандман, Г.А. Войтенко, Н.В. Волкова и др.: Под ред. В.А. Филова и др. СПб: Химия; 1994.
- ГОСТ 32638–2014 Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Метод оценки генных мутаций на клетках млекопитающих *in vitro*. [Текст]. Введ. 2015–06–01. М.: Стандартинформ, 2015.
- Barrett J. C., Vainio H., Peakall D. et al. 12th meeting of the Scientific Group on Methodologies for the Safety Evaluation of Chemicals: susceptibility to environmental hazards. *Environ Health Perspect.* 1997; 105(Suppl. 4): 699–737. DOI: 10.1289/ehp.97105s4699.

16. Ludewig G., Robertson L. W. Polychlorinated biphenyls (PCBs) as initiating agents in hepatocellular carcinoma. *Cancer Lett.* 2013; 334(1): 46–55. DOI: 10.1016/j.canlet.2012.11.041
17. Насонов Д. Н., Александров В.Я. Реакция живого вещества на внешние воздействия. Л.: Изд-во АН СССР; 1940.
18. Dai Y., Cederbaum A. I. Inactivation and degradation of human cytochrome P4502E1 by CCl4 in a transfected HepG2 cell line. *J Pharmacol Exp Ther.* 1995; 275(3): 1614–22.
19. Murugesan P., Muthusamy T., Balasubramanian K., et al. Polychlorinated biphenyl (Aroclor 1254) inhibits testosterone biosynthesis and antioxidant enzymes in cultured rat Leydig cells. *Reproductive Toxicol.* 2008; 25(4): 447–54. DOI: 10.1016/j.reprotox.2008.04.003.
9. MR 4.2.0014–10 “Evaluation of genotoxic properties by the method of DNA comets in vitro”: Methodological recommendations. M.: Federal’nyj centr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora; 2011. (in Russian).
10. Haschek W. M., Rousseaux C.G., Wallig M.A. et al. (ed.). *Haschek and Rousseaux’s handbook of toxicologic pathology*. New York: Academic Press; 2013. DOI: 10.1016/C2010-1-67850-9.
11. Fouw J. *Environmental Health Criteria 208, Carbon Tetrachloride*. Geneva: World Health Organization; 1999.
12. Belickij G.A., Fonshtejn L.M., Hudolej V.V. i dr. Sovol as an inducer of microsomal enzymes that activate procarcinogens. *Eksperimental’naya onkologiya.* 1987; 9(3): 20–3. (in Russian).
13. *Harmful chemicals. Halogen- and oxygen-containing organic compounds* A.L. Bandman, G.A. Vojtenko, N.V. Volkova et al.: Filova et al. eds. SPB: Himiya; 1994 (in Russian).
14. GOST 32638–2014 Test methods on the effects of chemical products on the human body. Method for assessing gene mutations in mammalian cells in vitro. [Tekst]. Vved. 2015–06–01. M.: Standartinform, 2015 (in Russian).
15. Barrett J. C., Vainio H., Peakall D. et al. 12th meeting of the Scientific Group on Methodologies for the Safety Evaluation of Chemicals: susceptibility to environmental hazards. *Environ Health Perspect.* 1997; 105 (4): 699–737. DOI:10.1289/ehp.97105s4699.
16. Ludewig G., Robertson L. W. Polychlorinated biphenyls (PCBs) as initiating agents in hepatocellular carcinoma. *Cancer Lett.* 2013; 334(1): 46–55. DOI: 10.1016/j.canlet.2012.11.041.
17. Nasonov D. N., Aleksandrov V.Ya. *Reakciya zhivogo veshchestva na vneshnie vozdejstviya*. L.: Izd-vo AN SSSR; 1940. (in Russian)
18. Dai Y., Cederbaum A. I. Inactivation and degradation of human cytochrome P4502E1 by CCl4 in a transfected HepG2 cell line. *J Pharmacol Exp Ther.* 1995; 275(3): 1614–22.
19. Murugesan P., Muthusamy T., Balasubramanian K., et al. Polychlorinated biphenyl (Aroclor 1254) inhibits testosterone biosynthesis and antioxidant enzymes in cultured rat Leydig cells. *Reproductive Toxicol.* 2008; 25(4): 447–54. DOI: 10.1016/j.reprotox.2008.04.003.
1. Golikov C.N., Sanockij I.V., Tiunov L.A. *General mechanisms of toxic effects*. L.: Medicina; 1986 (in Russian).
2. Myshkin V.A., Ibatullina R.B., Bakirov A.B. *The defeat of the liver with chemical substances (functional metabolic disorders, pharmacological correction)*. Ufa: «Gilem»; 2007 (in Russian).
3. Grivennikova V. G., Vinogradov A. D. Generation of reactive oxygen species by mitochondria. *Usp. biol. him.* 2013; 53: 245–96 (in Russian).
4. Balbo S., Turesky R. J., Villalta P. W. DNA adductomics. *Chem. Res. Toxicol.* 2014; 27(3): 356–66. DOI: 10.1021/tx4004352.
5. Linhart K., Bartsch H., Seitz H. K. The role of reactive oxygen species (ROS) and cytochrome P–450 2E1 in the generation of carcinogenic etheno-DNA adducts. *Redox Biol.* 2014; 3: 56–62. DOI: 10.1016/j.redox.2014.08.009.
6. Yamazaki H. *Fifty years of cytochrome P450 research*. Tokyo: Springer; 2016. DOI: 10.1007/978-4-431-54992-5
7. Ching E. W. K., Siu W.H.L., Lam P.K.S. et al. DNA adduct formation and DNA strand breaks in green-lipped mussels (*Perna viridis*) exposed to benzo[a]pyrene: dose- and time-dependent relationships. *Marine Poll Bull.* 2001; 42(7): 603–10. DOI: 10.1016/S0025-326X(00)00209-5.
8. Lloyd D. R., Carmichael P. L., Phillips D. H. Comparison of the formation of 8-hydroxy-2’-deoxyguanosine and single- and double-strand breaks in DNA mediated by fenton reactions. *Chem. Res. Toxicol.* 1998; 11(5): 420–27. DOI: 10.1021/tx970156l.

Дата поступления / Received: 25.02.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 15.03.2019

Дата публикации / Published: 18.04.2019

Определение и оценка группового избыточного (атрибутивного) риска потерь слуха от шума

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

Введение. Профилактика сенсоневральной тугоухости должна базироваться на математических моделях и расчетных методах для прогнозирования изменения порогов слуха в зависимости от возраста и при действии шума на орган слуха. Существует острая необходимость в количественных методах определения риска здоровью при действии шума выше 80 дБА.

Цель исследования — определение группового избыточного риска потерь слуха при действии шума с использованием модели третьей редакции стандарта ISO 1999.3:2013.

Материалы и методы. Разработана технология определения порогов слуха по модели третьей редакции стандарта ISO 1999 в зависимости от пола, возраста, стажа и стажевой экспозиции шума на основе связанных расчетных таблиц MSExcel для процентилей популяции 1–99% с шагом в 1%.

Результаты. С применением разработанной технологии определены исходные данные и рассчитаны основные показатели группового риска потерь слуха на уровнях критериев диагностики сенсоневральной тугоухости. Рассчитаны их зависимости от возраста, стажа и уровня шума.

Выводы: Разработанная технология позволяет рассчитать вероятностные пороги слуха для квантилей популяции подверженных и неподверженных действию шума и величину группового избыточного риска потери слуха.

Ключевые слова: профессиональный риск; избыточный риск потери слуха; показатель потерь слуха; критерий диагностики; сенсоневральная тугоухость

Для цитирования: Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В., Почтарева Е.С. Определение и оценка группового избыточного (атрибутивного) риска потерь слуха от шума. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (4): 212–218. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-212-218>

Для корреспонденции: Курьеров Николай Николаевич, вед. науч. сотр. лаб. физических факторов ФГБНУ «НИИ МТ». E-mail: courierov@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Lyudmila V. Prokopenko, Nikolaj N. Courieriov, Alla V. Lagutina, Elena S. Pochtariova

Calculatuon and assessment noise induced hearing loss excess risk in group of population

Izmerov Research Institute of Occupation Health, 31, Budionnogo Ave., Moscow, Russia, 105275

Introduction. Prevention of occupation hearing loss should be based on mathematical models and computational methods to predict changes in hearing thresholds (HT) with age and under the action of noise on the hearing organ. There is an urgent need for quantitative methods to determine the health risk of exposure to noise above 80 dBA.

The aim of the study was to determine the group excessive risk of hearing loss (ERHL) under the action of noise using the model of the third edition of ISO 1999.

Materials and methods. Developed technology for the determination of the HT model, the third edition of ISO 1999, depending on the gender, age, length of service and experienced noise exposure on the basis of the related settlement tables MSExcel for population percentiles 1 to 99% in 1% step.

Results. With the use of the developed technology, the initial data were determined and the main indicators of the group risk of hearing loss at the levels of criteria for the diagnosis of sensorineural hearing loss (SNT) were calculated. Their dependences on age, length of service and noise level are calculated.

Conclusions: The developed technology allows us to calculate the probable hearing thresholds of the quantile of the population exposed to and unaffected by noise and the magnitude of the group excess risk.

Key words: professional risk; the excess risk of hearing loss; the rate of hearing loss; the criterion for the diagnosis; occupation hearing loss

For citation: Prokopenko L.V., Courieriov N.N., Lagutina A.V., Pochtareva E.S. Identification and assessment of the group redundant (attributive) risk of hearing loss from noise. *Med. truda i prom ekol.* 2019; 59(4): 212–218. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-212-218>

For correspondence: Nikolai N. Courieriov, leading researcher of physical factors laboratory of Izmerov Research Institute of Occupational Health. E-mail: courierov@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Более 50 лет учеными разных стран предпринимались попытки разработать математические модели и расчетные методы для прогнозирования изменения порогов слуха (ПС) с возрастом и при действии шума на

орган слуха [1–10]. Результатом этих работ явилась разработка серий международных стандартов ISO 7029 и ISO 1999, выпускаемых в разные годы, последние редакции этих стандартов изданы в 2017 и 2013 гг. соответственно. Положения этих стандартов действуют в нашей стране с принятием ГОСТ Р ИСО 7029–2011 «Акустика. Статистическое распределение порогов слышимости в зависимости от возраста человека» и ГОСТ Р ИСО 1999–2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» [11,12].

Принципиальные положения этих стандартов:

- Не представляется возможным однозначно определить, какая часть наблюдаемой потери слуха (HL) конкретного человека обусловлена возрастом, а какая часть может быть вызвана другими факторами, например, шумом.

- Определяемые величины могут использоваться для оценки ПС определенного человека по отношению к их статистическому распределению для группы людей с одинаковым полом, возрастом, стажем работы и стажевой экспозицией шума.

В нашей стране также проводились исследования в этом направлении, в результате чего были разработаны и приняты методические рекомендации, в которых приведены общие принципы сбора информации, некоторые показатели эпидемиологической статистики и формулы для их расчета, применяемые для определения категорий профессионального риска (ПР) по классам условий труда и индексу профзаболеваний, расчету статистических показателей по данным периодических медицинских осмотров [13,14]. Но ни один документ не приводит четкий алгоритм расчета величины ПР для шумового фактора [15].

В методических рекомендациях [16] описан метод расчета «вероятности» ПС на речевых частотах (использовано среднее арифметическое значение для частот 0,5, 1 и 2 кГц), связанных с возрастом и шумом, для популяции, подверженной шуму, по модели второй редакции стандарта ISO 1999.2:1990 [17], и порядок оценки HL по результатам аудиометрического исследования по критериям ГОСТ 12.4.062–78 (стандарт в 1985 г. был отменен, однако гофрированные критерии потерь слуха в сравнительном аспекте используются в научно-исследовательских разработках) [18]. Фактически, в этом руководстве термин «вероятность» соответствует понятию «абсолютный риск», принятому в эпидемиологии. Существенным недостатком руководства является отсутствие в модели ISO 1999.2:1990 зависимости порогов слуха от половой принадлежности человека.

Модель стандарта ISO 1999.3:2013 [19] позволяет определить вероятностные ПС для определенных квантилей популяции в зависимости от пола, возраста, стажа работы и стажевой экспозиции шума. Но возможно решение и обратной задачи: определение порогов слуха для различных квантилей (процентилей) популяции в зависимости от пола, возраста, стажа и стажевой экспозиции шума, которое рассматривается в разделе 7.3 ISO 1999.3:2013 [19]. Пример такого расчета ПС для комбинации аудиометрических частот 1, 2 и 4 кГц и построения зависимостей общих и возрастных порогов слуха по трем процентиям для группы пятидесятилетних мужчин при стаже работы 30 лет со стажевой экспозицией шума 90 дБА приведен в приложении «С» этого стандарта. В этом примере величина риска потери слуха в 11,5% определена как разность процентилей экспонированной и неэкспонированной групп популяции на условном критериальном уровне потери слуха 27 дБ.

В эпидемиологической статистике [20] этот показатель называется «добавочным» или «атрибутивным» риском,

который определяется разностью величин заболеваемости в группах подверженных и неподверженных действию фактора, в данном случае — шума. В англоязычной литературе используется термин «Excess risk» [21–24] — избыточный риск (ER) [25].

Избыточный риск потерь слуха (ER_{HL}), рассчитанный по приложению С третьей редакции стандарта ISO 1999, можно считать популяционным избыточным риском, так как исходные данные для разработки модели этого стандарта получены на основе анализе больших массивов данных нарушений слуха, выявленных по результатам исследований, проведенных в соответствии с методами, описанными в соответствующих международных стандартах.

Для разных аудиометрических частот и их комбинаций (интегральных показателей ПС) и соответствующих критериев диагностики потерь слуха, расчетные значения ER_{HL} могут быть различны. В качестве интегрального показателя можно принять средний бинауральный ПС на частотах 0,5; 1,0 и 2,0 кГц [26] и соответствующие критерии диагностики сенсоневральной тугоухости (СНТ) для этой комбинации частот. Возможно использование другой комбинации аудиометрических частот, например, 0,5; 1,0; 2,0 и 4,0 кГц [27] или отдельных аудиометрических частот с применением соответствующих критериев СНТ.

Определяемая величина группового ER_{HL} будет справедлива для части популяции с одинаковыми полом, возрастом, стажем работы и стажевой экспозиции шума.

Цель исследования — определение группового избыточного риска потерь слуха (ER_{HL}) при действии шума с использованием модели третьей редакции стандарта ISO 1999.

Задачи исследования:

- разработка технологии расчета порогов слуха по модели третьей редакции стандарта ISO 1999 для мужчин и женщин для различных квантилей (процентилей), подверженных и неподверженных действию шума групп популяции различного возраста, стажа работы;
- определение процентилей групп, подверженных и неподверженных действию шума, на уровнях критериев СНТ;
- расчет группового избыточного риска на критериальных уровнях ПС для части популяции с одинаковым полом, возрастом, стажем работы и стажевой экспозиции шума.

Материалы и методы. Технология реализации расчетного метода определения ПС по модели третьей редакции стандарта ISO 1999 в зависимости от пола, возраста, стажа и стажевой экспозиции шума основана на разработке связанных расчетных таблиц MSeXcell, включающих разделы, содержащие расчетные коэффициенты, формулы расчета возрастных изменений ПС и их изменений при действии шума для различных процентилей популяции мужчин и женщин, критериальные величины и результаты расчетов в численном и графическом виде.

Расчетная модель третьей редакции стандарта ISO 1999 [19] позволяет определить ПС для процентилей от 5 до 95% популяции мужчин и женщин для аудиометрического ряда частот 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 6 кГц. Используемые в расчетах величины множителя k , соответствующие нормальному распределению для процентилей 5–95% популяции с шагом 1%, приведены в таблице А. 1 ГОСТ Р ИСО 7029–2011 [11]. В данной работе был расширен диапазон величин этого множителя для процентилей 1–99% с шагом в 1% и определены зависимости изменения величин порогов слуха, связанных с возрастом (HTLA), для процентилей популяции этого диапазона для мужчин и женщин разного возраста (рис. 1).

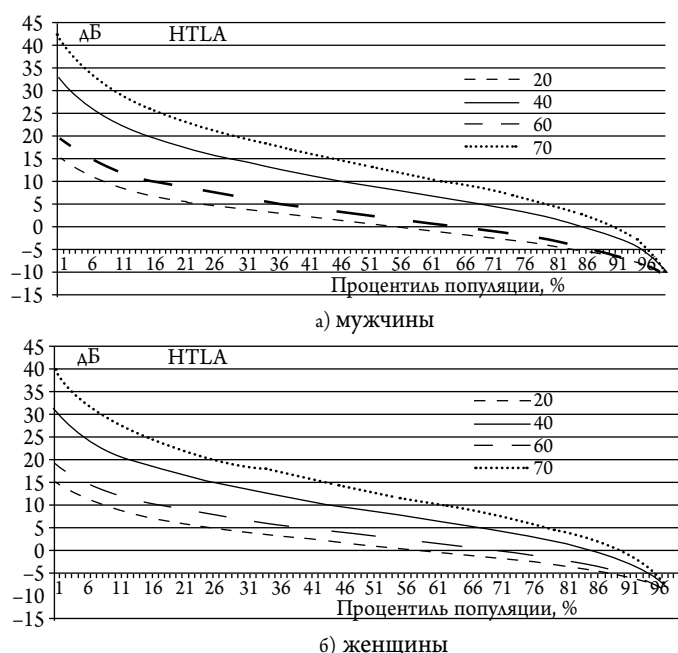


Рис. 1. Возрастные изменения порогов слуха (HTLA) у мужчин (а) и женщин (б) в возрасте 20, 40, 60 и 70 лет для процентилей популяции 1–99%

Fig. 1. Age-related changes in PS (HTLA) in the percentiles of the population 1–99%: а) for men and б) for women aged 20, 40, 60 and 70 years

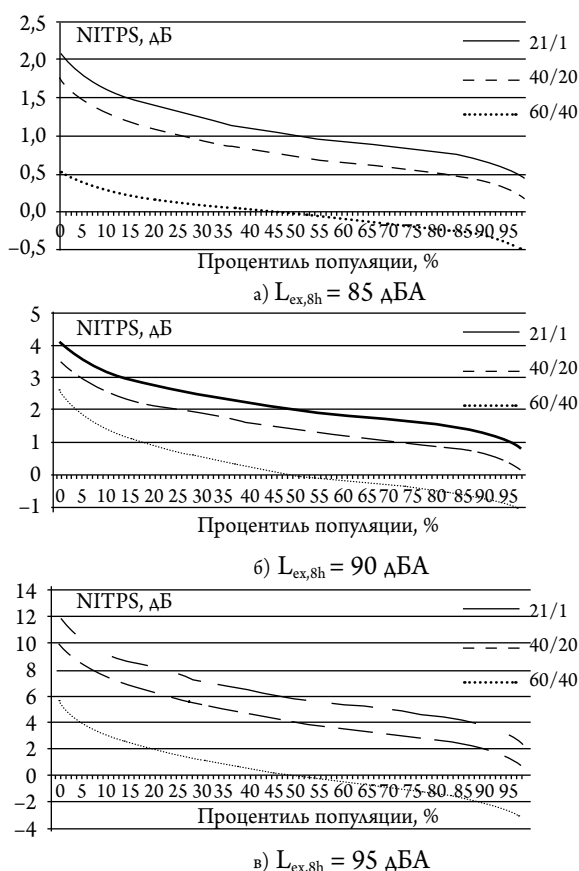


Рис. 2. Пороги слуха, вызванные шумом разных уровней (NITPS), а) 85 дБА, б) 90 дБА, в) 95 дБА, у мужчин в возрасте/стаже 21/1, 60/40 и 40/20 лет для процентилей популяции 1–99%

Fig. 2. Thresholds of hearing caused by noise at different levels (NITPS), а) 85 dBA, б) 90 dBA in) 95 dBA for men in the age/seniority 21/1, 60/40 and 40/20 years for percentiles of the population 1–99%

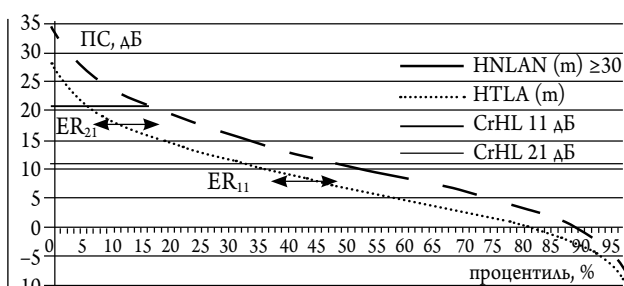


Рис. 3. Определение группового избыточного риска потерь слуха (ER_{HL}) для мужчин 54 лет со стажем работы 34 года и стажевой экспозицией шума — 93,4 дБА.

Fig. 3. Determination of group ER_{HL} for men 54 years with 34 years of experience and experience exposure noise — 93.4 dBA

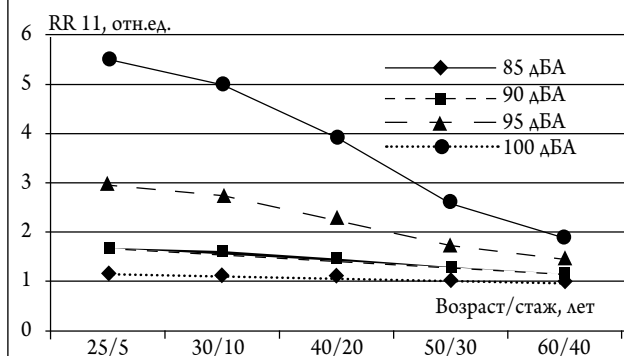


Рис. 4. Изменение величины относительного риска потерь слуха с возрастом/стажем при действии шума различных уровней

Fig. 4. The change in the value of RR_{HL} with age under the action of noise of different levels

Следующим этапом был расчет зависимостей изменения порогов слуха от действия шума различных уровней (NITPS) для процентилей популяции 1–99% (рис. 2).

Для решения второй поставленной задачи произведен расчет общих изменений ПС от шума и возраста (HNLAN) при различных возрасте/стаже и уровнях шума в диапазоне процентилей 1–99% популяции с шагом в 1%. Далее определялись величины группового избыточного риска ER_{11} и ER_{21} на критериальных уровнях диагностики потерь слуха 1-й степени ($CrHL=11$ дБ) и 2-й степени ($CrHL=21$ дБ) по ГОСТ 12.4.062–78 [18]. Пример определения избыточного риска потери слуха для мужчины 54 лет, со стажем работы 34 года и стажевой экспозицией шума — 93,4 дБА приведен на рис. 3.

Расчеты ER_{HL} для среднего порога слуха на частотах 0,5; 1,0 и 2,0 кГц показали следующие результаты:

$$ER_{11}=15\%, ER_{21}=11\%.$$

Величины ER_{HL} на частоте 4 кГц для выраженных признаков воздействия шума ($CrHL=21$ дБ) и потерь слуха 1-й степени ($CrHL=41$ дБ) и 2-й степени ($CrHL=66$ дБ) по модифицированным критериям на основе ГОСТ 12.4.062–78 [26] составляют:

$$ER_{21}=32\%, ER_{41}=33\%, ER_{66}\approx 8\%.$$

Величина ER_{66} не может быть корректно определена, так как процентиль популяции с возрастными изменениями слуха на критериальном уровне $CrHL=66$ дБ будет менее 1%. При определении величин множителя k соответствующих нормальному распределению для процентилей популяции менее 1% эта величина может быть рассчитана.

Таблица 1 / Table 1

Групповой избыточный риск потерь слуха при действии шума на аудиометрических частотах 0,5–2,0 кГц и критерияльных уровнях потерь слуха по ГОСТ 12.4.062–78 [18]

Group excessive risk of hearing loss under the action of noise at audiometric frequencies 0.5–2.0 kHz and criteria levels of hearing loss according to GOST 12.4.062–78 [18]

Возраст / стаж, лет	Критерии потерь слуха											
	Признаки воздействия шума (5 дБ)				Потери слуха 1-й степени (11 дБ)				Потери слуха 2-й степени (21 дБ)			
	Стажевая экспозиция, дБА											
	85	90	95	100	85	90	95	100	85	90	95	100
Групповой избыточный риск потерь слуха, %												
25/5	1	5	12	23	1	4	12	26	0	0	1	9
30/10	1	5	14	31	1	5	14	31	0	0	2	14
40/20	2	7	21	40	2	7	20	44	1	2	7	27
50/30	2	8	21	35	2	8	21	47	1	3	13	37
60/40	2	7	15	24	2	7	22	41	1	5	17	42

Таблица 2 / Table 2

Групповой избыточный риск потерь слуха при действии шума на частоте 4,0 кГц по модифицированным критерияльным уровням потерь слуха на основе ГОСТ 12.4.062–78 [26]

Group excessive risk of hearing loss under the action of noise at a frequency of 4.0 kHz by modified criteria levels of hearing loss based on GOST 12.4.062–78 [26]

Возраст / стаж, лет	Критерии потерь слуха											
	Признаки воздействия шума (21 дБ)				Потери слуха 1-й степени (41 дБ)				Потери слуха 2-й степени (66 дБ)			
	Стажевая экспозиция, дБА											
	85	90	95	100	85	90	95	100	85	90	95	100
Групповой избыточный риск потерь слуха, %												
25/5	4	15	34	55	0	0	1	10	0	0	0	0
30/10	10	29	57	79	0	0	9	34	0	0	0	1
40/20	15	36	60	74	2	8	27	56	0	0	0	8
50/30	15	31	44	51	7	19	40	67	0	1	6	22
60/40	9	16	22	26	2	7	22	41	1	5	17	42

Таблица 3 / Table 3

Групповой избыточный риск потерь слуха при действии шума на аудиометрических частотах 0,5–4,0 кГц и критерияльных уровнях потерь слуха по Федеральным клиническим рекомендациям [27]

Group excessive risk of hearing loss under the action of noise at audiometric frequencies of 0.5–4.0 kHz and criteria levels of hearing loss according to Federal clinical recommendations [27]

Возраст / стаж, лет	Критерии потерь слуха											
	Признаки воздействия шума (11 дБ)				СНТ 1-й степени (26 дБ)				СНТ 2-й степени (41 дБ)			
	Стажевая экспозиция, дБА											
	85	90	95	100	85	90	95	100	85	90	95	100
	Групповой избыточный риск потерь слуха, %											
25/5	4	11	22	38	0	0	1	10	0	0	0	0
30/10	6	15	30	52	0	0	4	19	0	0	0	1
40/20	8	19	37	58	1	4	13	36	0	0	0	7
50/30	7	18	34	48	3	9	23	48	0	0	3	17
60/40	6	14	23	31	5	12	27	52	1	3	11	30

При использовании комбинации аудиометрических частот 0,5; 1; 2 и 4 кГц и критериев потерь слуха по Федеральным клиническим рекомендациям [27] для признаков потерь слуха (11 дБ) и потерь слуха 1-й степени (С_тНЛ= 26 дБ) и 2-й степени (С_тНЛ= 41 дБ) и 35 дБ по зарубежным данным [28] величины ER_{НЛ} в этой группе составляют:

$$ER_{11}=26\%, ER_{26}=20\%, ER_{41}\approx 4\%, ER_{35}=9\%.$$

Величина ER₄₁ точно не определяется, так как на этом критерияльном уровне диагностики потерь слуха процентиль популяции будет менее 1%.

Использование для технологии расчетов связанных таблиц и графиков в процессоре MS Excel при внесении в соответствующие поля исходных данных о возрасте, стаже работы, стажевой экспозиции и величин ПС на стандартных аудиометрических частотах человека (мужчины или женщины) позволяет получить в реальном времени

Таблица 4 / Table 4

Сравнение данных группового избыточного риска по разным источникам для 60-летних мужчин, работавших в шуме 40 лет**Comparison of estimates of group excess risk from different sources for 60-year-old men who worked in noise for 40 years**

Уровень стажевой экспозиции, $L_{A,EX,8,стаж}$ дБА	Избыточный риск, %, определенный для среднего бинаурального порога слуха на частотах 0,5; 1; 2 кГц по критерию потерь слуха 25 дБ				
	NIOSH (1972) [22]	ISO 1999 (1971) [22]	NIOSH (1978) [2]*	ISO 1999 (2013)	ISO 1999 (2013)**
80	3	0	1	0	1
85	15	10	8	1	5
90	29	21	25	4	12
95	43	29		14	27
100				37	52

Примечание: * — в исследовании [2] применялся набор аудиометрических частот 1, 2, 3 и 4 кГц; ** — в исследовании применялся набор аудиометрических частот 0,5, 1, 2, и 4 кГц

Note: * — the study [2] used a set of audiometric frequencies of 1, 2, 3 and 4 kHz; ** — the study used a set of audiometric frequencies of 0.5, 1, 2, and 4 kHz

необходимые результаты в числовом и графическом виде. Разработанная технология позволяет рассчитать величины группового ER_{HL} : для частоты 4 кГц на критериальных уровнях диагностики потерь слуха 21, 41 и 66 дБ; для комбинации частот 0,5; 1,0 и 2,0 кГц на критериальных уровнях диагностики потерь слуха 11, 21 и 31 дБ; для комбинации частот 0,5; 1,0; 2,0 и 4,0 кГц на критериальных уровнях диагностики потерь слуха 11, 26, 35 и 41 дБ.

При необходимости таблицы могут быть дополнены расчетом ER_{HL} на каждой аудиометрической частоте в диапазоне 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 6,0 кГц, (т. е. в пределах, ограниченных моделью стандарта ISO 1999.3) и для любых комбинаций этих частот. Некоторые особенности таблиц MSeXcell, а также различия в величинах расчетных коэффициентов для мужчин и женщин и алгоритме расчетов для лиц в возрасте менее 30 лет требуют использования отдельных полей ввода исходных данных и вывода результатов.

Результаты. Результаты расчетов величин группового ER_{HL} при действии шума различных уровней для нескольких критериев сенсоневральной тугоухости в различных возрастных группах представлены в табл. 1–3.

По результатам расчетов выявлена корреляционная связь ($r=0,78-0,99$) зависимости избыточного риска потерь слуха для всех комбинаций частот и критериальных уровней потерь слуха в диапазоне уровней шумовой экспозиции от 85 до 100 дБА. Изменение направленности зависимостей избыточного риска от возраста и стажа, определенных на критериальных уровнях потерь слуха по ГОСТ 12.4.062–78 [18], свидетельствует, что со снижением риска признаков воздействия шума и потерь слуха 1-й степени возрастает риск потерь слуха для 2-й степени потерь слуха.

Избыточный риск (ER), в качестве наиболее адекватного показателя для оценки риска потери слуха от шума, имеет определенные преимущества перед другими показателями риска, такими как абсолютный риск, относительный риск (RR) и этиологическая доля. Абсолютный риск, равный процентилу популяции с определенными порогами слуха, характеризует общие потери слуха, не выделяя вклад действия шума.

С возрастом, несмотря на растущие потери слуха, относительный риск снижается, так как доля возрастных потерь слуха возрастает (рис. 4).

Избыточный риск для оценки потерь слуха при действии шума в настоящее время считается более приемле-

мым [21,24,29]. Величина ER зависит от результатов измерений шумовой экспозиции, выполненных с применением различных методов измерения. В настоящее время устоялось мнение, что наиболее адекватной величиной для оценки риска потерь слуха является эквивалентный уровень звука А за восьмичасовую рабочую смену. Существенную роль играет расчетная модель для определения возрастных изменений слуха и потерь слуха при действии шума. Кроме того, на величину ER влияет принятый набор аудиометрических частот для определения ПС и величина критериев для диагностики тугоухости [21,22,24,29]. Применение в показателе частоты 4 кГц исключает нулевой избыточный риск при уровне экспозиции 80 дБ.

Некоторые результаты определения ER по зарубежным источникам приведены в таблице 4.

Добавление в набор частоты 6 кГц даст возможность оценки риска ранних изменений ПС [21]. Возможно, что для различных целей прогнозирования HL необходимо выбрать свой набор аудиометрических частот [23,24], например, 3–6 кГц для прогнозирования ранних признаков, а 0,5–2,0; 0,5–3,0; или 0,5–4,0 кГц — для прогнозирования потерь слуха соответствующей степени, в зависимости от выбранного Cr_{HL} . Для оценки риска снижения восприятия речи возможно использовать параметр среднего порога слуха с использованием индексов артикуляции [29,30]. Для каждой цели прогнозирования как профессионального, так и непрофессионального воздействия шума на слух необходима разработка соответствующей шкалы оценки избыточного риска [23].

Выводы:

1. Разработана технология расчета вероятностных порогов слуха для различных квантилей (процентилей) популяции по модели третьей редакции стандарта ISO 1999 на аудиометрических частотах 0,5–6 кГц и их комбинациях в зависимости от пола, возраста, стажа и стажевой экспозиции шума. Технология также позволяет по известным полу, возрасту, стажу и стажевой экспозиции шума и заданным критериям потерь слуха возможно определить квантили (процентили) популяции подверженных и неподверженных действию шума с аналогичными возрастными и экспозиционными показателями и величину группового избыточного риска потери слуха.

2. Величина группового избыточного риска потери слуха зависит от принятого интегрального показателя потерь

слуха, заданного критерия степени потери слуха, принятой для расчетов математической модели и отражает вероятность дополнительных случаев потери слуха, обусловленных воздействием шума.

3. Требуется дополнительные исследования для определения оптимального набора аудиометрических частот для расчета группового избыточного риска потери слуха и шкалы его оценки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Burns, W., Robinson, D.W. Hearing and Noise in Industry. London: Her Majesty's Stationery Office; 1970.
2. Robinson DW, Shipton MS. Tables for the estimation of noise-induced hearing loss, NPL Acoustics Rep Ac 61 (2nd ed.) British A.R.C.; 1977.
3. Robinson D.W., Sutton G.J. Age effects in hearing — a comparative analysis of published threshold data. *Audiol.* 1979; 18: 320–34.
4. Robinson DW. (1988). Threshold of hearing as a function of age and sex for the typical unscreened population. *Audiol.* 22: 5–20.
5. Robinson DW. Estimating the risk of hearing loss due to continuous noise. In: Robinson DW (ed). Occupational hearing loss. Academic Press, London; 1971.
6. Robinson D.W. The relationship between hearing loss and noise exposure, NPL Aero Rep Ac 32, British A.R.C.; 1968.
7. Robinson D.W. Noise exposure and hearing: A new look at the experimental data. Health and Safety Executive Contract Research Report No. 1.; 1987.
8. Rosen S, Bergman M, Plester D, El-mofty A. and Satti M.H. Presbycusis study of a relatively noise-free population In the Sudan. *Ann. Otol. Rhin. Laryngoscope.* 1962; 71: 727–43.
9. Starck J, Pyykkö I, Toppila E, Pekkarinen J. (1996). Do the models assess noise-induced hearing loss correctly? *ACES.* 1996. 7 (3–4): 21–6.
10. Toppila E, Pyykkö I, Starck J. Age and noise-induced hearing loss. *Scand Audiol.* 2001; 30 (4): 236–44.
11. ГОСТ Р ИСО 7029–2011 «Акустика. Статистическое распределение порогов слышимости в зависимости от возраста человека».
12. ГОСТ Р ИСО 1999–2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума».
13. Методические рекомендации по оценке профессионального риска по данным периодических медицинских осмотров». МинСоцЗдрав РФ, РАМН. Утверждены НС «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» РАМН. М.: 2006
14. Методические рекомендации. «Прогнозирование воздействия вредных факторов условий труда и оценка профессионального риска для здоровья работников» МинСоцЗдрав РФ, НИИ МТ РАМН. Утверждены НС №45 РАМН; М.: 2010.
15. Руководство Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки». Минздрав РФ, М.; 2004.
16. Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В., Почтарева Е.С. Актуальные проблемы совершенствования критериев экспертизы связи сенсоневральной тугоухости с профессией членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации. Сборник трудов института под ред. член-корр. И.В. Бухтиярова «Актуальные проблемы медицины труда»; 2018.
17. ISO 1999 (1990). «Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment,» International Organization for Standardization.
18. ГОСТ 12.4.062–78 «ССБТ. Шум. Методы определения потерь слуха человека», отменен в 1985 г.

19. ISO 1999:2013 «Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss». International Organization for Standardization.

20. Шкарин В.В., Благонравова А.С. Термины и определения в эпидемиологии. Словарь. Изд. НГМА; 2010.

21. Johnson P.T. Noise exposure: Explanation of OSHA and NIOSH safe exposure limits and the importance of noise dosimetry (https://www.etymotic.com/downloads/dl/file/id/47/product/73/noise_exposure_explanation_of_osh_a_and_niosh_safe_exposure_limits_and_the_importance_of_noise_dosimetry.pdf)

22. National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure. Revised criteria 1998. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.

23. R. Neitzel, B. Fligor, Determination of risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: review. WHO–2017. https://www.who.int/pbd/deafness/Monograph_on_determination_of_risk_of_HL_due_to_exposure_to_recreational_sounds.pdf

24. Suter, Alice H. Standards and Regulations. In 47. Noise, Suter, Alice H., Editor, Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Jeanne Mager Stellman, Editor-in-Chief. International Labor Organization, Geneva; 2011.

25. Здолик Т.Д. Экологическая эпидемиология: учебное пособие: в 2 ч. Т.Д. Здолик, В.Ф. Горбич; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. Рязань; 2008.

26. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Курьеров Н.Н., Прокопенко Л.В., Булгакова М.В., Хахилева О.О., Совершенствование критериев потери слуха от шума и оценка профессионального риска. *Мед. труда и пром. экол.* 2018; 4: 1–9.

27. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике потери слуха, вызванной шумом, разработанные в 2015 г. Национальной медицинской ассоциацией оториноларингологов и Ассоциацией специалистов по медицине труда.

28. Régime général tableau 42. Atteinte auditive provoquée par les bruits léSIONNELS (www.inrs.fr/mp09/2017).

29. Mary M. Prince, Leslie T. Stayner, Randall J. Smith, and Stephen J. Gilbert. A re-examination of risk estimates from the NIOSH Occupational Noise and Hearing Survey. Occupational Noise Exposure, Revised Criteria. NIOSH; 1998.

30. ASHA (1981). American Speech-Language-Hearing Association. Task Force on the Definition of Hearing Handicap, «On the definition of hearing handicap». *Asha.* 1981; 23: 293–7.

REFERENCES

1. Burns, W., Robinson, D.W. Hearing and Noise in Industry. London: Her Majesty's Stationery Office; 1970.
2. Robinson DW, Shipton MS. Tables for the estimation of noise-induced hearing loss, NPL Acoustics Rep Ac 61 (2nd ed.) British A.R.C.; 1977.
3. Robinson D.W., Sutton G.J. Age effects in hearing — a comparative analysis of published threshold data. *Audiol.* 1979; 18: 320–34.
4. Robinson DW. (1988). Threshold of hearing as a function of age and sex for the typical unscreened population. *Audiol.* 22: 5–20.
5. Robinson DW. Estimating the risk of hearing loss due to continuous noise. In: Robinson DW (ed). Occupational hearing loss. Academic Press, London; 1971.
6. Robinson DW. The relationship between hearing loss and noise exposure, NPL Aero Rep Ac 32, British A.R.C.; 1968.
7. Robinson DW. Noise exposure and hearing: A new look at the experimental data. Health and Safety Executive Contract Research Report No. 1.; 1987.

8. Rosen S., Bergman M., Plester D., El-mofty A. and Satti M.H. Presbycusis study of a relatively noise-free population In the Sudan. *Ann. Otol. Rhin. Laryngoscope*. 1962; 71: 727–43.
9. Starck J, Pyykkö I, Toppila E, Pekkarinen J. (1996). Do the models assess noise-induced hearing loss correctly? *ACES*. 1996. 7 (3–4): 21–6.
10. Toppila E, Pyykkö I, Starck J. Age and noise-induced hearing loss. *Scand Audiol*. 2001; 30 (4): 236–44.
11. State Standard /SS/ R ISO 7029–2011 «Acoustics. The statistical distribution of the threshold of audibility depending on the age of the person».
12. State Standard /SS/ R ISO 1999–2017 «Acoustics. Assessment of hearing loss due to noise exposure.»
13. Methodical recommendation for the assessment of occupational risk according to periodic medical examinations.» Ministry of health and social development of the Russian Academy of Medical Sciences /RAMS/. Approved by the National Assembly/NA/ «Medical-ecological problems of worker's health « RAMS. 2006
14. Methodical recommendation. «Forecasting the impact of harmful factors of working conditions and assessment of occupational health risk for workers» Ministry of health and social development, Research Institute of Occupational Health RAMS. Approved by NA №45; 2010.
15. Manual P 2.2.1766–03 «Guidelines for the assessment of occupational health risks for workers. Organizational and methodological basiss, principles and criteria of evaluation». Ministry of health, Moscow; 2004.
16. Prokopenko L. V., Courierov N. N., Lagutina A.V., Pochtarova E. S. «Actual problems of improvement of criteria of examination of communication of sensorineural hearing loss with a profession of members of flight crews of aircrafts of civil aviation». Proceedings of the Institute under the editorship of corresponding member I. V. Bukhtiyarov «Actual problems of occupational health». 2018.
17. ISO 1999 (1990). «Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment» International Organization for Standardization.
18. State Standard /SS/ 12.4.062–78 «SSBT. Noise. Methods of definition of losses of human hearing», repealed in 1985.
19. ISO 1999:2013 «Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing loss». International Organization for Standardization.
20. Shkarin V.V., Blagonravova A. S. Terms and definitions in epidemiology. Dictionary. Ed. NGMA; 2010.
21. Johnson P.T. Noise exposure: Explanation of OSHA and NIOSH safe exposure limits and the importance of noise dosimetry (https://www.etymotic.com/downloads/dl/file/id/47/product/73/noise_exposure_explanation_of_osh_osh_safe_exposure_limits_and_the_importance_of_noise_dosimetry.pdf)
22. National Institute for Occupational Safety and Health. Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure. Revised criteria 1998. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.
23. R. Neitzel, B. Fligor, Determination of risk of noise-induced hearing loss due to recreational sound: review. WHO–2017. https://www.who.int/pbd/deafness/Monograph_on_determination_of_risk_of_HL_due_to_exposure_to_recreational_sounds.pdf.
24. Suter, Alice H. Standards and Regulations. In 47. Noise, Suter, Alice H., Editor, Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Jeanne Mager Stellman, Editor-in-Chief. International Labor Organization, Geneva; 2011.
25. Zdolnik T.D., «Environmental epidemiology: textbook: in 2 parts. Zdolnik T.D., Gorbich V.F. ; S. A. Yesenin State University, Ryazan; 2008.
26. Bukhtiyarov I. V., Denisov E. I., Courierov N. N., Prokopenko L. V., Bulgakova M.V., Hahileva O.O., Improvement of criteria of hearing loss from noise and occupational risk assessment. Occupational Health and industrial ecology 2018; 4: 1–9.
27. Federal clinical guidelines for the diagnosis, treatment and prevention of hearing loss caused by noise, developed in 2015 by the National medical Association of otorhinolaryngologists and the Association of specialists in occupational health.
28. Régime général tableau 42. Atteinte auditive provoquée par les bruits lésonnels (www.inrs.fr/mp/09/2017).
29. Mary M. Prince, Leslie T. Stayner, Randall J. Smith, and Stephen J. Gilbert. A re-examination of risk estimates from the NIOSH Occupational Noise and Hearing Survey. Occupational Noise Exposure, Revised Criteria. NIOSH; 1998.
30. ASHA (1981). American Speech-Language-Hearing Association. Task Force on the Definition of Hearing Handicap, «On the definition of hearing handicap». *Asha*. 1981; 23: 293–7.

Дата поступления / Received: 28.03.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 10.04.2019

Дата публикации / Published: 18.04.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-219-222>

УДК [613.6:[616-056.52+613.84]:[577.175.624+577.161.2]]

© Коллектив авторов, 2019

Жидкова Е.А.^{1,2}, Оранская А.Н.², Калинин М.Р.³, Гуревич К.Г.²**Ассоциация плазменных уровней тестостерона и витамина D с абдоминальным ожирением и курением. Пилотное исследование**¹Центральная дирекция здравоохранения — филиал ОАО «РЖД», ул. Малая Грузинская, 52А/1, Москва, Россия, 123557;²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, Дедегатская ул., 20/1, Москва, Россия, 127473;³НУЗ «Центральная клиническая больница №2 им. Н.А. Семашко» ОАО «РЖД», Будаевская ул., 2, Москва, Россия, 129128**Цель исследования** — изучение ассоциации уровней витамина D и тестостерона у работников железнодорожного транспорта при наличии сопутствующих факторов риска: курения и абдоминального ожирения.**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ медицинских карт больных стационарного профиля (форма 003/у) за период с 01.01.2016 по 31.12.2018, проходивших лечение в НУЗ НКЦ ОАО «РЖД», Москва. Среди указанных медицинских карт случайным образом были отобраны 60, из которых 30 лиц без признаков центрального ожирения и 30 лиц с признаками центрального ожирения. Критерием центрального ожирения служила окружность талии 102 см и более. Выписывались результаты биохимических исследований, плазменное содержание свободного тестостерона и витамина D, а также указания на то, курит пациент или нет. Средний возраст обследованных составил 45,3±9,0 года; индекс массы тела (ИМТ) — 38,1±7,4 кг/м².**Результаты.** Наличие абдоминального ожирения и курение были факторами, которые независимо друг от друга или в сочетании были ассоциированы ($p < 0,05$) с изменениями уровней глюкозы, гликированного гемоглобина, триглицеридов, тестостерона и витамина D. Как абдоминальное ожирение, так и курение ассоциированы с повышением уровней глюкозы, гликированного гемоглобина и триглицеридов, а также со снижением содержания тестостерона и витамина D. Методом χ^2 было показано, что с низкий уровень тестостерона наблюдается на фоне низких плазменных концентраций витамина D преимущественно у курильщиков, а высокий уровень тестостерона на фоне высокого содержания витамина D — у некурящих. Аналогично на фоне центрального ожирения низкий уровень тестостерона ассоциирован с низким содержанием витамина D. Найдены достоверные ($p < 0,05$) корреляции веса с уровнем триглицеридов (0,50); окружности талии — с уровнем триглицеридов (0,53), глюкозы и гликированного гемоглобина (0,59), холестерина и ЛПНП (0,93).**Заключение:** Одновременное снижение уровней витамина D и тестостерона, наиболее характерное для курящих и для лиц с признаками абдоминального ожирения, требует более пристального внимания со стороны врачей-эндокринологов.**Ключевые слова:** железнодорожный; витамин D; тестостерон; ожирение**Для цитирования:** Жидкова Е.А., Оранская А.Н., Калинин М.Р., Гуревич К.Г. Ассоциация плазменных уровней тестостерона и витамина d с абдоминальным ожирением и курением. Пилотное исследование. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59(4): 219–222. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-219-222>**Для корреспонденции:** Гуревич Константин Георгиевич, зав. каф. ЮНЕСКО «Здоровый образ жизни — залог успешного развития» ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава РФ, д-р мед. наук, проф., проф. РАН. E-mail: kgurevich@mail.ru**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.Elena A. Zhidkova^{1,2}, Alevtina N. Oranskaya², Mikhail R. Kalinin³, Konstantin G. Gurevich²**Association of plasma levels of testosterone and vitamin D with abdominal obesity and smoking. Pilot study**¹Russian Railway branch of JSC, 52a/1, Malaya Gruzinskaya str., Moscow, Russia, 123557;²Moscow state medico-dental university of A.I. Evdokimov, 20/1, Delegatskaya str., Moscow, Russia, 127473;³Central Clinical Hospital №2 named after N.A. Semashko, «JSC» Russian Railways», 2, Budaiskaya str., Moscow, Russia, 129128**The aim of the study** is to study the association of vitamin D and testosterone levels in railway workers in the presence of concomitant risk factors: smoking and abdominal obesity.**Materials and methods.** A retrospective analysis of the medical records of patients with inpatient profile (form 003/s) for the period from 01.01.2016 to 31.12.2018, treated in the Scientific Advisory Center /SAC/ N «Russian Railways», Moscow. Among these medical records were randomly selected 60 of these, 30 were without signs of central obesity and 30 were with signs of central obesity. The criterion for central obesity were waist circumference of 102 cm or more. The results of biochemical studies, plasma content of free testosterone and vitamin D, as well as indications of whether the patient smokes or not were written out. The mean age was 45,3±9.0 years; body mass index (BMI) was 38,1±7.4 kg/m².**Results.** The presence of abdominal obesity and Smoking were factors that were independently or in combination associated ($p < 0,05$) with changes in glucose levels, glycated hemoglobin, triglycerides, testosterone, and vitamin D. Both abdominal obesity and smoking were associated with increased levels of glucose, glycated hemoglobin, and triglycerides, as well as decreased testosterone and vitamin D. The χ^2 method has been shown that low testosterone levels are observed against the

background of low plasma concentrations of vitamin D mainly in smokers, and high testosterone levels against the background of high vitamin D content — in non-smokers. Similarly, against the background of central obesity, low testosterone levels are associated with low vitamin D. significant ($p < 0.05$) weight correlations with triglyceride levels (0.50); waist circumferences with triglyceride levels (0.53), glucose and glycated hemoglobin (0.59), cholesterol, and LDL (0.93) were found.

Conclusion: *The simultaneous reduction of vitamin D and testosterone levels, the most typical for smokers and for those with signs of abdominal obesity, requires more attention from endocrinologists.*

Key words: *railway; vitamin D; testosterone; obesity*

For citation: Zhidkova E.A., Oranskaya A.N., Kalinin, M.R., Gurevich, K.G. Association of plasma levels of testosterone and vitamin D with abdominal obesity and smoking. Pilot study. *Med. truda i prom. ecol.* 2019; 59(4): 219–222. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-219-222>

For correspondence: Konstantin G. Gurevich, head of UNESCO chair «Healthy lifestyle — the key to successful development», Moscow State Medical and Dental University named A.I. Evdokimov, Dr. of Sci. (Med.), prof., prof. RAS. E-mail: kgurevich@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Витамин D относится к группе жирорастворимых витаминов, для которого установлена обратная корреляция с уровнем инсулин-резистентности у взрослых [1]. Доказано снижение содержания данного витамина при ожирении вне зависимости от других факторов риска [2]. Известно, что витамин D депонируется в подкожно-жировой клетчатке и становится недоступен для центрального кровотока [3–4].

В последние годы в зарубежной литературе стали появляться публикации о взаимосвязи низкого уровня тестостерона у мужчин с дефицитом витамина D [5], однако механизм данного феномена в настоящий момент до конца не изучен. Считается, что дефицит витамина D, прежде всего, может быть связан с недостаточным употреблением пищи с высоким содержанием данного витамина [6], а также с недостаточностью получения УФ-излучения [7].

В свою очередь, снижение уровня тестостерона не только приводит к нарушению репродуктивной функции, но и к повышению артериального давления, увеличению индекса массы тела [8] снижению толерантности к физическим нагрузкам, снижению внимания. Таким образом формируется порочный круг: дефицит витамина D вызывает развитие инсулинорезистентности и повышение массы тела, а также приводит к снижению уровня тестостерона. Низкий уровень тестостерона, в свою очередь, также способствует увеличению массы тела, то есть усугубляет дефицит витамина D. При назначении витамина D мужчинам выявлено повышение уровня тестостерона в крови [9]. Следует отметить, что в литературе описаны профессиональные факторы риска работников железнодорожного транспорта, приводящие к быстрому снижению уровня тестостерона с возрастом [10].

Цель исследования — изучение ассоциации уровня витамина D и тестостерона у работников железнодорожного транспорта при наличии сопутствующих факторов риска: курения и абдоминального ожирения.

Материалы и методы. Исследование одобрено межвузовским комитетом по этике, протокол №05–18 от 24.05.2018.

Проведен ретроспективный анализ медицинских карт больных стационарного профиля (форма 003/у) за период с 01.01.2016 по 31.12.2018, проходивших лечение в НУЗ НКЦ ОАО «РЖД», Москва. Были отобраны мужчины со стажем работы в ОАО «РЖД» не менее 10 лет. Проанализированы только те медицинские карты, в которых есть результаты измерения окружности талии, биохимических анализов крови, уровней свободного тестостерона, витамина D, а также информация о курении пациента.

Среди указанных медицинских карт случайным образом были отобраны 60, из которых 30 лиц без признаков центрального ожирения и 30 лиц с признаками центрального ожирения. Критерием центрального ожирения служила

окружность талии 102 см и более. Был выбран именно этот критерий для исключения возможной ошибки при измерении окружности талии и как четкий критерий ожирения, а не избыточного веса.

Был определен уровень «суммарного» витамина D 25(OH), так как его сывороточная концентрация является лучшим показателем статуса витамина D, производимого в коже и получаемого из пищевых продуктов и пищевых добавок (витамин D в виде монопрепарата или мультивитаминных и витаминно-минеральных комплексов), и имеет довольно продолжительный период полураспада в крови — порядка 15 дней [11].

Средний возраст обследованных составил 45,3±9,0 года; ИМТ — 38,1±7,4 кг/м². Из медицинских карт выписывались результаты биохимических исследований, плазменное содержание свободного тестостерона и витамина D, а также указания на то, курит пациент или нет.

Статистическая обработка проводилась методом Краскала—Уоллиса. Использован критерий ранговой корреляции. Также применялся метод χ^2 . В табл. 2 данные представлены в виде: медиана (межквартильный размах).

Результаты. Наличие абдоминального ожирения, курение, а также их сочетание оказались факторами, которые независимо или в сочетании были ассоциированы с изменениями уровней глюкозы, гликированного гемоглобина, триглицеридов, тестостерона и витамина D (табл. 1). Указанные факторы не были ассоциированы с уровнем общего холестерина крови, ЛПНП, ЛПВП и эстрогенами ($p > 0,1$).

Важно отметить, что как абдоминальное ожирение, так и курение ассоциированы с повышением уровней глюкозы, гликированного гемоглобина и триглицеридов, а также со снижением содержания тестостерона и витамина D (табл. 2). При курении и/или абдоминальном ожирении 3-я квартиль уровня глюкозы выходит за референсные значения, что свидетельствует о наличии не менее 25% лиц с превышением указанного показателя выше нормы. Медианное значение уровня триглицеридов соответствует норме в группе лиц без абдоминального ожирения и превышает его в группе лиц с абдоминальным ожирением.

Также были найдены достоверные ($p < 0,05$) корреляции веса с уровнем триглицеридов (0,50); окружности талии — с уровнем триглицеридов (0,53), глюкозы и гликированного гемоглобина (0,59), холестерина и ЛПНП (0,93). Для остальных параметров значимых корреляций не найдено.

Витамин D является предшественником всех стероидных гормонов. Поэтому выявленное снижение тестостерона частично может быть обусловлено и этим фактором тоже (табл. 3). Методом χ^2 было показано, что низкий уровень тестостерона наблюдается на фоне низких плазменных

Таблица 1 / Table 1

Ассоциация изучаемых показателей с различными факторами (критерий методом Краскела—Уоллиса)
Association of the studied parameters with various factors (criterion by the Kruskal—Wallis method)

Показатель	Абдоминальное ожирение	Курение	Абдоминальное ожирение и курение
Рост	$p>0,1$	$p>0,1$	$p>0,1$
Вес	$p<0,05$	$p>0,1$	$p<0,05$
ИМТ	$p<0,05$	$p>0,1$	$p<0,005$
Окружность талии	$p<0,001$	$p>0,1$	$p<0,001$
Окружность бедер	$p>0,1$	$p>0,1$	$p>0,1$
ОТБ	$p>0,1$	$p>0,1$	$p>0,1$
Глюкоза	$p<0,001$	$p<0,05$	$p<0,005$
НbA1C	$p<0,01$	$p<0,05$	$p<0,05$
Общий холестерин	$p>0,1$	$p>0,1$	$p>0,1$
ЛПНП	$p>0,1$	$p>0,1$	$p>0,1$
ЛПВП	$p>0,1$	$p>0,1$	$p>0,1$
Триглицериды	$p<0,05$	$p<0,05$	$p<0,01$
Тестостерон	$p<0,01$	$p<0,05$	$p<0,001$
Витамин D	$p<0,01$	$p<0,005$	$p<0,001$
ЛГ	$p>0,1$	$p>0,1$	$p>0,1$
ФСГ	$p>0,1$	$p>0,1$	$p>0,1$
Эстрадиол	$p>0,1$	$p>0,1$	$p>0,1$

Таблица 2 / Table 2

Значимые изменения изучаемых показателей
Significant changes in the studied indicators

Параметр	Без абдоминального ожирения		С абдоминальным ожирением	
	Некурящие (n=15)	Курящие (n=15)	Некурящие (n=16)	Курящие (n=14)
Глюкоза, ммоль/л	5,6 (4,95; 5,95)	6 (5,1; 6,5)	6,8 (5,6; 8,95)	7,2 (6; 11,7)
НbA1C, %	5,5 (5,2; 6,2)	5,45 (5,23; 5,7)	6,4 (5,5; 9,75)	7,8 (6,5; 8,65)
Триглицериды, ммоль/л	1,4 (1,09; 2,5)	1,65 (1,13; 1,88)	1,8 (1,4; 2,25)	2,6 (1,8; 4,2)
Тестостерон, нмоль/л	16 (14,35; 18,85)	10,6 (7,6; 11,5)	8,05 (6,58; 9,04)	6,45 (5,5; 8,75)
Витамин D, нг/л	36,6 (27,4; 41,3)	17,2 (12,7; 20,25)	30,3 (25,6; 34,95)	15,9 (12,8; 17,85)

Таблица 3 / Table 3

Ассоциация уровней тестостерона и витамина D в зависимости от курения и абдоминального ожирения
Association of testosterone and vitamin D levels based on smoking and abdominal obesity

Витамин D, нг/л	Тестостерон, нмоль/л		Тестостерон, нмоль/л	
	≥ 12	< 12	≥ 12	< 12
	Некурящие		Без признаков абдоминального ожирения	
≥ 30	29% (n=9)	26% (n=8)	19% (n=6)	10% (n=3)
< 30	23% (n=7)	23% (n=7)	26% (n=8)	42% (n=13)
	Курящие		С признаками абдоминального ожирения	
	≥ 30	< 30	≥ 30	< 30
	0% (n=0)	3% (n=1)	7% (n=2)	24% (n=7)
≥ 30	14% (n=4)	83% (n=24)	10% (n=3)	61% (n=18)

концентраций витамина D преимущественно у курильщиков, а высокий уровень тестостерона на фоне высокого содержания витамина D — у некурящих. Аналогично на фоне центрального ожирения низкий уровень тестостерона ассоциирован с низким содержанием витамина D. Следует отметить, что за низкий был принят уровень тестостерона ниже 12 нмоль/л, что соответствует рекомендациям ISSAM. Для витамина D за низкий был принят уровень ниже 30 нг/л, что соответствует рекомендациям ВОЗ для Европейского региона.

Обсуждение. В результате проведенного исследования была показана ассоциация абдоминального ожирения и курения с изменениями уровней глюкозы, гликированного

гемоглобина, триглицеридов, тестостерона и витамина D. Необходимо отметить, что за последние годы существенно пересмотрен ряд представлений о биологической роли витамина D, синдромальных проявлениях его дефицита и клинических аспектах применения [12].

Увеличение уровня НbA1c и гликемии может свидетельствовать о наличии нарушения углеводного метаболизма у обследованных. Так называемый латентный, скрытый предиабет — это состояние организма человека, когда компенсаторные механизмы позволяют иметь эпизоды нормальной гликемии на фоне хронической нарастающей гипергликемии. Возможно, именно в этот период времени формируются патологические изменения сердечно-сосудистой

системы, нервного волокна, микроциркуляторного русла, которые длительное время не проявляются клинически.

Следует отметить, что работники железнодорожного транспорта в силу профессиональной деятельности относятся к группе риска развития сердечно-сосудистых заболеваний [13]. Выявленные в работе биохимические изменения свидетельствуют о наличии дополнительных факторов риска у курящих или имеющих абдоминальное ожирение.

Заключение. В результате проведенного исследования была показана ассоциация уровней витамина D и тестостерона у работников железнодорожного транспорта. Причем данная ассоциация находится в сопряжении с курением и наличием признаков абдоминального ожирения. Одновременное снижение уровней витамина D и тестостерона, наиболее характерное для курящих и для лиц с признаками абдоминального ожирения, требует более пристального внимания со стороны врачей-эндокринологов к данной когорте лиц. Своевременное назначение препаратов витамина D в лечебной/профилактической дозировке значительно улучшит качество жизни и работоспособность данной группы пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ford E.S., Zhao G., Tsai J., Li C. Associations between concentrations of vitamin D and concentrations of insulin, glucose, and HbA1c among adolescents in the United States. *Diabetes Care*. 2011; 34 (3): 646–8. DOI: 10.2337/dc10-1754.
2. Vimalaswaran K.S., Berry D.J., Lu C., Tikkanen E., Pilz S., Hiraki L.T., Cooper J.D. et al. Causal relationship between obesity and vitamin D status: bi-directional Mendelian randomization analysis of multiple cohorts. *PLoS Med*. 2013; 10(2):e1001383. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001383.
3. Ross A.C., Taylor C.L., Yaktine A.L., Del Valle H.B. (editors). *Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. Washington, DC: National Academy Press; 2011.
4. Wortsman J., Matsuoka L.Y., Chen T.C., Lu Z., Holick M.F. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2000; 72 (3): 690–3.
5. Trummer C., Pilz S., Schwetz V., Obermayer-Pietsch B., Lerchbaum E. Vitamin D, PCOS and androgens in men: a systematic review. *Endocr Connect*. 2018; 7(3): R95-R113. DOI: 10.1530/EC-18-0009.
6. Moulas A.N., Vaiou M. Vitamin D fortification of foods and prospective health outcomes. *J Biotechnol*. 2018; 285: 91–101. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2018.08.010.
7. Hoseinzadeh E., Taha P., Wei C., Godini H., Ashraf G.M., Taghavi M., Miri M. The impact of air pollutants, UV exposure and geographic location on vitamin D deficiency. *Food Chem Toxicol*. 2018; 113: 241–54. DOI: 10.1016/j.fct.2018.01.052.
8. de Angelis C., Galdiero M., Pivonello C., Garifalos F., Menafrà D., Cariati F. et al. The role of vitamin D in male fertility: A focus on the testis. *Rev Endocr Metab Disord*. 2017 Sep; 18(3): 285–305. doi: 10.1007/s11154-017-9425-0.
9. Дедов И.И., Мельниченко Г.А. (ред.) Дефицит витамина D у взрослых: диагностика, лечение и профилактика. Клинические рекомендации. Москва; 2015.
10. Финагина Е.А., Теодорович О.В., Цфасман А.З., Шахотин М.Н., Шеховцев С.Ю. Зависимость уровня тестостерона от профессиональных факторов (на примере машинистов локомотива). *Вестник новых медицинских технологий*. 2017; 24 (3): 151–55. Doi: 10.12737/article_59c4a8d9b2b5e7.76153787
11. Pludowski P., Holick M.F., Pilz S., Wagner C.L., Hollis B.W., Grant W.B., Shoenfeld Y., Lerchbaum E., Llewellyn D.J., Kienreich K., Soni M. Vitamin D effects on musculoskeletal health, immunity, autoimmunity, cardiovascular disease, cancer, fertility, pregnancy, dementia and mortality—a review of recent evidence. *Autoimmun Rev*. 2013; 12(10): 976–89. Doi: 10.1016/j.autrev.2013.02.004.
12. Громова О.А., Торшин И.Ю. *Витамин D — смена парадигмы*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2017.
13. Габерман О.Е., Крюков Н.Н. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у работников железнодорожного транспорта с артериальной гипертензией. *Медицинский альманах*. 2011; (2): 185–8.

REFERENCES

1. Ford E.S., Zhao G., Tsai J., Li C. Associations between concentrations of vitamin D and concentrations of insulin, glucose, and HbA1c among adolescents in the United States. *Diabetes Care*. 2011; 34 (3): 646–8. doi: 10.2337/dc10-1754.
2. Vimalaswaran K.S., Berry D.J., Lu C., Tikkanen E., Pilz S., Hiraki L.T., Cooper J.D. et al. Causal relationship between obesity and vitamin D status: bi-directional Mendelian randomization analysis of multiple cohorts. *PLoS Med*. 2013; 10(2):e1001383. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001383.
3. Ross A.C., Taylor C.L., Yaktine A.L., Del Valle H.B. (editors). *Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. Washington, DC: National Academy Press; 2011.
4. Wortsman J., Matsuoka L.Y., Chen T.C., Lu Z., Holick M.F. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2000; 72 (3): 690–3.
5. Trummer C., Pilz S., Schwetz V., Obermayer-Pietsch B., Lerchbaum E. Vitamin D, PCOS and androgens in men: a systematic review. *Endocr Connect*. 2018; 7(3): R95-R113. DOI: 10.1530/EC-18-0009.
6. Moulas A.N., Vaiou M. Vitamin D fortification of foods and prospective health outcomes. *J Biotechnol*. 2018; 285 (10): 91–101. doi: 10.1016/j.jbiotec.2018.08.010.
7. Hoseinzadeh E., Taha P., Wei C., Godini H., Ashraf G.M., Taghavi M., Miri M. The impact of air pollutants, UV exposure and geographic location on vitamin D deficiency. *Food Chem Toxicol*. 2018 Mar; 113: 241–254. doi: 10.1016/j.fct.2018.01.052.
8. de Angelis C., Galdiero M., Pivonello C., Garifalos F., Menafrà D., Cariati F. et al. The role of vitamin D in male fertility: A focus on the testis. *Rev Endocr Metab Disord*. 2017; 18(3): 285–305. DOI: 10.1007/s11154-017-9425-0.
9. Dedov I.I., Melnichenko G.A. (edition). *Deficiency of vitamin D at adults: diagnostics, treatment and prevention. Clinical recommendations*. Moscow; 2015.
10. Finagina E.A., Teodorovich O.V., Tsfasman A.Z., Shakhotin M.N., Shekhovtsev S.Yu. Zavisimost of testosterone level from professional factors (on the example of drivers of the locomotive). *Messenger of new medical technologies*. 2017; 24 (3): 151–5. DOI: 10.12737/article_59c4a8d9b2b5e7.76153787
11. Pludowski P., Holick M.F., Pilz S., Wagner C.L., Hollis B.W., Grant W.B. et al. Vitamin D effects on musculoskeletal health, immunity, autoimmunity, cardiovascular disease, cancer, fertility, pregnancy, dementia and mortality—a review of recent evidence. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologij*. 2013; 12 (10): 976–89. DOI: 10.1016/j.autrev.2013.02.004.
12. Gromova O.A., Torshin I.Yu. *Vitamin D — paradigm shift*. Moscow: GEOTAR-media; 2017.
13. Gaberman O.E., Hooks N.N. Risk factors of cardiovascular diseases at workers of railway transport with an arterial hypertension. *Meditsinskij al'manakh*. 2011; (2): 185–8.

Дата поступления / Received: 21.03.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.04.2019

Дата публикации / Published: 18.04.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-223-226>

© Коллектив авторов, 2019

УДК 616.24-002.17

Бровко М.Ю.¹, Стрижаков Л.А.¹, Шоломова В.И.¹, Ежова Н.Е.², Лебедева М.В.¹, Коновалов Д.В.¹, Моисеев С.В.¹**Липоидная пневмония у сотрудницы нефтехимической лаборатории**¹ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Россолимо, 11/5, Москва, Россия, 119435;²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

К наиболее распространенным патологиям органов дыхания, обусловленным вредными производственными факторами, относятся пылевые болезни, бронхиальная астма, различные варианты токсических поражений и гиперчувствительный пневмонит. Вместе с тем, встречаются и более редкие заболевания, информированность врачей о которых недостаточна. Они включают в себя, помимо альвеолярного протеиноза, редкие формы интерстициальных пневмоний, в том числе липоидную пневмонию. Липоидная пневмония — редкое заболевание легких, характеризующееся накоплением веществ липидной природы в альвеолах. Описаны случаи развития липоидной пневмонии в результате ингаляции или аспирации различных веществ, в том числе нефтепродуктов. В представленном клиническом наблюдении приведен случай развития морфологически подтвержденного заболевания у сотрудницы нефтехимической лаборатории, длительное время контактировавшей с парами нефти и продуктов ее переработки. Упоминаются основные подходы к лечению таких пациентов. В связи с тем, что данная патология отсутствует в перечне профессиональных заболеваний, утвержденном в Российской Федерации, связать заболевание пациентки с профессией не представилось возможным. В статье обсуждены особенности нормативно-правовой базы в сфере профессиональных заболеваний в Российской Федерации и в мире, предложена гармонизация списка профессиональных заболеваний со списком международной организации труда как одна из основных задач по совершенствованию законодательной базы в области профпатологии в России.

Ключевые слова: профессиональные заболевания легких; липоидная пневмония; нефтехимическая лаборатория; международная организация труда

Для цитирования: Бровко М.Ю., Стрижаков Л.А., Шоломова В.И., Ежова Н.Е., Лебедева М.В., Коновалов Д.В., Моисеев С.В. Липоидная пневмония у сотрудницы нефтехимической лаборатории. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 223–226. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-223-226>

Для корреспонденции: Стрижаков Леонид Александрович, д-р мед. наук, проф. каф. внутренних, профессиональных болезней и ревматологии, Клиника им. Е.М. Тареева Университетская клиническая больница №3; рук. Центра профессиональной патологии Минздрава России, гл. внештатный профпатолог Департамента здравоохранения г. Москвы, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова. E-mail: strizhakov76@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Mikhail Yu. Brovko¹, Leonid A. Strizhakov¹, Viktoriya I. Sholomova¹, Nadezhda E. Ezhova², Marina V. Lebedeva¹, Denis V. Kononov¹, Sergey V. Moiseev¹

Lipoid pneumonia in an employee of the petrochemical laboratory¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 11/5, Rossolimo str., Moscow, Russia, 119435;²Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, Russia, 117198

The most common pathologies of the respiratory organs caused by harmful production factors include dust diseases, bronchial asthma, various variants of toxic lesions and hypersensitive pneumonitis. However, there are also more rare diseases, the awareness of doctors about which is insufficient. These include, in addition to alveolar proteinosis, rare forms of interstitial pneumonia, including lipoid pneumonia. Lipoid pneumonia is a rare lung disease characterized by the accumulation of lipid substances in the alveoli. Cases of development of lipoid pneumonia as a result of inhalation or aspiration of various substances, including oil products are described. The presented clinical observation presents a case of morphologically confirmed disease development in an employee of the petrochemical laboratory who has been in contact with oil vapors and products of its processing for a long time. The main approaches to the treatment of such patients are mentioned. Due to the fact that this pathology is not in the list of occupational diseases approved in the Russian Federation, it was not possible to link the patient's disease with the profession. The article discusses the features of the legal framework in the field of occupational diseases in the Russian Federation and in the world, proposed harmonization of the list of occupational diseases with the list of the international labour organization as one of the main tasks to improve the legal framework in the field of occupational pathology in Russia.

Key words: occupational lung diseases; lipoid pneumonia; petrochemical laboratory; international labour organization

For citation: Brovko M.Yu., Strizhakov L.A., Sholomova V.I., Ezhova N.E., Lebedeva M.V., Kononov D.V., Moiseev S.V. Lipoid pneumonia in the employee of a petrochemical laboratory. *Med truda i prom ekol.* 2019. 59 (4): 223–226. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-223-226>

For correspondence: Leonid A. Strizhakov, professor of Department of internal occupational diseases and rheumatology. Clinic E. M. Tareeva University clinical hospital №3; Head of the centre of occupational pathology of Ministry of Health of Russia, main freelance profpathology of the Department of Health of Moscow, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: strizhakov76@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. К основным профессиональным заболеваниям легких относят пылевые болезни, бронхиальную астму, различные варианты токсических поражений и гиперчувствительный пневмонит [1,2]. Однако, помимо распространенных и широко известных как врачам общей практики, так и профпатологам поражений органов дыхания у работников, контактирующих с вредными производственными факторами, встречаются и более редкие патологии, информированность о которых недостаточна. Среди них можно выделить легочную артериальную гипертензию, развивающуюся как проявление легочной веноокклюзивной болезни у работников, подвергавшихся воздействию органических растворителей (прежде всего трихлорэтилена) [3]; альвеолярный протеиноз у пациентов, контактировавших с различными ингаляционными факторами (неорганические и органические пыли, нефтехимия и чистящие средства) [4]; различные варианты интерстициальных пневмоний от контакта с современными полимерами, в частности не так давно описанную организующую пневмонию у лиц, подвергавшихся воздействию текстильных аэрозольных красок («синдром фабрики Ардистил») [5], а также липоидную пневмонию.

Липоидная пневмония (ЛП) — редкое заболевание легких, характеризующееся накоплением веществ липидной природы в альвеолах. Впервые липоидная пневмония описана в 1925 г. *Y. Laughlen* у пациентов с длительным анамнезом приема масляных капель для носа и слабительных [6]. Распространенность заболевания неизвестна. На основании характеристик источника происхождения липидов, аккумулирующихся в легочной ткани, выделяют экзогенную и эндогенную формы липоидной пневмонии [7]. Описаны случаи развития экзогенной липоидной пневмонии в результате ингаляции или аспирации различных жиросодержащих косметических и лекарственных средств, вазелина, инсектицидов, лакокрасочных материалов, жидкостей для электронных сигарет и различных нефтепродуктов; связь развития заболевания с последними дала ему красочный синоним названия: «легкое пожирателя огня» [8–13]. Этиология эндогенной формы заболевания гетерогенна: к накоплению липидов в легких могут приводить как широко распространенные состояния, в частности, бронхиальная обструкция и инфекционные процессы, так и редко встречающиеся патологии: болезни накопления, альвеолярный протеиноз, ряд системных заболеваний [14]. В значительном числе случаев провоцирующий фактор остается невыявленным [15]. Представляем клинический случай развития липоидной пневмонии, подтвержденной морфологически, у пациентки, длительно контактировавшей с парами нефти и продуктов ее переработки.

Клиническое наблюдение. Пациентка 45 лет, жительница республики Коми, госпитализирована в отделение пульмонологии и профпатологии Клиники им. Е.М. Тареева УКБ №3 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова с жалобами на кашель с отхождением коричнево-зеленого вязкого отделяемого с запахом прогорклого масла, «грязной тряпки», повышение температуры тела до 37,5°C, одышку при интенсивных физических нагрузках, давящие боли в нижней части левой половины грудной клетки, усиливающиеся на вдохе.

Из анамнеза известно, что с 2006 по 2014 г. работала лаборантом в физико-химической лаборатории, где контактировала с нефтепродуктами, в том числе, с их парами. Сред-

ства индивидуальной защиты не использовала. Приблизительно в 2010 г. появились головокружения и головные боли, выраженная общая слабость. За медицинской помощью не обращалась. В мае 2014 г. впервые появилась осиплость голоса, а затем — полная его потеря (сохранялась только шепотная речь) с последующим самопроизвольным восстановлением. Тогда же отметила появление отхождения маслянистой мокроты. С 2015 г. работала аппаратчиком на станции химической водоочистки, где подвергалась воздействию вибрации, шума, высоких температур. В ноябре 2015 г. появились боли в горле, кашель с отхождением желто-зеленой мокроты. Через месяц кашель регрессировал, однако с 2015 по 2017 гг. неоднократно возникали эпизоды длительного влажного кашля, осиплости голоса.

18 февраля 2017 г. состояние пациентки резко ухудшилось: возникли боли в межлопаточной области, усилившиеся вплоть до невозможности передвигаться, лихорадка до 38°C, озноб, усиление продуктивного кашля. Пациентка госпитализирована 20.02.17 в Усинскую ЦРБ. При рентгенографии органов грудной клетки (ОГК) выявлены инфильтративные изменения S4, S5 левого легкого. Заподозрена внебольничная верхнедолевая левосторонняя пневмония, проводилась антибактериальная терапия без эффекта. При контрольной рентгенографии ОГК от 20.03.17 сохранялась инфильтрация S4, S5 слева, кроме того, появились инфильтративные изменения в S9, S10 справа. При мультиспиральной компьютерной томографии ОГК выявлены уплотнения легочной ткани по типу матового стекла, участки консолидации в обоих легких. Диагностирована интерстициальная болезнь легких, начата терапия преднизолоном в дозе 20 мг в сутки с положительным эффектом в виде уменьшения лихорадки до субфебрильных значений, уменьшения симптомов интоксикации. К августу 2017 г. доза преднизолона постепенно снижена до 10 мг/сут., на фоне чего вновь отмечено повышение температуры до 38°C, усиление болей в грудной клетке.

В октябре 2017 г. госпитализирована в отделение торакальной хирургии УКБ №1 Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, где проведена видеоторакоскопия с биопсией легкого. При гистологическом исследовании биоптата выявлены характерные для липоидной пневмонии морфологические признаки: множественные скопления оптических пустых вакуолей, ксантомных клеток и гигантских клеток типа инородных тел, утолщение стенок альвеол, перибронховаскулярное разрастание фиброзной ткани (рис. 1).

В феврале 2018 г. в НИИ пульмонологии ФМБА был проведен последовательный тотальный бронхоальвеолярный лаваж (БАЛ) обоих легких в условиях отдельной интубации объемом около 9 л. После проведения процедуры состояние пациентки существенно улучшилось: регрессировала лихорадка, уменьшилось количество мокроты. Пациентка продолжала принимать преднизолон в поддерживающей дозе 10 мг/сут. Несмотря на значительное улучшение состояния сохранялся дискомфорт в грудной клетке, субфебрилитет, периодически возникающий интенсивный кашель, в связи с чем пациентка была госпитализирована в пульмонологическое отделение Клиники им. Е.М. Тареева.

При объективном обследовании отмечены сухость и мацерация кожных покровов, ангулярный хейлит, атрофический глоссит. При пальпации, перкуссии и аускультации грудной клетки патологических изменений, включая наличие побочных дыхательных шумов, не выявлено. SpO₂

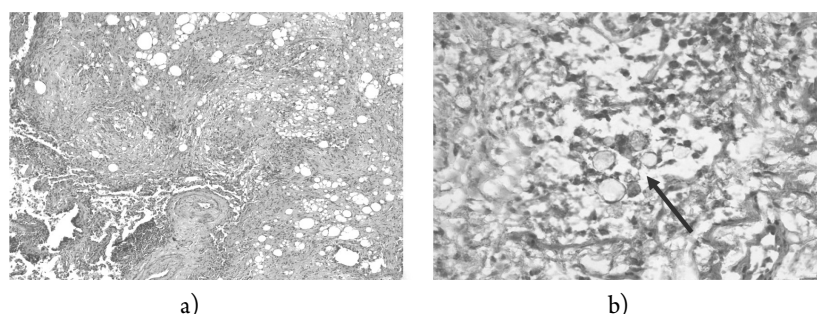


Рис. 1. Образец ткани легких пациентки, полученный при видеоассистированной торакоскопии (окрашивание гематоксином-эозином): а) скопления оптически пустых вакуолей, лимфоцитарная инфильтрация, ксантомные клетки на фоне полей фиброза (увеличение $\times 100$); б) ксантомные клетки (увеличение $\times 400$)

Fig. 1. Patient's lung tissue sample obtained by video-assisted thoracoscopy (stained with hematoxylin-eosin): a) clusters of optically empty vacuoles, lymphocytic infiltration, xanthoma cells on the background of fibrosis fields (magnification $\times 100$); b) xanthoma cells (magnification $\times 400$)

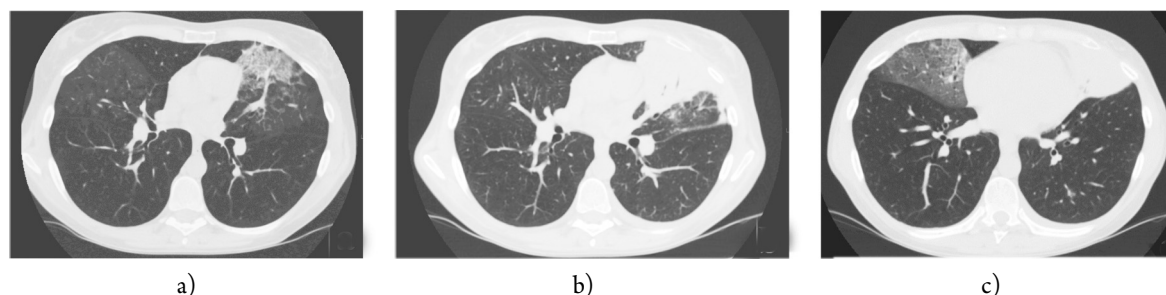


Рис. 2. КТ-изменения в легких пациентки: а) ноябрь 2017 г.: участки консолидации и матового стекла с обеих сторон; б) июнь 2018 г.: разнонаправленная динамика (усиление консолидации слева, регресс матового стекла справа); в) феномен *crazy paving* справа (сочетание мозаичных участков «матового стекла» с ретикулярными изменениями)

Fig. 2. CT changes in the patient's lungs: a) November 2017: areas of consolidation and frosted glass on both sides; b) June 2018: multidirectional dynamics (consolidation strengthening on the left, frosted glass regression on the right); c) the phenomenon of crazy paving on the right (a combination of mosaic areas of «frosted glass» with reticular changes)

в покое составляла 98%. Показатели гемодинамики были в норме.

В клиническом анализе крови выявлен небольшой лейкоцитоз: до 13,1 тыс./мкл (нейтрофилы — 84,7%, лимфоциты — 10,7%). Отмечено невыраженное повышение концентрации С-реактивного белка до 1,09 мг/дл (норма до 0,8). В остальных лабораторных методах исследования отклонений не выявлено, за исключением признаков железодефицита при нормальном уровне гемоглобина (железо 7,9 мкмоль/л (норма 9–30,4); трансферрин 2,49 г/л (норма 2–3,6); процент насыщения трансферрина железом 12,56% (норма 20–55); ферритин 6,45 нг/мл (норма 7–200)), с чем, вероятно, в отсутствии дефицита фолатов и витамина В12 были связаны атрофические изменения слизистых.

При спирометрии признаков вентиляционных нарушений не выявлено; структура легочных объемов по данным бодиплетизмографии сохранна. При исследовании диффузионной функции легких выявлено ее снижение легкой степени (DL_{CO} cor 77%), не в пропорции к альвеолярному объему (DL_{CO}/VA 64%).

При МСКТ органов грудной клетки выявлены зоны консолидации с наличием участков жировой плотности размерами до 9 мм в средней доле справа, S3, S8 и язычковых сегментах слева. В средней доле, язычковых сегментах и нижних долях обоих легких определялись очаги и зоны уплотнения легочной ткани по типу матового стекла с утолщением интерстиция. По сравнению с КТ-изображениями от ноября 2017 г. отмечалась разнонаправленная динамика: зона консолидации в верхней доле правого легкого уменьшилась в размерах, появилась зона консолидации в средней доле правого легкого, появились очаги небольшой плотно-

сти в нижней доле правого легкого, уменьшилось количество очагов в нижней доле левого легкого (рис. 2).

При эхокардиографии выявлена легочная гипертензия умеренной степени (систолическое давление в легочной артерии — 54 мм рт. ст.), в связи с чем начата терапия силденафилом. Учитывая отсутствие убедительных доказательств эффективности терапии глюкокортикостероидами при липоидной пневмонии, а также относительно стабильное течение заболевания у пациентки, начато постепенное снижение дозы преднизолона. Выписана в удовлетворительном состоянии. При ухудшении состояния рекомендовано повторное проведение тотального БАЛ.

Имеющаяся клиническая картина, рентгенологические и морфологические изменения в легких позволили диагностировать у пациентки редкую форму интерстициального поражения — липоидную пневмонию, при этом отсутствие какой-либо сочетанной легочной патологии, системных заболеваний соединительной ткани, онкологии дало возможность рассматривать лишь экзогенную ее форму. Несмотря на высокую вероятность связи заболевания пациентки с длительной работой в нефтеперерабатывающей отрасли, извещение о предварительном диагнозе профессионального заболевания не было составлено из-за отсутствия диагноза липоидной пневмонии в утвержденном списке профессиональных заболеваний (согласно приказу Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012 г. №417н). Вместе с тем Международная Организация Труда (МОТ) в своем списке профессиональных заболеваний (пересмотр 2010 года) предполагает установление диагноза профессиональной патологии также и в том случае, когда возможно (путем, в том числе, научных

изысканий) выявление прямой связи между вредным воздействием и развившейся у работника патологией (пункт 2.1.12). Очевидно, что технологический прогресс, приводящий к появлению все новых вредных производственных факторов, требует от законодательства своевременно учитывать возможность более гибкого реагирования на них. Гармонизация списка профессиональных заболеваний со списком МОТ — одна из основных задач по совершенствованию законодательной базы в области профпатологии в Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухин Н.А., Косарев В.В., Бабанов С.А., Фомин В.В. *Профессиональные болезни: учебник*. М: ГЭОТАР-Медиа; 2016.
2. Измеров Н.Ф., Чучалин А.Г. *Профессиональные заболевания органов дыхания: национальное руководство*. М: ГЭОТАР-Медиа; 2015.
3. Montani D., Lau E.M., Descatha A., Jaïs X., Savale L., Andujar P. et al. Occupational exposure to organic solvents: a risk factor for pulmonary veno-occlusive disease. *Eur Respir J*. 2015; 46(6): 1721–31. DOI: 10.1183/13993003.00814–2015.
4. Chan A.K., Takano A., Hsu A.L., Low S.Y. Pulmonary alveolar proteinosis. *J Thorac Dis*. 2014; 6(6): E77–80. DOI: 10.3978/j.issn.2072–1439.2014.03.33.
5. Nemery B., Hoet P.H. Humidifier disinfectant-associated interstitial lung disease and the Ardstyl syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015; 191(1): 116–7. DOI: 10.1164/rccm.201409–1726LE.
6. Laughlen G.F. Studies on pneumonia following nasopharyngeal injection of oil. *Am. J. Pathol.* 1925; 1: 407–14.
7. Hadda V., Khilnani G.C. Lipoid pneumonia: an overview. *Expert Rev Respir Med*. 2010; 4(6): 799–807. DOI: 10.1586/ers.10.74.
8. Trullas Vila J.C., Pizarro Serra S., Nogue Xarau S., Soler Simon S. Acute exogenous lipid pneumonia in «fire-eaters». Description of two cases. *Rev. Clin. Esp.* 2007; 207 (5): 240.
9. Ishimatsu K., Kamitani T., Matsuo Y. et al. Exogenous lipid pneumonia induced by aspiration of insecticide. *J. Thorac. Imag.* 2012; 27 (1): 18.
10. Cabri A.E., King A., Morrow L., Malesker M.A. Pharmacists can help prevent lipid pneumonia: Two case reports. *J Am Pharm Assoc (2003)*. 2017; 57(5): 616–8. DOI: 10.1016/j.japh.2017.05.012.
11. Gotanda H., Kameyama Y., Yamaguchi Y., Ishii M., Hanaoka Y., Yamamoto H. et al. Acute exogenous lipid pneumonia caused by accidental kerosene ingestion in an elderly patient with dementia: a case report. *Geriatr Gerontol Int*. 2013; 13(1): 222–5. DOI: 10.1111/j.1447–0594.2012.00896.x.
12. Kuroyama M., Kagawa H., Kitada S., Maekura R., Mori M., Hirano H. Exogenous lipid pneumonia caused by repeated sesame oil pulling: a report of two cases. *BMC Pulm Med*. 2015; 15: 135. DOI: 10.1186/s12890–015–0134–8.
13. Viswam D., Trotter S., Burge P.S., Walters G.I. Respiratory failure caused by lipid pneumonia from vaping e-cigarettes. *BMJ Case Rep*. 2018. pii: bcr–2018–224350. DOI: 10.1136/bcr–2018–224350.
14. Betancourt S.L., Martinez-Jimenez S., Rossi S.E., Truong M.T., Carrillo J., Erasmus J.J. Lipoid pneumonia: spectrum of clinical and radiologic manifestations. *AJR Am J Roentgenol*. 2010; 194(1): 103–9. DOI: 10.2214/AJR.09.3040.
15. Byerley J.S., Hernandez M.L., Leigh M.W., Antoon J.W. Clinical approach to endogenous lipid pneumonia. *Clin Respir J*. 2016; 10(2): 259–63. DOI: 10.1111/crj.12203.

REFERENCES

1. Mukhin N.A., Kosarev V.V., Babanov S.A., Fomin V.V. Occupational diseases: tutorial. Moscow: GEOTAR-Media; 2016 (in Russian).
2. Izmerov N.F., Chuchalin A.G. Occupational respiratory diseases: national guideline. Moscow: GEOTAR-Media; 2015. (in Russian)
3. Montani D., Lau E.M., Descatha A., Jaïs X., Savale L., Andujar P. et al. Occupational exposure to organic solvents: a risk factor for pulmonary veno-occlusive disease. *Eur Respir J*. 2015; 46(6): 1721–31. DOI: 10.1183/13993003.00814–2015.
4. Chan A.K., Takano A., Hsu A.L., Low S.Y. Pulmonary alveolar proteinosis. *J Thorac Dis*. 2014; 6(6): E77–80. DOI: 10.3978/j.issn.2072–1439.2014.03.33.
5. Nemery B., Hoet P.H. Humidifier disinfectant-associated interstitial lung disease and the Ardstyl syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015; 191(1): 116–7. DOI: 10.1164/rccm.201409–1726LE.
6. Laughlen G.F. Studies on pneumonia following nasopharyngeal injection of oil. *Am. J. Pathol.* 1925; 1: 407–14.
7. Hadda V., Khilnani G.C. Lipoid pneumonia: an overview. *Expert Rev Respir. Med*. 2010; 4(6): 799–807. DOI: 10.1586/ers.10.74.
8. Trullas Vila J.C., Pizarro Serra S., Nogue Xarau S., Soler Simon S. Acute exogenous lipid pneumonia in «fire-eaters». Description of two cases. *Rev. Clin. Esp.* 2007; 207 (5): 240.
9. Ishimatsu K., Kamitani T., Matsuo Y. et al. Exogenous lipid pneumonia induced by aspiration of insecticide. *J. Thorac. Imag.* 2012; 27 (1): 18.
10. Cabri A.E., King A., Morrow L., Malesker M.A. Pharmacists can help prevent lipid pneumonia: Two case reports. *J Am Pharm Assoc (2003)*. 2017; 57(5): 616–8. DOI: 10.1016/j.japh.2017.05.012.
11. Gotanda H., Kameyama Y., Yamaguchi Y., Ishii M., Hanaoka Y., Yamamoto H. et al. Acute exogenous lipid pneumonia caused by accidental kerosene ingestion in an elderly patient with dementia: a case report. *Geriatr Gerontol Int*. 2013; 13 (1): 222–5. DOI: 10.1111/j.1447–0594.2012.00896.x.
12. Kuroyama M., Kagawa H., Kitada S., Maekura R., Mori M., Hirano H. Exogenous lipid pneumonia caused by repeated sesame oil pulling: a report of two cases. *BMC Pulm. Med*. 2015; 15: 135. DOI: 10.1186/s12890–015–0134–8.
13. Viswam D., Trotter S., Burge P.S., Walters G.I. Respiratory failure caused by lipid pneumonia from vaping e-cigarettes. *BMJ Case Rep*. 2018. pii: bcr–2018–224350. DOI: 10.1136/bcr–2018–224350.
14. Betancourt S.L., Martinez-Jimenez S., Rossi S.E., Truong M.T., Carrillo J., Erasmus J.J. Lipoid pneumonia: spectrum of clinical and radiologic manifestations. *AJR Am J Roentgenol*. 2010; 194(1): 103–9. DOI: 10.2214/AJR.09.3040.
15. Byerley J.S., Hernandez M.L., Leigh M.W., Antoon J.W. Clinical approach to endogenous lipid pneumonia. *Clin Respir J*. 2016; 10 (2): 259–63. DOI: 10.1111/crj.12203.

Дата поступления / Received: 17.10.2018

Дата принятия к печати / Accepted: 18.01.2019

Дата публикации / Published: 18.04.2019

ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-227-228>

© Richard Urbanek, 2019

Richard Urbanek

Principles and priorities of Occupational Health at Procter & Gamble Company

Procter & Gamble, 654/2, Karolinska, Prague, Czech Republic, 18600

The approach of Procter & Gamble Company to health at workplace is presented. The priorities include commitment to «save a life» in terms of early and best First Aid availability, full legal compatibility of the occupational health systems in place, the high quality of entry and regular medical checks, protection of employee health in relation to specific technologies and maintaining positive relationship and interface with employees. Structure of Company medical services is also briefly described.

Key words: Procter & Gamble; Occupational Health Priorities; Company medical services structure

For citation: Urbanek R. Principles and priorities of Occupational Health at Procter & Gamble Company. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 59 (4): 225–226. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-225-226>

For correspondence: Prof. Dr. Richard Urbánek, MD, Procter & Gamble. E-mail: urbanek.r@pg.com

Funding: The study had no funding.

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

Ричард Урбанек

Принципы и приоритеты охраны труда в компании «Проктэр энд Гэмбл»

«Проктэр энд Гэмбл», 654/2, Каролинска, Прага, Чехия, 18600

Представлен подход компании «Проктэр энд Гэмбл» к здоровью на рабочем месте. К числу приоритетов относятся приверженность «делу спасение жизни» с точки зрения ранней и наилучшей доступности первой помощи, полная правовая совместимость существующих систем охраны здоровья на производстве, высокое качество регулярных медицинских осмотров, охрана здоровья сотрудников, в связи с конкретными технологиями и поддержание позитивных отношений и взаимодействия с сотрудниками. Также кратко описана структура медицинских услуг компании.

Ключевые слова: Проктэр энд Гэмбл; приоритеты профессионального здоровья; структура медицинских услуг компании

Для цитирования: Урбанек Р. Принципы и приоритеты охраны труда в компании «Проктэр энд Гэмбл». *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 227–228. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-227-228>

Для корреспонденции: профессор доктор Ричард Урбанек, д-р мед. наук, «Проктэр энд Гэмбл». E-mail: urbanek.r@pg.com

Финансирование: Исследование не имело финансирования.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

For Procter & Gamble, the most important asset are the people — employees of the Company. We need them, their commitment, ownership of processes, innovativeness and productivity to achieve success in our activities. The health and wellness of our employees is crucial — including healthy workplace, i.e. safe and healthy working environment and preventive approach of health services. Our Global Policy for Employee Health and Wellness contains also two extremely important principles: we apply the same corporate health and wellness standards at all Procter & Gamble locations consistently around the whole world and we assure full compliance with all relevant health-related laws and regulations. The legal side is however a priority — we do modify company approaches and requirements so that there is always full legal compatibility of our systems and structures.

The responsibilities for achieving our goals in the domain of Health and Safety are ensured by both medical structures and business or production leadership. The Corporate Medical Director with global scope of work leads the Global Medical Leadership Team which provides the strategic direction and defines corporate expectations for the Company's health-related programs to meet its responsibilities in health assurance.

Technology medical owners with again global scope of work provide expertise in medical aspects of concrete technologies for the concerned factories and centers. They usually communicate with them via regional medical structures.

Regional Medical Leaders provide overall health stewardship within a region. This includes cooperation with regional medical resources, contract manufacturers and key suppliers.

Health Systems Managers are usually senior nurses who provide every day, routine advice, support and information for the factories and centers. They are coordinated by Regional Medical Leader who is usually their direct superior.

Site Leaders — Directors of factories or Heads of Centers/Offices — are ultimately responsible for governance at their site and are accountable for site compliance with Company standards and requirements.

The Company standards and requirements are summarized in P&G Health Systems Key Elements (HSKE), which have global validity — for all operations in the world. It can happen that these our requirements differ from local standards of a concrete country — for this purpose, a senior local physician in one of the operations in the country (called Lead Country Physician) is responsible for making modifications

to our requirements so that they correspond fully to local legal requirements.

The HSKE are grouped into several domains, which correspond to global medical priorities:

- Save a Life
- Obey the Law
- Protect Key Technologies
- Enhance Speed to Market
- Inspire Health and Wellness

And one more domain is added with a title

- Employee centered Care

Save a Life covers several systems: *Basic Life Support* — any situation where employee needs and receives First Aid from a trained First Aider, i.e. medical professionals are not immediately involved. It defines minimum requirements for training, refresh courses, response time etc. *Advanced Life Support* is any help where medical professionals are directly involved. It includes ambulance systems and their availability, quality, equipment and response time. Company medical professionals are required to have contact to the medical facilities in the proximity, monitor their quality and eventually propose actions in order to optimize this domain — e.g. contract a private ambulance system or, in the worst-case scenario, to have Company owned ambulance available. *Health Risk Assessment requirement* orders to medical professionals to actively participate in the process of evaluation of risks and hazards at workplace owned and conducted by Safety at Work. *Crisis Management requirement* integrates Medical in the crisis management team of the site where their participation adds value. We also assess the risk of *infection risk at workplace* where we monitor any situation or role exposed to such risk (e.g. First Aiders, Wastewater Treatment etc.).

Obey the law is a priority and requirement ordering full legal compatibility of our systems, includes also access to legal information (web, library, professional association, public sanitary systems) and also legal requirements for medical personnel (licenses, diplomas, postgraduate education).

Protect Key Technologies covers classical occupational medicine — there are requirements for *medical qualification* — fitness to do concrete jobs/tasks, *monitoring programs* for employees exposed routinely to certain risks, and also *ergonomic program*. Here we have some elements, which often exceed basic legal requirements — the reason is that our Company considers the concrete technologies highly important, contributing substantially to high quality of our products. Typical example can be enzymes in laundry detergents, which do represent a certain health risk but at the same time, highly effective programs of protecting employees and health monitoring of the exposed persons can reduce these risks to minimum.

Enhance speed to market means maximum of integration of medical professionals into site operations — the medical staff should know all technologies, raw materials, procedures and formulas — and they must be involved in decisions on any changes of these factors. They should also report to regional or technology leaders any significant health related event (with of course respect to medical confidentiality), which could be of general use in order to prevent such event in the future.

Inspire Health and Wellness requires to perform a regular assessment of «health needs» of employee population — an analysis of all the data available on employee health problems, illnesses, mental health issues, stress level etc. etc. so that activities in the domain of prevention can focus on actual problems — that they «hit» what the employees need to address. Each site of Procter & Gamble in the world must have a system of *professional counseling* in place — this is provided by a pro-

fessional company (usually one provider for the whole region or even more regions) and contains psychological counseling, financial advice (on loans, credit cards, debts, investments etc. etc.) and also basic legal counseling (no service of a solicitor but professional info on what is legally correct and what not — what should be in a housing contract, selling/buying apartment, watchouts in legal procedures etc. etc.).

The wellness/wellbeing program of Procter & Gamble is very comprehensive, offered in the whole world under one logo of Vibrant Living and contains high number of initiatives towards healthy lifestyle, smoking cessation, dietary advising and many others — here also there is emphasis on identified problems, which are present in a certain geography and site, so the principle of activities based on «health needs analysis» is respected.

Employee Centered Care covers mostly technical aspects of the site medical unit functioning — it stresses e.g. communication between employees and medical professionals (duty to inform each employee in detail what service or support he/she can obtain in site medical department); defines also duty of receiving feedback evaluation of medical services — satisfaction or improvement proposals...

Medical confidentiality is rather a legal obligation, but we do have company requirements for this points too. Basic definition of P&G medical unit — space design, staffing, equipment — again, local legal requirements have priority.

These company *Key Elements* are also (and in an important way) considered a *checklist for «site medical capability»* — a check how far medical systems are complete, active, sufficiently staffed or equipped. We use the Key Element checklist for *auditing* of individual sites — both internal audits done by the site medical personnel on their own systems as also external medical audit performed in regular intervals by an external auditor — usually Regional Medical Leader of Health Systems Manager(s) — their scope of work were already presented earlier.

If a site doesn't fulfill all requirements, the gap must be well identified and an action plan immediately drafted in order to fill that gap and return the plant or office back to medical capability. As the plant manager (Director of the factory) is the capability owner, he/she is personally interested in good capability — which support helps medical to achieve good results.

At the end, maybe several words about the medical checks performed in our medical units — this is quite different from one country to another and we fully respect the legal background. The European trend goes currently towards detailed exam only in situations where the worker is exposed to really high risk or hazard — and especially in situations where an ill worker could cause harm to others (e.g. vehicle operators); in little risk, very often the routine check is limited to an interview by a specialized nurse with referral to a Doctor only in cases where the nurse suspects or can see anything abnormal or pathological. Referral to specialist is being made usually as a secondary step — if the occupational health professional suspects pathology...

These are the basic features of our occupational health systems of our Company. We however are active members in medical associations — or trade associations where there is a medical or safety oriented working group (typical example: Soap and Detergent Industry Association) so that most of our principles are not limited just to one, our Company — but is based on wide consensus of the industry, scientific bodies and the authorities.

Received / Дата поступления: 29.03.2019

Accepted / Дата принятия к печати: 10.04.2019

Published / Дата публикации: 18.04.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-229-232>

© Stefan Spitzbart, Christoph Heigl, 2019

Stefan Spitzbart¹, Christoph Heigl²

The Role of Healthy Workplace in Austria

¹Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger, 1, Haidingergasse, Vienna, Austria, 1030;²Oberösterreichischen Gebietskrankenkasse, 77, Gruberstraße, Linz, Austria, 4020

The topic of healthy workplace is part of the Austrian health targets. The 10 Austrian health targets were developed with the aim to prolong the healthy life years of all people living in Austria within 20 years (until 2032), irrespective of their level of education, income or personal living condition. The 10 health targets were officially approved by the Bundesgesundheitskommission and the Council of Ministers in summer 2012. They were mentioned in two government programs and are an important basis for the health reform process. The first health target focuses on provide health-promoting living and working conditions for all population groups through cooperation of all societal and political areas. Healthy working conditions are a relevant determinant for health and at the focus of health politics in Austria.

Developing a national strategy for healthy workplaces is thereby the most influential activity that is set by the Ministry of Labour, Social Affairs, Health and Consumer Protection and Social Security Institutions. The main aim of this strategy is to develop an integrated system, in order to achieve the needs of the people and companies.

In Austria exists the system of employee protection, which has two specific aspects which the other sectors do not have: 1. Employee protection (a legal duty for companies, which means that companies have to fulfill the legal requirements), health promotion and reintegration (voluntary for the enterprises). 2. The Fulfilment of the legal requirements is controlled by federal institutions — the Labour Inspection. The Duties of these two Institutions are defined by federal law and focus mainly on technical protection, working conditions and which is new since 2015 on mental workloads.

Health promotion is regulated by different kinds of legal sources at the federal level. Concerning workplace health promotion the two biggest and most important stakeholders are the Network of Workplace Health promotion which is mostly driven by health insurance and the Funds healthy Austria.

In Austria exists the national Program “Fit2work”, which is responsible for reintegration at workplaces. This National Program is financed by Accident Insurance, Health Insurance, Pension Insurance, Employment Service, unemployment insurance, Ministry of Social and Labour and offers services for individuals and companies.

Also, the key element of the network is the quality-assurance-system, which is well accepted and established in Austria. However modern companies need integrated services that would combine workplace health promotion with employee protection and occupational integration management. These three fields have different legal bases in Austria and are implemented by different institutions now, which is why there is a need for additional collaborations and networks.

Key words: *healthy workplace; health politics; employee protection; Labour Inspection; working conditions*

For citation: Spitzbart S., Heigl C. The Role of Healthy Workplace in Austria. *Med. truda i prom. ekol.* 2019 59 (4): 229–232. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-229-232>

For correspondence: Mag. Stefan Spitzbart, MPH. E-mail: Stefan.spitzbart@sozialversicherung.at

Funding: The study had no funding.

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

Шпицбарт С.¹, Хейгл К.²

Роль гигиены рабочих мест в Австрии

¹Главная Ассоциация Австрийских Учреждений Социального Обеспечения, Хайдингергассе, 1, Вена, Австрия, 1030;²Верхнеавстрийское Региональное Медицинское Страхование, 77, Груберштрассе, Линц, Австрия, 4020

Обеспечение гигиены рабочего места является одним из важных направлений здравоохранения Австрии. Были разработаны десять задач в области здравоохранения, согласно которым в течение двадцати лет (до 2032 г.) должны приниматься меры по продлению долголетия всех людей, живущих в Австрии, не зависимо от их уровня образования, дохода и условий жизни. Эти задачи были официально одобрены Бундесгундхейтской комиссией и Советом Министров летом 2012 г. Они были также упомянуты в двух правительственных программах и являются основой для процесса реформирования здравоохранения.

Первая задача в области здравоохранения направлена на обеспечение благоприятных для здоровья условий жизни и труда для всех групп населения посредством сотрудничества во всех социальных и политических сферах. Гигиена труда является важной составляющей здоровья населения и находятся в центре внимания политики здравоохранения в Австрии. Таким образом, разработка национальной стратегии по созданию рабочих мест, удовлетворяющих требованиям гигиены труда, является наиболее важным направлением деятельности, которую осуществляют Министерства труда, социальных дел, здравоохранения и защиты прав потребителей, а также учреждения социального обеспечения. Основная цель этой стратегии — разработать интегрированную систему, способную удовлетворить потребности населения и предприятий. В Австрии существует система социальной защиты работников, которая имеет два специфических аспекта, отсутствующих в других секторах: 1. Защита прав трудящихся (юридически обязательная для предприятий: компании должны выполнять юридически законные требования), укрепление здоровья и реинтеграция (добровольно для предприятий). 2. Контроль выполнения требований законодательства федеральными учреждениями — Трудовой Инспекцией. Объ-

занности этих двух учреждений определены федеральным законом и ориентированы главным образом на техническую защиту, условия труда и умственный труд (с 2015 года).

Политика укрепления здоровья регулируется на федеральном уровне. Что касается укрепления здоровья на рабочем месте, то двумя крупнейшими и наиболее важными заинтересованными сторонами в этом вопросе являются «Сеть по укреплению здоровья на рабочем месте», которая в основном обеспечивается медицинским страхованием, и «Фонды здравоохранения Австрии».

В Австрии существует национальная программа «Fit2work», которая отвечает за реинтеграцию на рабочих местах. Эта национальная программа финансируется службами страхования от несчастных случаев, медицинского страхования, пенсионного страхования, службой занятости, страхования от безработицы, министерством социального обеспечения и труда, а также предлагает услуги частным лицам и предприятиям.

Кроме того, ключевым элементом Сети является система обеспечения качества, которая хорошо функционирует в Австрии. Однако современным предприятиям необходимы комплексные услуги, которые бы сочетали укрепление здоровья на рабочем месте с защитой сотрудников и управлением профессиональной интеграцией. Эти три области имеют различную правовую базу в Австрии и в настоящее время применяются различными учреждениями, поэтому возникает необходимость в их объединении.

Ключевые слова: гигиена труда; политика в области здравоохранения; защита прав работающих; Инспекция труда; условия труда

Для цитирования: Шпицбарт С., Хейгл К. Роль гигиены рабочих мест в Австрии. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 229–232. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-229-232>

Для корреспонденции: Магистр Стефан Шпицбарт, Магистр общественного здравоохранения. E-mail: Stefan.spitzbart@sozialversicherung.at

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

The political context. The topic of healthy workplace is part of the Austrian health targets. The 10 Austrian health targets were developed with the aim to prolong the healthy life years of all people living in Austria within 20 years (until 2032), irrespective of their level of education, income or personal living condition. Since population health is profoundly influenced and determined by many sectors outside the health care sector, the Austrian health targets were defined in a broad and participatory process that involves more than 40 stakeholders from relevant institutions and civil society. In 2011 the Bundesgesundheitskommission (Federal Health Commission) and the Austrian Council of Ministers requested the development of health targets at federal level. The targets were then formulated by all relevant stakeholders that are part of the process. The 10 health targets were officially approved by the Bundesgesundheitskommission and the Council of Ministers in summer 2012. They were mentioned in two government programs and are an important basis for the health reform process. The first health target focuses on provide health-promoting living and working conditions for all population groups through cooperation of all societal and political areas. Healthy working conditions are a relevant determinant for health and at the focus of health politics in Austria. Activities which are set to achieve these goals are e.g.:¹

- Studies on workplace health promotion analyzing the field
- Programs of the Austrian network of workplace health promotion
- Broad communication activities
- Development of programs for older workers
- Development of programs for small companies

Developing a national strategy for healthy workplaces is thereby the most influential activity that is set by the Ministry of Labour, Social Affairs, Health and Consumer Protection and Social Security Institutions. The development of this strategy was brought on its way by the end of 2018 and will be published by 2019. The idea behind this strategy is to combine health promotion, prevention and re-integration at workplace.

Three approaches for improve health at the workplace.

Concerning different models of intervening for better health at workplaces — which are Prevention of Diseases, Promoting better health and reintegration into workplaces for people with disabilities, chronic disease or psychosocial problems or illnesses there exist three different organisational systems and also three kind of supportive structures in Austria which co-operate in a certain way — but in the end work separately and not very integrated. These three different systems exist because of historical changes in science, epidemiology and knowledge. Different types of systems where established without taking into account of an integrated concept was develop. The main challenge and common goal of the relevant stakeholder at the organisational level today in Austria is to develop an integrated system, in order to achieve the needs of the people and companies, which is the aim of the mentioned national strategy.

The Austrian Social Security System and structure of companies. To understand the complexity of the system in Austria and the three areas of intervention in the field of Workplaces and Health, it is important to know something about the structure of social security in Austria. Austria has three different branches in the field of social security: Health, Accident Insurance and the Pension Insurance and 21 Institutions responsible either for one, two or all of the three branches. They have different background of financing, different organisational goals and legal duties. The Main Association of Austrian Social Security Institutions is the umbrella organisation has the task to keep social security and integration of these three branches on mind and develop and achieve common goals. Almost 100% of the people in Austria are covered by health insurance which is 8.5 Million people. The health insurance has the legal obligation for providing services on health promotion. The Accident Insurance covers the working people, children attending school or kindergarten and is responsible for prevention of accidents at work and occupational diseases and rehabilitation in this area. And finally the Pension Insurances which covers 6 Million of the Austrian people.

The structure of Austrian Companies is dominated by very small, small and medium sized companies. The Employee size is important for the communication in direction to the companies, is relevant for the development of certain programs and

¹ Own graphic based on: http://wko.at/statistik/kmu/GK_BeschStat_DetailGK.pdf

Employment size of Companies	Number of Companies in total	Number of Companies in %	Number of Employees in total	Number of Employees in %
0-4	469.586	88,7	179.317	7,5
5-9	26.935	5,1	176.562	7,4
10-19	16.099	3,0	216.900	9,1
20-49	10.628	2,0	321.516	13,5
50-99	3.178	0,6	219.251	9,2
100-149	1.137	0,2	137.184	5,8
150-199	591	0,1	101.664	4,3
200-249	370	0,1	82.463	3,5
250-499	701	0,1	239.789	10,1
500-999	285	0,1	191.835	8,1
1.000+	183	0,0	515.520	21,6
Total	529.693	100,0	2.382.001	100,0

Figure. The structure of Austrian Companies

Рисунок. Структура австрийских компаний

intervention concerning the need of the enterprises and also for the strategic planning (Figure²).

Most of the Companies are very small and small enterprises. 97% of the Austrian enterprises have less than 20 employees, most of them less than 5. On the other hand, 40% of the employees work at medium or large sized enterprise. The needs, the readiness, the knowledge and the resource for health-related interventions of these Companies are quite different. While large enterprises develop a culture for health, it is still hard to reach smaller once with fitting programs.

Three programs and responsibilities for improving health at the workplace. Prevention of health risks. First of all, in Austria exists the system of employee protection, which has two specific aspects which the other sectors do not have. These aspects are:

1. Employee protection is a legal duty for companies, which means that companies have to full fill the legal requirements- The other sectors — health promotion and reintegration are voluntary for the enterprises.

2. The Fulfilment of the legal requirements is controlled by federal institutions — the Labour inspection.

The two most important institutions in this field are the Labour inspection and — as already mention — the Accident Insurance Institutions. The Duties of these two Institutions are defined by federal law and focus mainly on technical protection, working conditions and which is new since 2015 on mental workloads. Most of these topics are also regulated in a certain way by the European Union.

While labour inspection is focusing on the controlling and monitoring the implementation at company level, the field of action for Accident Insurance Institutions is to support companies in implementing certain programs and giving support to full fill the requirements.

Workplace Health promotion. Health promotion is regulated by different kinds of legal sources at the federal level. Within the field of Health promotion there are many players which are responsible — health insurance, the federal state, the regions and also the communities. Concerning workplace health promotion the two biggest and most important stakeholders are the Network of Workplace Health promotion which is mostly driven by health insurance and the Funds healthy Austria. Both work together and concentrate their workforce and resources on supporting companies in the field of workplace health promotion and make quality assurance.

² <https://www.enwhp.org/>

The role of Austrian Network for Workplace Health Promotion will be described below in detail.

Re-integration at workplace. Last but not least in Austria exists the national Program “Fit2work”, which is responsible for reintegration at workplaces. This National Program is financed by Accident Insurance, Health Insurance, Pension Insurance, Employment Service, unemployment insurance, Ministry of Social and Labour and offers services for individuals and companies. The Program “fit2work offers case management for employees with sick leave over 40 days and occupational reintegration services for companies. Taking part in the case management program is by invitation or self-initiative. It offers support and orientation within health and social services and contains the development of individual plans. The program for companies focusses on structured clarification of the occupational situation, the creation of a company profile, building a re-integration team and the developing of an early warning system within the company.

According to the mentioned strategy for Healthy workplaces, the main challenge is to develop an integrated system which combines the benefits for the employees and the companies. The strategy will be published in May 2019 and will be a further milestone for better Health at the workplace in Austria.

Austrian Workplace Health Promotion in detail. The Austrian Network for Workplace Health Promotion (ÖNBGF). History of workplace health promotion (WHP) in Austria started in the early the nineties. At that time development in this area was at the very beginning. There was a low level of awareness of the area amongst the major players and hardly any activity within companies. Then an economic model of WHP that focused on productivity was predominant and there were no clear responsibilities for WHP among potentially interested agencies. Additionally we faced a lack of suitable tools to undertake WHP and we had to strengthen the professional knowledge and skills in the area.

In 1993, the Upper Austrian regional health insurer implemented the first holistic WHP project in a company in Austria. Despite its successful implementation, it was clear to those responsible at the time that the dissemination of WHP in Austria needed structural and institutional cooperation and coordination. Efforts to build these structures have existed at both national and international level. Thus, in 1996, the European Network for Workplace Health Promotion (ENWHP)³

³ http://www.move-europe.it/file%20pdf/2018%20Version%20Luxembourg_Declaration_V2.pdf

was found with the participation of Austria. The ENWHP has significantly supported the development of WHP in Austria. In particular, the Luxembourg Declaration⁴ has made an important contribution to the creation of a unified and holistic understanding of WHP. On the other hand, knowledge has been generated through numerous exploratory projects

At the national level, network building began in the year 2000. While the initiative came from the statutory health insurance funds, the Austrian Chamber of Labour and the Economic Chamber were important supporting institutions. Almost all statutory health insurer and the statutory accident insurance have quickly joined the network. The network has been dedicated to the following tasks since then:

- Promotion and further development of a uniform and quality-based understanding of workplace health promotion
- Establishment of service- and consulting centres for companies and stakeholders
- Execution of quality-based WHP-projects in Austrian companies through cooperation within the network

In the pioneering phase of project implementation the members of the Austrian network made differentiations according to company size. In addition, adjustments to industry-specific challenges were required.

In recent years, the constant acceleration of our working environment had to be taken into account, so the process had to be realised in a more compact and more flexible way especially through technical tools. Furthermore, improvements in our surveys and sick leave analyses were focused.

Quality-assurance-system of the Austrian Network for Workplace Health Promotion. From the beginning, we faced the challenge of winning companies for voluntary health promotion — even though the offer is extremely cheap. Furthermore, the problem arose that WHP was gradually diluted in content. Many different and also questionable measures were subsumed by providers on the free market under the umbrella of the WHP. Creating a quality assurance system that allows us to define and reward quality seemed to be an adequate instrument to meet these challenges.

Therefore, the quality-assurance-system of the Austrian Network for Workplace Health Promotion was implemented

⁴ http://www.move-europe.it/file%20pdf/2018%20Version%20Luxembourg_Declaration_V2.pdf

and conceptualized as a three-stage system in cooperation with the Fund Healthy Austria (FGÖ) in the year 2004. The system includes the following steps:

The WHP-Charter is a symbolic statement of intent, according to which the company's management confirmed the implementation of WHP within two years. This supports in particular the internal project marketing and loses its validity, should it come to no implementation. The WHP-Seal as second step of the system can be applied for once the WHP project has been finalized. The quality is checked by an independent institute along 15 specified criteria. After receipt of the seal, it remains valid for three years. Thereafter, the company may re-apply. The seal is widely spread in Austria and the heart of the quality assurance system. The WHP-Prize as the third stage is the highest award for WHP in Austria. Every three years, it is awarded to exceptionally innovative projects or companies. The quality-assurance-system is a key element of the network, well accepted and established in Austria. In 2018 485.572 employees worked in 1.091 companies that have received the WHP-Seal. These are 17 percent of the working population in Austria in relation to one percent of the companies with at least three employees, which proves an overrepresentation of large companies. 2.135 companies have signed the WHP-Charta and 50 companies have won the prize so far.

Against the background that WHP is a voluntary and not a legal obligation, the network and WHP in Austria can look back on a good development. The success factors of this development were a broad political support, persistence and an attractive offer to the companies. Today we are faced with the challenge that especially large companies want to take the next step. Workplace health promotion as a sole or isolated offer is no longer enough. Companies want integrated services that combine workplace health promotion with employee protection and occupational integration management. These three fields have different legal bases in Austria and are implemented by different institutions now, which is why there is a need for additional collaborations and networks.

Received / Дата поступления: 10.04.2019

Accepted / Дата принятия к печати: 15.04.2019

Published / Дата публикации: 18.04.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-233-236>

© Коллектив авторов, 2019

УДК 613.6.06:616.3

Комлева Н.Е., Заикина И.В., Данилов А.Н.

Качество жизни работников сельского хозяйства с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью

ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора, ул. Заречная, 1А, Саратов, Россия, 410022

По частоте и распространенности гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ) занимает первые ранговые места в ряду гастроэнтерологических заболеваний. ГЭРБ может привести к серьезным осложнениям и существенному снижению качества жизни (КЖ). Работники сельского хозяйства (СХ) составляют группу риска по развитию ГЭРБ, так как характерные для них условия труда и быта являются провоцирующими и/или усугубляющими факторами риска развития этой патологии. Цель исследования заключалась в изучении влияния ГЭРБ на показатели качества жизни у работников сельского хозяйства.

В исследование вошли 98 пациентов с ГЭРБ и 140 условно здоровых лиц. Для оценки КЖ применялся неспецифический опросник SF-36. В результате одномоментного исследования установлено, что у работников СХ статистически значимо ниже показатели «общее состояние здоровья» (ОС), «индекс боли» (ИБ), «жизненная активность» (ЖА) и «психическое здоровье» (ПЗ) по сравнению с данными представителей рабочих профессий, которые проживают в городе.

С увеличением возраста происходит снижение показателей КЖ, особенно показателей ОС и ИБ, при этом показатель «социальное функционирование» (СФ) достигает максимальных значений в возрастной группе от 51 до 60 лет.

Сравнение показателей КЖ в группах больных ГЭРБ и условно здоровых работников СХ позволило установить статистически значимую разницу по всем параметрам, характеризующим психическое здоровье, а также по показателям ОС и «физическое функционирование» (ФФ). Характерно, что показатели РФ и ИБ не имели статистически значимой разницы между группами наблюдения.

Статистически значимая сильная корреляционная связь выявлена между возрастом работников СХ, больных ГЭРБ, и показателями ИБ и ЖА, статистически значимая умеренная корреляционная связь — между возрастом и показателями ОС, ФФ, «ролевое функционирование» (РФ) и «эмоциональное состояние» (ЭС).

Для условно здоровых работников СХ характерно значительное снижение КЖ по сравнению с работающими, проживающими в городе, при этом у больных ГЭРБ снижение КЖ сопровождается преимущественно нарушением психической субсферы. При изучении КЖ пациентов следует учитывать влияние не только изучаемого заболевания, но и медико-социальных факторов.

Ключевые слова: работники сельского хозяйства; качество жизни; гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь

Для цитирования: Комлева Н.Е., Заикина И.В., Данилов А.Н. Качество жизни работников сельского хозяйства с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 233–236. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-233-236>

Для корреспонденции: Комлева Наталья Евгеньевна, рук. отдела медико-профилактических и инновационных технологий ФБУН Саратовский НИИСГ Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: NEKomleva@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Nataliya E. Komleva, Inna V. Zaikina, Aleksey N. Danilov

Quality of life of agricultural workers with gastroesophageal reflux disease

Saratov Scientific Research Institute of Rural Hygiene, 1A, Zarechnaya Str., Saratov, Russia, 410022

According to the frequency and prevalence of gastroesophageal reflux disease (GERD) ranks first in a number of gastroenterological diseases. GERD can lead to serious complications and a significant reduction in the quality of life (QL). Agricultural workers (AW) are at risk for the development of GERD, as their typical working and living conditions are provoking and/or aggravating risk factors for the development of this disease.

The aim of the study is to study the impact of GERD on the quality of life of agricultural workers.

The study included 98 patients with GERD and 140 conditionally healthy individuals. To assess the quality of life, a nonspecific SF-36 questionnaire was used.

As a result of a one-time study found that workers AW statistically significantly lower indicators of «General health» (GH), «pain index» (PI), «life activity» (LA) and «mental health» (MH) compared with the data of representatives of working professions who live in the city.

With increasing age, there is a decrease in QL, especially GH and PI, while the indicator of «social functioning» (SF) reaches the maximum values in the age group from 51 to 60 years.

Comparison of QL indices in the groups of patients with GERD and conditionally healthy AW workers allowed to establish a statistically significant difference in all parameters characterizing mental health, as well as in the indicators

of GH and «physical functioning» (PF). It is characteristic that the indicators of the Russian Federation and the PI had no statistically significant difference between the groups of observations.

Statistically significant strong correlation was revealed between the age of AW workers, patients with GERD, and indicators of PI and LA, statistically significant moderate correlation — between the age and indicators of GH, PF, «role functioning» (RF) and «emotional state» (ES).

For healthy workers of AW is characterized by a significant decrease in QL compared with workers living in the city, while in patients with GERD decrease in QL is accompanied mainly by a violation of the mental subsphere. When studying the quality of life of patients should take into account the influence of not only the studied disease, but also medical and social factors.

Key words: *agricultural workers; quality of life; gastroesophageal reflux disease*

For citation: Komleva N.E. Zaikina I.V., Danilov A.N. The quality of life of agricultural workers with gastroesophageal reflux disease. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 59 (4): 233–236. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-233-236>

For correspondence: Natalia E. Komleva, Head of Department of preventive and innovative technologies the Saratov Central Research Institute, Dr. Sci. (Med.). E-mail: NEKomleva@yandex.ru

Funding: The study had no funding.

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

Эпидемиологические исследования последних лет убедительно свидетельствуют, что по частоте и распространенности гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ) занимает первые ранговые места в ряду гастроэнтерологических заболеваний и в развитых странах отмечается отчетливая тенденция к увеличению заболеваемости данной патологией [1]. Прогрессирование ГЭРБ может привести к серьезным осложнениям и злокачественному поражению пищевода. У пациентов с симптомами ГЭРБ существенно снижено качество жизни (КЖ), связанное с ухудшением здоровья [2].

В соответствии с новой парадигмой клинической медицины повышение КЖ пациента является либо главной, либо дополнительной целью лечения, что может рассматриваться как важный самостоятельный показатель состояния больного, а его динамика не менее значима, чем данные клинико-инструментальных исследований [3,4]. Результаты ряда исследований убедительно свидетельствуют о снижении показателей КЖ при эрозивном эзофагите, неэрозивной рефлюксной болезни, пищеводе Барретта, ночной изжоги [5]. ГЭРБ сказывается на трудоспособности пациентов, которая зависит от выраженности симптомов и наличия ночной симптоматики.

Известно, что работники сельского хозяйства (СХ) составляют группу риска по развитию ГЭРБ, так как характерные для них условия труда и быта являются провоцирующими и/или усугубляющими факторами риска развития данной патологии [6]. Среди сельских жителей при сравнении с городскими превалирует частота эрозивного и неэрозивного эзофагита, синдрома Меллори-Вейса, коморбидность заболеваний пищеварительной системы [6].

Цель исследования заключалась в изучении влияния ГЭРБ на показатели качества жизни у работников сельского хозяйства.

Для изучения влияния ГЭРБ на КЖ работников СХ в исследование были включены 98 пациентов клиники профессиональных заболеваний ФБУН Саратовский НИИ СГ Роспотребнадзора с установленным диагнозом и 140 условно здоровых лиц, которых интервьюировали в условиях периодических медицинских осмотров. Все участники исследования являлись лицами мужского пола в возрасте от 31 до 60 лет.

Для оценки КЖ применялся неспецифический опросник SF-36 [3]. Перевод на русский язык и апробация были проведены Институтом клинико-фармакологических исследований (Санкт-Петербург) [3]. Анализировались показатели «основное состояние» (ОС), «физическое функционирование» (ФФ), «ролевое функционирование» (РФ), «интенсивность боли» (ИБ), «социальное функционирование» (СФ), «эмоциональное состояние» (ЭС), «жизненная активность» (ЖА), «психологическое здоровье» (ПЗ).

Статистический анализ выполнялся с использованием пакета прикладных программ Statistica фирмы StatSoft Inc (США).

В результате одномоментного исследования изучены показатели КЖ у условно здоровых работников СХ. Были сформированы 2 группы наблюдения, сопоставимые по возрасту (средний возраст — $48,2 \pm 8,7$ года): работников СХ и представителей рабочих профессий, проживающих в городе (табл. 1).

Изучены особенности КЖ в группе условно здоровых работников СХ в зависимости от возраста. Для этого были сформированы три возрастные группы: от 31 до 40 лет, от 41 до 50 лет и от 51 до 60 лет (табл. 2).

Проведена оценка влияния ГЭРБ у работников СХ на КЖ (табл. 3). Для этого были сформированы две группы наблюдения: больные ГЭРБ ($n=98$) и условно здоровые лица ($n=96$).

Проанализирована взаимосвязь между возрастом и показателями КЖ у работников СХ (табл. 4).

Качество жизни — интегральный показатель, который зависит от множества факторов: уровня притязаний индивидуума, состояния его здоровья, характерологических особенностей, социально-экономических условий и пр. Следовательно, для изучения данного параметра у определенной категории лиц целесообразно сопоставлять полученные результаты с общепопуляционными значениями.

Учитывая, что жизнедеятельность жителей сельской местности обладает рядом специфических факторов, было проведено сравнение показателей КЖ работников СХ с результатами аналогичных показателей представителей рабочих профессий, которые проживают в городе. Таким образом, у участников исследования обеих групп наблюдения были схожие условия труда. Установлено, что у работников СХ статистически значимо ниже показатели ОС, ИБ, ЖА и ПЗ, что, по-видимому, обусловлено комплексом социальных и медицинских факторов. Это следует учитывать при оценке КЖ [7,8].

С увеличением возраста происходит ухудшение показателей КЖ, особенно показателей ОС и ИБ, которые достигают минимальных значений в возрастной группе от 51 до 60 лет ($29,7 \pm 8,7$ и $26,2 \pm 14,3$ года соответственно). Вероятно, на данные показатели оказывает влияние сочетание ряда факторов — коморбидность, вероятность

Таблица 1 / Table 1

Показатели качества жизни у работников сельского хозяйства и представителей рабочих профессий, проживающих в городе ($M \pm \delta$)

Indicators of quality of life of agricultural workers and representatives of working professions, living in the city

Показатель качества жизни	Работники сельского хозяйства ($n=96$)	Городские рабочие ($n=44$)	p
Общее состояние	45,2±18,2	55,9±17,1	<0,01
Физическое функционирование	45,2±20,3	53,4±24,9	>0,1
Ролевое функционирование	47,7±21,5	53,4±14,8	>0,1
Индекс боли	40,8±26,1	52,7±15,5	<0,01
Эмоциональное состояние	41,2±23,1	40,8±17,0	>0,1
Социальное функционирование	48,9±14,2	48,0±9,4	>0,1
Жизненная активность	51,0±18	58,8±16,6	<0,005
Психическое заболевание	57,7±18,6	66,9±15,4	<0,005

Примечание: p — уровень статистической значимости для теста Колмогорова-Смирнова.

Note: p — the level of statistical significance for the Kolmogorov-Smirnov test.

Таблица 2 / Table 2

Показатели качества жизни у условно здоровых работников сельского хозяйства в разных возрастных группах ($M \pm \delta$)

Indicators of quality of life of conditionally healthy agricultural workers in different age groups

Показатель качества жизни	I группа ($n=28$)	II группа ($n=25$)	III группа ($n=43$)	p для теста Колмогорова-Смирнова		
				p_{1-2}	p_{1-3}	p_{2-3}
ОС	67,8±10,8	46,3±4,1	29,7±8,7	<0,001	<0,001	<0,001
ФФ	49,5±18,3	50,4±15,7	39,3±22,6	>0,1	>0,1	<0,05
РФ	59,8±11,2	62,0±14,9	31,5±18,7	>0,1	<0,001	<0,001
ИБ	75,1±15,7	27,6±10,9	26,2±14,3	<0,001	<0,001	>0,1
ЭС	57,2±18,4	47,0±20,3	30,7±21,6	>0,1	<0,005	<0,02
СФ	48,3±9,8	42,3±14,7	53,2±15	>0,1	>0,1	<0,02
ЖА	63,9±16	44,2±17	46,6±15,6	<0,005	<0,005	>0,1
ПЗ	74,6±9,6	58,6±15,6	46,1±16,1	<0,001	<0,001	<0,1

Примечания: p_{1-2} — уровень статистической значимости при сравнении I и II групп, p_{1-3} — уровень статистической значимости при сравнении I и III групп, p_{2-3} — уровень статистической значимости при сравнении II и III групп.

Notes: p_{1-2} — level of statistical significance when comparing groups I and II, p_{1-3} — level of statistical significance when comparing groups I and III, p_{2-3} is the level of statistical significance when comparing groups II and III.

Таблица 3 / Table 3

Показатели качества жизни у работников сельского хозяйства с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью и условно здоровых

Indicators of quality of life in agricultural workers with gastroesophageal reflux disease and conditionally healthy

Показатель качества жизни	Больные ГЭРБ ($n=98$)		Условно здоровые ($n=96$)		p
	$M \pm d$	Me [LQ, UQ]	$M \pm d$	Me [LQ, UQ]	
ОС	26,2±10,3	30[24,1,28,3]	45,2±18,2	45[41,5,48,9]	<0,001
ФФ	34,5±13,4	35[31,8,37,2]	45,2±20,3	45[41,1,49,3]	<0,01
РФ	42,6±20,1	50[38,5,46,6]	47,7±21,5	50[43,4,52,1]	>0,1
ИБ	37,4±17,7	32[33,5,41,3]	40,8±26,1	32[35,5,46,1]	>0,1
ЭС	29,9±10,5	29[27,8, 32]	40,8±23	34[35,7,45,9]	<0,005
СФ	29,2±12,7	35[26,6,31,7]	48,9±14,2	50[46, 51,8]	<0,001
ЖА	35,5±12,9	40[32,9,38,1]	51,0±18	47,5[47,4,54,7]	<0,001
ПЗ	38,1±11,7	40[35,8,40,5]	57,7±18,6	56[53,9, 61,5]	<0,001

Примечание: p — уровень статистической значимости для теста Колмогорова-Смирнова.

Note: p — the level of statistical significance for the Kolmogorov-Smirnov test.

Таблица 4 / Table 4

Корреляционная связь между показателями качества жизни и возрастом больных гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью (Спирмена, r)

Correlation between indicators of quality of life and age of patients with gastroesophageal reflux disease (Spearman; r)

Физическое здоровье				Психическое здоровье			
ОС	ФФ	РФ	ИБ	ЭС	СФ	ЖА	ПЗ
-0,30	-0,37	-0,61	-0,77	-0,66	-0,04	-0,79	-0,20

которой увеличивается с увеличением возраста; особенности условий труда; образ жизни и пр. Показатель СФ достигает максимальных значений в самой старшей группе — от 51 до 60 лет, что, по-видимому, можно объяснить низким уровнем притязаний у данной категории лиц, особенностями условий жизнедеятельности и другими социальными факторами.

Полученные результаты необходимо учитывать при оценке КЖ пациентов при проведении научных исследований и в клинической практике, так как на КЖ оказывает влияние большое количество факторов помимо непосредственно заболевания.

Сравнение показателей КЖ в группах больных ГЭРБ и условно здоровых работников СХ позволило установить статистически значимую разницу по всем параметрам, характеризующим психическое здоровье, а также по показателям ОС и ФФ. Характерно, что показатели РФ и ИБ не имели статистически значимой разницы между группами наблюдения. Это может свидетельствовать о том, что ГЭРБ в большей степени влияет на показатели КЖ, характеризующие психическое здоровье пациентов.

У всех работников СХ возраст имел прямую корреляционную связь с профессиональным стажем. Статистически значимая сильная корреляционная связь выявлена между возрастом работников СХ, больных ГЭРБ, и показателями ИБ и ЖА. Можно предположить, что у больных ГЭРБ молодого возраста показатели ОС и ИБ не отличаются от аналогичных показателей здоровых лиц в связи с тем, что заболевание, как правило, еще не имеет осложнений, протекает в более легкой форме, а функциональный резерв организма находится на более высоком уровне. Также нельзя исключить, что лица более старшего возраста, и, соответственно, с большим профессиональным стажем подвергались более длительному воздействию факторов условия труда и быта, которые являются провоцирующими в развитии ГЭРБ. Таким образом, вышеперечисленные факторы могут быть причиной низких показателей ЖА и ИБ по мере увеличения возраста больных, что следует учитывать, интерпретируя результаты при проведении когортных исследований. Показатели ОС, ФФ, РФ и ЭС имели статистически значимую умеренную корреляционную связь с возрастом. При этом между показателями СФ, ПЗ и возрастом корреляционная связь отсутствовала.

Выводы:

1. Для работников СХ характерно значительное снижение КЖ по сравнению с работающими, проживающими в городе, при этом у больных ГЭРБ снижение КЖ сопровождается преимущественно нарушением психической субсферы КЖ.

2. При изучении КЖ пациентов следует учитывать влияние не только изучаемого заболевания, но и медико-социальных факторов. Это важно принимать во внимание при планировании исследований, формировании групп сравнения и анализе результатов.

3. Особое внимание целесообразно уделять изучению КЖ сельского населения для более эффективной разработки программ медицинской и социальной помощи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bashashati M.; Hejazi R.; Andrews C. et al. Gastroesophageal reflux symptoms not responding to proton pump inhibitor: GERD; NERD; NARD; esophageal hypersensitivity or dyspepsia? *Can. J. Gastroenterol. Hepatol.* 2014; 28 (6): 335–41.
2. Комлева Н.Е.; Спирин В.Ф.; Трубецков А.Д.; Заикина И.В. Распространенность гастроэзофагеальной рефлюксной болезни у работников сельского хозяйства. *Мед. труда и пром. экол.* 2012; 5: 9–12.
3. Руководство по исследованию качества жизни в медицине. Под ред. Шевченко Ю.Л. М.: ОЛМА; 2007.
4. Комлева Н.Е.; Спирин В.Ф. Качество жизни у пациентов с болью в спине. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук.* 2013; 3–1 (91): 19–22.
5. Tack J., Becher A., Mulligan C. Systematic review: the burden of disruptive gastro-oesophageal reflux disease on health-related quality of life. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2012; 35 (11): 1257–66.
6. Комлева Н.Е.; Заикина И.В. Особенности гастроэзофагеальной рефлюксной болезни у работников сельского хозяйства. *Мед. труда и пром. экол.* 2015; 9: 72.
7. Chenhall R.; Senior K. Treating indigenous Australians with alcohol/drug problems: Assessing quality of life. *Alcoholism Treatment Quarterly.* 2012; 30(2): 130–45.
8. Gracey M.; King M. Indigenous health part 1: Determinants and disease patterns. *The Lancet.* 2009; 374 (9683): 65–75.

REFERENCES

1. Bashashati M.; Hejazi R.; Andrews C. et al. Gastroesophageal reflux symptoms not responding to proton pump inhibitor: GERD; NERD; NARD; esophageal hypersensitivity or dyspepsia? *Can. J. Gastroenterol. Hepatol.* 2014; 28 (6): 335–41.
2. Komleva N.E.; Spirin V.F.; Trubetskov A.D.; Zaikina I.V. The prevalence of gastroesophageal reflux disease in agricultural workers. *Med truda i prom ekol.* 2012; 5: 9–12 (in Russian).
3. Yu.L. Shevtchenko; ed. Manual on study of life quality in medicine. Moscow; OLMA; 2007 (in Russian).
4. Komleva N.E.; Spirin V.F. Quality of life in patients with back pain. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii meditsinskikh nauk.* 2013; 3–1 (91): 19–22 (in Russian).
5. Tack J., Becher A., Mulligan C. Systematic review: the burden of disruptive gastro-oesophageal reflux disease on health-related quality of life. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2012; 35 (11): 1257–66.
6. Komleva N.E.; Zaikina I.V. The problem of comorbidity farmers. Features of gastroesophageal reflux disease farmers. *Med truda i prom ekol.* 2015; 9: 72 (in Russian).
7. Chenhall R.; Senior K. Treating indigenous Australians with alcohol/drug problems: Assessing quality of life. *Alcoholism Treatment Quarterly.* 2012; 30(2): 130–45.
8. Gracey M.; King M. Indigenous health part 1: Determinants and disease patterns. *The Lancet.* 2009; 374 (9683): 65–75.

Дата поступления / Received: 06.06.2018

Дата принятия к печати / Accepted: 25.12.2018

Дата публикации / Published: 18.04.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-237-241>

© Коллектив авторов, 2019

УДК 616-053-2-036:12-02.613.865

Ониани Х.Т.¹, Сидорова Д.А.², Юшкова О.И.¹, Кириченко Л.В.², Ленкова Н.И.³**Возможности комнат психологической разгрузки для работников нервно-эмоционального труда**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;²ФГБОУ ВО Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ, ул. Петропавловская, 26, Пермь, Россия, 614990;³ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991

Проблема ранней профилактики функциональных нарушений, утомления в процессе обучения, трудовой деятельности и способы коррекции (пребывание работников и студентов в комнатах психологической разгрузки, оформленной с использованием магнезиально-шунгитовых и калийных материалов) являются в настоящее время актуальной и важной частью научного обеспечения учебной деятельности лиц интеллектуального труда.

Дано психофизиологическое обоснование эффективности использования релаксации в шунгитовой комнате работников нервно-эмоционального умственного труда и пребывания в сylvинитовой учебной аудитории студентов.

Гигиеническая оценка напряженности труда по классам вредности проводилась в соответствии с Руководством 2.2.2006.05. Производственные психофизиологические исследования были направлены на определение физиологических характеристик функционального состояния центральной нервной (ЦНС) и сердечно-сосудистой (ССС) систем с использованием общепринятых методов (проводились в комнате психологической разгрузки). Психологические исследования включали оценку уровня тревожности по тесту Спилбергера. Всего обследовано около 150 человек в возрасте $32,00 \pm 1,15$ года со стажем работы в профессии $10,00 \pm 0,99$ года. В исследовании в сylvинитовой учебной аудитории приняло участие 92 студента старших курсов обоих полов в возрасте 22–25 лет. Все обучающиеся были разделены на две группы: группа наблюдения — 56 студентов, проходивших обучение в сylvинитовой учебной аудитории, и группа сравнения — 36 студентов, занимавшихся в обычной учебной комнате.

Физиологические исследования подтвердили положительное воздействие комплекса гигиенических факторов внутренней среды сylvинитовой аудитории на состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов. Установлены особенности положительного воздействия шунгитовой комнаты (ШК) на ведущие функции ЦНС у работников с разной напряженностью труда. Восстановление в ШК в большей степени повышают уровни функции внимания, скорости восприятия сигналов и кратковременной оперативной памяти у работников с высокой нервно-эмоциональной напряженностью труда.

Показано, что важным свойством шунгитовой коррекции является повышение активности функций ЦНС при высокой степени напряженности труда. У студентов в процессе выполнения напряженного умственного труда особенности формирования функционального состояния и работоспособности тесно взаимосвязаны с увеличением площади соляной поверхности.

Ключевые слова: шунгитовая комната; сylvинитовая аудитория; нервно-эмоциональный труд; калийные соли; сylvинитовая аудитория; умственная работоспособность

Для цитирования: Ониани Х.Т., Сидорова Д.А., Юшкова О.И., Кириченко Л.В., Ленкова Н.И. Оценка комнат психологической разгрузки для работников нервно-эмоционального труда. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 237–241. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-237-241>

Для корреспонденции: Ониани Христина Тамазиевна, науч. сотр. ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», канд. мед. наук. E-mail: h. oniani83@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Khristina T. Oniani¹, Darya A. Sidorova², Olga I. Yushkova¹, Larisa V. Kirichenko², Nadezhda I. Lenkova³**Possibilities of rooms of psychological unloading for workers of neuro-emotional work**¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave, Moscow, Russia, 105275;²E.A. Vagner Perm State Medical University, 26, Petropavlovskaya str., Perm, Russian Federation, 614990;³I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8/2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

The problem of early prevention of functional disorders, fatigue in the learning process, work activities and methods of correction (stay of employees and students in the rooms of psychological relief, decorated with magnesite-shungite and potassium materials) are currently an important and relevant part of the scientific support of educational activities of persons of intellectual labor.

The psychophysiological substantiation of efficiency of use of relaxation in the shungite room of workers of neuro-emotional mental work and stay in sylvinit educational audience of students is given.

Hygienic assessment of labor intensity by hazard class was carried out in accordance with the Guidelines 2.2.2006.05. Production psychophysiological studies were aimed at determining the physiological characteristics of the functional state of the Central nervous (CNS) and cardiovascular (CV) systems using conventional methods (conducted in the room of psychological relief). Psychological studies included an assessment of the level of anxiety on the Spielberger test. A total of about 150 people aged 32.00 ± 1.15 years with work experience in the profession of 10.00 ± 0.99 years were examined. The study in the sylvinite classroom was attended by 92 senior students of both sexes aged 22–25 years. All students were divided into two groups: the observation group — 56 students who were trained in sylvinite classroom, and the comparison group — 36 students who were engaged in a normal classroom.

Physiological studies have confirmed the positive impact of a complex of hygienic factors of the internal environment of sylvinite audience on the state of the respiratory and cardiovascular systems of students. The features of the positive influence of schungite room (SR) leading to CNS functions in workers with different intensity of work. Recovery in the SR to a greater extent increase the levels of attention function, speed of signal perception and short-term memory in workers with high neuro-emotional labor intensity.

It is shown that an important property of shungite correction is an increase in the activity of CNS functions at a high degree of labor intensity. In students in the process of performing intense mental work features of the formation of the functional state and performance are closely related to the increase in the area of the salt surface.

Key words: *shungite room; sylvinite audience; neuro-emotional work; potassium salts; sylvinite audience; mental performance*

For citation: Oniani H.T., Sidorova D.A., Yushkova O.I., Kirichenko L.V., Lenkova N.I. Evaluation of psychological relief rooms for employees of neuro-emotional labor. *Med. truda i prom ekol.* 2019. 59 (4): 237–241. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-237-241>

For correspondence: Christina T. Oniani, research scientist of Izmerov Research Institute of Occupational Health, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: h.oniani83@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Многие современные виды умственного труда связаны с высоким уровнем психоэмоционального напряжения, в связи с чем востребованными оказались психофизиологические средства коррекции [1]. При этом направляются средства на решение задач психологического консультирования для коррекции профессионально важных качеств работников, формирования представлений о закономерностях функционирования психики, навыков саморегуляции.

Другое направление связано с проведением индивидуальных и групповых психокоррекционных воздействий на основе использования психофизиологических методов (аутотренинг-АТ и т. д.) [2]. Новым направлением коррекции неблагоприятного функционального состояния организма считается пребывание работников и студентов в комнатах психологической разгрузки, оформленной с использованием магнетиально-шунгитовых и калийных материалов. Отдельные исследования воздействия шунгитовой коррекции ШК на организм человека весьма ограничены и как правило проводились в клинических условиях. Практически отсутствуют научные данные об изучении релаксации в ШК работников нервно-эмоционального операторского труда и исследованию обучения студентов в сальвинитовых аудиториях. Проблема ранней профилактики функциональных нарушений, утомления в процессе обучения, трудовой деятельности и способы коррекции гигиенических условий внутренней среды помещений являются в настоящее время весьма актуальной и важной частью научного обеспечения учебной деятельности лиц интеллектуального труда [3,4].

Студенческая молодежь представляет собой особую категорию населения с повышенными факторами риска вследствие значительной умственной деятельности, большой информационно-операционной перегрузки при усвоении различных учебных дисциплин, высокой эмоциональной напряженности, которые влияют на успешность обучения в условиях образовательного учреждения [5]. Труд студентов и учащихся принадлежит к категории умственного, а по степени напряженности относится к категории напряженного, класс условий труда — 3.1 [6].

Перед современной системой высшего образования поставлена важная практическая задача по сохранению, поддержанию физического и психического здоровья студентов, их интеллектуальной активности, высокой продуктивности посредством создания необходимых условий внутриаудиторной среды, основанных на принципах гигиены учебного процесса студентов [7].

К одному из санитарно-гигиенических методов, позволяющих стабилизировать параметры внутренней среды учебных помещений, способствующих улучшению деятельности основных систем организма человека, считается использование природных свойств калийных солей — солевое воздействие (сальвинитотерапия) [8,9].

В этом связи целью исследования стала оценка на основе комплексных психофизиологических исследований эффективности использования коррекции функционального состояния работников в шунгитовой комнате и студентов в сальвинитовой аудитории.

Гигиеническая оценка напряженности труда по классам вредности проводилась в соответствии с Руководством 2.2.2006.05. Производственные психофизиологические исследования были направлены на определение физиологических характеристик функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистых систем с использованием общепринятых методов; психологические исследования включали оценку уровня тревожности по тесту Спильбергера. В начале и конце сеансов релаксации в шунгитовой комнате использовалась функциональная проба на умственную (тест Шульте-Платонова) нагрузку. Для оценки зрительной работоспособности использован показатель времени восприятия последовательного контраста (ВВПК). Между тем, научные исследования по изучению влияния свойств минерала сальвинита на показатели психологического и функционального состояния студентов в условиях информационного стресса весьма малочисленны, а по его применению с целью профилактики снижения работоспособности отсутствуют.

В физиологическом обследовании приняли участие 92 студента старших курсов обоих полов в возрасте 22–25 лет, которые получили подробную информацию о планируемом

исследовании и подписали форму добровольного информированного согласия.

Все обучающиеся были разделены на две группы: группа наблюдения — 56 студентов, проходивших обучение в сильвинитовой учебной аудитории, и группа сравнения — 36 студентов, занимавшихся в обычной учебной комнате. Группы наблюдения и сравнения были стандартизированы по полу, возрасту, успеваемости, состоянию здоровья на момент проведения исследований, отсутствию вредных привычек. Цикл обучения включал 18 практических занятий по 5 академических часов.

Солевоздействие на студентов в процессе практических занятий проводилось в сильвинитовой учебной аудитории площадью 23,6 м², оборудованной двумя сильвинитовыми экранами, выполненными из плиток природного сильвинита (калийная соль Верхнекамского месторождения) с

площадью соляной поверхности 9,1 м²; двумя соляными фильтрами, заполненными деревянными пластинами с осколками сильвинита; воздуховодами; побудителями движения воздуха, направляющими атмосферный воздух по патрубкам на поверхность соляных экранов [10]. Такая организация воздухообмена аудитории позволяет насытить наружный воздух легкими отрицательными, электрически заряженными аэроионами и частицами соли, и смешать с воздухом аудитории, ионизированным за счет радиоактивного излучения сильвинитовых поверхностей.

Конструктивные особенности аудитории позволяют создавать специфические гигиенические условия за счет физико-химических свойств минерала сильвинита. Необходимым временем работы механической вентиляции в обычной аудитории считается 10 минут, при этом прове-

Таблица 1 / Table 1

Характеристика функционального состояния дыхательной системы студентов в динамике практических занятий и цикла

Characteristics of the functional state of the respiratory system of students in the dynamics of practical training and cycle

Показатель	Группа наблюдения			Группа сравнения		
	Практическое занятие, ч					
	8:30	10:30	12:30	8:30	10:30	12:30
ЧДД, мин	16,2±0,3	16,0±0,4	16,5±0,4	17,0±0,2	16,3±0,2	16,9±0,2
Проба Генча, с	28,8±0,9	29,9±0,9	31,8±1,1*Δ	27,9±0,6	28,4±0,7	27,4±0,6
Проба Штанге, с	48,8±1,7	59,7±1,6*Δ	48,7±1,7	51,2±1,3	51,4±1,3	52,2±1,3
	Цикл					
	начало	середина	конец	начало	середина	конец
ЧДД, мин	16,4±0,3	16,0±0,3	16,6±0,5	16,6±0,3	16,9±0,2	16,8±0,3
Проба Генча, с	21,5±1,2Δ	28,8±0,7*	31,2±1,2*Δ	29,7±0,7	28,2±0,6	26,9±0,7
Проба Штанге, с	38,4±1,8*Δ	46,8±1,3*Δ	50,03±2,8*	53,2±1,5	51,6±1,5	51,3±1,2

Примечания: * — разница достоверна по отношению к начальным показателям ($p<0,05$); Δ — различие показателей между группами наблюдения и сравнения достоверно ($p<0,05$).

Note: * — the difference is significant with respect to the initial indicators ($p<0.05$); Δ — the difference between the observation and comparison groups is significant ($p<0.05$).

Таблица 2 / Table 2

Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой систем студентов в динамике практических занятий и цикла ($M\pm m$)

Indicators of the functional state of the cardiovascular system of students in the dynamics of practical training and cycle ($M\pm m$)

Показатель	Группа наблюдения			Группа сравнения		
	Практическое занятие, ч					
	8:30	10:30	12:30	8:30	10:30	12:30
ЧСС, уд./мин	83,4±1,1Δ	70,8±0,8*	72,2±0,9*	77,9±1,1	74,5±1,1	74,7±0,9
САД, мм рт.ст.	110,8±1,02	106,1±1,05*	108,8±1,2	113,3±0,8	109,0±0,9	109,1±0,8
ДАД, мм рт.ст.	71,8±0,64	70,9±0,74	72,5±0,86	71,4±0,5	70,7±0,6	69,9±0,5
Индекс Кердо, %	14,1±1,4	1,1±1,6*	-0,02±1,7*Δ	11,5±1,2	3,3±1,6*	5,3±1,3*
	Цикл					
	начало	середина	конец	начало	середина	конец
ЧСС, уд./мин	73,3±1,1	76,0±0,94	77,2±1,5*	76,3±1,03	75,7±1,0	80,1±1,05*
САД, мм рт.ст.	108,5±1,3	108,1±0,9	109,6±1,3	111,9±0,9	110,02±0,7	110,3±0,9
ДАД, мм рт.ст.	71,6±0,8	71,3±0,6	72,8±0,9	70,4±0,6	70,5±0,4	71,0±0,6
Индекс Кердо, %	2,8±1,7Δ	5,3±1,5	7,7±2,1	6,6±1,6	7,6±1,02	5,0±2,7

Примечания: * — разница достоверна по отношению к начальным показателям ($p<0,05$); Δ — различие показателей между группами наблюдения и сравнения достоверно ($p<0,05$).

Note: * — the difference is significant with respect to the initial indicators ($p<0.05$); Δ — the difference between the observation and comparison groups is significant ($p<0.05$).

тривание необходимо проводить после каждых 45 минут занятия и в отсутствии студентов в аудитории.

Анализ деятельности дыхательной системы проводился по частоте дыхательных движений (ЧДД) и функциональным пробам Штанге и Генча. Состояние сердечно-сосудистой системы оценивалось по показателям артериального давления и частоте сердечных сокращений, рассчитывался вегетативный индекс Кердо (ИК).

Физиологические исследования студентов проводились пять раз за цикл и трехкратно в течение занятий.

Статистическая обработка осуществлялась с использованием Microsoft Office Excel 2010 для Windows 8 и пакета прикладных программ Statistica–6.0. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Физиологические исследования состояния дыхательной системы у студентов, проходивших обучение в сальвинитовой аудитории, в отличие от обучающихся группы сравнения, показали достоверное возрастание показателей пробы Генча к концу практических занятий (с $28,8 \pm 0,9$ до $31,8 \pm 1,1$ секунды) (табл. 1). По функциональной пробе Штанге также наблюдался прирост показателей уже к середине занятий на 10,9 секунды ($p < 0,05$). В динамике восемнадцатидневного цикла у студентов группы наблюдения выявлено достоверное повышение времени задержки дыхания на выдохе и вдохе (с $21,5 \pm 1,2$ до $31,2 \pm 1,2$ секунды и с $38,4 \pm 1,8$ до $50,03 \pm 2,8$ секунды соответственно), в то время как у студентов группы сравнения оценка исследуемых показателей не выявила значимых различий как в течение занятий, так и цикла.

Улучшение параметров дыхательной системы у студентов, обучающихся в сальвинитовой аудитории, обусловлено наличием в воздухе многокомпонентного мелкодисперсного соляного аэрозоля и поступлением в дыхательные пути ионов минеральных солей.

Изменение функционального состояния органов дыхания студентов группы наблюдения приводило к положительным изменениям гемодинамики малого круга кровообращения (табл. 2). Со стороны сердечно-сосудистой системы в группе наблюдения отмечалось уменьшение частоты сердечных сокращений к концу практических занятий (с $83,4 \pm 1,1$ до $72,2 \pm 0,9$ уд./мин), что способствовало уменьшению энергетических затрат работы сердца. В начале цикла ЧСС у студентов группы наблюдения составила $73,3 \pm 1,1$ уд./мин, к концу цикла наблюдался незначительный прирост до $77,2 \pm 1,5$ уд./мин ($p < 0,05$), что соответствовало физиологической норме для здоровых нетренированных людей.

Частота сердечных сокращений в группе сравнения в течение практических занятий имела тенденцию к снижению до $74,7 \pm 0,9$ уд./мин (12:30) по отношению к исходной ее величине ($77,9 \pm 1,1$ уд./мин) ($p > 0,05$). Величина ЧСС в начале цикла равнялась $76,3 \pm 1,03$ уд./мин, а к его окончанию достоверно увеличивалась до $80,1 \pm 1,05$ уд./мин ($p < 0,05$). Возрастание ЧСС у студентов группы сравнения свидетельствует о развитии утомления, процессах торможения в центральной нервной системе, что является проявлением защитной реакции организма от перенапряжения.

В группе наблюдения в течение практических занятий изначально наблюдались средние величины САД — $110,8 \pm 1,02$ мм рт. ст., после наблюдалась гипотензивная направленность изменений САД, которая сохранялась до окончания занятий на уровне $108,8 \pm 1,2$ мм рт. ст. В динамике цикла САД и ДАД у студентов, проходивших обучение в сальвинитовой аудитории, оставались на стабильном уровне, что способствовало обеспечению достаточного

кровотока, нормализации обменных процессов в тканях, а также профилактики гипоксии у обучающихся.

В группе сравнения уровни САД и ДАД в течение занятий снижались, а в динамике цикла не имели статистически достоверных различий ($p > 0,05$).

Расчетный индекс Кердо в начале практического занятия у большинства обучающихся свидетельствовал о симпатикотонии, со средней величиной показателя $14,1 \pm 1,4\%$. К середине занятия выявлено динамическое равновесие симпатических и парасимпатических составляющих вегетативной нервной системы ($1,1 \pm 1,6\%$), а 12:30 симпатико-парасимпатическое влияние отклонилось в сторону парасимпатического отдела ($-0,02 \pm 1,7\%$), но оставалось в пределах нормы. Данная динамика показателей в области ваготонии способствует повышению адаптационных возможностей и улучшению функционального состояния организма студентов при обучении в сальвинитовой аудитории, что подтверждается показателями функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

Данные индекса Кердо, полученные в течение цикла выявили, что вегетативный тонус студентов как исходный ($2,8 \pm 1,7\%$), так и определяемый в середине ($5,3 \pm 1,5\%$) находился на уровне уравновешенности симпатико-парасимпатических влияний с тенденцией к симпатикотонии ($7,7 \pm 2,1\%$) ($p > 0,05$).

Анализ результатов исследования тонуса вегетативной нервной системы студентов группы сравнения выявил преобладание симпатической ее составляющей как в течение практических занятий, так и цикла, что составило в среднем $6,7 \pm 1,4\%$ и $6,4 \pm 1,7\%$ соответственно.

Таким образом, установленный эффект воздействия факторов сальвинитовой аудитории в процессе обучения студентов позволил запатентовать способ профилактики утомления обучающихся и апробировать его на практических занятиях [8]. Многолетний опыт немедикаментозного применения солевых воздействий показал, что наибольший терапевтический и профилактический эффекты в сальвинитовых сооружениях зависят от количественного содержания сальвина в минерале сальвините, насыщающего воздух легкими отрицательными аэроионами, объема калийных солей и времени воздействия.

Производственными исследованиями установлено, что особенности воздействия шунгитовой комнаты на функции ЦНС заключаются в более выраженном и раннем улучшении переключения внимания и возрастании объема кратковременной памяти у операторов и инженерно-технических работников с высоким классом напряженности труда (3.2). В то же время положительная динамика скорости восприятия световых, звуковых сигналов и концентрации внимания наблюдались при более низкой степени НТ (3.1). Корреляционный анализ показал снижение внутрисистемной связности функции в ЦНС у работников класса НТ 3.2: 6,4% достоверных связей к концу цикла занятий в шунгитовой комнате против 11,5% в начале занятий. Это указывает на увеличение количества функциональных свобод и возможность улучшенной адаптации организма к факторам нервно-эмоциональной напряженности труда. В то же время у работников при классе НТ 3.1 не было выявлено столь выраженных изменений количества достоверных взаимосвязей в динамике релаксации в шунгитовой комнате (соотв.: 16,9%, 19,3%) [11].

Шунгитовая комната является новым методом психофизиологической коррекции состояния человека в оздоровительных целях. В основе его воздействия лежит психоэмоциональная релаксация, в то же время за счет особых свойств шунгита достигается эффект электромагнитной депривации.

Взаимодополняющие эффекты приводят к восстановлению, гармонизации внутреннего состояния человека. Экранированные шумитовые комнаты позволяют уменьшить неблагоприятное воздействие на человека электромагнитных полей и нейтрализовать геопатогенные воздействия.

Выводы:

1. Физиологические исследования подтвердили положительное воздействие комплекса гигиенических факторов внутренней среды шумитовой аудитории на состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем студентов.

2. Режим эксплуатации шумитовой аудитории обусловлен продолжительностью практических занятий. При этом положительные изменения в показателях функциональных систем организма студентов отмечались уже после двух академических часов и сохранялись на протяжении всего практического занятия.

3. Установлены особенности положительного воздействия шумитовой комнаты на ведущие функции ЦНС у работников с разной напряженностью труда. Восстановление в ШК в большей степени повышают уровни функции внимания, скорости восприятия сигналов и кратковременной оперативной памяти у работников с высокой нервно-эмоциональной напряженностью труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность: Пособие для последипломной подготовки врачей. М.: Медицина; 2002.
2. Ониани Х.Т. Психофизиологическая коррекция функционального состояния организма работников умственного труда как мера профилактики перенапряжения: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2013.
3. Ярушкин Н.Н., Сатонина Н.Н. Повышение уровня подготовки в высшей школе на основе оптимизации условий учебной деятельности студентов. *Вестник Самарского государственного технического университета*. 2013; 2 (8): 123–31.
4. Ониани Х.Т. Обоснование мероприятий по коррекции функционального состояния операторов с различным уровнем личностной тревожности. *Мед. труда и пром. экол.* 2012; 4: 20–7.
5. Миннибаев Т.Ш., Мельниченко П.И., Архангельский В.И., Прохоров Н.И., Тимошенко К.Т., Гончарова Г.А. Социально-гигиеническая и психолого-педагогическая адаптация студентов. *Гигиена и санитария*. 2012; 1: 48–50.
6. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2005.
7. Нифонтова О.А., Иост А.А., Ерещенко П.П. Влияние специфики обучения в высшем учебном заведении на возможности нервной системы человека. В *мире научных открытий*. 2013; 11.2 (47): 129–37.
8. Баранников В.Г., Кириченко Л.В., Сидорова Д.А. Гигиеническое обоснование применения калийных солей для оптимизации работоспособности студентов. *Гигиена и санитария*. 2015; 94 (4): 73–76.

9. Матюхин В.В. Умственная работоспособность с позиций теории о функциональных системах (обзор литературы). *Мед. труда и пром. экол.* — 1993. — № 3–4. — С. 28–30.

10. Кириченко Л.В., Баранников В.Г., Русанова Е.А., Дементьев С.В. Соляное устройство для оздоровления учащихся: пат. 2462218 Рос. Федерация: МПК А61G 10/02; №2011115339/12.

11. Физиологические нормы напряжения организма человека при различных видах трудовой деятельности (физический, умственный, зрительный) Методические указания, утв. Межведомственным советом «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» 11.02.2003.

REFERENCES

1. Izmerov N.F., Kasparov A.A. Labor Medicine. Introduction to the specialty: A manual for postgraduate training of doctors. M.: Medicine, 2002 (in Russian).
2. Oniani H.T. Psychophysiological correction of the functional state of the body of mental workers as a measure of overvoltage prevention: Dis. ... Ph.D. M., 2013 (in Russian).
3. Yarushkin N.N., Satonina N.N. Improving the level of training in higher education based on the optimization of the conditions of students' learning activities. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2013; 2 (8): 123–31 (in Russian).
4. Oniani H.T. Justification of measures for the correction of the functional state of operators with different levels of personal anxiety. *Med. truda i prom. ecol.* 2012; 4: 20–7 (in Russian).
5. Minnibayev T.SH., Mel'nicenko P.I., Arkhangel'skiy V.I., Prokhorov N.I., Timoshenko K.T., Goncharova G.A. Socio-hygienic and psychological-pedagogical adaptation of students. *Gigiena i sanitariya*. 2012; 1: 48–50 (in Russian).
6. Guidance on the hygienic assessment of factors of the working environment and the labor process. Criteria and classification of working conditions. M.: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rosпотребнадзор, 2005 (in Russian).
7. Nifontova O.L., Iost A.A., Yereshchenko P.P. The impact of the specifics of teaching in higher education on the capabilities of the human nervous system. *V mire nauchnykh otkrytiy*. 2013; 11.2 (47): 129–37 (in Russian).
8. Barannikov V.G., Kirichenko L.V., Sidorova D.A. Hygienic justification of the use of potassium salts to optimize the performance of students. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94 (4): 73–76 (in Russian).
9. Matyukhin V.V. Mental performance from the standpoint of the theory of functional systems (literature review). *Med. truda i prom ecol.* 1993; 3-4: 28-30 (in Russian).
10. Kirichenko L.B., Barannikov V.G., Rusanova Ye.A., Dement'yev S.V. Salt device for improving students. Patent №2462218; 2012 (in Russian).
11. Physiological norms of tension of the human body in various types of work (physical, mental, visual) Guidelines, approved. Interdepartmental Council «Medical and environmental health problems of workers» 11.02.2003 (in Russian).

Дата поступления / Received: 11.12.2018

Дата принятия к печати / Accepted: 19.01.2019

Дата публикации / Published: 18.04.2019

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-242-247>

УДК 364.25:504.75

© Батиевская В.Б., 2019

Батиевская В.Б.

Динамика общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма горняков Кузбасса под воздействием технологических изменений и технического переоснащения угольных разрезов

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет», ул. Ворошилова, 22а, г. Кемерово, Россия, 650029

Многолетние статистические наблюдения регистрируют наиболее высокую профессиональную заболеваемость в Кемеровской области в сравнении с данными по Российской Федерации в целом. В статье рассматриваются проблемы общей и профессиональной заболеваемости, а также производственный травматизм горняков угольных разрезов Кемеровской области. Гипотеза исследования: техническое перевооружение и технологические улучшения на угольных предприятиях Кемеровской области позволят снизить показатели общей и профессиональной заболеваемости, а также уменьшить травматизм на производстве. Цель исследования заключалась в выявлении взаимосвязи общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма с условиями труда на угольных предприятиях. Для статистического анализа использовались данные об общей, профессиональной заболеваемости, о бытовом и производственном травматизме в Угольной компании «Кузбассразрезуголь».

Было исследовано пять групп вредных производственных факторов: геологических, технологических, экономических, экологических и социальных. Для исследования взаимосвязи использовался корреляционный анализ по Спирмену. Для определения устойчивости выявленной динамики был использован метод экстраполяции. Выявляется взаимосвязь этих параметров с вредными условиями производственной среды. Построен прогноз изменений исследуемых показателей под воздействием технического перевооружения и модернизации производства. Применены статистические методы экстраполяции и корреляции. Вычислен коэффициент Спирмена для каждой пары показателей и построен прогноз при помощи полиномиальной линии тренда.

На работников, занятых в технологических процессах при ведении горных работ открытым способом, действуют следующие вредные производственные факторы: повышенные уровни шума и вибрации, инфразвук, загрязнение атмосферы угольной пылью и аэрозолями, неблагоприятный режим работы. Эти факторы способствуют формированию профессионально-обусловленных заболеваний. Существует достоверная обратная связь между указанными признаками, а увеличение инвестиций в модернизацию производства позволит уменьшить неблагоприятное воздействие на работников условий внешней среды.

Ключевые слова: заболеваемость; травматизм; вредные факторы; модернизация; техническое перевооружение разрезов; экстраполяция; тренд

Для цитирования: Батиевская В.Б. Динамика общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма горняков Кузбасса под воздействием технологических изменений и технического переоснащения угольных разрезов. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 242–247. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-242-247>

Для корреспонденции: Батиевская Вероника Богдановна, доц. каф. общественного здоровья, здравоохранения и медицинской информатики ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России, канд. эконом. наук, доцент. E-mail: batvb@kemsma.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Veronika B. Batievskaya

Dynamics of general, occupational morbidity and industrial injuries of Kuzbass miners under the influence of technological changes and technical re-equipment of coal mines

Kemerovo State Medical University, 22a, Voroshilova str., Kemerovo, Russia, 650029

Long-term statistical observations record the highest occupational morbidity in the Kemerovo region in comparison with the data for the Russian Federation as a whole. The article deals with the problems of General and occupational diseases, as well as industrial injuries of miners of coal mines of the Kemerovo region. Hypothesis of the study: technical re-equipment and technological improvements in the coal enterprises of the Kemerovo region will reduce the rates of General and occupational morbidity, as well as reduce injuries in the workplace.

The aim of the study was to identify the relationship of General, occupational morbidity and occupational injuries with working conditions in coal enterprises.

For statistical analysis, data on General, occupational morbidity, domestic and industrial injuries in the Coal company «Kuzbassrazrezugol» were used. Five groups of harmful production factors were studied: geological, technological, eco-

nostic, environmental and social. Spearman correlation analysis was used to study the relationship. The extrapolation method was used to determine the stability of the identified dynamics. The interrelation of these parameters with harmful conditions of the production environment is revealed. The forecast of changes in the studied indicators under the influence of technical re-equipment and modernization of production is constructed. Statistical methods of extrapolation and correlation are applied. The Spearman coefficient for each pair of indicators is calculated and the forecast is constructed using a polynomial trend line.

The following harmful production factors act on workers engaged in technological processes when conducting open-pit mining: increased levels of noise and vibration, infrasound, pollution of the atmosphere with coal dust and aerosols, unfavorable operating conditions. These factors contribute to the formation of occupational diseases.

There is a reliable feedback between these features, and the increase in investment in the modernization of production will reduce the adverse impact on workers of environmental conditions.

Key words: *morbidity; traumatism; harmful factors; modernization; technical re-equipment of sections; extrapolation; trend*

For citation: Batievskaya V.B. Dynamics of General, occupational morbidity and industrial injuries of miners of Kuzbass under the influence of technological changes and technical re-equipment of coal mines. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 59 (4): 242–247. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-242-247>

For correspondence: Veronica B. Batievskaya, associate Professor of public health, health and medical Informatics of Kemerovo State Medical University, Cand. (Econ.), associate Professor. E-mail: batvb@kemsma.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Настоящее исследование выполнено на актуальную тему, так как многолетние статистические наблюдения регистрируют наиболее высокую профессиональную заболеваемость в Кемеровской области в сравнении с данными по Российской Федерации. Число погибших и пострадавших от производственных травм в Кузбассе также стабильно превышает общероссийские показатели. Наиболее высокий уровень профессиональной заболеваемости и производственного травматизма наблюдается в слабо механизированных шахтах [1]. Эти факты позволяют выдвинуть следующую гипотезу: техническое перевооружение и технологические улучшения на угольных предприятиях Кемеровской области дадут возможность снизить показатели общей и профессиональной заболеваемости, а также уменьшить травматизм на производстве. Начавшаяся в 1993–1994 гг. полномасштабная реструктуризация угольной отрасли Кузбасса предполагала ввод новых производственных мощностей, оснащение действующих угледобывающих и перерабатывающих предприятий современным оборудованием, создание безопасных условий труда.

Цель исследования заключается в изучении взаимосвязи общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма с условиями труда на разрезах Кемеровской области. Необходимо спрогнозировать динамику этих показателей во взаимосвязи с динамикой технического переоснащения предприятий. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: исследование данных по общей и профессиональной заболеваемости, производственного травматизма горняков УК «Кузбассразрезуголь»; выявление взаимосвязи этих показателей с техническим переоснащением и технологическими сдвигами на предприятии, прогнозирование данных процессов методом экстраполяции.

Для статистического анализа использовались первичные данные по общей заболеваемости в разрезе нозологий, профессиональной заболеваемости, данные об уровне бытового и производственного травматизма Угольной компании «Кузбассразрезуголь», которые формировались на здравпунктах предприятия.

Для ранжирования условий производственной среды на угольных разрезах была использована методика многокритериальной оценки технолого-экономической эффективности угольных разрезов, предложенная уч-

ными Московского государственного горного университета [2]. Исследователи выделили пять групп факторов — геологических (включали 9 характеристик), технологических (13 показателей), экономических (8 критериев), экологических и социальных (6 и 9 показателей соответственно). Затем экспертным путем определили вес каждого показателя и провели комплексное исследование на 67 угольных разрезах России с обобщенной многокритериальной оценкой их деятельности по каждому показателю.

Для выявления взаимосвязи между уровнем общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма с техническим оснащением разрезов использовался корреляционный анализ по Спирмену. Корреляционная связь, являясь частным случаем стохастической связи, представляет собой соотношение среднего значения результирующего признака с признаками-факторами. Несмотря на то, что коэффициент ранговой корреляции Спирмена является менее мощным критерием по сравнению с коэффициентом линейной корреляции, он был выбран, так как коррелируемые данные соответствовали количественному, качественному и порядковому распределениям. Коэффициент корреляции Спирмена рассчитывался по формуле:

$$p_{xy} = \frac{6\sum d^2}{n(n^2-1)} \quad (1)$$

где p_{xy} — коэффициент ранговой корреляции Спирмена; d — разница между рангами; n — число коррелируемых пар.

Для определения устойчивости выявленной динамики был использован метод экстраполяции, основанный на распространении сложившихся тенденций на будущие периоды. Это происходит путем нахождения значений функции за пределами области ее определения с использованием информации о поведении данной функции в некоторых точках, принадлежащих области ее определения.

Характеристика объекта исследования. АО Угольная компания «Кузбассразрезуголь», работающая под управлением Уральской горно-металлургической компании (ООО «УГМК-Холдинг»), является крупнейшим угледобывающим предприятием Кузбасса [3]. В структуру УК «Кузбассразрезуголь» входит шесть разрезов расположенных на территории разных муниципальных образований Кемеровской области (рис. 1).



Рис. 1. Территориальное расположение угольных разрезов АО УК «Кузбассразрезуголь»:

1. «Кедровский угольный разрез» разрабатывает открытым способом Кедровско-Крохалеvское месторождение. Угли, опасные по самовозгоранию, имеют выход летучих веществ в пределах 32–35%, угольная пыль является взрывоопасной, пласты подвержены ударам и внезапным выбросам газа.
2. «Моховский угольный разрез», включающий шахту «Байкаимская». Разрабатываются Егозово-Красноярское, Борисовское, Уропское, Караканское месторождения с применением прогрессивной последовательной открыто-подземной технологии.
3. «Бачатский угольный разрез». По сложности геологического строения, выдержанности и мощности пластов отнесено к месторождениям очень сложного строения, сейсмоопасный.
4. «Краснобродский угольный разрез». Угледобыча ведется на 3-х полях — Краснобродском, Новосергеевском и Вахрушевском. При этом угли Краснобродского месторождения обогащены следующими элементами: Lu, U, Br, As, Ba, Co, Sr, Sb, Ag.
5. «Талдинский угольный разрез» разрабатывает Талдинское, Новоказанское и Ерунаковское месторождения. Угли всех пластов участков имеют выход летучих веществ 35% и более, следовательно, являются опасными по взрываемости угольной пыли.

6. «Калтанский угольный разрез» — месторождения: Алардинское, Чернокалтанское, Тешское. Угли характеризуются повышенным содержанием соединений серы — 0,4% (содержание сульфатной серы в углях обычно не превышает 0,1–0,2%).

Fig. 1. The territorial location of coal mines of «Kuzbassrazrezugol»:

1. «Kedrovskiy coal mine» develops in an open way Kedrovsko-Krokhalevskoe field. Coal, hazardous spontaneous combustion, the volatile matter in the range of 32–35%, coal dust is explosive, seams prone to bumps and sudden outbursts of gas.

2. «Mokhovskiy coal mine» includes a mine «Baikaimsky». Developed Egozovo-Krasnoyarskoe, Borisovskoe, Uropское, Karakanskiy field using advanced serial open and underground technology.

3. «Bachatskiy coal mine» According to the complexity of the geological structure, consistency and thickness of the layers is attributed to the deposits of a very complex structure, seismic.

4. «Krasnobrodskiy coal mine». Coal mining is conducted in 3 fields — from Krasnobrodskiy, Novosergeevskiy and Vakhrushevskiy. At the same time, the coals of the Krasnobrodskiy deposit are enriched with the following elements: Lu, U, Br, As, Ba, Co, Sr, Sb, Ag.

5. «Taldinskiy coal mine» develops Taldinskoe, Novokazanskoe and Erunakovskoe deposits. Coals of all layers of sites have an exit of volatile substances of 35% and more, therefore, are dangerous on explosion of coal dust.

6. «Kaltanskiy coal mine» — field: Alardinskoe, Chernorechenskoe, Teshskoe. Coals are characterized by an increased content of sulfur compounds — 0.4% (the content of sulphate sulfur in coals usually does not exceed 0.1–0.2%).

Многочисленные исследования показали, что на работников, занятых в технологических процессах при ведении горных работ открытым способом, действуют следующие вредные производственные факторы: повышенные уровни шума и вибрации, инфразвук, загрязнение атмосферы угольной пылью и аэрозолями, неблагоприятный режим работы, нарушающий дозо-временные параметры защиты труда. Кроме того, эргономическая модель «машина-человек» на рабочих местах машиниста бульдозера, экскаватора, бурового станка, водителя технологического транспорта несет в себе большой спектр неблагоприятных воздействий [4]. Эти факторы способствуют формированию профессионально-обусловленных хронических неспецифических заболеваний легких, пневмокониозов, простудных заболеваний, нейросенсорной тугоухости, гнойничковых заболеваний кожи, миозитов, невритов различной локализации, радикулопатии. На разрезах, где в воздухе присутствует повышенная концентрация метана и других углеводородов, наблюдаются сдвиги в функции вегетативной нервной системы.

Показатели общей, профессиональной заболеваемости и производственного травматизма по филиалам УК «Кузбассразрезуголь» отражены в табл. 1 и 2.

Ранг угольных разрезов по условиям производственной среды определялся по методике ранжирования, предложенной Резниченко С.С. и соавторами (табл. 3).

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена для пары факторный признак «условия окружающей среды» и результативный признак «общая заболеваемость» составит:

$$p = 1 - \frac{6 \times 26}{5 \times (5^2 - 1)} = -0,3 \quad (2)$$

Корреляция пары факторный признак «условия окружающей среды» и результативный признак «профессиональная заболеваемость» составит:

Таблица 1 / Table 1

Показатели общей заболеваемости (%) работников разрезов УК «Кузбассразрезуголь» в динамике за семь лет
Indicators of general morbidity (%) of employees of sections of «Kuzbassrazrezugol» in the dynamics for seven years

Филиал УК «КРУ»	Год						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кедровский	57,90	51,80	68,70	80,30	83,80	80,20	83,60
Моховский	67,32	68,90	66,10	65,76	67,58	67,11	67,94
Бачатский	74,34	86,19	86,00	90,68	97,47	99,45	89,39
Краснобродский	71,35	74,99	82,52	82,80	86,49	92,23	92,60
Калтанский	80,80	78,40	85,10	93,40	101,00	100,00	98,20

Таблица 2 / Table 2

Показатели профессиональной заболеваемости и производственного травматизма работников разрезов УК «Кузбассразрезуголь» в динамике за семь лет
Indicators of occupational morbidity and occupational injuries of employees of sections of «Kuzbassrazrezugol» in the dynamics for seven years

Разрез	Число случаев:	Единица измерения	Год						
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кедровский	Профессиональных заболеваний	абс.	6	8	6	2	4	3	5
		относ.	29,63	40,24	30,9	10,89	21,72	16,58	27,84
	Производственных травм	абс.	4	5	3	5	3	2	2
		относ.	19,75	25,15	15,45	27,22	16,29	11,06	11,14
Моховский	Профессиональных заболеваний	абс.	3	4	4	1	4	1	3
		относ.	11,74	17,06	17,79	4,677	19,31	4,888	14,66
	Производственных травм	абс.	0	0	2	4	1	1	1
		относ.	0	0	8,893	18,71	4,826	4,888	4,888
Бачатский	Профессиональных заболеваний	абс.	5	8	16	15	15	8	5
		относ.	17,54	27,97	53,82	58,62	52,52	27,71	17,28
	Производственных травм	абс.	0	0	0	2	0	4	0
		относ.	0	0	0	7,816	0	13,86	0
Краснобродский	Профессиональных заболеваний	абс.	6	5	6	8	14	14	11
		относ.	18,83	15,73	18,69	25,96	45,45	45,16	35,69
	Производственных травм	абс.	4	5	3	1	3	2	9
		относ.	12,55	15,73	9,346	3,245	9,74	6,452	29,2
Калтанский	Профессиональных заболеваний	абс.	6	5	5	5	7	7	6
		относ.	45,94	38,28	38,28	37,76	48,18	5,195	40,6
	Производственных травм	абс.	0	0	0	0	2	0	0
		относ.	0	0	0	0	13,76	0	0

$$p = 1 - \frac{6 \times 30}{5 \times (25 - 1)} = -0,3 \quad (3)$$

В обоих случаях связь обратная и достоверная (критические значения по В. У. Урбаху при $n=5$ составляет 0,94).

Прямая связь условий окружающей среды производственного травматизма так же достоверна:

$$p = \frac{6 \times 16}{5 \times (25 - 1)} = 0,2 \quad (4)$$

Определение предполагаемой динамики показателей здоровья и травматизма горняков разрезов под влиянием модернизации производства. В 2011 г. в компании «Кузбассразрезуголь» стартовала пятилетняя стратегическая программа развития, которая предусматривала масштабную модернизацию производства, обновление основных фондов, создание более эффективной производственной цепочки, обеспечивающей высокий уровень безопасности — предупреждение случаев травматизма и снижение рисков возникновения профзаболеваний. Средства, выделенные на эти цели, показаны в табл. 4. Для

обеспечения сравнимости объемов финансирования в динамике за семь лет применялся индекс-дефлятор, установленный [5].

Для прогноза динамики исследуемых показателей на пять периодов вперед был использован метод экстраполяции с построением полиномиальной линии тренда. Исходные данные для анализа отражает табл. 5.

При построении полиномиальной линии тренда для инвестиций использовалась функция:

$$y = 0,8235x^2 - 6,3837x + 19,491. \quad (5)$$

Величина достоверности аппроксимации (R^2):

$$R^2 = 0,7002$$

При построении полиномиальной линии тренда для производственного травматизма использовалась функция:

$$y = -0,1789x^2 + 1,7204x + 4,9829. \quad (6)$$

Величина достоверности аппроксимации (R^2):

$$R^2 = 0,2874.$$

Таблица 3 / Table 3

Ранжирование филиалов УК «Кузбассразрезуголь» по общей, профессиональной заболеваемости, производственному травматизму и условиям внешней среды

Ranking of the branches of «Kuzbassrazrezugol» in general, occupational diseases, industrial injuries and environmental conditions

Разрезы (филиалы) УК «КРУ»	Заболеваемость средняя за 7 лет			Присвоенный ранг				d	d ²	d	d ²	d	d ²
	общая заболеваемость	профессиональ- ная	травмы произ- водственные	общая заболеваемость	профессиональ- ная	травмы произ- водственные	условия внеш- ней среды	общая заболеваемость / среда	проф. заболеваемость / среда	проф. травматизм / среда			
Кедровский	72,33	25,40	18,10	2	2	5	2	0	0	0	0	3	9
Моховский	67,24	12,80	6,03	1	1	3	4	-3	9	-3	9	-1	1
Бачатский	89,07	36,49	3,10	4	5	2	1	3	9	4	16	1	1
Краснобродский	83,28	29,36	12,32	3	3	4	5	-2	4	2	4	-1	1
Калтанский	90,99	36,20	1,97	5	4	1	3	2	4	1	1	-2	4
Σd ² =									26		30		16

Таблица 4 / Table 4

Общие инвестиции УК «Кузбассразрезуголь» в техническое перевооружение разрезов в рамках программы модернизации угольной отрасли в динамике за семь лет

General investments of «Kuzbassrazrezugol» in technical re-equipment of the sections within the framework of the program of modernization of the coal industry in dynamics for seven years

Филиал УК «Кузбассразрезуголь»	Средства, направленные на техническое перевооружение, млрд руб.							Всего за 2011–2017 гг.
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Дефлятор по данным Минэкономразвития РФ	114,7	112,1	101,2	109,4	107,4	116	113,4	
Кедровский	3,12	1,45	2,01	1,52	0,98	3,05	3,21	15,34
Моховский	2,01	1,23	1,95	1,17	0,37	2,14	2,12	10,99
Бачатский	3,21	1,91	2,34	1,21	1,56	2,09	2,94	15,26
Краснобродский	2,97	0,97	1,21	1,01	1,21	1,96	3,07	12,40
Талдинский	2,14	0,85	1,65	1,34	0,85	1,37	1,50	9,70
Калтанский	1,48	0,67	1,26	1,06	1,04	2,01	1,77	9,29
Итого:	14,93	7,08	10,42	7,31	6,01	12,62	14,61	72,98

Таблица 5 / Table 5

Исходные данные для построения прогнозных показателей на пять периодов вперед

Initial data for the construction of forecast indicators for five periods ahead

Показатель	Период						
	1	2	3	4	5	6	7
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Инвестиции, млрд руб.	14,93	7,08	10,42	7,31	6,01	12,62	14,61
Общая заболеваемость, ‰	7,03	7,20	7,77	8,26	8,73	8,78	8,63
Профессиональная заболеваемость, %	24,73	27,86	31,90	27,58	37,43	19,91	27,21
Производственный травматизм, %	6,46	8,18	6,74	11,40	8,92	7,25	9,05

При построении полиномиальной линии тренда для профессиональной заболеваемости использовалась функция:

$$y = -0,6977x^2 + 5,4773x + 20,134. \quad (7)$$

Величина достоверности аппроксимации (R^2):

$$R^2 = 0,2276.$$

При увеличении объемов финансирования модернизации основных фондов угольных разрезов УК «Кузбассразрезуголь» результирующие показатели травматизма горняков снижаются.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке программ модернизации как на угольных предприятиях, так и в других отраслях промышленности, связанных с вредными и опасными условиями производственной среды. Более того, метод дает возможность количественно обозначить прогнозные значения результирующих показателей — взаимосвязь вредных факторов внешней производственной среды с показателями здоровья и производственного травматизма.

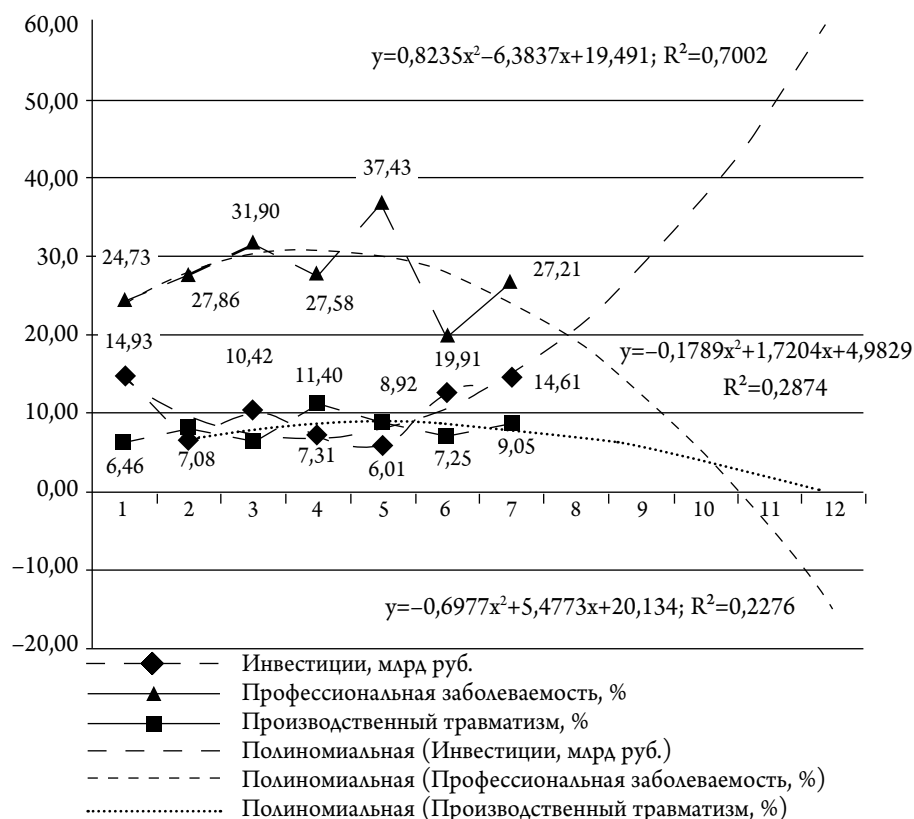


Рис. 2. Результаты прогнозирования изменений заболеваемости и травматизма у работников АО УК «Кузбассразрезуголь» при увеличении финансирования мероприятий по модернизации предприятия

Fig. 2. The results of predicting changes in morbidity and injury among employees of «Kuzbassrazrezugol» with an increase in funding for the modernization of the enterprise

Выводы:

1. Установлена достоверная обратная связь между факторным признаком «вредные условия производственной среды» с результирующими факторами «профессиональная и общая заболеваемость».

2. Увеличение инвестиций в модернизацию производства позволит уменьшить неблагоприятное воздействие на работников условий внешней среды в виде снижения случаев профессиональных заболеваний и количества производственных травм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынов Н. А., Кислицына В. В. Профессиональные заболевания шахтеров (обзор литературы). *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2017; 5 (72): 46–52.
2. Резниченко С.С., Щадов В. М., Багрова Г. И. Оценка технолого-экономической эффективности угольных разрезов. *Горная промышленность*. 2000; 2. Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomicheskoy-effektivnosti-ugolnykh-razrezov/>.
3. Официальный сайт АО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь». Available at: <http://www.kru.ru>.
4. Фомин А.И., Фадеев Ю.А., Анисимов И.М. Исследование этапов формирования профессиональных заболеваний у работников, занятых в технологических процессах при разработке угольных месторождений открытым способом.

Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018; 1: 59–66.

5. Официальный сайт Министерства экономического развития Российской Федерации. Available at: <http://economy.gov.ru/>

REFERENCES

1. Martynov N. A., Kislitsyna V. V. Occupational diseases of miners (literature review). *Health. Medical ecology. Science*. 2017; 5 (72): 46–52.
2. Reznichenko S. S., Shchadov V.M., Bagrov G. I., Assessment of technology and economic efficiency of coal mines. *Mining*. 2000; 2. Available at: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomicheskoy-effektivnosti-ugolnykh-razrezov/>.
3. Official site of Coal company «Kuzbassrazrezugol». Available at: <http://www.kru.ru>
4. Fomin A. I., Fadeev Yu. A., Anisimov I. M. Study of stages of formation of occupational diseases in workers engaged in technological processes in the development of coal deposits by open method. *Bulletin of the scientific center for safety of works in the coal industry*. 2018; 1: 59–66.
5. Official website of the Ministry of economic development of the Russian Federation. Available at: <http://economy.gov.ru/>.

Дата поступления / Received: 16.10.2018

Дата принятия к печати / Accepted: 22.03.2019

Дата публикации / Published: 18.04.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-248-251>

УДК 613.155.3; 613.164

© Коллектив авторов, 2019

Гильденскиольд Р.С.¹, Татянюк Т.К.¹, Гореленкова Н.А.¹, Прокопенко Л.В.², Лагутина А.В.², Почтарева Е.С.²

Обоснование возможности размещения промышленных объектов в пустующих, ранее функционировавших техногенных предприятиях

¹ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, г. Мытищи, Московская обл., Россия, 141014;

²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

К распространенным приемам быстрого ввода в строй малоомощного частного производства следует отнести освоение предпринимателями на основе аренды/выкупа пустующих производственных зданий, ранее функционирующих в составе промышленного объекта, размещенного в сложившемся промышленном районе и представленном или отдельными предприятиями, или комплексным производством различной промышленной направленности, либо предусмотренной реконструкцией уже действующего в конкретной техногенной зоне частного предприятия с наращиванием его мощности. Рассматривается возможность размещения разнопрофильных промышленных предприятий в функционирующем проммузе с обоснованием исключающих вероятность воздействия промышленных выбросов каждого из вновь размещаемых или реконструируемых объектов на качество изготавливаемой для нужд населения продукции.

Технический уровень будущих производств, предусматриваемые меры предупреждения образования и улавливания веществ-загрязнителей воздуха в целом соответствуют современным требованиям обеспечения безопасности предприятий и для работающих, и для населения, оптимизации условий труда.

Ключевые слова: промышленные предприятия по производству лекарственных препаратов; основные и сопутствующие предприятия пищевой отрасли промышленности; размещение; совершенствование технологического процесса; безопасность; качество продукции

Для цитирования: Гильденскиольд Р.С., Татянюк Т.К., Гореленкова Н.А., Прокопенко Л.В., Лагутина А.В., Почтарева Е.С. Обоснование возможности размещения промышленных объектов в пустующих, ранее функционировавших техногенных предприятиях. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 248–251. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-248-251>

Для корреспонденции: Татянюк Татьяна Кирилловна, гл. науч. сотр. отдела оценки риска здоровью населения ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: gorod@fferisman.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Ruslan S. Gildenskyold¹, Tatyana K. Tatyanyuk¹, Natalya A. Gorelenkova¹, Lyudmila V. Prokopenko², Alla V. Lagutina², Elena S. Pochtaryova²

Justification of the possibility of placing industrial facilities in empty, previously operating man-made enterprises

¹Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of Rospotrebnadzor, 2, Semashko str., Mytishchi, Moscow Region, Russia, 141014;

²Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275

The common methods of rapid implementation of commissioning of low-power private production should include the development of entrepreneurs on the basis of lease/purchase of empty industrial buildings, previously operating as part of an industrial facility located in the existing industrial area and represented or individual enterprises, or complex production of various industrial orientation, or provided for the reconstruction of a private enterprise already operating in a particular technogenic zone with an increase in its capacity.

The possibility of placing diversified industrial enterprises in a functioning industrial complex with the justification of excluding the probability of the impact of industrial emissions of each of the newly placed or reconstructed facilities on the quality of products manufactured for the needs of the population is considered.

The technical level of future production, the envisaged measures to prevent the formation and capture of air pollutants in General meet modern requirements for the safety of enterprises and for workers and for the population, the optimization of working conditions.

Key words: industrial enterprise for production of medicines; basic and related businesses food industries; location; process improvement; safety; product quality

For citation: Gildenskyold R.S., Tatyanyuk T.K., Gorelenkova N.A., Prokopenko L.V., Lagutina A.V., Pochtaryova E.S. Justification of the possibility of placing industrial facilities in empty, previously operating man-made enterprises. *Med. truda i prom ekol.* 2019. 59 (4): 248–251. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-248-251>

For correspondence: Tatiana K. Tatanuk, chief researcher of Department of public health risk assessment of Federal Research Center of hygiene» named after F.F. Erisman, Dr. of Sci. (Med.), professor. E-mail: gorod@fferisman.ru

Funding: The study had no funding.

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

Значимой стратегией реализации ускоренного роста экономического потенциала страны наряду с разработкой и внедрением технологически передовых решений в промышленность, техническим перевооружением действующих производств, повышением производительности труда, позитивного соперничества на конкурентной основе и пр. является формирование условий для создания разнoproфильных предприятий малого и среднего бизнеса.

К распространенным приемам быстрого осуществления ввода в строй маломощного частного производства следует отнести освоение предпринимателями на основе аренды/выкупа пустующих производственных зданий, ранее функционирующих в составе промышленного объекта, размещенного в сложившемся промышленном районе и представленном или отдельными предприятиями, или комплексным производством различной промышленной направленности, либо предусмотренной реконструкцией уже действующего в конкретной техногенной зоне частного предприятия с наращиванием его мощности.

Подобные решения с санитарно-гигиенической точки зрения, учитывая обязательность соблюдения действующих в Российской Федерации санитарно-эпидемиологических требований, далеко не всегда могут расцениваться только позитивно.

Федеральным законодательством эколого-гигиенической направленности [1–4] и в соответствии со строгой нормативно-методической базой [5–10] в целях обеспечения комфортности и безопасности проживания населения вблизи сложившихся промрайонов и сохранения здоровья жителей установлена необходимость создания специальных защитных территорий — санитарно-защитных зон определенной протяженности по принятой санитарной классификации предприятий и иных объектов, направленных на ослабление за счет процессов диффузии в свободной атмосфере возможного негативного влияния промышленного загрязненного атмосферного воздуха на среду обитания.

В этой связи размещение разнoproфильных производств с не всегда достаточно обоснованной их характеристикой как вероятных источников техногенного аэровоздействия в конкретно функционирующем промзале может неоднозначно повлиять на уже сложившийся баланс взаимозависимых показателей промышленного загрязнения окружающей воздушной среды и достаточности ранее установленных размеров санитарно-защитных зон промзала.

Не менее значимо при подобных приемах перепрофилирования обеспечение надежных условий, исключающих вероятность взаимовоздействия промышленных выбросов каждого из вновь размещаемых или реконструируемых объектов на работающий персонал соответствующих производств и на качество изготавливаемой для нужд населения продукции.

Именно этим обусловлено справедливое в гигиеническом отношении повторяемое во всех измененных в различные годы редакциях основного нормативного документа функционального зонирования территории положений о строгом запрете размещения в санитарно-защитной зоне или непосредственно на промышленной территории предприятий по производству лекарственных препаратов, складов сырья и полупродуктов для фармацевтических производств, основных и сопутствующих предприятий пищевой отрасли промышленности — п. 5.2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 (новая редакция с дополнениями и изменениями №1–4).

Вместе с тем, следует подчеркнуть, что все вопросы разработки и становления в России четкой, основанной на

серьезной доказательной базе системы территориальной защиты граждан от вероятного неблагоприятного воздействия на здоровье населения и среду обитания техногенных выбросов отдельного предприятия или практически любого промышленного района в реальной действительности свидетельствует о постоянно происходящем динамичном совершенствовании основных положений и требований нормативной санитарно-гигиенической системы, обусловленных рядом объективных причин:

- непрерывно происходящими технологическими, техническими и иными преобразованиями поступательного эволюционного планетарного развития;
- совершенствованием и внедрением в производство высокоэффективных методов подавления образования и пылегазоулавливания техногенных выбросов вредных загрязняющих веществ в атмосферу комплекса мероприятий по уменьшению интенсивности генерируемого предприятиями негативного физического воздействия на среду обитания (шум и др.);
- развитием математического моделирования и надежного прогнозирования ожидаемого уровня промышленного прессинга аэровыброса будущего производства на окружающую среду при проектировании;
- обоснованной долгосрочным жизненным периодом прогнозной оценкой риска для здоровья населения, проживающего на прилегающих к промышленной зоне селитебных территориях;
- организацией постоянно или периодически функционирующей сети лабораторных наблюдений за санитарным состоянием воздушной среды — гаранта стабильного поддержания гигиенически приемлемого уровня промышленно обусловленного химического или физического (шум) загрязнения на границе существующей жилой застройки.

Опыт экспертного анализа проектной документации соответствующей направленности особенно в случаях осуществления взаимодействия авторского коллектива разработчиков со специалистами гигиенической науки на самых ранних этапах проработки объективно доказывает возможность отступления от некоторых нормативно требуемых критериев.

Наиболее часто это связано с аргументированным пересмотром и сокращением размера требуемой по санитарной классификации предприятий санитарно-защитной зоны, обоснованной пофакторной оценкой вышеперечисленных причин, осуществляемых на производстве по проекту технологических позитивных преобразований.

Не менее важно отметить и то, что последующие контрольные систематические измерения остаточного содержания вредных загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы в реперных точках выполняемые в соответствии с предписаниями утвержденного проекта уже функционирующего производства в целом свидетельствуют о соблюдении ранее прогнозируемого уровня санитарного состояния воздушной среды на прилегающей территории.

Примерами такого творческого сотрудничества можно привести в кратком изложении материалы двух проектных разработок, в основу которых положен идентичный подход достижения позитивного гигиенически обоснованного решения по проектам обоснования расчетной санитарно-защитной зоны проектируемого объекта по производству субстанций и для предприятия по производству продуктов питания.

Связующим звеном к проведению оценочной гигиенической характеристики материалов по размещению вышеуказанных объектов является то, что малотоннажное

(2000 т/год) производство лекарственных препаратов с применением новых технологических процессов активной фармацевтической субстанции (АФС) и реконструируемое предприятие по производству продуктов питания с годовым выпуском сухих завтраков, снеков — до 912 тонн и расфасовки чая — до 3000 т/год с набором соответствующих сопутствующих промучастков, обеспечивающих штатные условия деятельности этих производств, располагаются в сложившихся промышленных и коммунально-складских зонах.

Комплексная оценка проектной документации на предмет объективного доказательства достаточности рекомендуемых разработчиками размеров санитарно-защитных зон переменной румбовой протяженности для каждого из них с учетом комплекса факторов, формирующих объект как будущий источник промзагрязнения атмосферы, установленного соответствия нормативным требованиям и достаточности проработки анализируемой первичной исходной информации (характеристика предприятий как источника негативного воздействия на окружающую среду, моделирование рассеивания ожидаемого техногенного загрязнения атмосферы промышленными выбросами и распространения вероятного физического (шум) воздействия источниками его генерации при установленных невысоких в сопоставлении с ПДК и ПДУ значениях) подтвердила соответствие санитарно-эпидемиологическим нормативам и правилам.

Технический уровень будущих производств, предусматриваемые меры предупреждения образования и улавливания веществ-загрязнителей воздуха соответствуют современным требованиям обеспечения безопасности предприятий и для работающих, и для населения, оптимизации условий труда.

Проектом размещения многостадийного фармацевтического производства поэтапного получения водорастворимой лекарственной субстанции (подготовка сырья и хранение ЛВЖ, участок тонкого органического синтеза, помещение приготовления полупродукта, участок очистки и выделения АФС, сушки и фасовки АФС с последующей фасовкой, упаковкой и маркировкой готового продукта) установлен ожидаемый суммарный объем (0,3247 т/год) и состав выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ (16 наименований) от стационарных и передвижных источников с учетом предусмотренных мероприятий по защите населения от воздействия выбросов вредных химических примесей.

В перечень вредных веществ техногенного выброса, относящихся к I, II, и III классам опасности входят: бенз(а)пирен, водород хлористый, формальдегид, оксид и диоксид азота, углерод (сажа), диоксид серы в основном в жидкой и газообразной субстанции.

Предусмотренная проектом реконструкция предприятия по изготовлению продуктов питания и включением нового строительства представлена отдельно стоящим производственным зданием с расположенными в нем складскими помещениями различного назначения, мастерскими, помещениями хранения, дозирования и смешения сырья, цеха фасовки чая, складами оптовой продукции снеков и чая, паро-водогрейной котельной, сварочным постом. Производственная зона по изготовлению сухих завтраков и снеков состоит из зоны хранения и подготовки сырья, производственного участка, участка фасовки и склада готовой продукции.

Суммарное химическое воздействие на атмосферный воздух при вводе в эксплуатацию указанного производства

составит 73,3 т/год от 18 источников, выбрасывающих 25 наименований загрязняющих атмосферу веществ за счет дымовых труб котельной от водогрейных и паровых котлов, работающих на природном газе, движения автотранспорта, подземного хранилища дизельного топлива (NO_2 , NO , CO , H_2S , углеводороды предельные C_{12} – C_{19} , сажа, бензин нефтяной). К веществам, относящимся к I и II классам опасности по фактору воздействия на здоровье человека, относятся хром шестивалентный, бенз(а)пирен, бензол, серная кислота, марганец и его соединения, фтористый водород, фенол.

При этом часть доказательной проектной документации обеспечения 100% чистоты и качества выпускаемой продукции (лекарственного препарата, продуктов питания) произведенного на территории постоянно находящейся в атмосфере невысокого техногенного загрязнения воздушной среды при категоричности соблюдения положения п. 5.2 нормативного документа [5] нуждалась в существенной доработке, в процессе которой было показано, что только аргументированное изложение на современном уровне комплексного решения главной задачи — достижение максимальной изоляции основных производственных помещений, непосредственно зоны существования технологических операций от прямого контакта с внешней воздушной средой в представленных на согласование проектных материалах может объективно положительно повлиять на принимаемые органами санитарного надзора решения.

В существенно доработанной редакции по обоим проектам общий перечень разноплановых мероприятий по обеспечению надежной защиты производимых продуктов фармацевтической и пищевой промышленности последовательно на всех стадиях технологического процесса, в производственных зонах от внешнего (и собственно создаваемого) негативного воздействия с четким описанием их целесообразности включает:

- В технологических линиях основных производств — транспортирование сырья, вспомогательных материалов, полупродуктов и пр. в герметичных контейнерах; автоматизация процессов их приема, хранения и подачи в рабочую зону, пневмодоставка сырья и некоторых промежуточных продуктов с обеспечением высокоэффективной очистки запыленного воздуха — до 98% в рукавных фильтрах, устанавливаемых в пневмосетях. Все операции загрузки и выгрузки ведутся при работе местных отсосов. Для сокращения выделения паров в производстве органических растительных используются обратные холодильники, низкотемпературные вакуумные ловушки, роторный испаритель Buchi R-220SE.

- В установках приточных вентиляционных систем, обслуживающих так называемые «чистые» зоны, предусмотрена сорбционная очистка приточного воздуха в карманных фильтрах класса G4, F5 и G4F7 с эффективностью улавливания 80–90%, современными системами фильтрации — HEPA H13, H14 и ULPA, I15, I16, I17 со степенью очистки 99,95–99,99% и создание небольшого избыточного давления (подпора воздуха).

Выборочно при объективно установленной целесообразности подвергается очистке и удаляемый воздух из некоторых рабочих помещений.

- Планировочно-организационные меры предотвращения вероятности перекрестной контаминации достигаются разъединенной компоновкой расположения вентиляционных воздуховодов, изолированностью производственных помещений, организацией тамбурно-шлюзовой системы сообщения с автоматическим открыванием и закрыванием дверей и соответствующей экипировкой работающего

персонала, проведением плановой санитарной обработкой и дезинфекцией оборудования и аппаратуры, внедрением на предприятии системы качества ИСО 9001–1400 и пр.

- Создание сети инструментального постоянного измерения концентраций вредных веществ, содержащихся в воздухе каждого производственного помещения, с помощью стационарных газоанализаторов непрерывной регистрации типа «КОЛИОН-1В-ОЗС», «ЭССА» и др., результаты которых будут оперативно, объективно характеризовать реальное санитарное состояние воздуха рабочего помещения в штатном режиме производственного процесса.

Согласованная соответствующими региональными службами Роспотребнадзора РФ проектная документация уже реализуется новым строительством и реконструкцией этих производств.

Заключение. Следует считать безусловно важным принятое Постановление Правительства Российской Федерации от 03.03.2018 г. №222 «Об утверждении правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон» [11], в п. 5.б которого в целом подтверждено положение о недопущении размещения объектов для производства и хранения лекарственных средств, продуктов питания, оптовых складов продовольственного сырья, комплексов водопроводных сооружений и пр. в рассмотренных сложившихся территориальных ситуациях с включением дополнения — «если химическое, физическое (или) биологическое воздействие объекта, в отношении которого установлена санитарно-защитная зона, приведет к нарушению качества и безопасности таких средств, сырья, воды и продукции в соответствии с установленными к ним требованиями».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон №52-ФЗ от 30.03.99 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (в ред. №342-ФЗ от 03.08.2018 г.).
2. Федеральный закон №7-ФЗ от 10.01.02 г. «Об охране окружающей среды» (в ред. №252-ФЗ от 29.07.2018 г.).
3. Федеральный закон № 96-ФЗ от 4.05.1999 г. «Об охране атмосферного воздуха» (в ред. №422-ФЗ от 28.12.2017 г. и №252-ФЗ от 29.07.2018 г.).
4. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 г. N 190-ФЗ (в ред. №312-ФЗ №321-ФЗ, №330-ФЗ, №340–342-ФЗ от 03.08.2018 г.).
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (ред. 2008 с изменениями и дополнениями № 1–4).
6. СанПиН 2.1.6.1032–01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест» МЗ России, 2001 г.
7. СП 2.2.1.1312–03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий».
8. Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека №01/6969–15–32

от 18.06.2015 г. «О рассмотрении проектных материалов по обоснованию окончательных санитарно-защитных зон».

9. Приказ Роспотребнадзора № 224 от 19 июля 2007 г. «О санитарно-эпидемиологических экспертизах, обследованиях, исследованиях, испытаниях и токсикологических, гигиенических и иных видах оценок» (в ред. Приказов Роспотребнадзора №813 от 22.07.2016 г. и №208 от 04.04.2017 г., №1117 от 01.12.2017 г.).

10. СП 51.13330.2011 «Защита от шума» (актуализированная редакция СНиП 23–03–2003 «Защита от шума»).

11. Постановление Правительства Российской Федерации от 03.03.2018 г. №222 «Об утверждении правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон» (в ред. Постановления Правительства РФ от 31.05.2018 №635).

REFERENCES

1. Federal Law No. 52-FZ of March 30, 1999 «On the Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population» (as amended by No. 342-FZ of August 3, 2018).
2. Federal Law No. 7-FZ of January 10, 2002 on the Protection of the Environment (as amended by No. 252-FZ of July 29, 2017);
3. Federal Law No. 96-FZ of May 4, 1999 «On the Protection of Atmospheric Air» (as amended by No. 422-FZ of December 28, 2017 and No. 252-FZ of July 29, 2018).
4. Town Planning Code of the Russian Federation of December 29, 2004 No. 190-FZ (as amended by No. 312-FZ No. 321-FZ, No. 330-FZ, No. 340–342-FZ as of 03.08.2018).
5. SanPiN 2.2.1 / 2.1.1.1200–03. Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, structures and other objects (edition 2008 with amendments and additions No. 1–4).
6. SanPiN 2.1.6.1032–01 «Hygienic requirements for ensuring the quality of atmospheric air in populated areas» of the Ministry of Health of Russia, 2001.
7. SP 2.2.1.1312–03 «Hygienic requirements for the design of newly built and reconstructed industrial enterprises».
8. Letter of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare No. 01 / 6969–15–32 of 06/18/2015, «On the consideration of project materials to justify the final sanitary protection zones».
9. Order of Rospotrebnadzor No. 224 dated July 19, 2007 «On sanitary-epidemiological examinations, surveys, studies, tests and toxicological, hygienic and other types of assessments» (as amended by Orders of Rospotrebnadzor No. 813 of July 22, 2016 and No. 208 dated 04.04.2017, No. 1117 dated 01.12.2017).
10. SP 51.13330.2011 «Protection against noise» (updated edition of SNiP 23–03–2003 «Protection against noise»).
11. Decree of the Government of the Russian Federation of 03.03.2018 No. 222 «On approval of the rules for the establishment of sanitary protection zones and the use of land located within the boundaries of sanitary protection zones».

Дата поступления / Received: 04.02.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 28.02.2019

Дата публикации / Published: 18.04.2019

Коррекционно-восстановительные средства повышения профессиональной надежности и профилактики перенапряжения работников

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

Повышение профессиональной надежности и разработка средств профилактики перенапряжения работников нервно-напряженного труда, включая машинистов локомотивов, является важной проблемой физиологии труда.

На основе комплексных психофизиологических исследований обоснованы меры коррекционно-восстановительного характера для повышения надежности работников умственно-напряженного труда в зависимости от степени вредности факторов трудового процесса.

Использован комплекс психофизиологических методов исследования, включающий профессиографический анализ трудовой деятельности. Физиологические исследования функционального напряжения организма включают оценку характеристик состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Субъективная оценка состояния и силы мотива проводилась по тесту «Самочувствие, активность, настроение» (САН). Объектами исследований служили работники различных профессиональных групп. Выделены 3 группы работников локомотивных бригад: «ненадежные», «условно надежные», «надежные». Возрастной состав обследуемых лиц — 30–50 лет, стаж — 5–15 лет (всего обследовано около 500 человек). Полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики.

Представлены результаты проверки эффективности комплекса психолого-педагогических и психотерапевтических средств повышения надежности работников локомотивных бригад. Для профилактики перенапряжения предложены и апробированы различные режимы труда и отдыха и средства коррекции функционального состояния работников нервно-эмоционального умственного труда.

Проведено изучение эффективности коррекционно-восстановительных средств повышения надежности работников железнодорожного транспорта, что позволило достичь улучшения показателей функциональной, личностной и профессиональной надежности работников локомотивных бригад.

Разработанные мероприятия, направленные на предупреждение развития перенапряжения у работников нервно-эмоционального умственного труда существенно понижают «физиологическую стоимость» работы, которая проявляется отсутствием нарастания степени напряжения систем организма и более поздним развитием состояния утомления.

Ключевые слова: коррекция; надежность; профилактика; перенапряжение; нервно-эмоциональный труд

Для цитирования: Сериков В.В., Юшкова О.И., Капустина А.В., Ониани Х.Т. Коррекционно-восстановительные средства повышения профессиональной надежности и профилактики перенапряжения работников. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (4): 252–256. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-252-256>

Для корреспонденции: Сериков Василий Васильевич, зав. лаб. физиологии труда и профилактической эргономики ФГБНУ «НИИ МТ». E-mail: vasiliy_serikov@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Vasiliy V. Serikov, Olga I. Yushkova, Angelina V. Kapustina, Svetlana A. Kalinina, Khristina T. Oniani

Corrective and restorative means to improve job performance and prevention of over-voltage workers

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave, Moscow, Russia, 105275

Improvement of professional reliability and development of means of prevention of overstrain of workers of nervous and stressful work, including locomotive drivers, is an important problem of physiology of work.

On the basis of complex researches of reasonable measures of corrective and restorative nature to improve the reliability of knowledge workers is hard work depending on the degree of hazard factors of the labor process.

A complex of psychophysiological research methods was used, including a professional graphic analysis of labour activities. Physiological studies of the functional stress of the body include an assessment of the characteristics of the Central nervous and cardiovascular systems. Subjective assessment of the state and strength of the motive was carried out on the test «Health, activity, mood» (SAN). The objects of research were employees of various professional groups. 3 groups of workers of locomotive crews are allocated: «unreliable», «conditionally reliable», «reliable». The age structure of the examined persons is 30–50 years, the experience is 5–15 years (about 500 people were examined in total). The results were processed by methods of variation statistics.

The results of testing the effectiveness of the complex of psychological, pedagogical and psychotherapeutic tools to improve the reliability of employees of locomotive crews are presented. For the prevention of overstrain, various modes of work and rest and means of correction of the functional state of workers of neuro-emotional mental work are proposed and tested.

The study of the effectiveness of corrective-restorative means of improving the reliability of railway workers, which allowed to achieve improvements in the performance of functional, personal and professional reliability of workers of locomotive crews. The developed measures aimed at preventing the development of overstrain in employees of neuro-emotional mental work significantly reduce the «physiological cost» of work, which is manifested by the lack of increase in the degree of tension of the body systems and the later development of fatigue.

Key words: *correction; reliability; prevention; overstrain; neuro-emotional work*

For citation: Serikov V.V., Yushkova O.I., Kapustin V.A., Oniani H.T. Corrective and restorative means to improve job performance and prevention of surge employees. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 59 (4): 252–256. [http://dx. doi. org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-252-256](http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-252-256)

For correspondence: Vasily V. Serikov, head of physiology and preventive ergonomics labor of Izmerov Research Institute of Occupational Health. E-mail: vasily_serikov@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Изучение профессиональной надежности и разработка средств ее повышения для сохранения профессионального здоровья и обеспечения эффективности деятельности работников нервно-напряженного труда — важная проблема физиологии труда. При этом надежность рассматривается не только как свойство любой живой саморегулирующейся системы, опосредующее ее устойчивость к условиям внешней среды, но и как динамическое образование, как результат взаимодействия в системе «человек — среда» [1,2].

Для разработки комплекса коррекционно-восстановительных средств повышения надежности целесообразно обозначить ее функциональные уровни (психологический и физиологический), необходимо использовать положение о существовании взаимосвязи показателей функционального состояния, личностных особенностей и факторов нервно-эмоциональной напряженности труда (НТ) [3,4].

Чрезмерные нервно-эмоциональные нагрузки и сменный режим работы, при которых выполнение служебных задач связано с ответственностью за жизнь других людей и с риском для собственной жизни, а также выраженные сенсорные и интеллектуальные нагрузки, работа в состоянии дефицита времени, необходимость восприятия и обработки большого объема информации характерны для работников локомотивных бригад железнодорожного транспорта.

По мнению исследователей, одними из центральных компонентов профессиональной надежности операторов являются состояние осознанности, ответственности, уверенность в своих силах, мотивация достижения, навыки саморегуляции. Поэтому осознанная саморегуляция становится средством управления функциональными состояниями [4,5].

Исследованиями показано, что длительное воздействие трудовых факторов, обуславливающих напряженность трудового процесса, вызывает формирование неблагоприятных функциональных состояний, таких как переутомление и перенапряжение, которые могут являться факторами риска развития патологических нарушений [6–8, 9–11].

Целью работы явилось обоснование на основе комплексных психофизиологических исследований меры коррекционно-восстановительного характера для повышения надежности работников умственно-напряженного труда в зависимости от степени вредности факторов трудового процесса для предупреждения развития перенапряжения и производственно-обусловленной патологии.

Для решения поставленных задач использован комплекс психофизиологических методов исследования, включающий анализ трудовой деятельности и физиологическую оценку функционального состояния [12].

На основе анализа факторов, влияющих на изменения уровня профессиональной надежности машинистов железнодорожного транспорта, определен следующий алгоритм комплексного коррекционного воздействия: 1) включение элементов психологической подготовки в обучение; 2) коррекцию психоэмоционального состояния; 3) формирование положительной мотивации на качественное выполнение профессиональных обязанностей; 4) формирование позитивного сенсорного образа профессиональной деятельности; 5) восстановление функционального состояния организма методами, включающими оптимизацию труда и оздоровительные средства.

Исследование проверки эффективности комплекса коррекционно-восстановительных средств повышения надежности работников локомотивных бригад осуществлялось в условиях эксперимента. По результатам проведенного исследования типов надежности были выделены 3 группы машинистов с разной степенью профессиональной надежности: 31% работников локомотивных бригад были отнесены к группе «ненадежные», 51,6% выборки — «условно надежные» и 17,4% работников локомотивных бригад — «надежные».

Для сравнения эффективности мер воздействия были сформированы группы работников локомотивных бригад (экспериментальная и контрольная) с учетом степени надежности, уравниваемые по составу (71–72 работника в каждой группе относились к условно надежным, 43 были ненадежными). Разработан и апробирован трехмесячный комплекс средств повышения надежности (длительностью 1–2 часа, с частотой один раз в неделю), включающий лекции, консультации, индивидуальные и групповые тренинги. Функциональная надежность определялась по показателям центральной нервной системы (ЦНС) общепринятыми методами исследований, личностная — с помощью теста Кэттелла, опросника Лири, готовности к экстремному действию (ГЭД) [13].

Физиологические исследования функционального напряжения организма были направлены на оценку характеристик состояния ЦНС и сердечно-сосудистой системы (ССС). Субъективная оценка состояния и силы мотива проводилась по тесту «Самочувствие, активность, настроение» (САН). Для профилактики перенапряжения проведена апробация различных профилактических мероприятий, включающих оптимизацию труда (режим труда и отдыха) и оздоровительные средства по коррекции функционального состояния (физические упражнения, аутотренинг (АТ) в количестве 5, 10 сеансов). Объектами исследований служили работники различных профессиональных групп. Воз-

растной состав обследуемых лиц — 30–50 лет, стаж 5–15 лет (всего обследовано около 500 человек).

Полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики с использованием критерия Манна-Уитни, непараметрического Т-критерия Вилкоксона, критерия «t» Стьюдента при условии 95% достоверности различий средних величин, дисперсионного анализа.

На основании изучения характера профессиональной деятельности работников умственного труда, ретроспективного анализа с учетом Р 2.2.2006–05 были сформированы профессиональные группы в зависимости от степени вредности и опасности показателей напряженности трудового процесса (НТ). При этом к наиболее высокой степени НТ (3 класс 3 степени) были отнесены работники локомотивных бригад железнодорожного транспорта (машинисты, помощники машинистов).

По данным анкетного опроса оценивалась частота психосоциальных факторов, обуславливающих стресс на работе. Наблюдалось с увеличением степени напряженности труда нарастание процента лиц, предъявляющих жалобы на рабочий стресс. Стрессовые ситуации возникали еженедельно, несколько раз в неделю в 28,6% у тренеров-педагогов класс (3.1), в 38,4% — у горных инженеров (класс 3.2), в 56,2% случаев — у инженерно-технических работников (класс 3.3), то есть наибольшая частота развития стрессовых ситуаций соответствовала более высокому классу вредности, определяемому по показателям напряженности труда.

Исследование особенностей функционального состояния лиц с различным уровнем производственной нагрузки позволило выявить снижение уровня активности физиологических функций в пределах допустимых величин у лиц 2-го класса (в диапазоне от 1,0 до 10,8%) [14].

Физиологические особенности формирования функционального состояния при умственном труде зависят от характера ведущих нервно-эмоциональных нагрузок, составляющих понятие «напряженность труда». При ведущих эмоциональных нагрузках наблюдается формирование рабочего напряжения 1-й или 2-й стадии и перенапряжения, которые характеризуются определенными количественными значениями интегральной балльной оценки: 0,38 балла при 2-м допустимом классе, 0,46 балла — при классе 3.1, и 0,59 и 0,64 балла соответственно при классах 3.2; 3.3 [15].

Проведенные психофизиологические исследования позволили установить, что у работников нервно-напря-

женного труда с выраженным компонентом межличностного общения (прокуроры, работники обеспечения правопорядка, преподаватели различного профиля) в напряженные периоды работы отмечались нарушения регуляции сердечной деятельности (смещение интервала S — Т ниже изолинии, расщепление зубца Т, появление желудочковых экстрасистол после двух нормальных циклов). Психологические исследования в профессиональных группах с высокой нервно-эмоциональной напряженностью труда выявили повышение личностной и ситуативной тревожности. Таким образом, нервно-психическое перенапряжение предопределяет формирование невротических расстройств, гипертонической болезни, ишемической болезни сердца

У работников типа «ненадежные» сравнительный анализ результатов до и после проведения комплекса коррекционно-восстановительных средств по показателям функциональной и личностной надежности выявил у работников слабые сдвиги (по критерию Вилкоксона и Манна-Уитни на уровне $p < 0,05$).

У работников локомотивных бригад типа «условно надежные» после проведения коррекционных мероприятий установлены достоверные различия по сравнению с фоном (по критерию Вилкоксона) в показателях функциональной надежности. При этом улучшаются показатели функционального состояния: возрастает скорость сложной и простой зрительно-моторной реакции, реакции на движущийся объект (посредством снижения количества ошибочных действий), отмечается улучшение настроения, самочувствия.

Анализ результатов личностной надежности выявил, что после проведения коррекционных средств у работников локомотивных бригад экспериментальной группы типа «условно надежные» существенно повышаются показатели эмоциональной устойчивости, стресс-устойчивости, готовности к экстренному действию.

Установлено также, что в профиле личности, полученном на основе методики Кэттелла, у работников локомотивных бригад типа «условно надежные» после проведения коррекционных средств, отмечаются: 1) большая выраженность коммуникативных и регуляторных свойств; 2) нивелирование выраженности подчиняемого типа отношения к окружающим; 3) повышение показателей интернальности (уровня субъективного контроля) работников локомотивных бригад (особенно показателей общей интер-

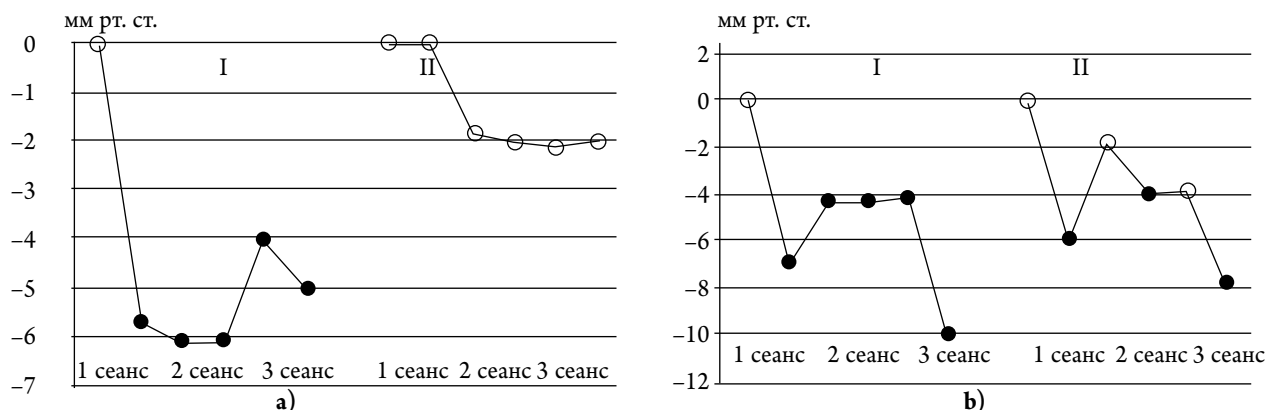


Рисунок. Изменение диастолического (а) и систолического (б) артериального давления у работников профессиональных групп с классом напряженности труда 1(І) и 3.2 (ІІ) в динамике воздействия 5 сеансов АТ

Figure. Changes in diastolic (a) and systolic (b) blood pressure in employees of occupational groups with a class of labor intensity 1(I) and 3.2 (II) in the dynamics of exposure to 5 sessions of autotraining

нальности и интернальности в области производственных и межличностных отношений).

Полученные результаты оценки значимости различий в показателях функциональной и личностной надежности свидетельствуют о выраженном влиянии экспериментального воздействия (комплекса коррекционно-восстановительных средств) на общую надежность, по данным дисперсионного анализа. Иными словами, подтверждается правомерность принятия выдвинутой рабочей гипотезы об эффективности разработанных коррекционных мероприятий для повышения личностной и функциональной надежности работников локомотивных бригад.

Анализ функционального состояния человека в производственных условиях с учетом степени напряженности труда позволяет обосновать дифференцированный подход оптимизации труда и коррекции функционального состояния [16,17]. Психофизиологическое обоснование рациональных режимов труда и отдыха связано с использованием принципа «защиты временем» [18]. Длительность восстановительного периода зависит в первую очередь от степени напряженности труда (2 класс — 10–20 мин.; 3 класс 1 степень — 30 — 35; 3.2 — 45–60; 3.3–60–90) и их конкретное количество перерывов в первой и второй половине рабочего дня возрастает при увеличении класса вредности по показателям НТ: 2 класс — от 2 до 3; 3.1 — 2–4; 3.2–3–6; 3.3 — 4–6. Кроме того, регламентированные перерывы при разном виде труда должны наполняться различными методами коррекции функционального состояния (психокоррекцией, физическими упражнениями др.).

При воздействии различных методов коррекции функционального состояния установлено, что АТ является эффективным методом коррекции состояния сердечно-сосудистой системы: у всех профессиональных групп, независимо от уровня напряженности труда, наблюдалось снижение уровня систолического и диастолического артериального давления, т. е. имел место гипотензивный эффект (рисунок).

С целью снижения нервно-эмоционального напряжения и перенапряжения во время регламентированных перерывов и микропауз при занятиях восстановительно-профилактической направленности после работы целесообразно выполнять комплексы физических упражнений. Как было показано в эксперименте у работников нервно-эмоционального умственного труда, суммарное время за неделю общей двигательной активности для работников умственного труда класса 3 должно составлять 8–9 часов.

Оценка эффективности экспериментального режима показала, что увеличение двигательной активности у работников с использованием ритмической гимнастики и оздоровительного бега в сочетании с общеразвивающими упражнениями обеспечивает поддержание достаточного уровня физической подготовленности и функционального состояния организма. Для комплексной профилактики профессиональной патологии, укрепления здоровья работающих целесообразно создание Центров восстановления работоспособности (ЦВР).

Результаты сравнительного анализа показателей профессиональной надежности работников локомотивных бригад выявили значительное уменьшение количества ошибок ($p \leq 0,05$) в поездной деятельности условно надежных работников, прошедших курс коррекционно-восстановительных мероприятий. При этом снижалось количество незначительных ошибок на 29%, существенных — на 15%, опасных — на 24%.

Установлено, что у работников локомотивных бригад, прошедших курс восстановительных (коррекционных) ме-

роприятий, уменьшилось количество отстранений на предрейсовых медицинских осмотрах на 8%.

Выводы:

1. Установлено, что повышение психологической надежности работников локомотивных бригад обеспечивает формирование необходимого комплекса регуляторных психических реакций личности, адекватных требованиям деятельности в трудовых условиях. Комплексное применение психокоррекции (психолого-педагогического и психотерапевтического воздействий) позволило достичь повышения показателей функциональной, личностной и профессиональной надежности работников локомотивных бригад.

2. Показано, что работники, отнесенные к типу «ненадежные», оказались слабо восприимчивы к воздействию комплекса коррекционно-восстановительных мероприятий. Работники, отнесенные к типу «условно надежные» проявили достоверные положительные сдвиги под влиянием комплекса восстановительных мероприятий по показателям эмоциональной устойчивости, общительности, самоконтроля, ГЭД.

3. У работников нервно-эмоциональной умственной деятельности выявлено наличие состояния напряжения и перенапряжения организма, которые прямо пропорционально соответствовали величинам трудовых нагрузок. Это явилось основанием для разработки профилактических мероприятий, которые носили организационно-технологический характер (режимы труда и отдыха и др.) и меры по коррекции функционального состояния работников (аутотренинг, физические упражнения и др.).

4. Предложен разработанный и апробированный комплекс физкультурно-оздоровительных мероприятий, предусматривающий общий объем занятий 8–9 часов в неделю. Показано, что проведение различных мероприятий по коррекции функционального состояния организма работников существенно понижает «физиологическую стоимость», которая проявляется отсутствием нарастания степени напряжения систем организма и более поздним развитием состояния утомления в динамике рабочего дня, что позволило уменьшить количество отстранений на предрейсовых медицинских осмотрах на 8%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина; 1979.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в доназологическую диагностику. М.: Фирма «Слово»; 2008.
3. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы. М.: Наука; 1980.
4. Котик М.А. Психология и безопасность. Таллин: Валгус; 1981.
5. Леонова А.Б., Медведев В.И. Функциональные состояния человека в трудовой деятельности. М.: МГУ; 1981.
6. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность: Пособие для последиplomной подготовки врачей. М.: Медицина; 2002.
7. Измеров Н.Ф., Матюхин В.В., Юшкова О.И. Стресс на работе. Безопасность и медицина труда. 2001; 3: 32–7.
8. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А., Матюхин В.В. Роль и задачи физиологии труда в стратегии охраны здоровья работающего населения на современном этапе. Успехи и перспективы физиологии труда в третьем тысячелетии: Мат. конф. М.; 2001.
9. Матюхин В.В. Умственная работоспособность с позиций теории о функциональных системах (обзор литературы). Мед. труда и пром. экол. 1993; 3–4: 28–30.

10. Матюхин В.В., Бухтияров И.В., Юшкова О.И., Шардакова Э.Ф. и др. Роль физиологии труда в сохранении работоспособности и здоровья у работников различных видов трудовой деятельности. Достижения и перспективы развития. *Мед. труда и пром. экол.* 2013; 6: 19–24.
11. Матюхин В.В., Юшкова О.И., Порошенко А.С. и др. Профилактика нервно-эмоционального перенапряжения при умственном труде. *Казанский Медицинский журнал.* 2009; 4: 521–5.
12. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005.
13. Цфасман А.З. *Профессиональная клиническая фармакология.* М.: Эксмо; 2014.
14. Физиологические нормы напряжения организма человека при различных видах трудовой деятельности (физический, умственный, зрительный) Методические указания, утв. Межведомственным советом «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» 11.02.2003.
15. Принципы комплексной оценки «напряженности труда» и «рабочего напряжения при умственных видах деятельности: Методические рекомендации. М.: НИИ гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР; 1986.
16. Профилактические мероприятия для работников физического, умственного и зрительно-напряженного труда в зависимости от класса условий труда» Методические рекомендации, утв. Межведомственным советом «Медико-экологические проблемы здоровья работающих». 27.02.2009.
17. Levi L. Stress and distress in response to psychosocial stimuli. *Acta Med. Scand.* 1972; 191 (528): 166.
18. World Health Organization (2007) Authored by: Houtman I., Jettinghoff K. Raising awareness of stress at work in developing countries: A modern hazard in a traditional working environment (Protecting Workers' Health Series No 6). Geneva WHO; 2007.
1. Baevsky R.M. *Prediction of conditions on the verge of norm and pathology.* М.: Meditsina; 1979 (in Russian).
2. Baevsky R.M., Berseneva A.P. *Introduction to prenosological diagnostics.* М.: Firma «Slovo»; 2008 (in Russian).
3. Anokhin P.K. *Key questions of the theory of a functional system.* М.: Nauka; 1980 (in Russian).
4. Kotik M.A. *Psychology and security.* — Tallinn: Valgus, 1981. 439 p.
5. Leonova, A.B., Medvedev, V.I. *The functional state of a person in employment.* М.: MGU; 1981 (in Russian).
6. Izmerov N.F., Kasparov A.A. *Labor Medicine. Introduction to the specialty: A manual for postgraduate training of doctors.* М.: Meditsina; 2002 (in Russian).
7. Izmerov N.F., Matyukhin V.V., Yushkova O.I. Stress at work. *Bezopasnost' i meditsina truda.* 2001; 3: 32–7 (in Russian).
8. Izmerov N.F., Suvorov G.A., Matyukhin V.V. The role and tasks of the physiology of labor in the strategy of protecting the health of the working population at the present stage. *Advances and prospects of the physiology of labor in the third millennium: Mat. conf. M.: 2001 (in Russian).*
9. Matyukhin V.V. Mental performance from the standpoint of the theory of functional systems (literature review). *Med. truda i prom. ekol.* 1993; 3–4: 28–30 (in Russian).
10. Matyukhin V.V., Bukhtiyarov I.V., Yushkova, O.I., Sharda-kova, E.F. and others. The role of the physiology of labor in the preservation of health and health of workers of various types of work. Achievements and development prospects. *Med. truda i prom ekol.* 2013; 6: 19–24 (in Russian).
11. Matyukhin V.V., Yushkova O.I., Poroshenko A.S. et al. Prevention of neuro-emotional overstrain in mental work. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2009; 4: 521–5 (in Russian).
12. Guidance on the hygienic assessment of factors of the working environment and the labor process. Criteria and classification of working conditions. М.: Federal center of hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor; 2005 (in Russian).
13. Tsfasman A.Z. *Professional Clinical Pharmacology.* М.: Eksmo; 2014 (in Russian).
14. Physiological norms of tension of the human body in various types of work (physical, mental, visual). Guidelines, approved. Interdepartmental Council «Medical and environmental health problems of workers» 11.02.2003 (in Russian).
15. «The principles of the intensity of labor» and «the stress» in the mental activities of the USSR, 1986. 26c. (in Russian).
16. Working conditions"Guidelines, approved. Interdepartmental Council «Health and environmental problems of workers' health. 27.02.2009 (in Russian).
17. Levi L. Stress and distress in response to psychosocial stimuli. *Acta Med. Scand.* 1972; 191 (528): 166.
18. World Health Organization (2007) Authored by: Houtman I., Jettinghoff K. Raising awareness of stress at work in developing countries: A modern hazard in a traditional working environment (Protecting Workers' Health Series No 6). Geneva WHO; 2007.

REFERENCES

Дата поступления / Received: 11.12.2018
 Дата принятия к печати / Accepted: 21.02.2019
 Дата публикации / Published: 18.04.2019