

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

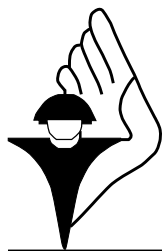
Подписной индекс по каталогу «Роспечать»:

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

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

Подписано в печать 24.08.2019.
Формат издания 60x84 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 (8), 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, ВНИИЖГ, Москва

КОЛОСИО К.

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 КПГ 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

БАКИРОВ А.Б.

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

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,
Бешкек, Киргизия

МАЛЮТИНА 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 IRIOH)

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. ΦC77-74608,
29 December, 2018.

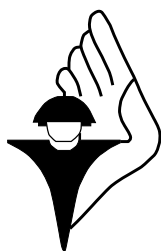
The Journal is included into a list
recommended by Russian Certification
Board and covering scientific and
scientific technological periodicals
published in Russian Federation. This
list contains main results of dissertations
for PhD and Doctor of Science degrees.
The Journal is included into Russian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

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 (8), 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

RUKAVISHNIKOV 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

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Горбанев С.А., Сюрин С.А., Фролова Н.М. Условия труда и профессиональная патология горняков угольных шахт в Арктике

Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Турсунов З.Ш. Оценка риска для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли в производственных условиях

Петрухин Н.Н., Андреев О.Н., Бойко И.В., Гребеньков С.В. Оценка медицинскими работниками степени влияния их условий труда на развитие профессиональных заболеваний

Куприна Н.И., Кочетова О.А., Шилов В.В., Улановская Е.В. Профессиональные полиневропатии: состояние магистральных артерий верхних конечностей

Гудков А.Б., Чашин В.П., Дёмин А.В., Попова О.Н. Оценка качества жизни и постурального баланса у женщин старших возрастных групп, продолжающих работу в своей профессии

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Малькова Н.Ю., Гребеньков С.В., Кочетова О.А. Использование низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении профессиональных заболеваний периферической нервной системы

ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАДРАВООХРАНЕНИЮ

Калинина Н.И., Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Плеханов В.П. Функциональное состояние зрительного анализатора у пользователей персональных компьютеров

Улановская Е.В., Карабанович Е.В., Крийт В.Е., Куприна Н.И. Повышение эффективности принятия экспертных решений по связи миофиброза с профессией с помощью современных методов лучевой диагностики

Сорокин Г.А., Чистяков Н.Д., Суслов В.А. Влияние усталости и переутомления на общую заболеваемость работников

ДИСКУССИИ

Орлова Г.П. Гармонизация классификаций профессиональных интерстициальных заболеваний легких, пути решения с точки зрения пульмонолога

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Смирнов В.В., Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Волчкова О.В. Измерения контактного ультразвука на рабочих местах

Кирьянова М.Н., Маркова О.А., Иванова Е.В. Особенности формирования условий труда работников основных профессий в производстве интегральных микросхем

ORIGINAL ARTICLES

Gorbanev S.A., Syurin S.A., Frolova N.M. Working conditions and occupational pathology of coal miners in the Arctic

Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Tursunov Z.Sh. Health risk assessment for exposure to fine dust in production conditions

Petrukhin N.N., Andreenko O.N., Boyko I.V., Grebenkov S.V. Self-assessment by medical workers of the degree of influence of working conditions on the development of occupational diseases

Kuprina N.I., Kochetova O.A., Shilov V.V., Ulanovskaya E.V. Professional polyneuropathy: the state of the main arteries of the upper extremities

Gudkov A.B., Chashchin V.P., Demin A.V., Popova O.N. Assessment of quality of life and postural balance in women of older age groups who continue to work in their profession

REVIEW OF LITERATURE

Malkova N.Yu., Grebenkov S.V., Kochetova O.A. The use of low-intensity laser radiation in the treatment of occupational diseases of the peripheral nervous system

FOR THE PRACTICAL MEDICINE

Kalinina N.I., Nikitina V.N., Lyashko G.G., Plekhanov V.P. The functional state of the visual analyzer users of personal computers

Ulanovskaya E.V., Karabanovich E.V., Crit E.V., Kuprina N.I. The effectiveness of expert decision-making on the connection of myofibrosis with the profession using modern methods of radiation diagnosis

Sorokin G.A., Chistyakov N.D., Suslov V.L. Influence of fatigue and overwork on the General morbidity of workers

DISCUSSIONS

Orlova G.P. Harmonization of classifications of occupational interstitial lung diseases, solutions from pulmonologist's point of view

BRIEF REPORTS

Smirnov V.V., Cryit E.V., Sladkova Yu.N., Volchkova O.V. Measurement of contact ultrasound in the workplace

Kiryanova M.N., Markova O.L., Ivanova E.V. Features of formation of working conditions of workers of the main professions in the production of integrated circuits

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-452-457>

УДК 613.62:622.8

© Коллектив авторов, 2019

Горбанев С.А., Сюрин С.А., Фролова Н.М.

Условия труда и профессиональная патология горняков угольных шахт в Арктике

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036

Актуальность. Вследствие воздействия неблагоприятных условий труда и климата у работников угледобывающих предприятий в Арктике отмечается повышенный риск возникновения профессиональных заболеваний (ПЗ).

Цель исследования — изучение условий труда, причин возникновения, структуры и распространенности профессиональной патологии у горняков угольных шахт в Арктике.

Материалы и методы. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения г. Воркуты и Чукотского автономного округа в 2007–2017 гг.

Результаты. Установлено, что в 2007–2017 гг. впервые диагностировано 2296 ПЗ у 1851 горняка угольных шахт, преимущественно у проходчиков, горнорабочих очистного забоя, слесарей-ремонтников и машинистов горных выемочных машин. Чаще всего ПЗ возникали при воздействии тяжести труда, аэрозолей фиброгенного действия и локальной вибрации. Развитие профессиональной патологии в 98% случаев происходило из-за конструктивных недостатков машин и механизмов, а также несовершенства рабочих мест и технологических процессов. В структуре профессиональной патологии горняков угольных шахт преобладали болезни костно-мышечной системы (36,2%), органов дыхания (28,9%) и нервной системы (22,5%). В числе трех наиболее распространенных нозологических форм ПЗ были радикулопатия (32,1%), хронический бронхит (27,7%) и моно-полинейропатия (15,4%). В 2017 г. у горняков угольных шахт в Арктике профессиональная заболеваемость в 2,82 раза превышала общенациональные показатели при добыче угля.

Заключение. Для сохранения здоровья горняков угледобывающих предприятий необходимы технические меры по улучшению условий труда и медицинские вмешательства, направленные на повышение резистентности организма к воздействию вредных производственных и климатических факторов.

Ключевые слова: добыча угля; условия труда; профессиональные заболевания; Арктика

Для цитирования: Горбанев С.А., Сюрин С.А., Фролова Н.М. Условия труда и профессиональная патология горняков угольных шахт в Арктике. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-452-457>

Для корреспонденции: Сюрин Сергей Алексеевич, гл. науч. сотр. отдела исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне РФ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, д-р мед. наук. E-mail: kola.reslab@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Sergey A. Gorbanev, Sergey A. Syurin, Nina M. Frolova

Working conditions and occupational pathology of coal miners in the ArcticNorth-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036

Introduction. Due to the impact of adverse working conditions and climate, workers in coal-mining enterprises in the Arctic are at increased risk of occupational diseases (OD).

The aim of the study was to study the working conditions, causes, structure and prevalence of occupational diseases in miners of coal mines in the Arctic.

Materials and methods. The data of social and hygienic monitoring “Working conditions and occupational morbidity” of the population of Vorkuta and Chukotka Autonomous District in 2007–2017 are studied.

Results. It was established that in 2007–2017 years, 2,296 ODs were diagnosed for the first time in 1851 coal mines, mainly in the drifters, clearing face miners, repairmen and machinists of mining excavating machines. Most often, the ODs occurred when exposed to the severity of labor, fibrogenic aerosols and hand-arm vibration. The development of professional pathology in 98% of cases was due to design flaws of machines and mechanisms, as well as imperfections of workplaces and technological processes. Diseases of the musculoskeletal system (36.2%), respiratory organs (28.9%) and nervous system (22.5%) prevailed in the structure of professional pathology of miners of coal mines. Among the three most common nosological forms of OD were radiculopathy (32.1%), chronic bronchitis (27.7%) and mono-polyneuropathy (15.4%). In 2017, coal miners in the Arctic had a professional morbidity rate of 2.82 times higher than the national rates for coal mining.

Conclusions. To preserve the health of miners of coal mining enterprises, technical measures to improve working conditions and medical interventions aimed at increasing the body's resistance to the effects of harmful production and climatic factors are necessary.

Key words: coal mining; working conditions; occupational diseases; Arctic

For citation: Gorbaney S.A., Syurin S.A., Frolova N.M. Working conditions and occupational pathology of coal miners in the Arctic. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-452-457>

For correspondence: Sergey A. Syurin, Chief researcher of Department of habitat and public health research in the Arctic zone of North-West Public Health Research Center, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: kola.reslab@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Актуальность. В Арктической зоне России располагаются крупнейшие месторождения полезных ископаемых, в том числе каменного угля. В настоящее время в промышленных масштабах добыча угля осуществляется в Воркутинском промышленном районе и Чукотском автономного округа (ЧАО). Ее объемы в 2017 г. составили 8,6 и 0,6 млн тонн угля соответственно [1,2]. Незначительное количество угля добывается также в Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном районе Красноярского края. В результате сочетанного воздействия неблагоприятных факторов трудового процесса и суровых природно-климатических условий у работников горнодобывающих предприятий в Арктике отмечается повышенный риск возникновения профессиональных заболеваний (ПЗ) [3–5]. Следует отметить, что добыча угля в России сопровождается максимально высокими показателями профессиональной заболеваемости среди работников всех видов экономической деятельности [6–8], а в 2017 г. ее уровень составил 103,11 случая на 10 тыс. работников в 2017 г. [9]. Среди вредных производственных факторов (ВПФ) негативное влияние на здоровье шахтеров угольных шахт оказывают вибрация, шум, физическое перенапряжение, работа в вынужденных и неудобных позах, неудовлетворительные параметры освещенности [10–13]. В отличие от горняков, занятых добычей рудного сырья, при добыче угля важнейшее гигиеническое значение имеет запыленность воздуха рабочих зон [6,14–16]. Особая роль принадлежит хроническому местному и общему переохлаждению, при котором модифицируется влияние на организм вибрации, шума, химических соединений и других факторов [17–19].

В число наиболее распространенных нарушений здоровья, возникающих в период трудовой деятельности шахтеров угольных шахт, входят болезни костно-мышечной и

нервной систем, органов дыхания, вибрационная болезнь, нейросенсорная тугоухость (шумовые эффекты внутреннего уха) [6,7,20,21]. Все эти нарушения здоровья являются основной причиной преждевременного снижения или полной утраты профессиональной трудоспособности горняков [7,11,22]. В «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшей перспективе» [23] перед наукой поставлена задача достижения надежного функционирования систем жизнеобеспечения и производственной деятельности в условиях Арктики. Частью этой задачи является изучение влияния на организм человека вредных факторов окружающей (в том числе производственной) среды для разработки комплекса мероприятий, направленных на сохранение здоровья и трудоспособности населения Арктики.

Цель исследования — изучение условий труда, причин возникновения, структуры и распространенности профессиональной патологии у горняков угольных шахт в Арктике.

Материалы и методы. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения муниципального образования г. Воркуты и Анадырского района ЧАО в 2007–2017 гг. Сведения были предоставлены ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (г. Москва).

Результаты исследований обработаны с применением программного обеспечения Microsoft Excel 2010 и программы Epi Info, v. 6.04d. Определялись t-критерий Стьюдента для независимых выборок, критерий согласия χ^2 , относительный риск (ОР) и 95% доверительный интервал (ДИ). Числовые данные представлены в виде среднего арифметического

Таблица 1 / Table 1

Число и доля (%) работников, подвергающихся воздействию вредных производственных факторов при добыче угля в Арктике

Number and proportion (%) of workers exposed to harmful production factors in coal mining in the Arctic

Вредный производственный фактор	Год					Средние значения
	2007	2009	2012	2015	2017	
Аэрозоли фиброгенного действия	3992 (21,6)	3922 (20,6)	4047 (21,6)	3180 (21,3)	2933 (21,8)	3615 (21,4)
Химические факторы	64 (0,3)	63 (0,3)	58 (0,3)	56 (0,4)	53 (0,4)	59 (0,3)
Тяжесть труда	115 (0,6)	89 (0,5)	92 (0,5)	88 (0,6)	257 (1,9)	128 (0,8)
Напряженность труда	195 (1,1)	144 (0,8)	144 (0,8)	140 (1,0)	133 (1,0)	151 (0,9)
Шум	628 (3,4)	740 (3,9)	722 (3,9)	686 (4,6)	676 (5,0)	690 (4,1)
Инфразвук	61 (0,3)	126 (0,7)	122 (0,7)	112 (0,8)	31 (0,2)	90 (0,5)
Вибрация общая	535 (2,9)	536 (2,8)	484 (2,6)	449 (3,0)	406 (3,0)	482 (2,8)
Вибрация локальная	158 (0,9)	145 (0,8)	160 (0,9)	147 (1,0)	93 (0,7)	141 (0,8)
Неионизирующие электромагнитные поля и излучения	485 (2,6)	481 (2,5)	158 (0,8)	145 (1,0)	107 (0,8)	275 (1,6)
Ионизирующее излучение	22 (0,1)	22 (0,1)	22 (0,1)	–	–	13 (0,1)
Освещенность	3413 (18,4)	3218 (16,9)	3207 (17,1)	2080 (13,9)	2083 (15,5)	2800 (16,5)
Микроклимат	306 (1,7)	353 (1,9)	362 (1,9)	300 (2,0)	353 (2,6)	335 (2,0)
Сочетанное действие	8545 (46,1)	9159 (48,2)	9136 (48,8)	7577 (50,6)	6308 (47,0)	8145 (48,1)
Всего:	18519	18998	18714	14960	13433	16924

Таблица 2 / Table 2

Число и доля (%) работников на объектах надзора разных групп, осуществляющих добычу угля в Арктике
Number and share (%) of workers at the supervision facilities of different groups engaged in coal mining in the Arctic

Группа объектов надзора	Год					Средние значения
	2007	2009	2012	2015	2017	
Первая	–	–	–	–	–	–
Вторая	741 (6,1)	1230 (11,8)	1030 (10,1)	670 (8,8)	547 (8,0)	844 (8,9)
Третья	11348 (93,9)	9193 (88,2)	9216 (89,9)	6934 (91,2)	6251 (92,0)	8588 (91,1)
Всего	12089	10423	10246	7604	6798	9432

Таблица 3 / Table 3

Условия труда, приводившие к развитию профессиональной патологии при добыче угля в Арктике
Working conditions that led to the development of professional pathology in coal mining in the Arctic

Показатель	Случаи профессиональной патологии
Наиболее распространенные профессии:	
горнорабочий/горнорабочий очистного забоя	535 (28,9%)
проходчик	455 (24,6%)
слесарь-ремонтник	265 (14,3%)
машинист горных выемочных машин	219 (11,8%)
Классы условий труда:	
класс 3.1	280 (12,2%)
класс 3.2	838 (36,5%)
класс 3.3	625 (27,2%)
класс 3.4	502 (21,9%)
класс 4	51 (2,2%)
Факторы развития профессиональных болезней:	
тяжесть труда (класс 3.1 и более)	948 (41,3%)
аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	581 (25,3%)
локальная вибрация	444 (19,3%)
шум	199 (8,7%)
вредные вещества I — IV классов опасности	90 (3,9%)
общая вибрация	25 (1,1%)
микроклимат охлаждающий	7 (0,3%)
напряженность труда	2 (0,1%)
Обстоятельства развития профессиональных заболеваний:	
конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов	1620 (70,6%)
несовершенство рабочих мест	428 (18,6%)
несовершенство технологических процессов	214 (9,3%)
неисправность машин и механизмов	32 (1,4%)
несовершенство санитарно-технических установок	2 (0,1%)

ческого и стандартной ошибки ($M \pm m$). Критический уровень значимости нулевой гипотезы принимался равным 0,05.

Результаты. Проведенный анализ показал, что наиболее распространенными ВПФ (доля каждого фактора более 5% всех случаев), воздействию которых подвергались горняки угольных шахт, были аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, неудовлетворительные параметры освещенности рабочих мест и сочетанное действие нескольких ВПФ. Частота выявления других десяти ВПФ была незначительной, составляя в сумме 14% всех случаев. В 2017 г. по сравнению с 2007 г. наблюдался более высокий риск воздействия на горняков шума ($OR=1,43$; ДИ 1,29–1,59; $\chi^2=44,4$; $p<0,001$), тяжести труда ($OR=3,04$; ДИ 2,44–3,79; $\chi^2=110,2$; $p<0,001$), охлаждающего микроклимата ($OR=1,58$; ДИ 1,35–1,83; $\chi^2=35,1$; $p<0,001$). И наоборот, в 2007 г. по сравнению с 2017 г. был более значимым риск воздействия неудовлетворительной освещенности

($OR=1,16$; ДИ 1,10–1,22; $\chi^2=33,1$; $p<0,001$) и неионизирующих электромагнитных полей и электромагнитных излучений ($OR=3,23$; ДИ 2,62–3,98; $\chi^2=137,4$; $p<0,001$). Существенных изменений степени воздействия на горняков аэрозолей преимущественно фиброгенного действия ($OR=1,01$; ДИ 0,97–1,06; $\chi^2=0,23$; $p=0,6329$) и сочетанного влияния нескольких ВПФ ($OR=1,01$; ДИ 0,99–1,04; $\chi^2=0,76$; $p=0,3824$) не отмечалось (табл. 1).

В 2007–2017 гг. число работников на объектах надзора всех групп в угледобывающей промышленности Арктики уменьшилось на 43,8%. Оценка условий труда по числу и процентной доле занятых на них работников показала, что в 2007–2017 гг. не было угледобывающих предприятиях с удовлетворительными условиями труда (первой группы). Число горняков, работавших на объектах надзора второй группы (с неудовлетворительными условиями труда), уменьшилось, но их процентная доля увеличилась

Таблица 4 / Table 4

Характеристика профессиональной патологии горняков, осуществляющих добычу угля в Арктике

Characteristics of professional pathology of miners engaged in coal mining in the Arctic

Показатель	Случаи профессиональной патологии
Число болезней	2296
Число болезней у одного работника	1,24±0,05
Классы профессиональных заболеваний:	
костно-мышечной системы	831 (36,2%)
органов дыхания	664 (28,9%)
нервной системы	516 (22,5%)
уха и слосцевидного отростка	199 (8,7%)
травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	77 (3,4%)
новообразования	6 (0,3%)
системы кровообращения	3 (0,1%)
Наиболее распространенные заболевания:	
радикулопатия	737 (32,1%)
хронический бронхит	637 (27,7%)
моно-полинейропатия	354 (15,4%)
нейросенсорная тугоухость	199 (8,7%)
вегетосенсорная полинейропатия	162 (7,1%)
вибрационная болезнь	75 (3,3%)
Характер заболевания:	
острый	2 (0,1%)
хронический	2294 (99,9%)
Выявление профессиональных заболеваний:	
медицинский осмотр	1247 (54,3%)
самостоятельное обращение за медицинской помощью	1049 (45,7%)

($p<0,001$). К концу периода наблюдения число и доля лиц, занятых на объектах третьей группы с крайне неудовлетворительными условиями труда, уменьшились ($p<0,001$).

В 2007–2017 гг. 2296 хронических ПЗ были впервые выявлены у 1851 горняка угольных шахт, осуществлявшего добычу сырья в г. Воркуте ($n=1778$) и ЧАО ($n=72$) и Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном округе Красноярского края ($n=1$). В их числе было 1795 (97,0%) мужчин и 56 (3,0%) женщин, средний возраст которых составлял $50,9\pm0,1$ года, а трудовой стаж — $24,5\pm0,1$ года. Чаще всего ПЗ диагностировались у проходчиков, горнорабочих/горнорабочих очистного забоя, слесарей-ремонтников и машинистов горных выемочных машин.

У 85,6% горняков с впервые установленными ПЗ условия труда соответствовали классам вредности 3.2–3.4. Классы 3.1 и особенно класс 4 отмечались значительно реже. Этиологически связанными с развитием ПЗ были признаны восемь ВПФ. Чаще всего это были тяжесть труда, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия и локальная вибрация. На остальные пять ВПФ приходилось чуть более 10% всех случаев ПЗ. Обстоятельствами, делавшими возможным развитие профессиональной патологии, были более чем в 98% случаев конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов, а также несовершенство рабочих мест и технологических процессов (табл. 3).

В структуре профессиональной патологии горняков угольных шахт преобладали болезни костно-мышечной системы, органов дыхания и нервной системы. В числе трех наиболее распространенных нозологических форм ПЗ были радикулопатия, хронический бронхит и монополинейропатия, относящиеся к трем вышеперечисленным классам болезней. Подавляющее число ПЗ (99,9%) имели

хронический характер, и только в двух случаях отмечалась острая интоксикация оксидом углерода. Профессиональная патология несколько чаще диагностировалась во время плановых медицинских осмотров, чем при самостоятельном обращении работников за медицинской помощью в связи с ухудшением самочувствия (табл. 4).

В Арктической зоне России ежегодное количество горняков угольных шахт с впервые устанавливаемыми ПЗ колеба-

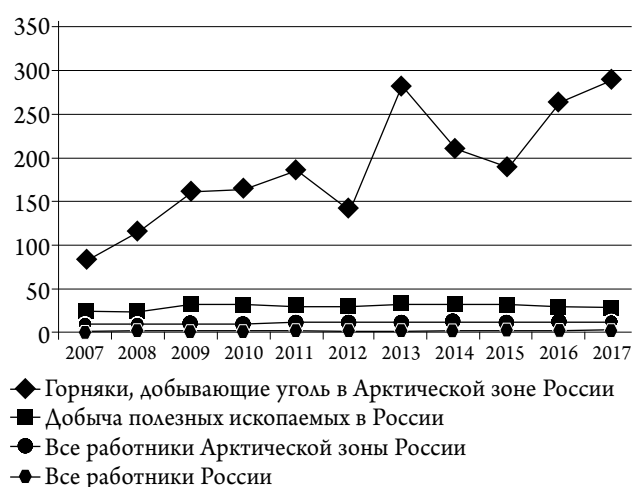


Рисунок. Показатели профессиональной заболеваемости (на 10 тыс. работников) при добыче угля в Арктической зоне России, при добыче полезных ископаемых в России, работников всех видов экономической деятельности в Арктической зоне России и в России
Figure. Indicators of occupational morbidity (per 10,000 employees) in coal mining in the Arctic zone of Russia, in mining in Russia, workers of all types of economic activities in the Arctic zone of Russia and in Russia

лось от 108 (2007 г.) до 223 (2013 г.). Уровень профессиональной заболеваемости имел в течение одиннадцати лет выраженную тенденцию к повышению. Во все годы он существенно превышал аналогичные показатели при добыче полезных ископаемых в России и у работников всех видов экономической деятельности в Арктической зоне России и в России в целом. В 2017 г. уровень профессиональной заболеваемости при добыче угля в Арктике превышал аналогичный общенациональный показатель (103,11 случаев) в 2,82 раза (рис). Риск формирования ПЗ у шахтеров Воркуты и ЧАО существенно не отличался ($OR=1,12$; ДИ 0,90–1,40; $\chi^2=1,11$; $p=0,2919$).

Обсуждение. Проведенное исследование показало, что все рабочие места на предприятиях угольной промышленности в Арктике имеют неудовлетворительные или крайне неудовлетворительные условия труда, то есть относятся к объектам надзора второй или третьей группы санитарно-эпидемиологического благополучия. Это является основной причиной сохранения высокого уровня профессиональной заболеваемости шахтеров Арктики. Важно отметить, что в 2009 г. профессиональная заболеваемость в угольной промышленности Республики Коми была в 3,3 раза выше [7], а в 2017 г. — в 2,82 раза выше, в чем в угольной отрасли России.

Установлена важнейшая этиологическая роль в развитии ПЗ у горняков угольных шахт промышленных аэрозолей, тяжести труда и физических факторов [7,8,10,15]. Большая значимость запыленности в развитии ПЗ отличает шахтеров угольных шахт от горняков, осуществляющих добычу различных видов рудного сырья [24,25]. Основной причиной высоких уровней запыленности, шума, вибрации, физических перегрузок являются конструктивные недостатки оборудования, несовершенство технологических процессов, несвоевременная замена изношенного оборудования, отсутствие планово-предупредительных ремонтов [7].

Высокий уровень профессиональной заболеваемости горняков Арктики подтверждает факт отрицательного влияния на организм работающего человека суровых природно-климатических условий [3,4], хотя степень его установить не всегда возможно. Так как исследование проводилось в арктическом регионе, можно было ожидать большей этиологической роли фактора охлаждающего микроклимата рабочих мест. Однако связь развития профессиональной патологии с переохлаждением была установлена только в 7 случаях (0,3% всех ПЗ). В данной ситуации есть основания говорить о недооценке негативного действия хронического охлаждения на организм работающего человека [17,19,26].

Значительные колебания ежегодного числа диагностированных ПЗ и то, что почти половина ПЗ у горняков была установлена в результате самостоятельного обращения работника за медицинской помощью, может свидетельствовать о недостаточном качестве периодических медицинских осмотров и неудовлетворительной их организацией администрациями предприятий [11].

Заключение. В 2007–2017 гг. не отмечено существенного улучшения условий труда на предприятиях угледобывающей промышленности в Арктической зоне России. Конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов, а также несовершенство рабочих мест и технологических процессов приводят к превышению нормативных показателей ВПФ и последующему развитию профессиональной патологии шахтеров. В 2017 г. уровень профессиональной заболеваемости шахтеров Арктики в 2,82 раза превышал общенациональные показатели при добыче угля. Для профилактики профессиональной патологии при добыче угля в Арктике необходимы технические меры по улучшению условий труда и медицинские вмешательства, направленные на по-

вышение резистентности организма к воздействию вредных производственных и климатических факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АО «Воркутауголь». О компании. vorkutaugol.ru/rus/about/index.phtml.
2. Чукотский автономный округ. Паспорт. minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/pasregions/.
3. Измеров Н.Ф. Проблемы медицины труда на Крайнем Севере. *Мед. труда и пром. экол.* 1996; 5: 1–4.
4. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах. *Экология человека.* 2012; 1: 4–11.
5. Бухтияров И.В. Проблемы медицины труда на горнодобывающих предприятиях Сибири и Крайнего Севера. *Горная промышленность.* 2013; 56 (110): 77–80.
6. Гудимов А.В., Чемезов Е.Н. Профессиональные заболевания в угольной промышленности Республики Саха (Якутия). *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).* 2014; 9: 348–351.
7. Solonin Yu., Pancheva G., Boiko E. Work environment and workers' health risks in the coal industry of the Komi Republic (Russian Federation). *Barents Newsletters on Occupational Health and Safety.* 2009; 12 (1): 5–6.
8. Цанг Н.В., Пенина Г.О. Изучение распространенности профессиональных заболеваний у жителей Севера. *Известия Самарского научного центра РАН.* 2012; 5(3): 681–683.
9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2018.
10. Адилов У.Х. Влияние факторов производственной среды на состояние здоровья работников угольной промышленности. *Здоровье и окружающая среда.* 2016; 26: 163–6.
11. Пиктушанская И.Н. Профилактика профессиональных заболеваний у работников угольной промышленности. Медицина: целевые проекты. 2014; 19. <http://www.sovstrat.ru/journals/medicina-celevye-proekty/articles/st-med19-41.html>.
12. Xu G.X., Li L.P., Liu F.Y., Pei D.S., Wang S. Musculoskeletal disorders and risk factors of workers in a coal mine. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi.* 2011; 29(3): 190–193. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21619816>.
13. Смирнякова В.В., Скударнов С.М. Анализ условий труда работников угольной промышленности. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).* 2015; 4: 425–30.
14. Blackley D.J., Halldin C.N., Laney A. S. Continued Increase in Prevalence of Coal Workers' Pneumoconiosis in the United States, 1970–2017. *American Journal of Public Health.* 2018; 108(9): 1220–2. DOI: 10.2105/AJPH.2018.304517
15. Тимофеева С.С., Мурзин М.А. Пылевая нагрузка при добыче угля и профессиональные риски. *Вестник ИргТУ.* 2015; 5 (100): 68–71.
16. Beer C., Kolstad H.A., Søndergaard K., Bendstrup E., Heederik D., Olsen K.E. et al. A systematic review of occupational exposure to coal dust and the risk of interstitial lung diseases. *European Clinical Respiratory Journal.* 2017; 4: 1264711, DOI: 10.1080/20018525.2017.1264711
17. Профилактика профессиональных заболеваний, вызванных сочетанным воздействием вибрации, шума и охлаждающего микроклимата на предприятиях горнодобывающей промышленности: Методические рекомендации. Москва; 1991.
18. Burström L., Nilsson T., Walström J. Combined exposure to vibration and cold. *Barents Newsletters on Occupational Health and Safety.* 2015; 18 (1): 17–8.

19. Kue T., Mäkinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? *American Journal of Human Biology*. 2010; 22: 129–133.
20. Кислицына В.В. Сравнительная оценка состояния здоровья работников угольных предприятий по результатам медицинских осмотров. *Современные научные исследования и инновации*. 2013; 7. <http://web.snauka.ru/issues/2013/07/25486>.
21. Laney A.S., Weissman D.N. Respiratory Diseases Caused by Coal Mine Dust. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2014; 56 (010): 18–22. DOI:10.1097/JOM.0000000000000260.
22. Фомин А.И., Малышева М.Н., Анисимов И.М., Соболев В.В., Сазонов М.С. Обзор состояния профессиональной заболеваемости работников угольной промышленности Кемеровской области и концепция мировой законодательной деятельности по выявлению и учету профессиональных заболеваний. *Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*. 2017; 2: 64–71.
23. «Об основах государственной политики РФ в Арктике на период до 2020 и дальнейшую перспективу». Утверждены Президентом РФ Д. Медведевым. Опубликовано 27 марта 2009 г. *Российская газета*. №4877 от 18 сентября 2008 г.
24. Горбанев С.А., Сюрин С.А. Особенности формирования нарушений здоровья у горняков подземных рудников Кольского Заполярья. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2017; 4: 12–8.
25. Сюрин С.А., Шилов В.В. Профессиональная заболеваемость горняков Кольского Заполярья: факторы ее роста и снижения. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2016; 3: 4–9.
26. Anttonen H., Pekkarinen A., Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress. *Industrial Health*. 2009; 47(3): 254–61.
11. Pictushanskaya I.N. Prevention of occupational diseases in coal industry workers. *Medicina: celevye proekty*. 2014; 19. <http://www.sovstrat.ru/journals/medicina-celevye-proekty/articles/st-med19-41.html>.
12. Xu G.X., Li L.P., Liu F.Y., Pei D.S., Wang S. Musculoskeletal disorders and risk factors of workers in a coal mine. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2011; 29 (3): 190–3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21619816>.
13. Smirnyakova V.V., Skudarnov S.M. Analysis of the working conditions of coal industry workers. *Gornyy informacionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal)*. 2015; 4: 425–30 (in Russian).
14. Blackley D.J., Halldin C.N., Laney A. S. Continued Increase in Prevalence of Coal Workers' Pneumoconiosis in the United States, 1970–2017. *American Journal of Public Health*. 2018; 108(9): 1220–2. DOI: 10.2105/AJPH.2018.304517.
15. Timofeeva S.S., Murzin M.A. Dust load in coal mining and occupational hazards. *Vestnik IrGTU*. 2015; 5 (100): 68–71 (in Russian).
16. Beer C., Kolstad H. A., Søndergaard K., Bendstrup E., Heederik D., Olsen K. E. et al. A systematic review of occupational exposure to coal dust and the risk of interstitial lung diseases. *European Clinical Respiratory Journal*. 2017; 4: 1264711. DOI: 10.1080/20018525.2017.1264711.
17. Prevention of occupational diseases caused by the combined effects of vibration, noise and cooling climate in the mining industry: guidelines. Moscow; 1991. (in Russian).
18. Burström L., Nilsson T., Walström J. Combined exposure to vibration and cold. *Barents Newsletters on Occupational Health and Safety*. 2015; 18 (1): 17–8.
19. Kue T., Mäkinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? *American Journal of Human Biology*. 2010; 22: 129–133.
20. Kislitsyna V.V. Comparative assessment of the health of employees of coal enterprises according to the results of medical examinations. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii*. 2013; 7. <http://web.snauka.ru/issues/2013/07/25486> (in Russian).
21. Laney A.S., Weissman D.N. Respiratory Diseases Caused by Coal Mine Dust. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2014; 56 (010): 18–22. DOI: 10.1097/JOM.0000000000000260.
22. Fomin A.I., Malysheva M.N., Anisimov I.M., Soboлев V.V., Sazonov M.S. Review of the state of occupational morbidity in coal industry workers of the Kemerovo Region and the concept of global lawmaking to identify and record occupational diseases. *Vestnik nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugol'noj promyshlennosti*. 2017; 2: 64–71. (in Russian).
23. On the fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the Arctic for the period up to 2020 and beyond: Approved by the President of the Russian Federation D. Medvedev. *Rossiyskaya gazeta* №4877; 2008. September 18th. (in Russian).
24. Gorbanev S.A., Syurin S.A. Features of health disorder formation in underground miners of the Kola Arctic. *Profilakticheskaya i Klinicheskaya Meditsina*. 2017; 4: 12–8. (in Russian).
25. Syurin S.A., Shilov V.V. Occupational morbidity of miners in Kola Polar region: factors of its growth and decline. *Profilakticheskaya i Klinicheskaya Meditsina*. 2016; 3: 4–9. (in Russian).
26. Anttonen H., Pekkarinen A., Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress. *Industrial Health*. 2009; 47(3): 254–61.

REFERENCES

1. JSC Vorkutaugol. About company. vorkutaugol.ru/rus/about/index.phtml.
2. Chukotka Autonomous District. Passport. minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/pasregions/ (in Russian).
3. Izmerov N.F. Problems of occupational medicine in the Far North. *Med. truda i prom. ekol*. 1996; 5: 1–4. (in Russian).
4. Khasnulin V.I., Khasnulin P.V. Modern ideas about the mechanisms of formation of northern stress in humans in high latitudes. *Ekologiya Cheloveka*. 2012; 1: 4–11 (in Russian).
5. Bukhtiyarov I.V. Problems of occupational medicine at mining enterprises in Siberia and the Far North. *Gornaya Promyshlennost*. 2013; 56 (110): 77–80 (in Russian).
6. Gudimov D.V., Chemezov E.N. Occupational diseases in the coal industry of the Republic of Sakha (Yakutia). *Gornyy informacionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal)*. 2014; 9: 348–51. (in Russian).
7. Solonin Yu., Pancheva G., Boiko E. Work environment and workers' health risks in the coal industry of the Komi Republic (Russian Federation). *Barents Newsletters on Occupational Health and Safety*. 2009; 12 (1): 5–6.
8. Tsang N.V., Penina G.O. Study of the prevalence of occupational diseases among residents of the North. *Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Centra Rossiyskoy Akademii Nauk*. 2012; 14; 5(3): 681–3 (in Russian).
9. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017: State report. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ey i blagopoluchiya cheloveka; 2018 (in Russian).
10. Adilov U.Kh. The influence of factors of the production environment on the health status of coal industry workers. *Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda*. 2016; 26: 163–6 (in Russian).

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

Оценка риска для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли в производственных условиях

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия 191036;

²ФГБОУ «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», Московский пр-т, 9, Санкт-Петербург, Россия, 190031;

³Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, Ташкент, ул. Адылходжаева, 1, Узбекистан, 100067

Введение. Представлены результаты исследования воздуха рабочей зоны при проведении теплоизоляционных работ. **Цель исследования** — оценка риска здоровью работающих в строительной отрасли и подвергающихся воздействию мелкодисперсной пыли.

Материалы и методы. Определено количество пылевых частиц различной дисперсности в воздухе рабочей зоны при осуществлении теплоизоляционных работ.

Результаты. Установлено, что условия труда при проведении теплоизоляционных работ в соответствии с действующей нормативной документацией классифицируются как вредные 3 класса 2 степени. Вредным фактором производственной среды является содержание пыли (в том числе мелкодисперсной PM_{10} и $PM_{2,5}$) в воздухе рабочей зоны (3.2). Качество воздуха рабочей зоны свидетельствует о длительном пребывании мелкодисперсной пыли в воздушной среде над территорией строительной площадки. В воздухе рабочей зоны при проведении теплоизоляционных работ обнаружена пыль различного дисперсного состава. Концентрация пыли более $10 \mu m$ составила $8,2 \pm 1,3 \text{ мг/м}^3$, PM_{10} — $1,8 \pm 0,4 \text{ мг/м}^3$, $PM_{2,5}$ — $1,25 \pm 0,2 \text{ мг/м}^3$.

Выводы. Полученные в эксперименте результаты позволяют определить безопасную продолжительность рабочего стажа под воздействием вредного фактора производственной среды (по величине допустимого риска здоровью) при различной продолжительности контакта с ним в течение суток.

Ключевые слова: риск здоровью; мелкодисперсная пыль; воздух рабочей зоны; пылевая нагрузка

Для цитирования: Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Турсунов З.Ш. Оценка риска для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли в производственных условиях. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-458-462>

Для корреспонденции: Копытенкова Ольга Ивановна, гл. науч. сотр. отдела анализа риска здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». E-mail: 5726164@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Olga I. Kopytenkova^{1,2}, Aleksandr B. Levanchuk², Zakir Sh. Tursunov^{2,3}

Health risk assessment for exposure to fine dust in production conditions

¹North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia 191036;

²Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, Russia, 190031;

³Institute of railway transport engineers, 1, Odilhodjaeva str., Tashkent, Uzbekistan, 100067

Introduction. The results of the study of the working area air during thermal insulation works are presented.

The aim of the study was to assess the health risk of workers in the construction industry and exposed to fine dust.

Materials and methods. The number of dust particles of different dispersion in the air of the working area in the implementation of thermal insulation works is determined.

Results. It is established that the working conditions during the thermal insulation works in accordance with the current regulatory documentation are classified as harmful 3 class 2 degree. Harmful factor of the production environment is dust (including PM_{10} and fine $PM_{2,5}$) in air of working zone (3.2). The air quality of the working area indicates a long stay of fine dust in the air over the territory of the construction site. Dust of different dispersed composition was found in the air of the working area during thermal insulation works. The dust concentration is more than $10 \mu m$ was $8.2 \pm 1.3 \text{ mg/m}^3$, PM_{10} and $1.8 \pm 0.4 \text{ mg/m}^3$, $PM_{2,5}$ — $1.25 \pm 0.2 \text{ mg/m}^3$.

Conclusions. The results obtained in the experiment make it possible to determine the safe duration of the working experience under the influence of a harmful factor of the working environment (in terms of the permissible health risk) with different duration of contact with it during the day.

Key words: health risk; fine dust; working area air; dust load

For citation: Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Tursunov Z.Sh. Health risk assessment for exposure to fine dust in production conditions. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-458-462>

For correspondence: Olga I. Kopytenkova, Chief researcher of Department of health risk analysis of North-West Public Health Research Center. E-mail: 5726164@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Мелкодисперсная пыль в воздухе рабочей зоны строительного производства является одним из наиболее распространенных и наименее изученных неблагоприятных факторов. В воздухе рабочей зоны одновременно идентифицируется пыль разных размеров: до 2 мкм — 60–80%, 2–5 мкм — 10–20%, свыше 10 мкм — до 10% и различного химического состава [1,2].

Мелкодисперсная пыль преимущественно несет отрицательный заряд [3]. Известно, что одноименные заряды обеспечивают стабильность аэрозоля [1,2]. Вместе с тем отрицательные пылевые частицы по сравнению с нейтральными лучше задерживаются в органах дыхания (ОД) и, как следствие, проявляют свое негативное действие на здоровье работающих. Доля мелкодисперсной фракции пыли (РМ — частиц) в среднем составляет две трети (65–70%) [1].

Профессиональные заболевания верхних дыхательных путей (хронический бронхит, пневмокониоз, аллергические реакции) являются наиболее распространенными среди профессиональных патологий у лиц, работающих в контакте с пылью [3]. В условиях нарушения гигиенических требований к уровню загрязнения воздуха рабочей зоны пылевыми частицами период формирования патологии может составлять 8–10 лет и более, в зависимости от кратности превышения ПДК [4].

Состав пыли зависит от технологического процесса и определяет характер ее неблагоприятного действия. Пылевые частицы оказывают физико-химическое действие на организм работающих. Химический состав пылевых частиц определяет токсическое, раздражающее, фиброгенное, а также в ряде случаев аллергенное или канцерогенное действие [4–6]. По характеру физико-химического действия на ткани верхних дыхательных путей пылевые частицы могут быть классифицированы как аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД), которые вызывают не только патологию дыхательной системы (ДС), но и изменения функции сердечно-сосудистой системы (ССС) [2].

Отсутствие в настоящее время гигиенических нормативов для мелкодисперсной пыли в воздухе рабочей зоны препятствует гигиенической оценке и оценке риска здоровью работающих в условиях ее воздействия.

Цель исследования — определение безопасной продолжительности рабочего стажа в условиях воздействия пыли различной концентрации на основе использования методологии оценки эволюционного риска.

Материалы и методы. Для характеристики воздуха рабочей зоны осуществлялся отбор проб на протяжении 8 часов аспиратором АВА — 3–180–001А, со скоростью 25 л/мин, на фильтры АФА — ВП — 10. Определение количества пыли, уловленной из отобранного для исследования объема воздуха, проводилось гравиметрическим методом. Концентрации РМ₁₀ и РМ_{2,5} в воздухе рабочей зоны определялись пылемером модели «ОМПН — 10.0». Оценка результатов проводилась в соответствии с ГН 2.2.5.3532–18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Воздействие АПФД на органы дыхания за период контакта работающего оценено на основе показателя «пылевая нагрузка» (ПН) [7]. В соответствии с действующим в данной части гигиеническим нормативом Р 2.2.2006–05 [7] пылевая нагрузка рассчитывается при следующих показателях: среднесменных ПДК и среднесменных концентраций АПФД вредных веществ в воздухе рабочей зоны, относящихся к аэрозолям фиброгенного действия. Расчет проводится для периода реального или предполагаемого контакта. В расчете используется объем легочной вентиля-

ции в зависимости от тяжести трудового процесса и продолжительность контакта с АПФД.

В соответствии с Р 2.2.2006–05 [7,8] определен контрольный уровень ПН по ф-ле:

$$\text{КПН} = \text{ПДК}_{\text{cc}} \times T \times S \times V_{(4)}, \quad (1)$$

где КПН — контрольная пылевая нагрузка [5]; ПДК_{cc} — среднесменная предельно допустимая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, мг/м³; T — число 8-часовых рабочих смен в календарном году; S — число лет контакта с АПФД; V₍₄₎ — объем вентиляции легких в течение 8-часовой смены при выполнении работ категории Ia–Ib — 4 м³.

Рассчитан фактический уровень пылевой нагрузки, которая формируется при фактической среднесменной концентрации пыли в течение всего периода профессионального контакта и среднегодовой концентрации в атмосферном воздухе:

$$\text{ФПН}_i = \text{ФПН}_{\text{р.з.}} + \text{ФПН}_{\text{а.в.}} \quad (2)$$

где ФПН_{р.з.} — расчетный фактический уровень пылевой нагрузки за рабочую смену; ФПН_{а.в.} — расчетный фактический уровень пылевой нагрузки во вне рабочее время.

Для обоснования концентрации мелкодисперсной пыли, которую можно использовать в качестве критерия, для гигиенической оценки условий труда при расчете показателей риска развития профессионального заболевания использованы усредненные величины объемов вентиляции легких при осуществлении работ различной категории (по показателю энерготрат) [7]. Для работ категории Ia–Ib — V₍₄₎ рекомендован 4 м³; для категории Ia–Ib — V₍₇₎ — 7 м³; для категории III — V₍₁₀₎ — 10 м³.

С помощью модификации ф-лы 1 были рассчитаны продолжительность допустимого стажа и/или допустимая продолжительность одной смены работника в контакте с мелкодисперсной пылью. Чтобы рассчитать допустимую продолжительность стажа (St) при воздействии определенной концентрации i-й фракции пыли, можно воспользоваться ф-лой:

$$\text{St} = (\text{КПН}_i / \text{ФПН}_i) \times S, \quad (3)$$

где: КПН_i — контрольный уровень пылевой нагрузки одной фракции мелкодисперсной пыли; ФПН_i — фактический уровень пылевой нагрузки данной мелкодисперсной фракции пыли.

Для определения допустимой (безвредной) продолжительности смены (Sm) при воздействии определенной концентрации мелкодисперсной фракции пыли можно воспользоваться ф-лой:

$$\text{Sm}_i = (\text{КПН}_i / \text{ФПН}_i) \times t_{\text{норма}} \quad (4)$$

где t_{норма} — нормированная продолжительность рабочей смены (t_{норма} = 8 час).

Фактический уровень пылевой нагрузки в рабочее время — это пылевая нагрузка, которая сформируется за период рабочей смены в условиях фактического превышения реальной концентрации среднесменной ПДК пыли в течение всего периода профессионального контакта с ней, Расчеты можно провести с помощью ф-лы:

$$\text{ФПН}_i = \text{Kr}_1 (t_{\text{факт}} / t_{\text{норма}}) \times T \times S \times V_{(7)}, \quad (5)$$

где Kr₁ — кратность превышения реальных среднесменных концентраций ПДК_{cc} пыли (раз); t_{факт} — фактическая продолжительность рабочей смены (t_{факт} = 8–12), час.

Обозначения T, S, V аналогичны ф-ле 1.

Фактический уровень пылевой нагрузки во вне рабочее время определяется концентрацией пылевых частиц в ат-

мосферном воздухе, продолжительностью стажа и годового объема легочной вентиляции.

$$\Phi_{ПН_2} = K_{r_2} \times S \times Z, \quad (6)$$

где K_{r_2} — кратность превышения реальной концентрации пылевых частиц в атмосферном воздухе их ПДК_{а.в.}. Для расчетов принято:

$$K_{r_2} = 0,5 \times \text{ПДК}_{а.в.}$$

где ПДК_{а.в.} — среднесуточная ПДК мелкодисперсной фракции атмосферы воздуха (ПДК_{а.в.} = 0,04 мг/м³); 0,5 — коэффициент концентрации мелкодисперсной фракции мелкодисперсных частиц, принятый для селитебных территорий городских поселений; Z — годовой объем легочной вентиляции.

Объем (м³) годовой вентиляции легких можно рассчитать с помощью ф-лы:

$$Z = Z_{\text{нерабоч. дни}} + Z_{\text{нерабоч. время}} \quad (7)$$

где $Z_{\text{нерабоч. дни}}$ — объем годовой вентиляции легких в нерабочие дни; $Z_{\text{нерабоч. вр.}}$ — объем годовой вентиляции легких во внерабочее время в рабочие дни.

Усредненный объем годовой вентиляции легких в нерабочие дни рассчитывается с учетом количества нерабочих дней, количества часов отдыха между рабочими сменами и средней вентиляции легких для категории работ Ia-Ib — $V_{(4)} 4 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

Предпринята попытка разработки экспресс метода оценки риска развития патологии сердечно-сосудистой системы (ССС) у работающих при воздействии на них мелкодисперсной пыли (PM₁₀ и PM_{2,5}).

В программу исследования вошли количественная характеристика загрязнения воздуха рабочей зоны при фасадных облицовочных и термо-изолировочных работах пылевыми частицами (в том числе PM₁₀ и PM_{2,5}), статистический анализ 40 амбулаторных карт и эпикризов клиники профпатологии, оценка риска здоровью работника.

Таблица 1 / Table 1

Изменения концентрации пыли при теплоизоляционных работах в зависимости от влажности атмосферного воздуха (на расстоянии 15 м от источника) (кратность превышения критерия оценки)

Changes in the dust concentration during thermal insulation works depending on the humidity of the air (at a distance of 15 meters from the source) (the multiplicity of excess)

Тип пыли	Влажность воздуха (%)					
	40	50	60	70	80	90
ТЧ	4,6 ± 0,5	3,9 ± 0,4	3,2 ± 0,4	2,6 ± 0,2	2,1 ± 0,2	1,7 ± 0,1
PM ₁₀	4,2 ± 1,2	3,9 ± 0,8	3,4 ± 0,7	3,4 ± 0,5	3,2 ± 0,5	3,0 ± 0,3
PM _{2,5}	3,8 ± 1,6	3,6 ± 1,5	3,2 ± 1,1	2,9 ± 0,9	2,7 ± 0,6	2,6 ± 0,5

Таблица 2 / Table 2

Изменение концентрации пыли в воздушной среде на территории строительной площадки при влажности атмосферного воздуха 42±17%, скорости движения воздуха 1,5±1,2 м/с при производстве теплоизоляционных работ (кратность превышения критерия оценки)

Change of dust concentration in the air on the territory of the construction site at atmospheric humidity 42±17%, air velocity 1.5 ± 1.2 m/s in the production of thermal insulation works (the multiplicity of excess)

Тип пыли	Расстояние от источника (м)					
	0	10	15	20	25	30
PM ₁₀	6,1 ± 2,0	5,6 ± 1,1	5,3 ± 1,7	5,4 ± 1,2	5,2 ± 1,4	4,5 ± 1,1
PM _{2,5}	4,8 ± 1,3	4,1 ± 1,2	4,6 ± 1,1	4,2 ± 1,0	3,9 ± 0,9	3,8 ± 0,7
ТЧ	5,1 ± 1,3	4,2 ± 1,2	3,5 ± 1,1	2,8 ± 0,9	2,2 ± 0,7	1,0 ± 0,2

Таблица 3 / Table 3

Продолжительность, лет, безопасного рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью с учетом продолжительности смены

Duration, years, of safe work experience in conditions of acceptable health risk, taking into account the duration of the shift

Превышение критерия	Продолжительность рабочей смены (час)				
	8	9	10	11	12
1	13,85	12,37	11,18	10,19	9,37
2	7,03	6,27	5,65	5,14	4,72
3	4,71	4,20	3,78	3,44	3,16
4	3,54	3,15	2,84	2,59	2,37
5	2,84	2,53	2,28	2,07	1,90
6	2,37	2,11	1,90	1,73	1,58
7	2,03	1,81	1,63	1,48	1,36
8	1,78	1,58	1,42	1,30	1,19
9	1,58	1,41	1,27	1,15	1,06
10	1,42	1,27	1,14	1,04	0,95

Статистический анализ амбулаторных карт и эпикризов лиц с диагнозом пылевой профессиональной патологии проведен с помощью пакета прикладных программ SPSS Statistics 17.0. Специальная оценка условий труда проведена в соответствии с Приказом МТ и СЗ РФ №33н от 24.01.2014 г. Оценка риска здоровью работающих рассчитана в соответствии с МР 2.1.10.0062–12 [9].

Результаты. В воздухе рабочей зоны при проведении теплоизоляционных работ обнаружена пыль в концентрации $8,2 \pm 1,3$ мг/м³, PM_{10} в концентрации $1,8 \pm 0,4$ мг/м³, $PM_{2,5}$ в концентрации $1,25 \pm 0,2$ мг/м³ (табл. 1,2). В соответствии с нормативами Российской Федерации для воздуха рабочей зоны ПДК мелкодисперсной пыли отсутствует. В литературе имеются указания на безпороговый характер воздействия РМ частиц [2]. Для расчетов при оценке среднесменной концентрации мелкодисперсной пыли в рабочей зоне (PM_{10} и $PM_{2,5}$), а также расчета показателя риска здоровью приняты концентрации, которые целесообразно использовать для расчета риска здоровью работающих (ПДК_{СС а.в.}).

При проведении теплоизоляционных работ на расстоянии более 30 метров от места проведения работ PM_{10} и $PM_{2,5}$ идентифицируются в концентрациях, превышающих принятый для расчета критерий в 4,5 и 3,8 раза соответственно. Это указывает на длительное пребывание мелкодисперсных пылевых частиц в воздухе рабочей зоны и на прилегающей территории строительной площадки, что может указывать на высокую вероятность воздействия мелкодисперсных пылевых частиц на работающих смежных специальностей.

Результаты расчетов, проведенных для выявления зависимости продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от изменения среднесменной концентрации

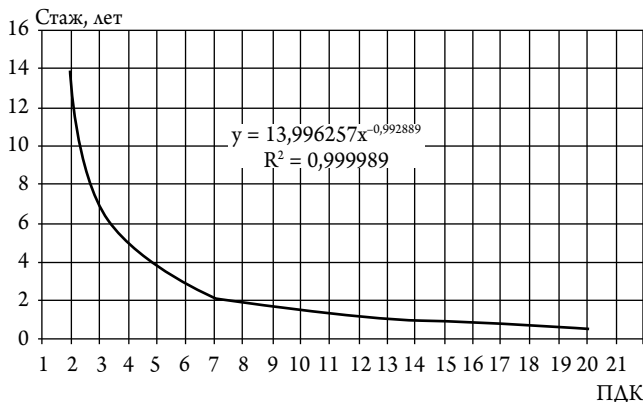


Рис. 1. Зависимость продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от кратности превышения ПДК

Fig. 1. The dependence of the experience in terms of acceptable risk to health from the excess over MPC

ПДК пыли (с учетом всех фракций ТЧ, PM_{10} и $PM_{2,5}$) и продолжительности смены, представлены в таблицах 3,4 и на рисунках 1,2.

Расчет суммарной пылевой нагрузки за периоды рабочего и вне рабочего времени позволяет выявить реальный риск возникновения как патологии верхних дыхательных путей, так и патологии ССС у работающих, занятых на теплоизоляционных работах.

Системой, испытывающей негативное воздействие (по данным кардиологической ассоциации) [2,10], является не только ДС, но и ССС.

Анализ результатов обследования 40 пациентов клиники профпатологии «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», занятых на строительных работах в контакте с пылевыми частицами, выявил уменьшение содержания Са 1,3 раза ($1,74 \pm 0,073$) в бестромбоцитарной плазме. Это может указывать на увеличение процессов вязкого метаморфоза тромбоцитов. Определены статистически значимое уменьшение содержания эритроцитов в периферической крови обследованных и на фоне высокого гемоглобина ($125,4 \pm 0,53$ г/л) некоторое увеличение содержания общего билирубина ($15,79 \pm 0,062$ ммоль/л). Это может указывать на увеличение повреждения фосфолипидных мембран эритроцитов. Вместе с тем у обследованных пациентов обнаружены изменения в качественном и количественном составе макрофагов, признаки сенсibilизации, а также симптомы гипертонической болезни I или II степени.

Анализ проявлений патологии ССС и величины расчетной пылевой нагрузки в зависимости от стажа работы в условиях загрязненного пылью воздуха рабочей зоны дал возможность верифицировать модель расчета риска возникновения патологии ССС при воздействии пылевых

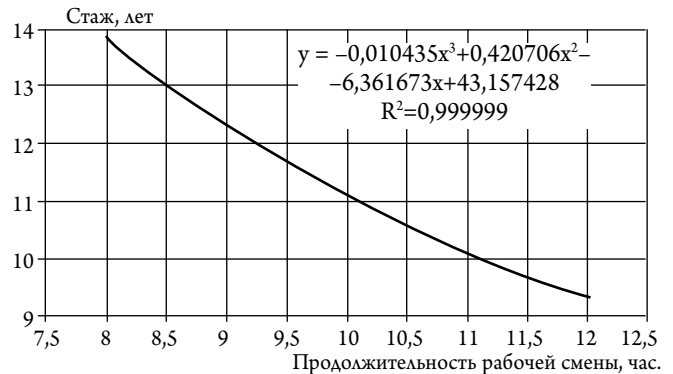


Рис. 2. Зависимость продолжительности рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью от продолжительности рабочей смены

Fig. 2. Dependence of the length of working experience in conditions of acceptable health risk on the duration of the work shift

Таблица 4 / Table 4

Величина риска патологии сердечно-сосудистой системы при работе в условиях воздействия мелкодисперсной пыли (PM_{10} и $PM_{2,5}$)

The magnitude of the risk of pathology of the cardiovascular system when working in conditions of exposure to fine dusts (PM_{10} and $PM_{2,5}$)

Превышение критерия	Риск при достижении стажа, лет		
	умеренный до 0,35	высокий 0,6	очень высокий 0,8 и более
3	20	21–31	32 и более
4	6	7–18	19 и более
5	До 4	5–10	11 и более
6 и более	До 2	3–4	5 и более

частиц ($PM_{10-2.5}$) [9] и предложить диаграмму для экспресс-метода оценки риска развития патологии ССС.

В расчетах учтены элементы эволюционной модели, отражающей систему накопления риска нарушений сердечно-сосудистой системы за счет естественных причин [9,11,12].

Эволюционная модель позволяет рассчитывать риск на любой заданный момент времени. В начальный момент времени значение риска принимается равным 0,01 [9]. Есть возможность прогнозирования на период ожидаемой продолжительности стажа работы на основе известной экспозиции мелкодисперсной пыли минеральной ваты во времени [9,11].

Результаты использования представленной зависимости позволили составить таблицу для экспресс-метода оценки риска развития патологии сердечно-сосудистой системы у работающих при воздействии на них мелкодисперсной пыли (PM_{10} и $PM_{2.5}$). Результаты представлены в таблице 4.

Установлено, что работники, имеющие контакт с мелкодисперсной пылью в концентрациях $1,8 \pm 0,4$ мг/м³, через 4 года стажа формируют группу высокого риска возникновения патологии ССС, через 14 лет работы в таких условиях риск патологии ССС становится очень высоким.

Выводы:

1. Условия труда при проведении теплоизоляционных работ классифицируются как вредные 3 класса 2 степени. Вредным фактором производственной среды является содержание пыли (в том числе мелкодисперсной PM_{10} и $PM_{2.5}$) в воздухе рабочей зоны (3.2). Характеристика воздуха рабочей зоны свидетельствует о длительном пребывании мелкодисперсной пыли в воздушной среде над территорией строительной площадки. Темп снижения уровня загрязнения воздушной среды мелкодисперсными фракциями значительно ниже по сравнению с темпом снижения уровня загрязнения ТЧ.

2. В воздухе рабочей зоны при проведении теплоизоляционных работ обнаружена пыль в концентрации $8,2 \pm 1,3$ мг/м³, PM_{10} — $1,8 \pm 0,4$ мг/м³, $PM_{2.5}$ — $1,25 \pm 0,2$ мг/м³.

3. Выявленные зависимости позволяют определить безопасную продолжительность рабочего стажа в условиях допустимого риска здоровью под воздействием вредного фактора производственной среды, определенной интенсивности (превышающей ПДК), при различной продолжительности контакта с ним в течение суток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Burnett R.T., Cakmak S., Brook J.R., Krewski D. The role of particulate size and chemistry in the association between summer-time ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory disease. *Environ. Health Perspect.* 1997; 105 (6): 614–20.
2. Pope C.A. Epidemiology of fine particulate air pollution and human health: biologic mechanisms and who's at risk. *Environmental Health Perspectives.* 2000; 108 (4): 713–23.
3. Профессиональный риск для здоровья работников (Руководство). Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова. М.: Тривант; 2003.
4. Муртонен М. Оценка рисков на рабочем месте. Практическое пособие. Тампере. 2007. Субрегиональное бюро МОТ.
5. Турсунов З.Ш. Перспективные направления совершенствования оценки условий труда при использовании минеральной ваты. Профилактическая медицина. 2012; Материалы конференции 28 ноября 2012 г. А.В. Силин. СЗГМУ им. И.И. Мечникова; 2012: 107–8.
6. Agency for Toxic Substance and Disease Registry. Toxicological profile for synthetic vitreous fibers. Atlanta, GA : ATSDR. (2004). <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp161.html>.
7. Р 2.2.2006–05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

8. Приказ Минтруда России №33н от 24 января 2014 г. «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению».

9. МР 2.1.10.0062–12. «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей».

10. European Agency for Safety and Health at Work: Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health. Emmanuelle Brun. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2008

11. Турсунов З.Ш. Актуальные вопросы оценки риска ущерба для здоровья при воздействии мелкодисперсной пыли минеральной ваты. Казанский мед. журнал. 2014; 95(4): 570–74.

12. Framework plan for the organization of monitoring of suspended substances in the atmosphere in Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. The WHO European centre for environment and health, Bonn; 2006.

REFERENCES

1. Burnett R.T., Cakmak S., Brook J.R., Krewski D. The role of particulate size and chemistry in the association between summer-time ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory disease. *Environ. Health Perspect.* 1997; 105 (6): 614–20.
2. Pope C.A. Epidemiology of fine particulate air pollution and human health: biologic mechanisms and who's at risk. *Environmental Health Perspectives.* 2000; 108 (4): 713–23.
3. Occupational health risk for workers (Management). Ed.F. Izmerov and E. I. Denisov. M.: Troant; 2003. (in Russian).
4. Murtonen, M. Workplace risk Assessment — a practical guide. Tampere; 2007. The ILO subregional office (in Russian).
5. Tursunov Z. Sh. Perspective directions of improvement of an assessment of working conditions at use of mineral wool. Preventive medicine. 2012: Materials of conference on November 28, 2012. Edited by A. V. Silina. I. I. Mechnikov Northwestern state medical University, 2012: 107–8 (in Russian).
6. Agency for Toxic Substance and Disease Registry, Toxicological profile for synthetic vitreous fibers. Atlanta; GA: ATSDR. (2004). <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp161.html>.
7. Р 2.2.2006–05. Occupational health. Guidelines for the hygienic assessment of the working environment and labor process. Criteria and classification of working conditions (in Russian).
8. About the statement of the Technique of carrying out the special assessment of working conditions, the Classifier of harmful and (or) dangerous production factors, the report form on carrying out the special assessment of working conditions and the instruction on its filling: the Order of Mines. labor and social. protection Grew. Federation of January 24, 2014 No. 33n: registered in the Ministry of justice.
9. МР 2.1.10.0062–12. “Quantification of non-carcinogenic risk from exposure to chemicals through the construction of evolutionary models” (in Russian).
10. European Agency for Safety and Health at Work: Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health. Emmanuelle Brun. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2008
11. Tursunov Z.Sh. Topical issues of health damage risk assessment under the influence of fine dust of mineral wool. *Kazan medical journal.* 2014; 95 (4): 570–4. (in Russian).
12. Framework plan for the organization of monitoring of suspended substances in the atmosphere in Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. The WHO European centre for environment and health, Bonn; 2006.

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-463-467>

УДК 613.62:628.1

© Коллектив авторов, 2019

Петрухин Н.Н.^{1,2}, Андреев О.Н.¹, Бойко И.В.^{1,2}, Гребеньков С.В.¹**Оценка медицинскими работниками степени влияния их условий труда на развитие профессиональных заболеваний**¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», ул. 2-я Советская, 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036;²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова», Пискаревский пр-т, 47, Санкт-Петербург, Россия, 195067**Введение.** Деятельность работников здравоохранения связана с воздействием множества вредных факторов, которые приводят к потере здоровья. По сравнению с другими профессиональными группами, медицинские работники болеют более длительно и тяжело, что может быть связано с полиморбидностью патологии.**Цель исследования** — на основании данных анкетирования изучить представление медицинских работников об условиях труда и выявить их влияние на формирование профессиональных заболеваний.**Материалы и методы.** В целях получения реального представления об отношении медицинских работников к своим условиям труда в 2018 г. было проведено анонимное анкетирование 1129 врачей и 776 сотрудников среднего и младшего медицинского персонала, работающих в учреждениях здравоохранения города Санкт-Петербурга, Москвы, Красноярска, Вологды и Орла.**Результаты.** Исследования условий труда и здоровья медиков позволили установить, что работа в медицинских учреждениях предъявляет значительные требования к организму работающих, его физическому состоянию и выносливости, объему оперативной и долговременной памяти, способности противостоять психическим, моральным и этическим перегрузкам.**Выводы:** Важнейшим методом борьбы с развитием профессиональных заболеваний является их профилактика. Организационные и профилактические мероприятия должны быть направлены, в первую очередь, на контроль состояния условий труда и здоровья медперсонала.**Ключевые слова:** медицинские работники; условия труда; профессиональные заболевания; самооценка**Для цитирования:** Петрухин Н.Н., Андреев О.Н., Бойко И.В., Гребеньков С.В. Оценка медицинскими работниками степени влияния их условий труда на развитие профессиональных заболеваний. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-463-467>**Для корреспонденции:** Петрухин Николай Николаевич, врач-профпатолог, ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», аспирант кафедры медицины труда ФГБОУ ВО «СЗГМУ имени И.И. Мечникова». E-mail: massage-piter@yandex.ru**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.Nikolay N. Petrukhin^{1,2}, Oleg N. Andreenko¹, Ivan V. Boyko^{1,2}, Sergey V. Grebenkov¹**Self-assessment by medical workers of the degree of influence of working conditions on the development of occupational diseases**¹North-West Scientific Center for Hygiene and Public Health, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036;²North-West State Medical University named after I.I. Mechnikov, 47, Piskarevsky Ave., St. Petersburg, Russia, 195067**Introduction.** The activities of health workers are associated with the impact of many harmful factors that lead to loss of health. Compared with other professional groups, health care workers are ill longer and harder, which may be due to polymorbidity pathology.**The aim of the study** based on the survey data to study the representation of health workers about working conditions and to identify their impact on the formation of occupational diseases.**Materials and methods.** In order to get a real idea of the attitude of medical workers to their working conditions in 2018, an anonymous survey was conducted of 1129 doctors and 776 employees of secondary and junior medical personnel working in health care institutions in St. Petersburg, Moscow, Krasnoyarsk, Vologda and Orel.**Results.** Research of working conditions and health of physicians allowed to establish that work in medical institutions imposes considerable requirements to an organism of working, its physical condition and endurance, volume of operational and long-term memory, ability to resist to mental, moral and ethical overloads.**Conclusions:** The most important method of combating the development of occupational diseases is their prevention. Organizational and preventive measures should be aimed primarily at monitoring the working conditions and health of medical staff.**Key words:** medical workers; working conditions; occupational diseases; self-assessment**For citation:** Petrukhin N.N., Andreenko O.N., Boyko I.V., Grebenkov S.V. Self-assessment by medical workers of the degree of influence of working conditions on the development of occupational diseases. *Med. труда i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-463-467>**For correspondence:** Nikolai N. Petruhin, doctor of profpathology of North-West Public Health Research Center, postgraduate student of the Department of occupational health of North-Western state Medical University named after I.I. Mechnikov. E-mail: massage-piter@yandex.ru**Funding:** The study had no funding.**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

Введение. Профессиональная деятельность медицинских работников выделена в отдельную группу труда, характеризующуюся особыми чертами профессии — контактом с пациентами, дефицитом информации о состоянии здоровья пациентов, высокой ответственности при принятии самостоятельных решений, негативным воздействием неблагоприятного исхода лечения [1,2]. Работа медицинских специалистов значительно различается по плотности рабочего дня, объему и характеру выполняемых профессиональных обязанностей, связана с ночными и суточными дежурствами, отсутствием фиксированного обеденного перерыва, ответственностью за жизнь пациента, что сказывается на многих физиологических процессах [3–5]. Деятельность работников здравоохранения связана с воздействием множества вредных факторов, которые приводят к потере здоровья [2]. По сравнению с другими представителями промышленных профессий, медицинские работники болеют более длительно и тяжело, что может быть связано с полиморбидностью патологии [6–8].

Следует отметить, что в последние годы состояние здоровья медицинских работников в целом и продолжительность их жизни по сравнению со среднестатистическими демографическими показателями ухудшились в связи со сложными социально-экономическими условиями [2,9,10,11]. Возросли их общая и профессиональная заболеваемость, а также смертность в трудоспособном возрасте [12–14]. Повседневный труд медицинских работников связан с высоким нервно-эмоциональным напряжением, вынужденной рабочей позой, перенапряжением аналитических систем [12,15,16].

В Государственных докладах Роспотребнадзора отмечается систематическое ухудшение условий труда и связанное с ним ухудшение состояния здоровья медицинских работников Российской Федерации, заболеваемость которых является одной из самых высоких в мире [12,17].

Ежегодно около 220 тыс. медицинских работников не выходят на работу по причине болезни. Результаты опроса медицинских работников показывают, что 75% из них имеют хронические заболевания, около половины состоит на диспансерном учете [2,5,18–21].

Изучение условий труда, профессиональных вредностей у медицинских работников и закономерностей их влияния на здоровье является на сегодняшний день актуальной и приоритетной задачей.

Цель исследования — на основании данных анкетирования изучить представление медицинских работников об условиях труда и выявить их влияние на формирование профессиональных заболеваний.

Материалы и методы. В целях получения реального представления об отношении медицинских работников

к своим условиям труда в 2018 г. было проведено анонимное анкетирование 1129 врачей и 776 сотрудников среднего и младшего медицинского персонала, работающих в учреждениях здравоохранения города Санкт-Петербурга, Москвы, Красноярска, Вологды и Орла.

Оценка полноты данных осуществлялась с помощью количества непропущенных признаков и ее доли в полном объеме в формате «N (%)». Для описания центрального положения и абсолютного разброса данных использовались среднее значение и стандартное отклонение в формате «M ± S», а для оценки относительного разброса использовался коэффициент вариации V, который характеризует однородность показателя и позволяет сравнивать однородность разных показателей, независимо от их масштаба и единиц измерения. Для описания структуры показателя использовались медиана и квартили в формате «Me [LQ; UQ]», а также минимум и максимум для оценки диапазона колебания показателя в формате «(Min; Max)».

Результаты и обсуждение. Анкетированием было охвачено 1905 медицинских работников. Распределение по полу: 1341 (70,4%) женщин и 564 (29,6%) мужчин. Возраст респондентов от 30 до 45 лет — 883 (43,7%), старше 45 лет — 718 (37,7%) и до 30 лет — 354 (18,6%) (рис. 1). Уровень образования у — 1233 (64,7%) опрошенных — высшее образование, 672 (35,3%) — среднее (рис. 2). Распределение по профессии: 1129 (59,3%) врачебный состав, 700 (36,7%) средний медперсонал и 76 (4,0%) младший медперсонал (рис. 3). Распределение по месту работы: 759 (39,9%) — поликлиника, 632 (33,2%) — больница, 368 (19,3%) — диспансеры и 145 (7,6%) — медицинские центры. Трудовая занятость у 673 (35,3%) медицинских работников — 0,5 ставки, у 670 (35,2%) — 1,0 ставки, у 297 (15,6%) — 1,5 ставки, у 265 (13,9%) — 0,75 ставки. Стаж работы у 755 (39,6%) составил от 1 до 10 лет, у 609 (32,0%) — более 20 лет и у 541 (28,4%) — от 11 до 20 лет.

Согласно предоставленным данным анкетирования из 1905 медицинских работников у 838 (44,0%) проводилась специальная оценка условий труда (СОУТ) на рабочем месте, 620 (32, 5%) известны ее результаты, а 473 (24,8%) согласны с официальными результатами СОУТ. Из вредных производственных факторов медики первое место отдели эмоциональным нагрузкам (502 (26,4%)), второе место — длительности сосредоточенного внимания (381 (20,0%)), третье место — фиксированной рабочей позе (375 (19,7%)) (таблица).

Такие факторы как инфекционные агенты, фиксированная рабочая поза, эмоциональные нагрузки и длительность сосредоточенного внимания неизменно растут и увеличиваются в каждом возрастном диапазоне в среднем на 10%. С возрастом медицинские работники все меньше значения придают таким влияющим на здоровье факторам, как семья, питание, образ жизни, вредные привычки и наследственность. Вполне возможно, что с возрастом на первый план выступают другие факторы, например, естественное старение организма. Самые высокие оценки условий труда на рабочем месте дают респонденты в возрасте от 30 до 45 лет, а хуже всего оценивают условия работы респонденты старше 45 лет. Молодые специалисты редко сталкиваются с несчастными случаями и практически всегда сообщают руководству об этом (соотношение 1:15). Специалисты старше 45 лет чаще сталкиваются с несчастными случаями и сообщают о них руководству гораздо реже (соотношение менее чем 1:2). Респонденты старшего возраста работают с большим количеством пациентов. Сотрудники до 30 лет не обращают внимание на проведение СОУТ: большинство из них не знают, проводились ли такие мероприятия,

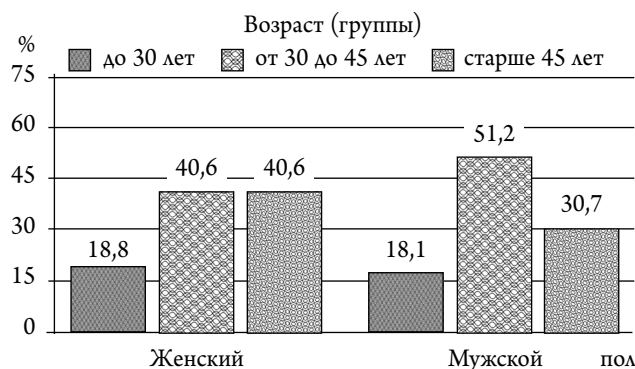


Рис. 1. Распределение респондентов по возрастным группам
Fig 1. Distribution of respondents by age groups

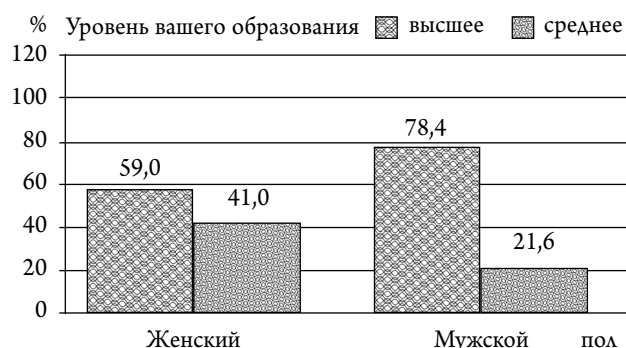


Рис. 2. Распределение респондентов по уровню образования.
Fig. 2. Distribution of respondents by level of education

и почти пятая часть (19%) считает, что такие мероприятия не проводятся. С возрастом процент незнающих о проведении СОУТ снижается, как и процент тех, кто сообщает о том, что СОУТ не проводится. С возрастом также меняется мнение о возможности возникновения профзаболеваний у медиков: чем старше становится работник, тем менее он склонен считать такую возможность существующей.

Врачи и средний медперсонал выше оценивают условия труда на рабочем месте, но сообщают о большем количестве факторов на рабочем месте. Продолжительность рабочего дня врачей и среднего медперсонала составляет в среднем 7–8 часов, что существенно отличается от продолжительности дня младшего медперсонала (в среднем, 6 часов). Наибольшее число аллергенов на рабочем месте у среднего медперсонала, а наименьшее число факторов, которые могли бы ухудшить состояние здоровья указывает младший медперсонал. Младший медперсонал обращается за помощью в основном в поликлинике по месту жительства (70%); врачи и средний медперсонал — по месту работы (39% и 42% соответственно) и в частные центры (19% и 10% соответственно). При этом средний медперсонал чаще, чем врачи, обращается к знакомым медработникам (33% vs 20%), а врачи чаще, чем средний медперсонал лечатся самостоятельно (31% vs 18%). Врачи и средний медперсонал чаще, чем младший медперсонал, считают, что выполняемая работа создает риск для здоровья (44–50% vs 21%). По поводу факторов, оказывающих влияние на здоровье, большее единодушие наблюдается между врачами и средним медперсоналом: они чаще, чем младший медперсонал указывают на профессиональную деятельность (17–24% vs 1%), питание (24–34% vs 11%), экологическую обстановку (35–39% vs 15%). Несмотря на то, что большинство респондентов, независимо от профессии, указывают на хорошие условия труда (50–60%), среди врачей наблюдается больше полярных мнений: почти пятая часть врачей оценивает условия труда как отличные (20%, что больше, чем в группах среднего и младшего медперсонала) и при этом 5% врачей оценивают условия труда как плохие, что также намного больше, чем в группах среднего и младшего медперсонала (0–1%).

Со стажем уменьшается количество респондентов, имеющих ночные дежурства, но увеличивается доля респондентов, указывающих различные факторы на рабочем месте: инфекционные агенты, фиксированную рабочую позу, монотонную работу, эмоциональные нагрузки, наличие аллергенов и длительность сосредоточенного внимания. Полученные результаты по факторам, способным повлиять на здоровье, повторяют результаты, полученные при рассмотрении групп респондентов, различающихся

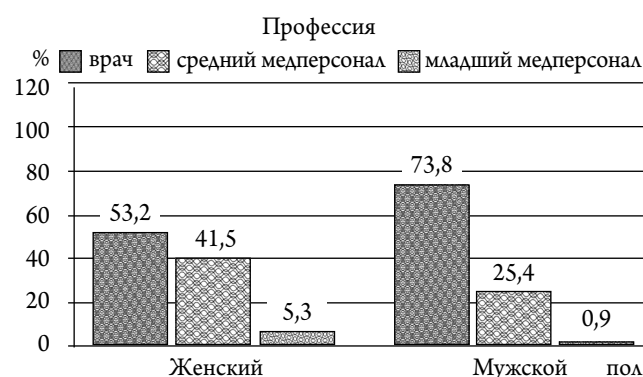


Рис. 3. Распределение респондентов по профессии.
Fig. 3. Distribution of respondents by profession

по возрасту: оценка влияния на состояние здоровья таких факторов, как семья, питание, образ жизни и наследственность, падает, а оценка экологической обстановки растет. Оказалось также, что респонденты с большим стажем более критично оценивают условия труда на рабочем месте.

Респонденты, работающие на 1,5 ставки, как правило, не имеют дополнительной специальности и чаще указывают факторы на рабочем месте: аэрозоли лекарственных веществ, инфекционные агенты, фиксированную рабочую позу, сенсорные и эмоциональные нагрузки, длительность сосредоточенного внимания и наличие аллергенов. Респонденты, работающие больше (1–1,5 ставки), чаще сообщают о риске для здоровья от выполняемой работы, болях, головкружении, нарушениях сна, раздражительности, тревожности и других симптомах. Именно у них чаще возникают аллергические реакции и на лекарственные препараты, и на моющие и дезинфицирующие средства, и на перчатки, и на биоматериалы. Респонденты, работающие больше, считают, что улучшить и сохранить здоровье медиков могут внедрение новых технологий и адекватных отдых, а респонденты, работающие меньше, возлагают надежды на ежегодные медосмотры и диспансеризацию.

Повседневный труд медицинских работников связан с высоким нервно-эмоциональным напряжением, вынужденной рабочей позой, перенапряжением аналитических систем [12,15,16]. Исследования условий труда и здоровья медиков позволили установить, что работа в медицинских учреждениях предъявляет значительные требования к организму работающих, его физическому состоянию и выносливости, объему оперативной и долговременной памяти, способности противостоять психическим, моральным и этическим перегрузкам. Высокая производственная нагрузка, круглосуточный режим работы с обязательными дежурствами требует высокой функциональной активности организма. Медицинские работники подвергаются воздействию лекарственных препаратов, дезинфицирующих средств, биологических агентов, ионизирующих и неионизирующих излучений, канцерогенов [4,8].

Период современных социальных реформ характеризуется значительным ростом профессиональной заболеваемости у медицинских работников в целом.

Среди факторов, влияющих на показатели заболеваемости, отмечаются неблагоприятные условия труда, неудовлетворительное медицинское обслуживание, низкая эффективность медицинских осмотров [5,8,11]. По сравнению с другими профессиональными группами медицинские работники болеют более длительно и тяжело, что может быть связано с полиморбидностью патологии и меньшей эффективностью фармакотерапии. При анализе заболеваемости

Основные показатели по оценке условий труда Key indicators for self-assessment of working conditions

Показатель	Всего	Число случаев	Доля случаев, %
Оценка условия труда на рабочем месте			
Знакомы ли вы с результатами СОУТ?	1905	620	32,5%
Согласны ли вы с официальными результатами СОУТ?	1905	473	24,8%
Включает ли ваша работа ночные дежурства?	1905	316	16,6%
Возможно ли возникновение профзаболеваний у медиков?	1905	1100	57,7%
Проводились ли месту вашей работы СОУТ?	1905	838	44,0%
Возникали ли у вас несчастные случаи на рабочем месте?	1905	373	19,6%
Факторы на рабочем месте			
Эмоциональные нагрузки	1905	502	26,4%
Длительность сосредоточенного внимания	1905	381	20,0%
Фиксированная рабочая поза	1905	375	19,7%
Инфекционные агенты	1905	271	14,2%
Монотонная работа	1905	270	14,2%
Наличие аллергенов	1905	146	7,7%
Аэрозоли лекарственных веществ	1905	142	7,5%
Сенсорные нагрузки	1905	89	4,7%

и обращаемости необходимо учитывать, что медицинские работники — это особая категория трудящихся, среди которых широко распространено самолечение [9,14].

Медицинская и социальная значимость проблемы диктует необходимость акцентировать внимание организаторов здравоохранения на важности профилактики профессиональных заболеваний среди медицинского персонала. На практике решение этой проблемы предполагает широкий комплекс медицинских, организационных мероприятий профилактической направленности, постоянно проводимых в лечебно-профилактических учреждениях страны и обеспечивающих надежную специфическую и неспецифическую защиту медицинских работников.

Выводы.

1. Профессиональная деятельность медицинских работников сопряжена с неблагоприятными условиями труда физической, химической, биологической природы; работой в условиях постоянного нервно-психического перенапряжения (хронический стресс); недостаточным использованием методов антиинфекционной защиты.

2. Важнейшим методом борьбы с развитием профессиональных заболеваний является их профилактика. Организационные и профилактические мероприятия должны быть направлены, в первую очередь, на контроль состояния условий труда и здоровья медперсонала. Для предупреждения заболевания вирусными гепатитами В и С существуют меры профилактики: специфические и неспецифические. Специфическая профилактика предусматривает плановую или экстренную вакцинацию медицинских работников только от вирусного гепатита В. Эффективных мер специфической профилактики гепатита С не существует.

3. К мерам неспецифической профилактики относятся: использование индивидуальных средств защиты (халаты, шапочки, резиновые перчатки, очки или защитные экраны, обувь); строгое соблюдение правил дезинфекции и стерилизации.

4. В учреждениях здравоохранения должен осуществляться комплекс профилактических мероприятий, направленных на предотвращение возникновению внутрибольничных инфекций. В структуре этих мероприятий важную роль играет осуществление обязательных про-

лактических медицинских осмотров работников заведения, деятельность которых связана с обслуживанием пациентов и может привести к распространению инфекционных болезней. Все медицинские работники в обязательном порядке должны быть привиты согласно Национальному календарю прививок, утвержденному Приказом Минздрава России от 21.03.2014 №125н.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щербо А.П. Больничная гигиена: руководство для врачей. СПб: СПбМА-ПО; 2000.
2. Петрухин Н.Н., Логинова Н.Н., Андреев О.Н., Гребеньков С.В., Воронкова С.В. Роль биофактора в формировании профессиональных заболеваний у работников здравоохранения. Гигиена и санитария. 2018; 12: 1231–1234.
3. Kubik-Huch R.A. Referrer satisfaction as a quality criterion: developing an questionnaire for measuring the quality of services provided by a radiology department. Rofo. 2005; 177(3): 46–2.
4. Кравченко О.К. Задачи и возможности оптимизации условий труда медицинских работников, обслуживающих современное высокотехнологичное оборудование. Медицина труда и промышленная экология. 2006; 4: 5–11.
5. Галимов А.Р., Кайбышев В.Т. Здоровье как нравственная ценность и его самооценка врачами. Медицина труда и промышленная экология. 2005; 7: 37–42.
6. Измеров Н.Ф. Концептуальные подходы к сохранению и укреплению здоровья работающего населения России. Бюллетень научного совета «Медико-экологические проблемы работающих». 2003; 1: 4–10.
7. Денисов Э.И. Методические особенности оценки риска в медицине труда. Медицина труда. Введение в специальность: пособие для последипломной подготовки врачей. М.: Медицина; 2002.
8. Бектасова М.В. Причины нарушения здоровья медицинских работников лечебно-профилактических учреждений Владивостока. Медицина труда и промышленная экология. 2006; 12: 21–26.
9. Войтенко Н.А., Кузьмичев А.И., Кулова Л.З. Профилактическая работа и здоровье медицинских работников. В кн.: «Тезисы докладов IV Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». М.; 2005. 50–51.

10. Кайбышев В.Т. Профессионально детерминированный образ жизни и здоровье врачей в условиях современной России. *Медицина труда и промышленная экология*. 2006; 12: 21–26.

11. Кайбышев В.Т. Социально-гигиенические факторы формирования здоровья врача. *Медицина труда и промышленная экология*. 2005; 7: 30–34.

12. Петрухин Н.Н., Логинова Н.Н., Гребеньков С.В., Андреев О.Н. Распространенность внегочного туберкулеза среди работников медицинской сферы. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 5: 4–7.

13. Петрухин Н.Н., Чистяков Н.Д., Полозова Е.В., Логинова Н.Н., Гребеньков С.В., Бойко И.В. Медицинское освидетельствование иностранных граждан в рамках предварительных медицинских осмотров в Санкт-Петербурге. В кн: «Здоровье населения и качество жизни Материалы IV Всероссийской с международным участием заочной научно-практической конференции». СПб.; 2017. 230–231.

14. Pavlat J. The stressed physician. I. What conditions of the profession are stressful for the physician? What disorders do physicians experience and what are the effects on patients? *Cas Lek Cesk*. 2002; 141(11): 343–345.

15. Zmyslony M. Exposure of nurses to electromagnetic. *Med Pr*. 2004; 55(2): 65–8.

16. Горблянский Ю.Ю. Актуальные вопросы профессиональной заболеваемости медицинских работников. *Медицина труда и промышленная экология*. 2003; 1: 8–12.

17. Иванов А.В. Влияние социально-гигиенических условий на здоровье врачей. *Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья*. 2005; 2: 4–17.

18. Isikhan V. Job stress and coping strategies in health care professionals working with cancer patients. *Eur J Oncol Nurs*. 2004; 8(3): 234–244.

19. Joubert E. Verbal abuse of nurses by physicians in a private sector setting. *Curationis*. 2005; 28(3): 39–46.

20. Ishii T. Questionnaire on the attitude of the physicians in educating the elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease about smoking cessation. *Nippon Ronen Igakkai Zasshi*. 2002; 39(3): 308–313.

21. Carmi-Iluz T. Verbal and physical violence towards hospital- and community-based physicians in the Negev: an observational study. *BMC Health Serv Res*. 2005; 4: 5–54.

REFERENCES

1. Scherbo A.P. Hospital hygiene: a guide for doctors. SPb: SPbMA-PO; 2000 (in Russian).

2. Petrukhin N.N., Loginova N.N., Andreenko O.N., Grebenkov S.V., Voronkova S.V. The role of biofactor in the formation of occupational diseases among health care workers. *Gigiena i sanitariya*. 2018; 12: 1231–1234 (in Russian).

3. Kubik-Huch R.A. Referrer satisfaction as a quality criterion: developing a questionnaire for measuring the quality of services provided by a radiology department. *Rofo*. 2005; 177(3): 46–2.

4. Kravchenko O.K. Objectives and opportunities to optimize the working conditions of health workers serving modern high-tech equipment. *Medicina труда i promyshlennaja jekologija*. 2006; 4: 5–11 (in Russian).

5. Galimov A.R., Kaibyshev V.T. Health as a moral value and its self-esteem by doctors. *Medicina труда i promyshlennaja jekologija*. 2005; 7: 37–42 (in Russian).

6. Izmerov N.F. Conceptual approaches to preserving and strengthening the health of the working population of Russia. *Bjulleten' nauchnogo soveta «Mediko-jekologicheskie problemy rabotajushih»*. 2003; 1: 4–10 (in Russian).

7. Denisov E.I. Methodological features of risk assessment in occupational medicine. *Labor Medicine. Introduction to the specialty: a manual for postgraduate training of doctors [Metodicheskie osobennosti ocenki riska v medicine truda. Medicina truda. Vvedenie v special'nost': posobie dlja poslediplomnoj podgotovki vrachej]*. M.: Medicina; 2002.

8. Bektasova M.V. Causes of health problems of medical workers of medical and preventive treatment facilities of Vladivostok. *Medicina труда i promyshlennaja jekologija*. 2006; 12: 21–26 (in Russian).

9. Voitenko N.A., Kuzmichev A.I., Kulova L.Z. Preventive work and health care providers. In the book: «Abstracts of the reports of the IV All-Russian Congress "rofession and Health»». Moskva.; 2005. 50–51 (in Russian).

10. Kaibyshev V.T. Professionally determined lifestyle and health of doctors in the conditions of modern Russia. *Medicina труда i promyshlennaja jekologija*. 2006; 12: 21–26 (in Russian).

11. Kaibyshev V.T. Socio-hygienic factors shaping the health of the doctor. *Medicina труда i promyshlennaja jekologija*. 2005; 7: 30–34 (in Russian).

12. Petrukhin N.N., Loginova N.N., Grebenkov S.V., Andreenko O.N. The prevalence of extrapulmonary tuberculosis among medical workers. *Medicina труда i promyshlennaja jekologija*. 2018; 5: 4–7 (in Russian).

13. Petrukhin N.N., Chistyakov N.D., Polozova E.V., Loginova N.N., Grebenkov S.V., Boyko I.V. Medical examination of foreign citizens in the framework of preliminary medical examinations in St. Petersburg. In the book: «Public Health and Quality of Life Materials of the IV All-Russian with international participation correspondence scientific-practical conference». SPb.; 2017. 230–231 (in Russian).

14. Pavlat J. The stressed physician. I. What conditions of the profession are stressful for the physician? What disorders do physicians experience and what are the effects on patients? *Cas Lek Cesk*. 2002; 141(11): 343–345.

15. Zmyslony M. Exposure of nurses to electromagnetic. *Med Pr*. 2004; 55(2): 65–8.

16. Gorblyansky Y.Y. Actual issues of occupational morbidity of medical workers. *Medicina труда i promyshlennaja jekologija*. 2003; 1: 8–12 (in Russian).

17. Ivanov A.V. The impact of socio-hygienic conditions on the health of doctors. *Bjulleten' Nacional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshhestvennogo zdorov'ja*. 2005; 2: 4–17 (in Russian).

18. Isikhan V. Job stress and coping strategies in health care professionals working with cancer patients. *Eur J Oncol Nurs*. 2004; 8(3): 234–244.

19. Joubert E. Verbal abuse of nurses by physicians in a private sector setting. *Curationis*. 2005; 28(3): 39–46.

20. Ishii T. Questionnaire on the attitude of the physicians in educating the elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease about smoking cessation. *Nippon Ronen Igakkai Zasshi*. 2002; 39(3): 308–313.

21. Carmi-Iluz T. Verbal and physical violence towards hospital- and community-based physicians in the Negev: an observational study. *BMC Health Serv Res*. 2005; 4: 5–54.

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 29.07.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

Профессиональные полиневропатии: состояние магистральных артерий верхних конечностей

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036;

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, 41, Санкт-Петербург, Россия, 191015

Введение. Профессиональные полиневропатии верхних конечностей — пример наиболее распространенной патологии вследствие физических перегрузок и функционального перенапряжения мышц верхних конечностей.

Цель исследования — изучение ультразвуковых количественных показателей анатомических структур артерий в норме и при профессиональной полиневропатии.

Материалы и методы. Ультразвуковым методом в В-режиме обследовались больные с полиневропатией от физических перегрузок и функционального перенапряжения в условиях стационара. Представлены результаты ультразвуковой оценки морфологического состояния магистральных артерий предплечья при профессиональной полиневропатии от физической перегрузки и функционального перенапряжения. Критериями отбора пациентов в исследовании являлись: наличие выраженных клинических проявлений полиневропатии, подтвержденное инструментальными методами исследования, данные санитарно-гигиенической характеристики условий труда, указывающие на контакт с физическими перегрузками на рабочем месте, отсутствие хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы (ишемической болезни сердца, ревматических, онкологических, инфекционных заболеваний, пороков сердца, нарушений ритма и проводимости).

Результаты. Изучение ультразвуковых морфологических особенностей артерий верхних конечностей при профессиональной полиневропатии показало увеличение комплекса интима-медиа, уплотнение структуры сосудистой стенки в равной степени в лучевой и локтевой артерии. Выявленные изменения определялись с одинаковой частотой у мужчин и женщин. Исследование правой и левой руки показало наличие более выраженных изменений на стороне «работающей руки».

Заключение. Метод ультразвукового исследования магистральных артерий среднего калибра верхних конечностей на сегодняшний день является единственным доступным и объективным методом исследования морфологических изменений сосудистой системы при профессиональных полиневропатиях от функционального перенапряжения и физических перегрузок. В сравнении с контрольной группой у больных с полиневропатией достоверное уменьшение диаметра сосудов определялось на конечности, имеющей преимущественную нагрузку. Ультразвуковые изменения выявляются уже на начальных стадиях профессиональной полиневропатии верхних конечностей.

Ключевые слова: профессиональные полиневропатии; физические перегрузки; магистральные артерии; верхние конечности

Для цитирования: Куприна Н.И., Кочетова О.А., Шилов В.В., Улановская Е.В. Профессиональные полиневропатии: состояние магистральных артерий верхних конечностей. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-468-472>

Для корреспонденции: Куприна Надежда Игоревна, врач-рентгенолог, врач ультразвуковой диагностики федерального бюджетного учреждения науки «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора. E-mail: nadin20-sun@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Nadezhda I. Kuprina¹, Olga A. Kochetova^{1,2}, Viktor V. Shilov², Ekaterina V. Ulanovskaya¹

Professional polyneuropathy: an ultrasound study of arteries of upper extremities

¹North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41, Kirochnaya str., St. Petersburg, Russia, 191015

Introduction. Professional polyneuropathy of the upper extremities is an example of the most common pathology due to physical overload and functional overstrain of the muscles of the upper extremities.

The aim of the study was to study the ultrasound quantitative parameters of the anatomical structures of the arteries in normal and professional polyneuropathy.

Materials and methods. Patients with polyneuropathy from physical overloads and functional overvoltage in hospital were examined by ultrasound in B-mode. The results of ultrasonic assessment of the morphological state of the main arteries of the forearm in professional polyneuropathy from physical overload and functional overvoltage are presented. The criteria for the selection of patients in the study were: the presence of severe clinical manifestations of polyneuropathy, confirmed by

instrumental methods of the study, the data of sanitary and hygienic characteristics of working conditions, indicating contact with physical overload in the workplace, the absence of chronic diseases of the cardiovascular system (coronary heart disease, rheumatic, oncological, infectious diseases, heart defects, arrhythmias and conduction).

Results. The study of ultrasound morphological features of the arteries of the upper extremities in professional polyneuropathy showed an increase in the intima-media complex, compaction of the structure of the vascular wall equally in the radial and ulnar arteries. The revealed changes were determined with the same frequency in men and women. The study of the right and left hands showed the presence of more pronounced changes on the side of the «working hand».

Conclusions. Today the method of ultrasound examination of the main arteries of the middle caliber of the upper extremities is the only available and objective method of studying the morphological changes of the vascular system in professional polyneuropathy from functional overvoltage and physical overload. In comparison with the control group in patients with polyneuropathy, a significant decrease in the diameter of the vessels was determined on the limb, which has a predominant load. Ultrasonic changes are detected at the initial stages of professional polyneuropathy of the upper extremities.

Key words: professional polyneuropathy; physical overload; main arteries; upper limbs

For citation: Kuprina N.I., Kochetova O.A., Shilov V.V., Ulanovskaya E.V. Professional polyneuropathy: the state of the main arteries of the upper extremities. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-468-472>

For correspondence: Nadezhda I. Kuprina, radiologist, doctor of ultrasonic diagnostics of the North-West Public Health Research Center. E-mail: nadin20-sun@yandex.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Профессиональные полиневропатии (ПНП) верхних конечностей — актуальная и распространенная патология периферической нервной системы, возникающая в результате действия физических перегрузок и функционального перенапряжения мышц верхних конечностей в сочетании с микротравмами кожи ладони (трение, давление, удары) у представителей разнообразных профессий (строительных, сельскохозяйственных и т. д.) [1–4]. Физические перегрузки могут быть не единственным фактором, приводящим к развитию этого заболевания, а действовать в комплексе с постоянным переохлаждением, вибрацией [5,6]. Как итог, развиваются чувствительные и вегетативные расстройства, обуславливающие типичную клиническую картину заболевания — полиневритические расстройства чувствительности на руках преимущественно дистального характера распределения по типу «перчаток», нарастание выраженности расстройств в дистальном направлении, симметричность чувствительных нарушений, частое появление болей и парестезий [1,7–9]. Наряду с этим у пациентов отмечаются и признаки нарушения периферического кровообращения: изменение окраски кожи, положительный симптом белого пятна, положительная проба Боголепова [2,5,10–12]. В настоящее время не существует единого стандарта объективной диагностики подобных сосудистых нарушений. Активно использовавшиеся ранее дополнительные методы исследования в виде ногтевой капилляроскопии, реовазографии не дают полной информации о состоянии сосудов при данной патологии. Кроме того, в литературе отсутствуют данные о морфологических изменениях в стенках сосудов магистрального типа при профессиональных ПНП, связанных с действием физических перегрузок и функционального перенапряжения мышц верхних конечностей.

Из данных литературы известно [1,12], что при вегетативно-сенсорной ПНП происходит местное рефлекторное перераспределение рецепторов периферических сосудов и околососудистых сплетений при механических, температурных и токсических воздействиях. Данные о показателях кровотока в магистральных артериях верхних конечностей достаточно противоречивы.

Цель исследования — изучение ультразвуковых количественных показателей анатомических структур артерий в норме и при профессиональной ПНП от действия физических перегрузок.

Исследование предусматривало решение следующих задач:

- Разработка методики ультразвукового исследования сосудов верхних конечностей при ПНП.
- Проведение анализа состояния сосудистой системы верхних конечностей у больных профессиональной ПНП верхних конечностей.
- Выявление и оценка степени изменений показателя диаметра и толщины комплекса интима-медиа.

Материалы и методы. В исследование были включены 68 женщин и мужчин с установленным диагнозом профессиональной вегетативно-сенсорной ПНП I и II степени. Обследованные пациенты были в трудоспособном возрасте: 29 женщин и 39 мужчин в возрасте от 41 до 58 лет, средний возраст 52 года. Пациенты были взяты с наиболее выраженными профессиональными клиническими признаками, такие как маляры, маляры-штукатуры, шахтеры (горнорабочие подземные, проходчики, горнорабочие очистного забоя). Пациенты обследованы в стационаре «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» по стандартной методике с использованием клинко-инструментальных методов [13–15]. В исследование не включались пациенты с ишемической болезнью сердца, ревматическими, онкологическими, инфекционными заболеваниями, пороками сердца, нарушениями ритма и проводимости. Для сравнительной оценки полученных данных обследованы 27 практически здоровых лиц: 12 мужчин и 15 женщин от 39 до 59 лет, средний возраст 45 лет, без выраженных физических перегрузок. Ультразвуковое сканирование магистральных артерий предплечья проводилось в В-режимах на ультразвуковом аппарате General Electrics Logic C5 Premium линейным датчиком 5–15 МГц на глубине 3,5–4 см по стандартной методике [16–18]. Сканирование проводилось в горизонтальном положении больного лежа на спине с отведенной верхней конечностью при совместном использовании продольного и поперечного сканирования артерий предплечий. Локтевая и лучевая артерии измерялись в дистальной части предплечья в зоне их наилучшей эхолокации — на 3–4 см выше запястья. Линейный датчик устанавливался в месте локтевого сгиба с последующим перемещением датчика дистально и продольно вдоль локтевой и лучевой артерии на правой и левой верхней конечности.

Количественные показатели толщины комплекса интима-медиа и диаметра на дистальном отделе локтевой и лучевой артерий у здоровых лиц и пациентов с профессиональной полиневропатией**Quantitative indicators of intima-media complex thickness and diameter on the distal ulnar and radial arteries in healthy individuals and patients with occupational polyneuropathy**

Группа	Локтевая артерия			Лучевая артерия		
	Диаметр, мм	ТКИМ, мм	2×ТКИМ/ /диаметр, мм	Диаметр, мм	ТКИМ, мм	2×ТКИМ/ /диаметр, мм
Больные ПНП, n=68	1,80±0,10	0,29±0,04	0,32±0,03	1,85±0,10	0,29±0,04	0,31±0,02
Здоровые, n=27	2,17±0,09	0,19±0,02	0,17±0,01	2,24±0,10	0,20±0,03	0,18±0,02

При ультразвуковом исследовании в В-режиме проводилась качественная оценка состояния просвета и стенок артерий, отмечалось наличие атеросклеротических бляшек, стенозов, отложения кальция, особенности хода артерий, наличие изгибов [13,19,20]. В В-режиме измерялись следующие показатели: диаметр сосуда (трансдвентициальный диаметр сосуда), толщина комплекса интима-медиа — ТКИМ (в зоне стандартной оценки — дистального отдела артерий на 3–4 см выше запястья), измерялась задняя стенка внутренней оболочки [21].

Были изучены корреляционные связи диаметра и ТКИМ с возрастом у здоровых и больных с диагнозом профессиональной ПНП, что более достоверно характеризует степень увеличения толщины интима-медиа [22–24]. Диаметр сосуда прямо пропорционален толщине интима-медиа (чем больше диаметр, тем больше толщина интима-медиа), по этой причине корреляция диаметра и толщины интима-медиа рассчитывалась по предложенной формуле $2 \times \text{ТКИМ (мм)} / \text{диаметр сосуда (мм)}$ [13,23,25]. Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с использованием программы IBM SPSS Statistics v. 22. Нормальное распределение основных показателей оценивалось с помощью одновыборочного критерия Колмогорова-Смирнова.

Результаты. При изучении особенностей хода артерий было выявлено наличие больших изгибов у больных с профессиональной ПНП верхних конечностей по сравнению со здоровыми лицами вне зависимости от возраста. В норме сосудистая стенка не утолщена, не уплотнена, с ровными, четкими контурами, просвет сосудов в режиме цветового доплеровского картирования свободен. Количественные показатели оценки стенок лучевой и локтевой артерий в контрольной группе и у больных с полиневропатией представлены в таблице (таблица).

Измерение количественных параметров состояния стенок сосудов в группе сравнения показало следующее: диаметр лучевой артерии составил $2,24 \pm 0,10$ мм, а локтевой $2,17 \pm 0,09$ мм; толщина комплекса интима-медиа (в зоне стандартной оценки) равнялась $0,19 \pm 0,02$ мм на локтевой артерии и $0,20 \pm 0,03$ мм на лучевой артерии.

В группе пациентов с профессиональной ПНП верхних конечностей в обеих исследованных артериях изменения встречаются в равной степени с одинаковой частотой с преимущественным поражением «работающей руки». В исследовании основное внимание уделялось оценке магистральных артерий предплечья, однако при осмотре артерий дополнительно производилась оценка венозной системы, отмечалось нарушение венозного оттока, расширение вен.

При исследовании лучевой артерии у больных с ПНП выявлено снижение диаметра по сравнению с контрольной группой, составляющее $1,75–1,95$ мм. Аналогичная тенден-

ция отмечалась и в локтевой артерии ($1,70–1,90$ мм). Толщина комплекса интима-медиа была значительно выше (до $0,3$ мм (на $25–30\%$)) на лучевой и на локтевой артериях по сравнению с контрольной группой.

Обсуждение. Описанные изменения отмечались с одинаковой частотой у мужчин и женщин. Исследование кровотока по локтевой и лучевой артериям правой и левой рук показало несколько более значительные изменения на стороне «работающей руки», преимущественно на правой стороне, по причине большей частоты встречаемости правшей. Стенозов, окклюзий и аневризм при осмотре магистральных артерий у больных ПНП выявлено не было, артерии были полностью проходимы. Стенка имела ровный четкий контур, без акустических дефектов.

При ультразвуковом исследовании оценка морфологических изменений в артериях крупного калибра производится непосредственно путем визуального осмотра сосудистой стенки, в то время как в артериях среднего диаметра вывод о просвете и целостности сосуда делается на основании изменения плоскости сканирования и использовании режима цветового доплеровского картирования [26–28].

На сегодняшний день существуют публикации по изменениям стенок артерий у больных с вибрационной болезнью методом реовазографии [3,29]. В данной статье впервые описываются закономерности изменения просвета артерий у больных с профессиональной полиневропатией от воздействия физических перегрузок с использованием метода ультразвуковой диагностики.

Заключение. Ультразвуковой метод исследования позволяет дать объективное количественное изменение толщины комплекса интима-медиа и толщины магистральных артерий среднего калибра. При профессиональной ПНП верхних конечностей изменения в сосудах наблюдаются на морфологическом уровне — в виде утолщения комплекса интима-медиа в дистальных участках лучевой и локтевой артерий, также отмечается уменьшение диаметра лучевой и локтевой артерий в дистальном отделе и значительное утолщение величины ТКИМ. Эти изменения указывают на органические изменения и повреждения в сосудах при физических перегрузках и функциональном перенапряжении мышц верхних конечностей.

При профессиональных ПНП выявленные изменения в магистральных артериях верхних конечностей можно рассматривать в рамках периферического ангиодистонического синдрома, который по данным ультразвукового исследования выявляется уже на начальных стадиях заболевания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грацианская Л.Н., Элькин М.А. Профессиональные заболевания конечностей от функционального перенапряжения. Л.: Медицина; 1984.

2. Измеров Н.Ф., ред. *Профессиональная патология: национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.
3. Артамонова В.Г., Мухин Н.А. *Профессиональные болезни*. М.: Медицина; 2006.
4. Кочетова О.А., Куприна Н.И., Малькова Н.Ю., Шилов В.В. Профессиональные полиневропатии верхних конечностей — современные подходы к диагностике, лечению и профилактике. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 3: 6–9.
5. Измеров Н.Ф., ред. *Руководство по профессиональным болезням*. М.: Медицина; 1983.
6. Тарасова Л.А. Профессиональные заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата от функционального (физического) перенапряжения. В кн.: *Материалы Всесоюзной конференции, Юрмала, 19–21 декабря 1990 г. Актуальные вопросы профессиональной патологии*. М.: 1990; вып. 42, т. I: 165–6.
7. Милутка Е.В., Дедкова Л.Е. *Профессиональные заболевания периферической нервной системы от физических перегрузок и функционального перенапряжения*. СПб: СЗГМУ им. И.И. Мечникова; 2014.
8. Жулев Н.М., ред. *Невропатии. Руководство для врачей*. СПб: Издательский дом СПб МАПО; 2005.
9. Кочетова О.А., Малькова Н.Ю. Характеристика болевого синдрома у больных с профессиональной полиневропатией верхних конечностей. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; 11:17–20.
10. Кочетова О.А., Малькова Н.Ю. Особенности профессиональных полиневропатий в практике невролога-профпатолога. В кн.: *Материалы XII Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье» V Всероссийского съезда врачей-профпатологов*. М.: 2013: 272–3.
11. Измеров Н.Ф., ред. *Профессиональные болезни*. М.: Издательский центр «Академия»; 2011.
12. Грацианская Л.Н., Ковшило В.Е., ред. *Справочник по профессиональной патологии*. Л.: Медицина; 1981.
13. Цвибель В.Дж., Пеллерито Дж.С. *Ультразвуковое исследование сосудов*. М.: ВидарМ; 2008.
14. Султанов Д.Д., Усманов Н.У., Гаиров А.Д. Клиника и диагностика хронической ишемии верхних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 1998; 2: 29–35.
15. Zwiebel W.J. Orlando; N.Y., ed. *Introduction to Vascular Ultrasonography*. L.: Grune & Stratton, Inc.; 1986.
16. Kempczinski R.F., Yao J.S.T., ed. *Practical Noninvasive Vascular Diagnosis*. Chicago; L.: year Book Medical Publ., Inc.; 1982.
17. Lockhart M.E., Robbin M.L., Allon M: Preoperative sonography radial artery evaluation and correlation with subsequent radiocephalic fistula outcome. *О Ultrasound Med*. 2004; 33: 161–8.
18. Zwiebel W.J. *Introduction to Vascular Ultrasonography*, Philadelphia: Saunders; 2000.
19. Girerd X, Giannattasio C, Moulin C, Safar M, Mancia G, Laurent S. Regression of radial artery wall hypertrophy and improvement of carotid artery compliance after long-term antihypertensive treatment in elderly patients. *Journal of the American College of Cardiology*. 1998; 31(5): 1064–73.
20. Покровский А.В. *Заболевания аорты и ее ветвей*. М.: Медицина; 1979.
21. Hershey F.B., Barnes R.W., Sumner D.S. *Noninvasive Diagnosis of Vascular Disease*. Pasadena: Appleton Davies; 1984.
22. Никитин Ю.М., Труханов А.И., ред. *Ультразвуковая доплерография диагностика сосудистых заболеваний*. М.: Видар; 1998.
23. Зубарев А.Р., Григорян Р.А. *Ультразвуковое ангиосканирование*. М.: Медицина; 1991.
24. Агаджанова Л.П. *Ультразвуковая диагностика заболеваний ветвей дуги аорты и периферических сосудов*. Атлас. М.: Изд. дом ВИДАР-М; 2004.
25. Куликов В.П. *Цветовое дуплексное сканирование в диагностике сосудистых заболеваний*. Новосибирск: СО РАМН; 1997.
26. Robbins S.L. *Basic Pathology*. Philadelphia: Saunders; 1981.
27. Wiggers C. J. *Circulatory dynamics. Physiol. studies*. New York; 1954
28. Савельев В.С., Затевахин И.И. *Эмболии бифуркации аорты и магистральных артерий конечностей*. М.: Медицина; 1970.
29. Горенков Р.В., Любченко П.Н. Ультразвуковое исследование в В-режиме магистральных артерий верхних конечностей у больных вибрационной болезнью. *Мед. труда и пром. экол*. 2002; 3:24–27.

REFERENCES

1. Gratsianskaya L.N., El'kin M.A. *Occupational diseases of the limbs from functional overvoltage*. Leningrad: Meditsina; 1984 (in Russian).
2. Izmerov N.F., ed. *Professional Pathology: National Guide*. Moscow: GEOTAR-Media; 2011 (in Russian).
3. Artamonova V.G., Mukhin N.A. *Occupational Diseases*. Moscow: Meditsina; 2006 (in Russian).
4. Kochetova O.A., Kuprina N.I., Mal'kova N.Yu., Shilov V.V. Occupational polyneuropathy of upper limbs — contemporary approach to diagnosis, treatment and prevention. *Med. truda i prom. ekol*. 2018; 3: 6–9 (in Russian).
5. Izmerov N.F., ed. *Guide to occupational diseases*. Moscow: Meditsina; 1983 (in Russian).
6. Tarasova L.A. Occupational diseases of peripheral nervous system and support-locomotion system. In: *Materialy Vsesoyuznoj konferencii «Aktual'nye voprosy professional'noj patologii*. Moscow: 1990; 1(42): 165–166 (In Russian).
7. Milutka E.V., Dedkova L.E. *Professional'nye zabolovaniya perifericheskoy nervnoy sistemy ot fisicheskikh peregruzok i funktsional'nogo perenapryazheniya*. St. Petersburg: SZGMU im. I.I. Mechnikova; 2014 (in Russian).
8. Zhulev N.M., ed. *Nevropatii. Rukovodstvo dlya vrachey*. St. Petersburg: Izdatel'skiy dom SPb MAPO; 2005 (in Russian).
9. Kochetova O.A., Mal'kova N.YU. Characteristics of pain syndrome in patients with occupational polyneuropathy of the upper extremities. *Med. truda i prom. ekol*. 2015; 11: 17–20 (in Russian).
10. Kochetova O.A., Mal'kova N.YU. Features of professional polyneuropathy in the practice of the neurologist-occupational pathologist. In: *Materials of the XII All-Russian Congress "Profession and Health" of the V All-Russian Congress of Occupational Pathology Doctors*. Moscow: 2013: 272–273 (in Russian).
11. Izmerov N.F., ed. *Occupational diseases*. Moscow: Akademiya; 2011 (in Russian).
12. Gratsianskaya L.N., Kovshilo V.Ye., ed. *Handbook of occupational pathology*. Leningrad: Meditsina; 1981 (in Russian).
13. Zwiebel V.J., Pellerito J.S. *Ultrasound examination of blood vessels*. Moscow: VidarM; 2008 (in Russian).
14. Sultanov D.D., Usmanov N.U., Gaibov A.D. Clinic and diagnosis of chronic ischemia of the upper extremities. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 1998; 2: 29–35 (in Russian).
15. Zwiebel W.J. Orlando; N.Y., ed. *Introduction to Vascular Ultrasonography*. L.: Grune & Stratton, Inc.; 1986.
16. Kempczinski R.F., Yao J.S.T., ed. *Practical Noninvasive Vascular Diagnosis*. Chicago; L.: year Book Medical Publ., Inc.; 1982.

17. Lockhart M.E., Robbin M.L., Allon M: Preoperative sonography radial artery evaluation and correlation with subsequent radiocephalic fistula outcome. *O Ultrasound Med.* 2004; 33:161–8.
18. Zwiebel W.J. *Introduction to Vascular Ultrasonography*, Philadelphia: Saunders; 2000.
19. Girerd X, Giannattasio C, Moulin C, Safar M, Mancina G, Laurent S. Regression of radial artery wall hypertrophy and improvement of carotid artery compliance after long-term antihypertensive treatment in elderly patients. *Journal of the American College of Cardiology.* 1998; 31(5):1064–1073.
20. Pokrovskiy A.V. *Diseases of the aorta and its branches*. Moscow: Meditsina; 1979 (in Russian).
21. Hershey F.B., Barnes R.W., Sumner D.S. *Noninvasive Diagnosis of Vascular Disease*. Pasadena: Appleton Davies; 1984.
22. Nikitin Yu.M., Trukhanov A.I., red. *Ultrasonic Doppler diagnostics of vascular diseases*. Moscow: Vidar; 1998 (in Russian).
23. Zubarev A.R., Grigoryan R.A. *Ultrasound angiography*. Moscow: Meditsina; 1991 (in Russian).
24. Agadzhanova L.P. *Ultrasound diagnosis of diseases of the branches of the aortic arch and peripheral vessels. Atlas*. Moscow: Izd. dom VIDAR-M; 2004 (in Russian).
25. Kulikov V.P. *Color duplex scanning in the diagnosis of vascular diseases*. Novosibirsk: SO RAMN; 1997 (in Russian).
26. Robbins S.L. *Basic Pathology*. Philadelphia: Saunders; 1981.
27. Wiggers C. J. *Circulatory dynamics. Physiol. studies*. New York; 1954
28. Savel'yev V.S., Zatevakhin I.I. *Embolism of the aortic bifurcation and main arteries of the extremities*. Moscow: Meditsina; 1970 (in Russian).
29. Gorenkov R.V., Lyubchenko P.N. Ultrasound examination in B-mode of the main arteries of the upper extremities in patients with vibration disease. *Med. truda i prom. ecol.* 2002; 3:24–27.

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-473-478>

УДК [612.67+612.7]–055.2

© Коллектив авторов, 2019

Гудков А.Б.¹, Чашин В.П.^{2,3,4}, Демин А.В.⁴, Попова О.Н.¹**Оценка качества жизни и постурального баланса у женщин старших возрастных групп, продолжающих работу в своей профессии**¹ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, пр-т Троицкий, 51, Архангельск, Россия, 163000;²ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036;³ФГАОУ ВО НИУ «Высшая школа экономики», ул. Мясницкая, 20, Москва, Россия, 101000;⁴ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» Минздрава России, набережная Северной Двины, 17, Архангельск, Россия, 163002

Введение. Актуальность исследования определяется задачами, поставленными в Национальном проекте «Демография» (Федеральный проект «Старшее поколение»), и состоит в необходимости учета функциональных и психофизиологических особенностей работников старших возрастных групп в системе мер по сохранению их здоровья и работоспособности в связи с предстоящим повышением возраста, дающего право выхода на пенсию для большинства работающего населения.

Цель исследования — определить основные закономерности в изменениях показателей, характеризующих качество жизни (КЖ) и постурального баланса у женщин старших возрастных групп, продолжающих работу в своей профессии.

Материалы и методы. Были обследованы 166 работающих женщин в возрасте 55–64 лет (средний возраст $59 \pm 2,8$ года). В изучаемую выборку были включены женщины, выразившие согласие принять участие в этом исследовании, которые через 12 месяцев после проведенного обследования продолжали трудовую деятельность и не планировали прекращать ее в течение последующего года. Первую возрастную группу (ВГ) составили женщины, календарный возраст (КВ) которых находился в пределах 55–59 лет ($n=89$), вторую — женщины в возрасте 60–64 лет ($n=77$). Физический (PCS) и психологический (MCS) компоненты КЖ, связанного со здоровьем, определялись по опроснику SF-36v2. Для оценки компонентов постурального баланса (КПБ) проводился сенсорный тест (Sensory Organization Test (SOT) с использованием компьютерного постурографического (стабилометрического) комплекса «Smart Equitest Balance Manager».

Результаты. Установлено, что все медианы компонентов КЖ у обследованных женщин находились выше 50 баллов, т. е. превышали общепопуляционную норму. Сравнение величины PCS в ВГ 55–59 лет и 60–64 лет показало различия на уровне статистической тенденции ($0,05 > p \leq 0,1$). При сравнении MCS статистически значимых различий между группами не выявлено. Изучение КПБ по SOT выявило, что у женщин 60–64 лет наблюдается незначительное снижение качества функции равновесия в функциональных пробах 1 ($p=0,008$) и 2 ($p=0,009$), однако показатели качества функции равновесия в пробе 6 ($p=0,005$) у них были выше, чем у женщин 55–59 лет, что позволяет рассматривать данный показатель как предиктор, оказывающий положительное влияние на продолжение трудовой деятельности старше 59 лет.

Заключение. Таким образом, физический и психологический компоненты КЖ у работающих женщин 55–64 лет превышают общепопуляционную норму. Однако после 59 лет происходит снижение физического компонента КЖ и не наблюдается снижение психологического компонента КЖ, что позволяет говорить о том, что психологическое здоровье у женщин 60 лет и старше становится определяющим при прогнозировании трудовой деятельности на пенсии. После 59 лет у работающих женщин происходит снижение качества функции равновесия в функциональных пробах 1 и 2, указывая на начало возрастных изменений КПБ, что обосновывает необходимость разработки и внедрения физкультурно-оздоровительных программ, направленных на сохранение постурального баланса у 60-летних женщин.

Ключевые слова: работающие женщины старшего возраста; качество жизни; постуральный баланс; компьютерная постурография

Для цитирования: Гудков А.Б., Чашин В.П., Демин А.В., Попова О.Н. Оценка качества жизни и постурального баланса у женщин старших возрастных групп, продолжающих работу в своей профессии. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-473-478>

Для корреспонденции: Гудков Андрей Борисович, зав. каф. гигиены и медицинской экологии, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: gudkovab@nsmu.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5923-0914>.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Andrey B. Gudkov¹, Valerii P. Chashchin^{2,3,4}, Alexander V. Dyomin⁴, Olga N. Popova¹**Assessment of quality of life and postural balance in women of older age groups who continue to work in their profession**¹Northern State Medical University, 51, Troitskiy Ave., Arkhangelsk, Russia, 163000;²North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036;³National Research University «Higher school of Economics», 20, Myasnitskaya str., Moscow, Russia, 101000;⁴Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17, Northern Dvina emb., Arkhangelsk, Russia, 163002

Introduction. The relevance of the study is determined by the tasks set in the National project “Demography” (Federal project “Older generation”), and is the need to take into account the functional and psycho-physiological characteristics of older age groups in the system of measures to preserve their health and efficiency in connection with the upcoming increase in the age, giving the right to retire for the majority of the working population.

The aim of study was to determine the main patterns in the changes in indicators characterizing the quality of life (QL) and postural balance in women of older age groups who continue to work in their profession.

Materials and methods. 166 working women aged 55–64 years (mean age 59 ± 2.8 years) were examined. The sample included women who agreed to participate in the study and who, 12 months after the survey, continued to work and did not plan to stop working during the following year. The first age group (AG) consisted of women whose calendar age (CA) was within 55–59 years ($n=89$), the second — women aged 60–64 years ($n=77$). The physical (PCS) and psychological (MCS) components of health-related QOL were determined by the SF-36v2 questionnaire. To evaluate the components of postural balance (CPB), a sensory Organization Test (SOT) was conducted using a computer posturographic (stabilometric) complex “Smart Equitest Balance Manager”.

Results. It was found that all medians of QL components in the examined women were above 50 points, i.e. exceeded the general population norm. Comparison of PCS values in AG 55–59 years and 60–64 years showed differences at the level of statistical trend ($0.05 > p \leq 0.1$). When comparing MCS, no statistically significant differences between the groups were found. The study of the SOT PBC revealed that women aged 60–64 had a slight decrease in the quality of the equilibrium function in functional samples 1 ($p=0.008$) and 2 ($p=0.009$), but the quality of the equilibrium function in sample 6 ($p=0.005$) was higher than in women aged 55–59, which makes it possible to consider this indicator as a predictor that has a positive effect on the continuation of employment over 59 years.

Conclusions. Thus, the physical and psychological components of QL in working women 55–64 years exceed the general population norm. However, after 59 years there is a decrease in the physical component of QL and there is no decrease in the psychological component of QL, which suggests that the psychological health of women 60 years and older becomes crucial in predicting retirement. After 59 years, working women experience a decrease in the quality of the equilibrium function in functional samples 1 and 2, indicating the beginning of age-related changes in the PBC, which justifies the need to develop and implement physical education and health programs aimed at maintaining the postural balance in 60-year-old women.

Key words: working women of older age; quality of life; postural balance; computer posturography

For citation: Gudkov A.B., Chashchin V.P., Demin A.V., Popova O.N. Assessment of quality of life and postural balance in women of older age groups who continue to work in their profession. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-473-478>

For correspondence: Andrey B. Gudkov, Head of Department of health and medical ecology of Northern State Medical University. E-mail: gudkovab@nsmu.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5923-0914>

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Качество жизни (КЖ) работников в национальной системе оценки профессионального риска (Р 2.2.1766–03) обеспечивается комплексом показателей, определяемых как критерии безвредных условий труда. Особую актуальность проблема сохранения здоровья и качества жизни приобретает в связи с предстоящим увеличением возраста выхода на пенсию. Особо актуальными являются исследования, направленные на изучение физического и психологического здоровья работников предпенсионного возраста как факторов, оказывающих существенное влияние на продолжение общественной и трудовой деятельности [1]. Хорошо известно, что любые изменения в компонентах постурального баланса (КПБ), особенно у женщин с увеличением возраста (в первую очередь после 60 лет), являются существенным фактором не только прекращения трудовой деятельности, но и досрочного выхода на пенсию [2–4].

Цель исследования — выявить особенности компонентов КЖ и постурального баланса у работающих женщин 55–64 лет.

Материалы и методы. Были обследованы 166 работающих женщин в возрасте 55–64 лет (средний возраст $59 \pm 2,8$ года). В группы были включены только те женщины, которые через 12 месяцев после проведенного обследования продолжали трудовую деятельность и не планировали прекращать ее в течение последующего года. Первую возрастную группу (ВГ) составили женщины, календарный возраст (КВ) которых находился в пределах 55–59 лет ($n=89$), вторую — женщины в возрасте 60–64 лет ($n=77$).

Все женщины имели среднее специальное или высшее образование. Критериями исключения из обследования были: нахождение на учете в психоневрологическом диспансере, онкологические заболевания, наличие в анамнезе черепно-мозговых травм, нарушения мозгового кровообращения, хронические заболевания в стадии декомпенсации и злоупотребление алкоголем.

Физический (Physical Component Summary — PCS) и психологический (Mental Component Summary — MCS) компоненты КЖ, связанного со здоровьем, определялись по опроснику SF-36v2 [5]. В основе второй версии данного опросника лежит нормативная стандартизированная оценка общепопуляционной нормы взрослого населения, равная 50 баллам. Это значение и выше для пожилых людей является должным уровнем КЖ (нормой физиологического и психологического здоровья), необходимым для нормальной жизнедеятельности и «успешного старения» [6]. Стандартизированные значения в пределах от 40 до 49,9 балла следует рассматривать как удовлетворительный уровень физиологического и психологического здоровья; от 30 до 39,9 балла — предкритический уровень, недостаточный для нормальной жизнедеятельности и «успешного старения», требующий действенных мер по повышению КЖ, связанного со здоровьем. Важно не допускать снижения физического и психологического компонентов КЖ ниже 30 баллов (критический уровень), при котором затруднен процесс «успешного старения», а для поддержания нормальной жизнедеятельности повышается роль медицинской и психосоциальной помощи [5,6].

Для оценки качества функции равновесия, стратегии поддержания позы и сенсорной организации пострального контроля проводился Sensory Organization Test (SOT) компьютерного динамического постурографического комплекса «Smart Equitest Balance Manager» (СИИ). В данном тесте проводились следующие пробы (Conditions): Condition № 1 (COND1) — спокойное стояние с открытыми глазами; COND2 — спокойное стояние с закрытыми глазами; COND3 — стояние с открытыми глазами при дестабилизирующем пространственном воздействии; COND4 — стояние с открытыми глазами при дестабилизирующем воздействии опорной поверхности; COND5 — стояние с закрытыми глазами при дестабилизирующем воздействии опорной поверхности; COND6 — стояние с открытыми глазами при полном дестабилизирующем воздействии как пространственном, так и опорной поверхности. Особенности качества функции равновесия (Equilibrium Score — EQL) в каждой из шести функциональных проб оценивались в % от 0 до 100 (также могут оцениваться в баллах), при этом идеальная устойчивость человека (наилучшее EQL) — 100%. Показатель EQL (от 1 до 6) mean (m) — это среднее значение трех выполненных попыток в той или иной функциональ-

ной пробе (COND 1–6). EQL — CMP (Composite of all equilibrium scores) SOT — это составная результирующая оценка качества функции равновесия всего теста, включающая среднее значение трех выполненных попыток COND1 и COND2 и сумму всех выполненных попыток COND3–6. Как и EQL, у здорового человека EQL — CMP должна стремиться к 100%.

Оценка сенсорных систем, участвующих в постральном балансе, производилась расчетами: степень участия соматосенсорной информации в контроле над балансом (RAT — SOM) равна отношению EQL–2m и EQL–1m; степень участия зрительной информации в постральном балансе (RAT — VIS) — отношению EQL–4m и EQL–1m; степень участия вестибулярной информации в контроле над балансом (RAT — VEST) — отношению EQL–5m и EQL–1m; степень зрительно-пространственной информации в постральном балансе (RAT — PREF) — отношению показателей суммы EQL–3m и EQL–6m деленному на сумму показателей EQL–2m и EQL–5m. Все полученные данные умножались на 100%.

Анализ SOT также дает возможность проанализировать стратегию поддержания позы человека. Показатель PST (Postural strategy score) от 1 до 6, равный или стре-

Таблица 1 / Table 1

Показатели тревожности и компоненты КЖ у работающих женщин в зависимости от возрастной группы
Age group related level of anxiety and components of QOL among female workers

Показатель	ВГ 55–59 лет, n=89	ВГ 60–64 года, n=77	Уровень статистической значимости (p)
	Me (Q1 — Q3)	Me (Q1 — Q3)	
KB, лет	56,0 (55,0–58,0)	62,0 (60,0–63,0)	<0,001
PCS, баллов	55,0 (53,0–57,0)	55,0 (52,8–56,4)	0,089
MCS, баллов	54,6 (50,0–56,4)	54,6 (50,8–56,2)	0,925

Таблица 2 / Table 2

Результаты Sensory Organization Test (SOT) в зависимости от возрастной группы у обследованных женщин, %
Age group related results of Sensory Organization Test (SOT) in female workers studied

Показатель	ВГ 55–59 лет, n=89	ВГ 60–64 года, n=77	Уровень статистической значимости (p)
	Me (Q1 — Q3)	Me (Q1 — Q3)	
Качество функции равновесия SOT			
EQL–1m	96 (95–96)	95 (94–96)	0,008
EQL–2m	94 (93–95)	94 (92–94)	0,009
EQL–3m	93 (92–94)	92 (91–94)	0,223
EQL–4m	91 (88–93)	90 (87–92)	0,299
EQL–5m	70 (63–76)	70 (66–76)	0,364
EQL–6m	70 (62–75)	75 (65–77)	0,005
EQL — CMP	83 (80–84)	83 (80–85)	0,231
Постуральная стратегия SOT			
PST–1m	99 (98–100)	99 (98–100)	0,092
PST–2m	98 (98–99)	98 (98–99)	0,236
PST–3m	98 (97–99)	98 (97–99)	0,581
PST–4m	92 (88–94)	91 (88–93)	0,658
PST–5m	80 (76–84)	78 (75–82)	0,344
PST–6m	79 (74–82)	79 (75–82)	0,954
PST — CMP	91 (89–92)	90 (89–92)	0,399
Сенсорный анализ SOT			
RAT — SOM	99 (98–99)	98 (97–99)	0,067
RAT — VIS	95 (92–97)	94 (91–98)	0,700
RAT — VEST	75 (70–79)	75 (70–79)	0,195
RAT — PREF	99 (96–101)	100 (97–103)	0,134

мющийся к 100%, свидетельствует о преобладании голенистой стратегии в поструральном балансе, а равный или стремящийся к 0% — о преобладании тазобедренной. Величина PST (от 1 до 6) mean (m) — арифметическое среднее значение трех выполненных попыток в той или иной функциональной пробе (COND 1–6). Кроме того, рассчитывался показатель PST — CMP (Composite of all postural strategy), который позволяет оценить общие тенденции преобладания той или иной стратегии, физиологические механизмы и адаптационные возможности, а также эффективность стратегии поддержания позы обследуемого по данным всего SOT. Данный показатель рассчитывался как среднее значение PST (от 1 до 6) m [7,8].

Статистическая обработка полученных результатов производилась с использованием компьютерной программы «SPSS 22». Оценка параметров по группам представлена медианой (Me) и процентильным интервалом 25–75 (Q1 — Q3). Для сравнения групп и исследования связей использовались непараметрические методы: тест Манна — Уитни для сравнения двух независимых выборок, а для выявления связей между показателями — коэффициент корреляции Спирмена (r_s) с поправкой Бонферрони.

Результаты. Сравнение компонентов КЖ у женщин 55–59 лет и 60–64 лет показало, что различия между PCS находились на уровне статистической тенденции ($0,05 > p \leq 0,1$), указывая на риск снижения физического компонента КЖ у работающих женщин после 59 лет (табл. 1). Такие изменения являются следствием общевозвратной тенденции [6]. Обращает на себя внимание тот факт, что все квартили, особенно первые, были выше 50 баллов. Следовательно, сохранение высокого уровня соматического здоровья на уровне общепопуляционной нормы и выше у женщин 55–64 лет (особенно после 59 лет) может способствовать продолжению трудовой деятельности в пенсионном возрасте и благоприятно сказываться на процессе их «успешного старения».

При сравнительной оценке MCS статистически значимых различий между группами не обнаружено. Все квартили данного компонента у женщин также были от 50 баллов и выше. Поскольку в ранее выполненных исследованиях при общевозрастном анализе у женщин 55–64 лет было установлено, что значения MCS могут снижаться ниже 40 баллов [6], то полученные результаты указывают, что сохранение психологического компонента КЖ на уровне общепопуляционной нормы и выше также будет способствовать продолжению трудовой деятельности на пенсии у женщин 55–64 лет.

При анализе показателей качества функции равновесия SOT установлено, что у женщин 55–59 лет EQL–1m и EQL–2m были выше, чем у женщин 60–64 года ($U=2637,0$; $p=0,008$ и $U=2637,5$; $p=0,009$ соответственно), что указывает на снижение качества функции равновесия (КФР) в пробе при спокойном стоянии как с открытыми глазами (ОГ), так и с закрытыми глазами (ЗГ) (табл. 2).

Сравнительная оценка EQL–3m, EQL–4m и EQL–5m не выявила статистически значимых различий между группами.

Обращает на себя внимание тот факт, что все квартили EQL–6m у 55–59-летних женщин были ниже, чем у 60–64-летних ($U=2557,5$; $p=0,005$). Вероятно, сохранение высоких значений КФР в пробе стоя с ОГ при полном дестабилизирующем воздействии (как пространственном, так и опорной поверхности) будет оказывать положительное воздействие на продолжение трудовой деятельности у женщин после 59 лет.

Анализ показателей поструральной стратегии SOT выявил различия в группах PST–1m на уровне статистической тенденции ($0,05 > p \leq 0,1$). В других PST (2–6m) различий между группами не обнаружено.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что у работающих женщин после 59 лет не происходит изменений адаптационных возможностей, статических нейрофизиологических и физиологических механизмов пострурального баланса. Оценка коэффициентов ранговой корреляции Спирмена обнаружила прямые умеренные связи между показателями EQL — CMP и MCS ($r_s=0,485$, $p<0,001$). Следовательно, любые изменения компонентов функции равновесия у работающих женщин 55–64 лет будут негативно отражаться на психологическом компоненте КЖ, повышая риск развития депрессивных и тревожных состояний.

Выявлены различия на уровне статистической тенденции между показателями RAT — SOM, что является общевозвратной популяционной тенденцией [7]. Анализ других сенсорных параметров не выявил статистически значимых различий. Все квартили RAT — VEST в обеих ВГ были одинаковыми, что подчеркивает важность соматосенсорной, зрительной (в том числе под воздействием факторов окружающей среды) и вестибулярной информации в контроле над балансом у женщин 60 лет и старше [4,7]. Сохранение адаптационных зрительно-пространственных способностей пострурального баланса у 60-летних женщин будет также благоприятно влиять на продолжение их трудовой деятельности на пенсии. Изучение ранговой корреляции Спирмена выявило прямые умеренные связи между показателями RAT — VEST и MCS ($r_s=0,358$, $p<0,001$). Таким образом, у работающих женщин 55–64 лет изменение вестибулярной информации в контроле над балансом будет негативно отражаться на их психологическом здоровье.

Обсуждение. Значения физического и психологического компонентов КЖ на уровнях, превышающих общепопуляционную норму (50 баллов и выше), которые обнаружены у обследованных работающих женщин 55–64 лет, указывают на эффективную продуктивную деятельность после 54 лет [6], что, по-видимому, и будет определять их продуктивное старение. В связи с этим можно ожидать, что снижение показателя композитной оценки КФР SOT, а также степени участия вестибулярной информации в контроле над балансом будет негативно отражаться у пожилых женщин на их психологическом старении, продуктивной деятельности и работоспособности. На основании анализа результатов собственных исследований [7,8], а также опубликованных научных работ [9,10], можно утверждать, что показатели КФР в COND 1 и 2 являются информативными предикторами возрастных изменений у пожилых людей. Это обосновывает необходимость применения компьютерной стабилотрии для прогнозирования и оценки эффективности адаптированных для работников старшей возрастной группы оздоровительных программ, направленных на сохранение пострурального баланса.

По мнению L.L. Schmitz, у лиц предпенсионного возраста возрастает роль психосоциальной рабочей среды и степень ее влияния на состояние здоровья в целом, и в частности, на артериальное давление и когнитивные функции [11]. Очевидно, что разработка программ психосоциальной поддержки для работников в возрасте 60 лет и старше может оказать положительное влияние на их решение по продолжению трудовой деятельности. Снижение психологического компонента КЖ у пожилых женщин становится определяющим фактором для прекращения ими трудовой и общественной деятельности. Следовательно, не только

физическое, но и психологическое благополучие является необходимым условием продолжения трудовой деятельности после достижения пенсионного возраста.

Неудовлетворенность профессиональной трудовой деятельностью при ее продолжении после достижения пенсионного возраста, сложность в обучении, а также снижение скорости реакции у работающих пенсионеров сопровождается развитием высоких уровней личностной тревожности [12]. Известно, что снижение КПБ у человека может также сопровождаться снижением скорости его реакций [13].

Отсутствие возрастных когнитивных изменений у продолжающих работу пожилых людей способствует адаптации КПБ к сложным условиям окружающей среды [14], что также является одним из важных факторов для принятия решения о продолжении ими трудовой деятельности. В отечественной литературе относительно высокие показатели здоровья и самооценки в старшей возрастной группе работников получили название «эффект здорового рабочего» [15].

У женщин после 59 лет происходит снижение показателей постуральной стратегии SOT [7]. Однако в группе работниц 60–64 лет таких изменений не выявлено. Показатели PST 1–6 SOT позволяют дать характеристику использования движений около лодыжек, бедер и верхней части тела для сохранения устойчивого равновесия в той или иной функциональной пробе. Колебания в пределах голеностопных суставов характеризуются низкими частотами (0,5 Гц и ниже), в то время как колебания в пределах тазобедренных суставов характеризуются высокими частотами (от 1 Гц и выше) [16]. Кроме того, повышение скорости и площади колебаний ЦТ у человека также может свидетельствовать о снижении у него работоспособности [7]. Таким образом, увеличение скорости и площади колебания ЦТ у женщин 55–64 лет может рассматриваться как фактор утраты эффективности их профессиональной деятельности в результате снижения работоспособности и способствовать сокращению их профессионального долголетия. Способность пожилых женщин сохранять ЦТ в пределах поддержки его опоры, быстро управлять и перемещать ЦТ также является необходимым условием «успешного старения» [4]. Любые изменения подвижности в лодыжках и голеностопных суставах, а также суставах стопы, особенно деформация первого пальца стопы, у пожилых женщин являются важными предикторами их функциональных возможностей по поддержанию баланса при старении [17].

Показатели КФР в функциональных пробах 5 и 6 SOT, а также степени участия вестибулярной информации в контроле над балансом у 60-летних женщин важно учитывать при прогнозировании состояния постурального контроля, а также способности к продолжению продуктивной трудовой деятельности и их продуктивное старение. Известно, что изменения вестибулярной информации в контроле над балансом у лиц 60 лет и старше могут повышать риск головокружений, которые в пожилом возрасте оказывают негативное влияние на качество жизни, риск депрессивных расстройств, ухудшая физическое, психологическое и социальное благополучие [18–20].

Существенные изменения вестибулярной информации в постуральном балансе повышают роль окружающей, в том числе производственной среды, в качестве одного из факторов негативного влияния на постуральный контроль [7]. Сохранение способности постуральной системы управления быстро адаптироваться к изменяющимся условиям среды является важным обстоятельством продолжения трудовой деятельности у женщин

после 59 лет. Полученные данные свидетельствуют о необходимости критической оценки соответствия действующих критериев допустимости воздействия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудового процесса для работниц старшей возрастной группы, а также экспертизы их профессиональной пригодности по медицинским показаниям.

Выводы:

1. Физический и психологический компоненты качества жизни у женщин 55–64 лет, продолжающих трудовую деятельность в своей профессии, превышают средние общепопуляционные показатели. Однако после достижения ими возраста 59 лет нарастает риск снижения физического компонента качества жизни при относительной стабильности ее психологического компонента, что свидетельствует о том, что психологическое здоровье у женщин старшей возрастной группы является основным детерминантом позитивной мотивации к продолжению трудовой деятельности.

2. По данным SOT компьютерной постурографии, у работающих женщин старше 59 лет наблюдается снижение КФР в функциональных пробах 1 и 2, что свидетельствует о нарастающих возрастных изменениях КПБ. Это обосновывает необходимость разработки адаптированных к старшей возрастной группе физкультурно-оздоровительных программ, направленных на сохранение постурального баланса у 60-летних женщин.

3. У женщин в возрасте 60–64 лет, продолжающих работу, показатели КФР по данным SOT в пробе 6 оказались выше, чем у женщин 55–59 лет, что свидетельствует о способности постуральной системы поддержания баланса эффективно адаптироваться к условиям рабочей среды, создавая позитивную мотивацию для продолжения трудовой деятельности.

4. Мониторинг КЖ и КПБ, разработка медико-психосоциальных программ, направленных на поддержание соматического и психологического здоровья, новые подходы к оценке допустимости воздействия вредных производственных факторов и трудового процесса у работниц в возрасте 50 лет и старше являются необходимыми условиями физического, психического и социального благополучия и продления из профессионального долголетия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Короленко А.В., Барсуков В.Н. Состояние здоровья как фактор трудовой активности населения пенсионного возраста. *Вестник Пермского ун-та. Философия. Психология. Социология*. 2017; 4: 643–57.
2. Bryant E.C., Trew M.E., Bruce A.M., et al. Gender differences in balance performance at the time of retirement. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2005; 20 (3): 330–5.
3. Palmer K.T., Goodson N. Ageing, musculoskeletal health and work. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2015; 29(3): 391–404.
4. Демин А.В., Гудков А.Б., Грибанов А.В., и др. Характеристика компонентов постурального контроля у женщин 55–64 лет с риском развития гериатрического синдрома падений. *Эколог. чел.* 2018; 4: 43–50.
5. Maruish M.E. *User's manual for the SF-36v2 Health Survey*. 3rd ed. Lincoln, RI: QualityMetric Incorporated; 2011.
6. Грибанов А.В., Демин А.В., Гудков А.Б., Панков М.Н. Характеристика качества жизни у городских женщин 55–64 лет. *Усп. геронт.* 2018; 31(3): 387–93.
7. Гудков А.В., Демин А.В., Грибанов А.В. Характеристика постурального контроля у женщин пожилого возраста с синдромом падений. *Усп. геронт.* 2015; 25(3): 513–20.

8. Гудков А.Б., Демин А.В., Грибанов А.В., и др. Возрастные особенности компонентов постурального контроля у женщин 55–64 лет. *Эколог. чел.* 2016; 11: 35–41.
9. Oda D.T.M., Ganança, C.F. Posturografia dinâmica computadorizada na avaliação do equilíbrio corporal de indivíduos com disfunção vestibular. *Audiol., Commun. Res.* 2015; 20 (2): 89–95.
10. Pedalini M.E., Cruz O.L., Bittar R.S., et al. Sensory organization test in elderly patients with and without vestibular dysfunction. *Acta Otolaryngol.* 2009; 129(9): 962–5.
11. Schmitz L.L. Do working conditions at older ages shape the health gradient? *J Health Econ.* 2016; 50: 183–197.
12. Spirduso W.W., Francis K.L., MacRae P.G. *Physical Dimensions of Aging*. 2nd edition. Champaign. Illinois. USA: Human Kinetics; 2005.
13. Kanekar N., Aruin A.S. The effect of aging on anticipatory postural control. *Exp Brain Res.* 2014; 232 (4): 1127–36.
14. Potvin-Desrochers A., Richer N., Lajoie Y. Cognitive tasks promote automatization of postural control in young and older adults. *Gait and posture.* 2017; 57: 40–45.
15. *Российская энциклопедия по медицине труда*. Гл. ред Н. Ф. Измеров. Москва, Медицина; 2005.
16. Horak F.B., Nashner L.M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol.* 1986; 55(6): 1369–81.
17. Spink M.J., Fotoohabadi M.R., Wee E., et al. Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011; 92(1): 68–75.
18. Ciorba A., Bianchini C., Scanelli G., et al. The impact of dizziness on quality-of-life in the elderly. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2017; 274(3): 1245–50.
19. Peluso É.T., Quintana M.I., Ganança F.F. Anxiety and depressive disorders in elderly with chronic dizziness of vestibular origin. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2016; 82(2): 209–14.
20. Penger M., Strobl R., Grill E. Country-specific and individual determinants of dizziness in Europe: results from the Survey of Health Ageing and Retirement in Europe (SHARE). *Public health.* 2017; 149: 1–10.
1. Korolenko A.V., Barsukov V.N. Health status as a factor of working activity of population at pension age. *Vestnik Permskogo un-ta. Filosofiya. Psikhologiya. Sotsiologiya.* 2017; 4: 643–57. (in Russian)
2. Bryant E.C., Trew M.E., Bruce A.M., et al. Gender differences in balance performance at the time of retirement. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005; 20 (3): 330–5.
3. Palmer K.T., Goodson N. Ageing, musculoskeletal health and work. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2015; 29(3): 391–404.
4. Dyomin A.V., Gudkov A.B., Griбанov A.V. et al. Postural balance characteristics in women 55–64 age of years at risk of the geriatric post-fall syndrome. *Ehkologiya cheloveka.* 2018; 4: 43–50 (in Russian).
5. Maruish M.E. User's manual for the SF-36v2 Health Survey. 3rd ed. Lincoln, RI: QualityMetric Incorporated; 2011.
6. Griбанov A.V., Dyomin A.V., Gudkov A.D., Pankov V.N. Quality of life characteristics in urban female population aged 55–54 years. *Uspekhi Gerontologii.* 2018; 3: 387–93. (in Russian)
7. Gudkov A.B., Dyomin A.V., Griбанov A.V. Postural control assessment in aged women suffering from post-fall syndrome. *Uspekhi Gerontologii.* 2015; 25(3): 513–20. (in Russian)
8. Gudkov A.B., Demin A.V., Griбанov A.V. Age related features of postural balance in women 55–64 years of age. *Ehkologiya cheloveka.* 2016; 11: 35–41 (in Russian).
9. Oda D.T.M., Ganança, C.F. Posturografia dinâmica computadorizada na avaliação do equilíbrio corporal de indivíduos com disfunção vestibular. *Audiol., Commun. Res.* 2015; 20 (2): 89–95.
10. Pedalini M.E., Cruz O.L., Bittar R.S., et al. Sensory organization test in elderly patients with and without vestibular dysfunction. *Acta Otolaryngol.* 2009; 129(9): 962–5.
11. Schmitz L.L. Do working conditions at older ages shape the health gradient? *J Health Econ.* 2016; 50: 183–197.
12. Spirduso W.W., Francis K.L., MacRae P.G. *Physical Dimensions of Aging*. 2nd edition. Champaign. Illinois. USA: Human Kinetics; 2005.
13. Kanekar N., Aruin A.S. The effect of aging on anticipatory postural control. *Exp Brain Res.* 2014; 232 (4): 1127–36.
14. Potvin-Desrochers A., Richer N., Lajoie Y. Cognitive tasks promote automatization of postural control in young and older adults. *Gait and posture.* 2017; 57: 40–5.
15. *Russian Encyclopedia of Labor Medicine*. Izmerov N.F. (ed.) Moscow. Publishing house «Meditsina»; 2005.
16. Horak F.B., Nashner L.M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol.* 1986; 55(6): 1369–81.
17. Spink M.J., Fotoohabadi M.R., Wee E. et al. Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011; 92(1): 68–75.
18. Ciorba A., Bianchini C., Scanelli G. et al. The impact of dizziness on quality-of-life in the elderly. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2017; 274(3): 1245–50.
19. Peluso É.T., Quintana M.I., Ganança F.F. Anxiety and depressive disorders in elderly with chronic dizziness of vestibular origin. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2016; 82(2): 209–14.
20. Penger M., Strobl R., Grill E. Country-specific and individual determinants of dizziness in Europe: results from the Survey of Health Ageing and Retirement in Europe (SHARE). *Public health.* 2017; 149: 1–10.

REFERENCES

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 25.07.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-479-483>

УДК 616.8:615.849.19

© Коллектив авторов, 2019

Малькова Н.Ю.^{1,2}, Гребеньков С.В.², Кочетова О.А.^{1,2}**Использование низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении профессиональных заболеваний периферической нервной системы**¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036;²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Кирочная, 41, Санкт-Петербург, Россия, 191015

Введение. Лазерное излучение, открытое еще в середине XX века, активно используется в современной медицине. Наряду с эффектами высокоэнергетических лазеров все большее внимание исследователей привлекают методы низкоинтенсивной лазерной терапии при различных заболеваниях периферической нервной системы. В то же время работ, в которых оценивалась бы эффективность действия низкоинтенсивного лазерного излучения при профессиональных заболеваниях нервной системы, крайне мало.

Цель исследования — поиск информации о современном понимании механизмов действия низкоинтенсивного лазерного излучения и его использовании в терапии профессиональных заболеваний нервной системы в российских и зарубежных научных литературных источниках.

Материалы и методы. В статье представлен обзор доступных научных российских и зарубежных литературных источников. Поиск и отбор источников осуществлялся с использованием открытых баз данных PubMed и РИНЦ.

Результаты. Низкоинтенсивная лазерная терапия оказывает противовоспалительный, анальгетический, иммунокорригирующий и рефлексогенный эффекты. В клинике профессиональных болезней описаны случаи успешного применения низкоинтенсивного лазерного излучения при лечении вибрационной болезни, корешковых и мышечно-тонических синдромов, синдрома запястного канала. В то же время работы, в которых оценивалось бы влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на динамику профессиональной полиневропатии верхних конечностей, отсутствуют.

Выводы. Биологический эффект низкоинтенсивного лазерного излучения сложен и многогранен. Низкоинтенсивная лазерная терапия обладает широким спектром действия на различные звенья патогенеза, является распространенным методом лечения заболеваний периферической нервной системы, в том числе профессиональной этиологии. Актуальной является задача обоснования и разработки методики применения низкоинтенсивного лазерного излучения для лечения пациентов с профессиональными полинейропатиями верхних конечностей (как самого распространенного профессионального заболевания периферической нервной системы) и оценки ее эффективности в ходе динамического наблюдения.

Ключевые слова: низкоинтенсивная лазерная терапия; низкоинтенсивное лазерное излучение; профессиональные заболевания периферической нервной системы; профессиональная полинейропатия верхних конечностей

Для цитирования: Малькова Н.Ю., Гребеньков С.В., Кочетова О.А. Использование низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении профессиональных заболеваний периферической нервной системы. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-473-478>

Для корреспонденции: Малькова Наталья Юрьевна, гл. науч. сотр. отдела комплексной гигиенической оценки физических факторов ФБУН «СЗНЦГОЗ» Роспотребнадзора; проф. каф. гигиены условий воспитания, обучения, труда и радиационной гигиены ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, д-р биол. наук. E-mail: lasergmal@mail.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Natalia Yu. Mal'kova^{1,2}, Sergey V. Grebenkov², Olga A. Kochetova^{1,2}**The use of low-intensity laser radiation in the treatment of occupational diseases of the peripheral nervous system**¹North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaja st., St. Petersburg, Russia, 191036;²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41, Kirochnaya str., St. Petersburg, Russia, 191015

Introduction. Laser radiation, discovered in the mid-twentieth century, is actively used in modern medicine. Along with the effects of high-energy lasers, researchers are attracting more and more attention to the methods of low-intensity laser therapy in the treatment of various diseases of the peripheral nervous system. At the same time, there are very few works in which the effectiveness of low-intensity laser radiation action in occupational diseases of the nervous system would be assessed.

The aim of study was searching for information on the modern understanding of the mechanisms of action of low-intensity laser radiation and on its use in the treatment of occupational diseases of the nervous system in Russian and foreign scientific literature.

Materials and methods: The article presents an overview of available scientific Russian and foreign literary sources. Search and selection of sources was carried out using open databases PubMed and RSCI.

Results. Low-intensity laser therapy has anti-inflammatory, analgesic, immunocorrective and reflexogenic effects. There are described cases of successful application of low-intensity laser radiation in the treatment of vibration disease, radicular and muscular tonic syndromes, carpal tunnel syndrome. At the same time, there are no works in which the influence of low-intensity laser radiation on the dynamics of professional polyneuropathy of the upper limbs would be assessed.

Conclusions: *The biological effect of low-intensity laser radiation is complex and many-sided. Low-intensity laser therapy has a wide spectrum of action on various pathogenesis pathways, it is a common method of treating diseases of the peripheral nervous system, including professional aetiology. The urgent task is to substantiate and develop a technique for using low-intensity laser radiation to treat patients with professional polyneuropathies of the upper limbs (as the most common occupational disease of the peripheral nervous system) and to evaluate its effectiveness during dynamic observation.*

Key words: low-intensity laser therapy; low-intensity laser radiation; occupational diseases of the peripheral nervous system; professional polyneuropathy of the upper limbs

For citation: Malkova N.Yu., Grebenkov S.V., Kochetova O.A. The use of low-intensity laser radiation in the treatment of occupational diseases of the peripheral nervous system. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-473-478>

For correspondence: Natalia Yu. Malkova, chief researcher of the Department of complex hygienic assessment of the physical factors of the North-West Public Health Research Center, professor of hygiene conditions of education, training, labour and radiation hygiene department of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Dr. of Sci. (Biol.). E-mail: lasergmal@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Лазерное излучение было открыто в 60-х годах XX века. С той поры описаны самые разнообразные его эффекты: от деструктивных, разрушающих клетки тканей, активно использующихся в современной хирургии, до лечебных эффектов низкоинтенсивной лазерной терапии (НИЛТ) [1,2]. Интерес к НИЛТ на сегодняшний день обусловлен преобладанием дорогих лекарственных препаратов на фармакологическом рынке, к которым человеческий организм может быть резистентен (актуальна проблема резистентности бактерий к антибиотикам и противомикробным препаратам), повышенной чувствительностью пациентов к лекарственным препаратам, а также их побочными эффектами [3]. В таких условиях низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) представляет собой альтернативу традиционной медикаментозной терапии или может рассматриваться как метод, усиливающий ее терапевтические эффекты без увеличения дозы лекарственных препаратов и, соответственно, без появления или усугубления побочных эффектов. Происходит это благодаря широкому спектру показаний НИЛИ к применению, ограниченному списку противопоказаний и практически полному отсутствию тяжелых побочных эффектов. Существует множество исследований, посвященных изучению влияния НИЛИ при лечении различных заболеваний, но работ, в которых оценивалась бы эффективность действия НИЛИ при профессиональных заболеваниях нервной системы, крайне мало.

Цель исследования — поиск информации о современном понимании механизмов действия НИЛИ и об использовании НИЛИ в терапии профессиональных заболеваний периферической нервной системы в современных российских и зарубежных научных литературных источниках.

Материалы и методы. В статье представлен обзор доступных научных российских и зарубежных литературных источников. Поиск и отбор источников осуществлялся с использованием открытых баз данных PubMed и РИНЦ.

Результаты. Механизм действия НИЛИ на клеточном уровне сводится к феномену «фотобиостимуляции» и «фотобиомодуляции» [4]: т. е. способности особым нетермическим и недеструктивным путем вызывать изменения функционирования клетки. При этом начальным пусковым моментом биологического действия НИЛИ является не фотобиологическое действие, а локальный нагрев [3]. Именно этот локальный нагрев вызывает высвобождение ионов кальция из внутриклеточного депо, что приводит к распространению в цитозоле клетки «волн» повышенной концентрации

ионов кальция, запускающих кальций-зависимые процессы [2,3,5], и возбуждению активности в митохондриях, где происходит захват фотона через систему цитохром С-оксидазы, что способствует повышению образования свободных форм кислорода [3,5,6]. Также в ходе действия лазерного облучения происходит повышение синтеза АТФ до 150 % [7], повышение мембранного потенциала митохондрий [8]. Недавно было показано, что НИЛТ через образование свободных форм кислорода приводит к активации нуклеарного фактора каппа В, который в свою очередь является фактором транскрипции, регулирующим экспрессию различных генов [9]. Конечным звеном событий является синтез новых ДНК и РНК, ферментов и белков, стимулирующих процессы пролиферации и репарации в различных клетках [4], восстановление целостности липидов клеточной мембраны [5].

Уникальность действия НИЛИ заключается в том, что через одни и те же молекулярные механизмы НИЛИ может способствовать как усилению процессов пролиферации, так и развитию апоптоза [2–5]. Высокие дозы НИЛИ могут индуцировать развитие апоптоза (запрограммированной гибели клеток) — этот типовой патологический процесс обусловлен повышенной выработкой свободных форм кислорода, о которой уже упоминалось ранее [10]. В отличие от некроза апоптоз протекает без выраженного иммунodeficits, в ДНК образуются межнуклеосомные разрывы ДНК, синтез белков теплового шока, других специальных белков, активируется эндонуклеаза, конденсируется и фрагментируется цитоплазма, конденсация, аутофагия митохондрий, мембраны клеток долго остаются стабильными. Нет перифокального отека, воспаления, демаркации, формируются апоптотные тельца, которые постепенно фагоцитируются [11]. Апоптоз является в данной ситуации защитным механизмом — при утрате такой способности неограниченно пролиферирующий клон клеток в организме может привести к онкологическим заболеваниям [12].

НИЛТ способствует процессам ангиогенеза (образования новых сосудов) — это было показано в работе Surug с соавт. [13]. Было продемонстрировано стимулирующее действие НИЛТ (во всех использованных комбинациях лазерного излучения) на васкуляризацию.

Одно из самых распространенных показаний для назначения НИЛИ — болевые синдромы. В систематическом обзоре Bjordal и соавторы [14] собрали исследования, в которых демонстрировалась эффективность НИЛИ при различных острых и хронических болевых синдромах. НИ-

ЛИ меняет ход процессов воспаления путем уменьшения выработки простагландина E2, фактора некроза опухолей, интерлейкина-1 (ИЛ-1), активатора плазминогена и пр. Эти механизмы объясняют противоотечный эффект НИЛИ, усиление микроциркуляции, процессов апоптоза (что уменьшает зону экссудации и некроза). Подобные эффекты оказались неспецифическими — они реализовывались в случае самых разных заболеваний: ревматоидного артрита, остеоартрита, уменьшали боли в пояснице и шее, в плечевых суставах. Общим для всех этих заболеваний являлся механизм действия НИЛИ на высвобождение эндогенных эндорфинов [15].

Исследование воздействия НИЛИ на сосудистую стенку показало, что интраваскулярная НИЛИ значительно снижала уровень провоспалительных медиаторов (ИЛ-1β, ИЛ-6) и повышала уровень противовоспалительного ИЛ-10 [4,14].

Помимо непосредственного воздействия на пораженный орган или ткань было доказано рефлексогенное влияние НИЛИ на различные системы органов [16].

Исходя из понимания механизмов действия НИЛИ, можно сформулировать показания и противопоказания к применению данного метода терапии. Показаниями к применению НИЛТ в неврологии являются: болевые синдромы нейрогенного и органического характера, нарушение микроциркуляции, сенсibilизация организма к лекарствам, аллергические реакции, стимуляция регенеративных процессов в тканях, рефлексотерапия [2–4,16]. Стоит обратить внимание, что все эти патологические процессы имеют место в клинике профессиональных заболеваний периферической нервной системы, поэтому применение НИЛИ при лечении этих состояний представляется оправданным [17].

Противопоказания к применению НИЛИ [2–4]: злокачественные новообразования; эпилепсия; беременность на всех сроках; повышенная чувствительность и индивидуальная непереносимость НИЛИ; тромбоз вен малого таза или глубоких вен нижних конечностей, декомпенсированный осложненный сахарный диабет.

На долю лазерной терапии по разным данным приходится от 10 до 50% всех физиотерапевтических методик [2,3], которые используются при лечении пациентов с самыми разными заболеваниями, в том числе и заболеваниями периферической нервной системы. Известно, что НИЛИ положительно влияет на нейродегенеративные процессы в нервных волокнах, способствует уменьшению скорости развития и степени выраженности дистрофических, некробиотических и некротических изменений [16,17].

Что касается терапии профессиональных заболеваний нервной системы, то существуют работы, посвященные использованию НИЛИ при вибрационной болезни [18,19]. В этих работах основное внимание уделялось изучению действия НИЛИ на микроциркуляцию, реологические свойства крови. Применялся гелий-неоновый лазер (мощность 20 мВт, 1,5–2 минуты на область кистей рук и предплечий). Подобное лечение приводило к уменьшению жалоб пациентов, улучшению их состояния на фоне снижения тонуса крупных и мелких артерий, увеличения амплитуды пульсовой кривой, улучшения кровоснабжения кистей рук и предплечий, что косвенно позволяет судить и о благоприятном влиянии НИЛИ на выраженность характерного для вибрационной болезни и полинейропатического синдрома верхних конечностей.

НИЛТ используется для лечения пациентов с болевыми корешковыми и мышечно-тоническими синдромами

в комплексе с медикаментозной терапией, лечебной физкультурой и массажем. В случае данных заболеваний как профессиональной, так и непрофессиональной этиологии НИЛИ действует на основные звенья патогенеза и оказывает противовоспалительное, обезболивающее и противоотечное действия. Такие эффекты аналогичны действию нестероидных противовоспалительных средств (НПВС), применение которых является стандартом в лечении болевых синдромов [20]. Действуя аналогичным образом, НИЛИ позволяет уменьшать дозы НПВС и избегать характерных для этой фармакологической группы побочных эффектов [2,3].

Работ, в которых бы освещались вопросы применения НИЛИ для лечения профессиональных полинейропатий верхних конечностей, связанных с физическими перегрузками и функциональным перенапряжением мышц конечностей, в российской и зарубежной научной литературе обнаружено не было. Но есть данные о положительном эффекте НИЛТ при лечении травматического повреждения нервов верхних и нижних конечностей (закрытые переломы, вывихи, раны) — использование НИЛИ в комплексе лечебных мероприятий у таких больных способствовало значительному регрессу двигательных, чувствительных, сосудистых расстройств, предупреждало развитие дистрофических изменений в конечностях [21]. При лечении диабетической полинейропатии верхних и нижних конечностей НИЛИ также активно используют в качестве симптоматического средства, отдавая при этом приоритет этиологической терапии. НИЛТ улучшает функциональное состояние периферических нервных волокон, уменьшает выраженность болевого синдрома [22].

Положительный эффект от терапии НИЛИ при синдроме запястного канала [23,24] заключается в уменьшении болевого синдрома, улучшении качества жизни, но при этом статистически значимых различий в показателях при электромиографическом исследовании выявлено не было.

Существуют также работы, посвященные вопросам профилактики профессиональных заболеваний с использованием НИЛИ: методики профилактики с использованием НИЛИ разработаны в отношении вибрационной болезни, заболеваний суставов верхних и нижних конечностей, полинейропатии верхних конечностей от действия комплекса ВПФ (физические перегрузки, локальная вибрация, неблагоприятный микроклимат) [26,27].

Обсуждение. В целом весь спектр эффектов от применения НИЛИ можно свести к следующему [2–4]:

1. Противовоспалительный эффект достигается путем усиления микроциркуляции, изменения соотношения уровней простагландинов, стабилизации осмотического давления, что в совокупности приводит к уменьшению воспалительного отека.
2. Анальгетический эффект обеспечивается за счет активации метаболизма нейронов, повышения уровня эндорфинов, повышения порога болевой чувствительности.
3. Аккумуляция АТФ, активация клеточного метаболизма, повышение уровня пролиферации фибробластов, синтез белков и коллагена, образование капилляров стимулируют репаративные процессы.
4. Иммунный ответ стимулируется путем повышения пролиферации иммунокомпетентных клеток, ускорения созревания этих клеток, повышения продукции иммуноглобулинов.

5. Рефлексогенный эффект оказывается при раздражении нервных окончаний, возбуждении нейронов в специализированных нервных центрах.

НИЛИ успешно справляется с хроническим болевым синдромом профессиональной этиологии [27–30]. Вполне логичным будет предположение, что все эти эффекты будут реализовываться в случае профессиональных заболеваний периферической нервной системы в целом и профессиональной полинейропатии верхних конечностей [17,31,32]. Помимо всех описанных механизмов было также обнаружено, что НИЛИ успешно используется в лечении астено-депрессивного синдрома в том числе при отсутствии эффектов от терапии антидепрессантами, что повышает качество жизни таких пациентов [33]. Роль астено-депрессивного синдрома в развитии и хронизации болевого синдрома известна давно, воздействие на этот путь патогенеза также способствует более эффективному купированию боли у пациентов.

Выводы:

1. Биологический эффект НИЛИ сложен и многогранен. НИЛТ обладает широким спектром действия на различные звенья патогенеза, является распространенным методом лечения заболеваний периферической нервной системы, в том числе профессиональной этиологии.

2. Для лечения пациентов с профессиональными полинейропатиями конечностей и оценки его эффективности в ходе динамического наблюдения актуальны задачи обоснования и разработки методики применения НИЛИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамалая Н.Ф. Лазеры в эксперименте и клинике. М.: Медицина, 1972.
2. Илларионов В.Е. Теория и практика лазерной терапии. М.: Либроком, 2010.
3. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. М., Тверь: ООО «Триада»; 2016.
4. Moshkovska T, Mayberry J. It's time to test low level laser therapy in Great Britain. *Postgrad med J*. 2005; 81: 436–441. DOI: 10.1136/pgmj.2004.027755.
5. Rola P, Doroszko A, Derkacz A. The use of low-level energy laser radiation in basic and clinical research. *Adv Clin Exp Med*. 2014; 23(5): 835–42. DOI: 10.17219/acem/37263.
6. Chung H, Dai T, Sharma SK, Huang YY, Carroll JD, Hamblin MR. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Ann Biomed Eng*. 2011; 40(2): 516–533. DOI:10.1007/s10439-011-0454-7.
7. Cheng N et al. The effects of electric currents on ATP generation, protein synthesis, and membrane transport in rat skin. *Clin Orthop*. 1982; 171: 264–72.
8. Karu N et al. Irradiation with He-Ne laser increases ATP level in cells cultivated in vitro. *J Photochem Photobiol*. 1995; 27: 219–223.
9. Chen A. et al. Low-level laser therapy Activates NF-κB via generation of reactive oxygen species in mouse embryonic fibroblasts. *PLoS One*. 2011; 6: e22453.
10. Gao X, Xing D. Molecular mechanisms of cell proliferation induced by low power laser irradiation. *J Biomed Sci*. 2009; 16: 4.
11. Xu X, Lai Y, Hua ZC. Apoptosis and apoptotic body: disease message and therapeutic target potentials. *Biosci Rep*. 2019;39(1): BSR20180992. DOI:10.1042/BSR20180992.
12. Рева И.В. и др. Апоптоз в канцерогенезе. *Успехи современного естествознания*. 2015;2:103–110.
13. Cury V. et al. Low-level laser therapy increases angiogenesis in a model of ischemic skin flap in rats mediated by VEGF, HIF-1α and MMP-2. *J Photochem Photobiol B*. 2013; 125: 164–70.
14. Bjordal J et al. Low level laser therapy increases angiogenesis in a model of ischemic skin flap in rats mediated by VEGF, HIF-1α and MMP-2. *J Photochem Photobiol B*. 2013; 125:164–170.
15. Tam G. Low power laser therapy and analgesic action. *J Clin Laser Med Surg*. 1999; 17:29–33.
16. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. Тверь: Триада; 2012.
17. Кочетова О.А., Малькова Н.Ю. Возможности применения низкоинтенсивной лазерной терапии в лечении профессиональных заболеваний периферической нервной системы (обзор литературы). *Мед. труда и пром. экол.* 2013; 8: 37–39.
18. Богданов С.С., Мартынов А.И., Мускатиньев В.В., Фидуров Я.Н. Изменение периферического кровообращения у больных вибрационной болезнью под влиянием лечения гелий-неоновым лазером. В кн. «Материалы конф. «Применение лазеров в медицине». М.; 1985:12–13.
19. Рудакова И.Е., Тарасова Л.А., Иванова Л.А. Изучение комплекса объективных и субъективных показателей у больных вибрационной болезнью при лечении методом внутривенного лазерного облучения крови (ВЛОК). В кн. «Тезисы докладов научной конференции «Актуальные вопросы гигиены труда, профессиональной патологии и медицинского обеспечения трудящихся промышленных предприятий на современном этапе развития хозяйственного комплекса Донбасса». Донецк; 1985: 24–27.
20. Яхно Н.Н., ред. Боль: руководство для врачей и студентов. М.: МЕДпресс-информ; 2009.
21. Гильмутдинова Л.Т., Шарипова Э.Ш. Применение комплексного лечения при травмах конечностей, осложненных повреждением нервов. *Лазерная медицина*. 2007; 11(2): 7–13.
22. Khamseh ME et al. Diabetic distal symmetric polyneuropathy: effect of low-intensity laser therapy. *Lasers Med Sci*. 2011 Nov; 26(6):831–5. DOI: 10.1007/s10103-011-0977-z.
23. Chang WD, Wu JH, Jiang JA, Yeh CY, Tsai CT. Carpal tunnel syndrome treated with a diode laser: a controlled treatment of the transverse carpal ligament. *Photomed Laser Surg*. 2008;26(6):551–7. DOI: 10.1089/pho.2007.2234.
24. Bartkowiak Z, Eliks M, Zgorzalewicz-Stachowiak M, Romanowski L. The Effects of Nerve and Tendon Gliding Exercises Combined with Low-level Laser or Ultrasound Therapy in Carpal Tunnel Syndrome. *Indian J Orthop*. 2019; 53(2): 347–352. DOI: 10.4103/ortho. IJOortho_45_17.
25. Малькова Н.Ю., Ушкова И.Н. Способ профилактики заболеваний верхних конечностей от локальной вибрации и/или физических нагрузок: пат. 2207171 Рос. Федерация; 7 А 61 N 5/067.
26. Малькова Н.Ю., Ушкова И.Н., Чернушевич Н.И. Способ профилактики заболеваний верхних конечностей при различных видах физической нагрузки: пат. 2409399 Рос. Федерация; МПК А61 N 5/067 (2006.01).
27. Gigo-Benato D, Geuna S, Rochkind S. Phototherapy for enhancing peripheral nerve repair: a review of the literature. *Muscle Nerve*. 2005; 31: 694–701.
28. Allameh M, et al. Comparative Evaluation of the Efficacy of Laser Therapy and Fibroblastic Growth Factor Injection on Mucosal Wound Healing in Rat Experimental Model. *J Lasers Med Sci*. 2018; 9 (3): 194–9. DOI:10.15171/jlms.2018.35.
29. Traverzim MADS, Makabe S, Silva DFT, Pavani C, Bussadori SK, Fernandes KSP et al. Effect of led photobiomodulation on analgesia during labor: Study protocol for a randomized clinical trial. *Medicine (Baltimore)*; 97 (25): e11120. DOI:10.1097/MD.0000000000001120.
30. Rosso MP et al. Photobiomodulation Therapy (PBMT) in Peripheral Nerve Regeneration: A Systematic Review. *Bioengineering (Basel)*. 2018; 5(2): 44. DOI:10.3390/bioengineering5020044.

31. Измеров Н.Ф. ред. *Профессиональная патология: национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011.

32. Кочетова О.А., Куприна Н.И., Малькова Н.Ю., Шилов В.В. Профессиональные полиневропатии верхних конечностей — современные подходы к диагностике, лечению и профилактике. *Мед. труда и пром. ecol.* 2018; 3: 6–9.

33. Жуков В.В., Кожин А.А., Мрыхин В.В. Низкоинтенсивная лазерная терапия больных с астено-депрессивным синдромом. *Лазерная медицина*. 2016; 20 (2): 28–31.

REFERENCES

1. Gamaleya N.F. *Lasers in the experiment and clinic*. Moscow: Meditsina; 1972 (in Russian).

2. Illarionov V.Ye. *Theory and practice of laser therapy*. Moscow: Librokom, 2010. (in Russian).

3. Moskvina S.V. *Basics of laser therapy*. Series «Effective laser therapy». V. 1. Moscow; Tver: ООО «Triada»; 2016 (in Russian).

4. Moshkovska T., Mayberry J. It's time to test low level laser therapy in Great Britain. *Postgrad med J.* 2005; 81: 436–441. DOI: 10.1136/pgmj.2004.027755.

5. Rola P., Doroszko A., Derkacz A. The use of low-level energy laser radiation in basic and clinical research. *Adv Clin Exp Med.* 2014; 23(5): 835–42. DOI: 10.17219/acem/37263.

6. Chung H, Dai T, Sharma SK, Huang YY, Carroll JD, Hamblin MR. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Ann Biomed Eng.* 2011; 40(2): 516–533. DOI:10.1007/s10439-011-0454-7.

7. Cheng N et al. The effects of electric currents on ATP generation, protein synthesis, and membrane transport in rat skin. *Clin Orthop.* 1982; 171: 264–72.

8. Karu N et al. Irradiation with He-Ne laser increases ATP level in cells cultivated in vitro. *J Photochem Photobiol.* 1995; 27: 219–223.

9. Chen A et al. Low-level laser therapy Activates NF-κB via generation of reactive oxygen species in mouse embryonic fibroblasts. *PLoS One.* 2011; 6: e22453.

10. Gao X, Xing D. Molecular mechanisms of cell proliferation induced by low power laser irradiation. *J Biomed Sci.* 2009; 16: 4.

11. Xu X et al. Apoptosis and apoptotic body: disease message and therapeutic target potentials. *Biosci Rep.* 2019;39(1): BSR20180992. Published 2019 Jan 18. DOI:10.1042/BSR20180992.

12. Reva I.V. et al. Apoptosis in carcinogenesis. *Uspekhi sovremennoy yestestvoznaniya.* 2015; 2: 103–110. (in Russian)

13. Cury V et al. Low-level laser therapy increases angiogenesis in a model of ischemic skin flap in rats mediated by VEGF, HIF-1α and MMP-2. *J Photochem Photobiol B.* 2013; 125:164–170.

14. Bjordal J et al. Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomed Laser Surg.* 2006; 24: 158–168.

15. Tam G. Low power laser therapy and analgesic action. *J Clin Laser Med Surg.* 1999; 17:29–33.

16. Kochetkov A.V., Moskvina S.V., Karneyev A.N. *Laser therapy in neurology*. Tver': Triada; 2012. (in Russian)

17. Kochetova O.A., Mal'kova N.Yu. The possibility of using low-intensity laser therapy in the treatment of occupational diseases of the peripheral nervous system (literature review). *Мед. труда i prom. ecol.* 2013; 8: 37–9 (in Russian).

18. Bogdanov S.S., Martynov A.I., Muskatinyev V.V., Fidurov YA.N. Peripheral blood circulation changes in patients with vibra-

tion disease under the influence of helium-neon laser treatment. In: *Materials of the Conference "The use of lasers in medicine"*. Moscow; 1985: 12–3 (in Russian).

19. Rudakova I.Ye., Tarasova L.A., Ivanova L.A. The study of a complex of objective and subjective indicators in patients with vibration disease during treatment with the method of intravenous laser irradiation of blood (VLOK). In: *Abstracts of the reports of the scientific conference "Actual issues of occupational health, occupational pathology and medical support of working industrial enterprises at the present stage of development of the economic complex of Donbass"*. Donetsk; 1985: 24–27. (in Russian)

20. Yakhno N.N., ed. *Pain: a guide for doctors and students*. Moscow: MEDpress-inform; 2009. (in Russian).

21. Gil'mutdinova L.T., Sharipova E.Sh. The use of complex treatment for injuries of the limbs, complicated by nerve damage. *Lazernaya meditsina.* 2007; 11(2): 7–13. (in Russian)

22. Khamseh ME et al. Diabetic distal symmetric polyneuropathy: effect of low-intensity laser therapy. *Lasers Med Sci.* 2011 Nov; 26(6):831–5. DOI: 10.1007/s10103-011-0977-z.

23. Chang WD, Wu JH, Jiang JA, Yeh CY, Tsai CT. Carpal tunnel syndrome treated with a diode laser: a controlled treatment of the transverse carpal ligament. *Photomed Laser Surg.* 2008;26(6):551–7. Doi: 10.1089/pho.2007.2234.

24. Bartkowiak Z, Eliks M, Zgorzalewicz-Stachowiak M, Romanowski L. The Effects of Nerve and Tendon Gliding Exercises Combined with Low-level Laser or Ultrasound Therapy in Carpal Tunnel Syndrome. *Indian J Orthop.* 2019; 53(2): 347–52. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_45_17.

25. Mal'kova N.YU., Ushkova I.N. Method for the prevention of diseases of the upper extremities from local vibration and / or physical exertion. Patent № 2207171; 2003 (in Russian).

26. Mal'kova N.YU., Ushkova I.N., Chernushevich N.I. Method for the prevention of diseases of the upper extremities with various types of physical activity. Patent № 2409399; 2011 (in Russian).

27. Gigo-Benato D, Geuna S, Rochkind S. Phototherapy for enhancing peripheral nerve repair: a review of the literature. *Muscle Nerve.* 2005; 31: 694–701.

28. Allameh M, Khalesi S, Khozeimeh F, Faghiehian E. Comparative Evaluation of the Efficacy of Laser Therapy and Fibroblastic Growth Factor Injection on Mucosal Wound Healing in Rat Experimental Model. *J Lasers Med Sci.* 2018;9(3):194–9. DOI:10.1517/jlms.2018.35.

29. Traverzim MADS, Makabe S, Silva DFT, Pavani C, Bussadori SK, Fernandes KSP et al. Effect of led photobiomodulation on analgesia during labor: Study protocol for a randomized clinical trial. *Medicine (Baltimore)*; 97(25): e11120. DOI:10.1097/MD.00000000000011120.

30. Rosso MPO, Buchaim DV, Kawano N, Furlanette G, Pomini KT, Buchaim RL. Photobiomodulation Therapy (PBMT) in Peripheral Nerve Regeneration: A Systematic Review. *Bioengineering (Basel)*. 2018;5(2):44. DOI:10.3390/bioengineering5020044.

31. Izmerov N.F. ed. *Occupational pathology: national leadership*. M.: GEOTAR-Media; 2011 (in Russian).

32. Kochetova O.A. et al. Professional polyneuropathy of the upper extremities — modern approaches to diagnosis, treatment and prevention. *Мед. труда i prom. ecol.* 2018; 3: 6–9 (in Russian).

33. Zhukov V.V., Kozhin A.A., Mrykhin V.V. Low-intensity laser therapy for patients with asthenic-depressive syndrome. *Lazernaya meditsina.* 2016; 20 (2): 28–31 (in Russian).

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-484-489>

УДК 613.62:617.7

© Коллектив авторов, 2019

Калинина Н.И., Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Плеханов В.П.

Функциональное состояние зрительного анализатора у пользователей персональных компьютеров

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул, 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036

Введение. Выполнение сложных конструкторских операций на экране персональных компьютеров (ПК) предъявляет серьезные требования к состоянию зрительной системы пользователей, что определило необходимость исследования влияния напряженной деятельности на функции зрения.

Цель исследования — изучение влияния деятельности с ПК на функциональное состояние зрительного анализатора у лиц, выполняющих напряженную зрительную работу, в динамике рабочего дня.

Материалы и методы. Обследована группа профессиональных пользователей ПК, выполняющих конструкторскую работу, включающую решение сложных и ответственных задач. Изучался характер труда сотрудников с точки зрения заинтересованности зрительного анализатора. Проводились измерения параметров освещения на рабочих местах пользователей ПК. Выполнены динамические наблюдения за состоянием функций органа зрения у обследуемых лиц.

Результаты исследований. Пользователи ПК выполняли точную зрительную работу, решали сложные задачи, время работы с экраном составляло более 7 часов в течение рабочего дня. Организация освещения и показатели освещения на рабочих местах соответствовали нормам. Исследование функций зрительного анализатора показало удлинение времени простой сенсомоторной реакции в первую половину рабочего дня на 11,1%, к окончанию работы — на 25,0%. Зрительная работоспособность по данным теста Ландольта по количеству просмотренных знаков и допущенных ошибок значительно снижалась в течение рабочего дня. Снижение цветовой чувствительности в динамике рабочего дня распространялось на все предъявляемые цвета, полного восстановления цветоразличения в течение обеденного перерыва не было. К окончанию работы повышение порогов цветоразличения составило 33,5–39,0%. Установлено изменение состояния зрительных функций по данным ахроматической адиспаропии и сенсомоторной реакции в зависимости от длительности работы. После первого часа работы развивается утомление зрения, увеличение продолжительности работы с ПК приводит к дальнейшему изменению функций зрения, нарастанию утомления. Корреляционный анализ показал наличие прямой связи между продолжительностью работы и ухудшением функций.

Выводы. Результаты исследования показывают развитие зрительного утомления, снижение цветовой чувствительности, изменение скорости переработки зрительной информации. Важную роль для сохранения зрительной и общей работоспособности играет организация труда: введение перерывов после каждого часа работы позволит снизить быстрое развитие утомления зрения. В профилактике заболеваемости важное место занимают периодические медицинские осмотры. Информированность пользователей о неблагоприятных факторах условий труда и рабочего процесса при использовании ПК также актуальны.

Ключевые слова: функции органа зрения; напряженная зрительная работа; утомление зрения; персональные компьютеры
Для цитирования: Калинина Н.И., Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Плеханов В.П. Функциональное состояние зрительного анализатора у пользователей персональных компьютеров. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-484-489>

Для корреспонденции: Калинина Нина Ивановна, ст. научный сотрудник ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», канд. мед. наук. E-mail: kalinina@s-znc.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Nina I. Kalinina, Valentina N. Nikitina, Galina G. Lyashko, Vladimir P. Plekhanov

The functional state of the visual analyzer users of personal computersNorth-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036

Introduction. Performing complex design operations on the screen of personal computers (PC) makes serious demands on the state of the visual system of users, which determined the need to study the impact of intense activity on the function of vision.

The aim of the study is to study the impact of activities from the PC on the functional state of the visual analyzer in persons performing intense visual work in the dynamics of the working day.

Materials and methods. A group of professional PC users performing design work, including the solution of complex and important tasks, is examined. We studied the nature of the work of employees in terms of interest of the visual analyzer. Measurements of lighting parameters at workplaces of PC users were carried out. Dynamic observations of the state of the functions of the visual organ of the examined persons were made.

Results. PC users performed accurate visual work, solved complex tasks, the time of work with the screen was more than 7 hours during the working day. The organization of lighting and lighting indicators in the workplace meet the standards. The study of the functions of the visual analyzer showed an extension of the simple sensorimotor reaction time in the first half of the working day by 11.1%, by the end of the work — by 25.0%. Visual performance according to the Landolt test by the number of viewed signs and errors significantly decreased during the working day. The decrease in color sensitivity in the dynamics of the working day extended to all the colors presented, there was no complete restoration of color differentiation during the lunch break. By the end of the work, the increase in color separation thresholds was 33.5–39.0%. The change in the condition of visual functions according to achromatic dispersion and sensorimotor reactions depending on the duration of the work. After the first hour of work develops eyestrain, increasing the duration of work with the PC leads to a further change in the functions of vision, increasing fatigue. Correlation analysis showed a direct relationship between the duration of work and the deterioration of functions.

Conclusions. The results of the study show the development of visual fatigue, reduced color sensitivity, change in the speed of processing of visual information. An important role for the preservation of visual and overall performance is the organization of labor: the introduction of breaks after each hour of work will reduce the rapid development of vision fatigue. Periodic medical examinations play an important role in the prevention of morbidity. Awareness of users about the adverse factors of working conditions and workflow when using a PC is also relevant.

Key words: functions of the visual organ; intense visual work; eyestrain; personal computers

For citation: Kalinina N.I., Nikitina V.N., Lyashko G.G., Plekhanov V.P. The functional state of the visual analyzer users of personal computers. *Med truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-484-489>

For correspondence: Nina I. Kalinina, senior researcher of North-West Public Health Research Center, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: kalinina@s-znc.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. В настоящее время персональные компьютеры (ПК) установлены практически на всех рабочих местах и являются основным средством для выполнения всех операций в трудовой деятельности человека.

Однако по-прежнему выполнение работы на компьютере сопровождается зрительным и нервно-эмоциональным напряжением. В литературных источниках приводятся данные анкетирования, сообщающие о том, что пользователи ПК предъявляют жалобы астенопического характера (покраснение глаз, чувство жжения, боли в глазах, светобоязнь, слезотечение), наибольшее количество жалоб наблюдается при стаже работы от 3 до 7 лет. Физиологические исследования выявляют изменение зрительной работоспособности, о чем свидетельствует снижение объема аккомодации, контрастной чувствительности, устойчивости ясного видения [1–4]. К факторам риска нарушений здоровья офисных работников относятся освещение, электромагнитные поля (ЭМП), шум. Трудовая деятельность сопровождается напряжением зрения в течение всего рабочего дня, гиподинамией, статико-динамическим напряжением рук при работе на клавиатуре. При проведении медицинских обследований выявляются данные о наличии синдрома хронической усталости. Многолетняя работа за компьютером повышает риск сердечно-сосудистых, желудочно-кишечных, иммунных, эндокринных, психических расстройств [5–8].

У пользователей ПК в динамике смены развивается зрительное утомление, выявляется зависимость выраженности изменений функций зрительного анализатора от вида отображаемой информации: зрительное утомление было более выражено и развивалось раньше у работающих с буквенно-цифровой информацией по сравнению с графической информацией [9]. Большое значение имеет продолжительность работы с ПК: офтальмологи установили, что в течение 1 часа работы у обследуемых наблюдается тенденция к изменению функциональных показателей органа зрения, которые не выходят за пределы нормы. Увеличение продолжительности работы до 2 ч вызывает достоверно более выраженные функциональные изменения со стороны органа зрения: снижение офтальмотонуса, снижение времени разрыва

слезной прекорнеальной пленки как показатель снижения слезопродукции [10].

В зарубежных источниках также сообщается о проведении исследовательских работ по обследованию разных когорт пользователей ПК — работников офисов, рабочих промышленных предприятий, студентов. Выделяется набор симптомов, получивший название *computer vision syndrome (CVS)* — компьютерный зрительный синдром. Органических заболеваний глаз длительная работа с компьютером не вызывает. Однако в результате такой работы может появляться или прогрессировать уже имеющаяся близорукость. В процессе выполнения работы происходит уменьшение объема аккомодации, снижение контрастной чувствительности зрения, развивается синдром «сухого глаза». Считается, что основными факторами, вызывающими CVS, являются нерациональное освещение, неблагоприятные эргономические показатели — размещение дисплея на рабочем столе, неправильное расстояние до экрана и/или индивидуальные зрительные способности пользователя ПК (неисправленная рефракция глаза, глазодвигательные расстройства и другие аномалии зрения). Физиологические механизмы, лежащие в основе CVS, полностью не изучены. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы лучше понять физиологические механизмы, лежащие в основе CVS, и симптомы, связанные с использованием дисплеев [11–20].

Цель исследования — провести в динамике рабочего дня исследование влияния деятельности с ПК на функциональное состояние зрительного анализатора у лиц, выполняющих напряженную зрительную работу.

Материалы и методы. Исследование проводилось с привлечением группы профессиональных пользователей ПК, которые выполняли конструкторскую работу, включающую решение сложных и ответственных задач. Группа состояла из одиннадцати практически здоровых людей в возрасте 29–39 лет. Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- ознакомиться с характером труда сотрудников, выполняющих сложные зрительные задачи высокой точности с использованием персональных компьютеров, требующие большого напряжения зрения;

- провести гигиенические исследования состояния условий световой среды на рабочих местах пользователей персональных компьютеров;

- провести динамические наблюдения за состоянием зрительного анализатора у обследуемых лиц.

Комплекс гигиенических исследований включал в себя измерения и оценку условий освещения в помещениях и на рабочих местах. Инструментальный контроль параметров освещения производился средствами измерения, внесенными в государственный реестр и имеющими действующее свидетельство о поверке. Измерения уровня искусственной освещенности, коэффициента пульсации освещенности на рабочих местах производились люксметром и пульсметром фирмы ТКА. Измерения уровней освещенности выполнялись в рабочей зоне — на экране монитора (вертикальная плоскость), на поверхности клавиатуры и стола (горизонтальная плоскость). Измерения и оценка физических факторов проводились в соответствии с действующими нормативными актами и стандартами.¹

Физиологические исследования включали наблюдения за состоянием зрительных функций у пользователей ПК в динамике рабочего дня. Для характеристики состояния зрительного анализатора использовались методика измерения временного порога ахроматической адиспарии (невосприятие неравенства двух контрастных полей, соприкасающихся между собой), методика определения времени простой сенсомоторной реакции (ПСМР) на световой сигнал в режиме случайного предъявления 16 стимулов на экране дисплея, анализировалось время ПСМР. Проводилось изучение наиболее тонкой и чувствительной функции органа зрения — цветоразличительной. Выполнялись исследования цветового зрения для трех приемников сетчатки: красно-, зелено- и синевоспринимающих с помощью аномалоскопа АН-59. По величине порогов цветоразличения судили об изменении остроты цветоразличения, которое свидетельствует о развитии утомления зрения.

Проводилась диагностика уровня зрительной работоспособности при помощи корректурной пробы с кольцами Ландольта. Испытуемые в течение 1 мин. производили выборку колец с обозначенным расположением разрывов, затем проводилось определение следующих показателей: Q — общее количество колец, просмотренных за 1 мин. работы; N — число пропущенных и неправильно зачеркнутых колец за 1 мин. Анализировалось количество ошибок на каждые 100 просмотренных знаков.

Регистрация физиологических показателей проводилась в начале работы, перед обеденным перерывом, перед окончанием рабочего дня. Также изучалось состояние зрительных функций в зависимости от длительности работы с ПК: через час, 2 часа и 3 часа. С целью определения связи между продолжительностью работы и изменением функционального состояния зрительного анализатора был проведен корреляционный анализ с вычислением коэффициентов парной корреляции. Выполнен сравнительный анализ состояния зрительной работоспособности в динамике смены при работе за ПК.

Результаты физиологических исследований зрения подвергались статистической обработке параметрическим методом (критерий Стьюдента). Выводы сделаны на основании статистически достоверных данных.

Результаты исследования. Краткая характеристика трудовой деятельности с точки зрения заинтересованности зрительного анализатора.

Обследуемые лица выполняли точную зрительную работу с алфавитно-цифровой, графической информацией, в т.ч. создание объемных изображений, визуальный акцент во время работы делается на экран компьютера. Текст, как правило, черный на белом фоне экрана, графические изображения цветные. Суммарное время работы с экраном составляло больше 50% всего рабочего времени, более 7 часов в течение рабочего дня. Длительность сосредоточенного наблюдения составляла более 80% времени рабочего дня. Для трудовой деятельности характерны также интеллектуальные нагрузки, связанные с решением сложных задач и высокой ответственностью за качество основной и вспомогательных работ. Расстояние от глаз работающих до поверхности экранов составляло в среднем 450–530 мм. Рабочее место у всех пользователей ПК стационарное, оборудованное специализированной рабочей мебелью. Работа выполняется в свободной позе, преимущественно сидя, с единичными наклонами корпуса. Однообразное положение сохраняется в течение всего рабочего времени. Рабочий день длился 8 часов, с перерывом на обед.

Оценка условий освещения в помещениях и на рабочих местах. Все обследуемые помещения имели естественное освещение, которого было достаточно. Искусственное освещение представлено системой равномерного освещения, используются встроенные в потолок осветительные приборы с линейными люминесцентными лампами фирм Philips и Osram мощностью 18 Вт в 4-ламповых светильниках с рассеивающими зеркальными отражателями и решетками.

На момент обследования все светильники укомплектованы арматурой, все лампы в рабочем состоянии. Измерения показали, что освещенность на экранах различных мониторов составила от 155 лк до 216 лк при нормируемом значении 200 лк; на поверхностях столов — от 410 лк до 420 лк при норме 400 лк. Оценка качественных параметров световой среды показала, что значения коэффициента пульсации освещенности не выходят за пределы нормируемых величин, прямая и отраженная блескость на рабочих местах отсутствует.

Результаты исследования функционального состояния зрительного анализатора. В таблице 1 представлены результаты исследования состояния зрительных функций по данным времени простой сенсомоторной реакции на световой сигнал и работоспособности по корректурной пробе с кольцами Ландольта у группы обследованных лиц. Приведены исходные данные, после 4-х ч работы — перед обеденным перерывом, в конце рабочего дня. Изменение функций в процессе выполнения работы, выражаемое в процентах к исходному состоянию, принятому за 100%, характеризует утомление зрения.

Изучение сенсомоторных реакций на световое раздражение позволяет судить о состоянии зрительного анализатора и соотношении процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе. Установлено, что в первую половину рабочего дня у обследуемых лиц удлинение времени сенсомоторной реакции составило 11,1%. К окончанию работы развивается дальнейшее изменение функции и достигает 25,0%. Зрительная работоспособность по данным теста Ландольта по количеству просмотренных знаков и допущенных ошибок значительно снижалась в течение рабочего дня. Результаты показывают развитие зрительного утомления, а также изменения в центральной нервной системе: нарастание процессов торможения в центральной нервной системе, изменение скорости переработки

¹ ГОСТ 24940-2016 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности».

Таблица 1/ Table 1

Состояние зрительного анализатора и работоспособности у пользователей персональными компьютерами ($p \leq 0,05$)**The state of the visual analyzer and the health of users of personal computers ($p \leq 0,05$)**

Исследуемый показатель	$M \pm m$			Ухудшение показателя, %	
	исходные данные	перед обеденным перерывом	в конце рабочего дня	первая половина рабочего дня	за весь рабочий день
Простая сенсомоторная реакция, с	0,27±0,04	0,30±0,05	0,34±0,07	11,1	25,0
N	204,8±5,25	188,6±5,48	170,4±9,09	8,0	16,8
Q	0,36±0,06	0,65±0,08	0,83±0,12	80,6	130,6

Таблица 2 / Table 2

Состояние цветового зрения у пользователей персональными компьютерами ($p \leq 0,05$)**Color vision status for users of personal computers ($p \leq 0,05$)**

Предъявляемый цвет	Порог цветоразличения, усл. ед., $M \pm m$				Ухудшение показателя, %	
	исходные данные	перед перерывом	после перерыва	в конце рабочего дня	первая половина рабочего дня	за весь рабочий день
Красный	8,27±0,25	9,59±0,34	8,96±0,32	11,40±0,43	17,2	33,5
Зеленый	8,47±0,39	10,49±0,41	9,76±0,41	11,77±0,5	23,8	39,0
Синий	8,50±0,47	10,73±0,48	9,87±0,42	11,70±0,64	26,2	37,6

Таблица 3 / Table 3

Состояние зрительного анализатора в зависимости от времени работы с персональными компьютерами ($p \leq 0,05$)**The state of the visual analyzer depending on the time of work with personal computers ($p \leq 0,05$)**

Время ахроматической адиспаропии, с, ($M \pm m$)				Простая сенсомоторная реакция, с, ($M \pm m$)			
Исходные данные	После работы	Время работы, ч	Снижение функции, %	Исходные данные	После работы	Время работы, ч	Снижение функции, %
26,9±1,9	21,9±2,3	1	18,6	0,29±0,001	0,31±0,01	1	6,9
	20,5±2,1	2	30,1		0,32±0,005	2	17,2
	19,7±6,0	3	34,0		0,34±0,015	3	18,5

зрительной информации, которая связана с функцией центральной нервной системы.

О состоянии цветоразличительной функции судили по величине порогов цветоразличения на красный, зеленый, синий цвета (табл. 2).

Отмечено значительное снижение цветовой чувствительности в динамике рабочего дня, распространяющееся на все цветовоспринимающие приемники сетчатки. После обеденного перерыва наблюдалось некоторое восстановление функции, но полного восстановления цветоразличения в течение перерыва не было. К окончанию рабочего дня снижение цветовой чувствительности было значительным, что дает основание вынести суждение о том, в какой степени у работающих с персональными компьютерами страдает цветовое зрение.

Изучалось состояние зрительных функций по данным ахроматической адиспаропии и простой сенсомоторной реакции на световой сигнал в зависимости от длительности работы: через час, два и три часа работы (табл. 3).

Как видно из таблицы, уже после первого часа работы развивается утомление зрения: время ахроматической адиспаропии уменьшается на 18,6%, время простой сенсомоторной реакции увеличивается на 6,9%. Увеличение продолжительности работы с ПК приводит к дальнейшему изменению функций зрения, нарастанию утомления. Проведение корреляционного анализа показало наличие прямой связи между продолжительностью работы и ухудшением показателей времени ахроматической адиспаропии и латентного периода ПССР, коэффициенты корреляции составили $r=0,5-0,6$ ($p \leq 0,05$).

Обсуждение. Появление усовершенствованной компьютерной техники нового поколения позволяет выполнять за экраном все более сложные операции. Эти работы предъявляют серьезные требования к пользователю ПК как к специалисту и не менее серьезные требования к состоянию его зрительного анализатора.

Оценка физических факторов в помещениях и на рабочих местах показала, что световая среда в целом соответствует гигиеническим нормативам для рабочих мест. Все работники выполняли точную зрительную работу с использованием экрана, клавиатуры, требующую повышенной концентрации внимания. При этом суммарное время работы с экраном монитора составляло более 50% всей продолжительности рабочего дня. Трудовая деятельность характеризовалась высоким нервно-эмоциональным напряжением при выполнении сложных действий. В данном исследовании установлено, что выполнение работы с ПК привело к развитию изменений функционального состояния как периферического, так и центрального звена зрительного анализатора. Наблюдается снижение цветовой чувствительности на все предъявляемые цвета, функция цветоразличения претерпевает серьезные изменения, что свидетельствует о развитии процессов торможения в зрительной зоне коры головного мозга. Снижается общая работоспособность пользователей ПК.

Важное значение в развитии утомления зрения имеют длительность и режим работы с ПК. Уже после первого часа работы появляются изменения функций зрительной системы в сторону их ухудшения, нарастают к обеденному перерыву и окончанию рабочего дня. Корреляционный

анализ показывает существование прямой достоверной связи между выполняемой работой и нарушением функций органа зрения. Прямое влияние на состояние зрения оказывает характер работы — решение сложных зрительных задач в течение длительного времени, интенсивность труда, высокая концентрация внимания. Очень важным является организация перерывов после каждого часа работы, начиная с первого. Перерывы длительностью 5–10 мин. позволяют избежать быстрого нарастания зрительного утомления и не повлияют отрицательно на производительность труда. Персонал, работающий с ПК, должен в обязательном порядке проходить предварительные и периодические медицинские осмотры (ПМО), согласно Приказу Минздравсоцразвития от 12 апреля 2011 г. №302н, с осмотром невролога и офтальмолога и лабораторными и функциональными исследованиями. В п. 3.2.2.4 Приказа значится электромагнитное поле широкополосного спектра частот от ПЭВМ. Современные ПК качественной сборки и при правильной их установке не создают широкополосных ЭМП диапазона частот 5 Гц — 400 кГц, превышающих допустимые уровни. Однако на рабочих местах с ПК появилось много новых источников ЭМП СВЧ диапазона, значения которых могут превышать ПДУ, установленные СанПиН 2.2.4.3359–16 [19]. В подпункт п. 3.2.2.4 Приказа №302н следует внести коррективы по фактору «электромагнитное поле».

Заключение. Компьютерная техника получила широкое распространение во всех сферах производства, заняты самые массовые контингенты работников. Можно прогнозировать дальнейшее увеличение числа лиц, занятых с ПК, усложнение выполняемых операций, развитие компьютерных технологий. В комплексе факторов, условий и характера труда, неблагоприятно влияющих на пользователей ПК, одно из ведущих мест занимает необходимость выполнения точных зрительно напряженных работ. Для профилактики неблагоприятных изменений в состоянии здоровья важную роль играют режимы труда, состояния светового климата и динамическое наблюдение за состоянием организма человека. Для предотвращения быстрого развития зрительного утомления важны перерывы после каждого часа работы. Информированность пользователей о неблагоприятных факторах условий труда и рабочего процесса при использовании ПК также актуальна.

Условия и характер труда пользователей ПК существенно влияют на функциональное состояние зрительного анализатора. В профилактике заболеваемости важное место занимают периодические медицинские осмотры. Состав врачей-специалистов, а также состав лабораторных и функциональных исследований, обозначенных в Приказе №302н, позволяет определить соответствие состояния здоровья лица, поступающего на работу, поручаемой ему работе, а также способствует раннему выявлению и профилактике заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямпольская Е.Г., Бухтияров И.В., Матюхин В.В., Шардакова Э.Ф., Елизарова В.В. Методические подходы к оценке работоспособности зрительного анализатора у профессиональных пользователей компьютеров. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 8: 29–33.
2. Тебеннова К.С., Мусина А.А., Ахметова Н.Ш., Алшынбекова Г.К. Субъективная оценка влияния производственных факторов риска на состояние здоровья работников видеодисплейных терминалов (по данным анкетного опроса). *Успехи современного естествознания.* 2013; 4: 146–50.

3. Бабаев А.Б., Махмадов Ш.К. Актуальные вопросы влияния видеодисплейных терминалов на орган зрения человека. *Вестник Авиценны Таджикского государственного медицинского университета имени Абуали ибни Сино.* 2011; 4:1 62–7.
4. Ким И.Н., Мегада Е.В. О негативном влиянии видеотерминалов на органы зрения. *Гигиена и санитария.* 2007; 2: 30–3.
5. Дударев А.А., Сорокин Г.А. Актуальные проблемы гигиены труда и профессиональной патологии офисных работников. *Мед. труда и пром. экол.* 2012; 4: 1–8.
6. Власова Е.М., Малютина Н.Н. Основные направления сохранения здоровья работающих с компьютерами// *Мед. труда и пром. экол.* 2008; 4: 47–8.
7. Калинина Н.И., Никитина В.Н. Значение световой среды в сохранении здоровья и работоспособности персонала при работе с компьютерами. В сб. трудов «Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений за 2011 год». М.: Центр электромагнитной безопасности; 2012: 172–9.
8. Атаев А.Е., Григорьев А.А., Пантелеева Н.С., Степанова И.В., Лебедева С.М. Влияние цветового окружения рабочего места в офисе на зрительное утомление. *Вестник МЭИ.* 2012; 2: 171–80.
9. Матюхин В.В., Ямпольская Е.Г., Шардакова Э.Ф., Елизарова В.В. Зрительное утомление у профессиональных пользователей видеотерминалов в зависимости от типа отображаемой информации. *Гигиена и санитария.* 2010; 2: 57–60.
10. Лаврик Н.С., Палеха О.Н., Чмиль А.А. Влияние увеличения времени работы за монитором компьютера на некоторые показатели функционального состояния глаза. *Вестник офтальмологии.* 2004; 6: 28–30.
11. Toomingas A, Hagberg M, Heiden M, Richter H, Westergren KE, Tornqvist EW. Work. Risk factors, incidence and persistence of symptoms from the eyes among professional computer users. 2014; 1 (47(3)): 291–301. DOI: 10.3233/WOR–131778.
12. Jieyi Li, Arandjelovic O. Intuitive and interpretable visual communication of a complex statistical model of disease progression and risk. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2017; 7: 4199–202. DOI: 10.1109/EMBC.2017.8037782.
13. Gowrisankaran S, Sheedy JE. Computer vision syndrome: A review. *Work.* 2015; 52(2):303–1. DOI: 10.3233/WOR–152162.
14. Nakano T, Hayashi T, Nakagawa T, Honda T, Owada S, Endo H. et al. Increased Incidence of Visual Field Abnormalities as Determined by Frequency Doubling Technology Perimetry in High Computer Users Among Japanese Workers: A Retrospective Cohort Study. *J Epidemiol.* 2018; 5 (28(4)): 214–19. DOI: 10.2188/jea.JE20170004.
15. Dessie A, Adane F, Nega A, Wami SD, Chercos DH. Computer Vision Syndrome and Associated Factors among Computer Users in Debre Tabor Town, Northwest Ethiopia. *J Environ Public Health.* 2018; 16 (9): 4107590. DOI: 10.1155/2018/4107590.
16. Heus P, Verbeek JH, Tikka C. Optical correction of refractive error for preventing and treating eye symptoms in computer user. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018; 10 (4): CD009877. DOI: 10.1002/14651858.CD009877.pub2.
17. Rossi G.C.M., Scudeller L., Bettio F., Pasinetti G.M., Bianchi P.E. Prevalence of dry eye in video display terminal users: a cross-sectional. Caucasian study in Italy. *Int Ophthalmol.* 2018; 7. DOI: 10.1007/s10792–018–0947–6.
18. Logaraj M, Madhupriya V, Hegde S. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai. *Ann Med Health Sci Res.* 2014 4(2): 179–85. DOI: 10.4103/2141–9248.129028.
19. Ляшко Г.Г., Никитина В.Н., Калинина Н.И. Источники и характеристика электромагнитных излучений радиочастотного диапазона в офисных помещениях. В сб. научных трудов региональной практической конференции «Актуальные вопросы

медицины труда в Северо-Западном федеральном округе» Санкт-Петербург, 29 мая 2018 г. СПб.; 2018: 83–5.

REFERENCES

1. Yampol'skaya E.G., Buhtiyarov I.V., Matyuhin V.V., Sharda-kova E.F., Elizarova V.V. Methodical approaches to assessment of operability of the visual analyzer at professional users of computers. *Med. truda i prom. ecol.* 2014; 8: 29–33 (in Russian)
2. Tebenova K.S., Musina A.A., Ahmetova N.Sh., Alshynbekova G.K. Value judgment of influence of production factors of risk on the state of health of workers of video display terminals (according to questionnaire). *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya.* 2013; 4: 146–50 (in Russian).
3. Babayev A.B., Makhmadov Sh.K. Current issues influence videodisplay terminals in the organ of vision of the person. *Vestnik Aviceny Tadzhikskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta imeni Abuali ibni Sino.* 2011; 4 16207 (in Russian).
4. Kim I.N., Megeda E.V.O negative impact of video terminals on organs of vision. *Gigiena i sanitariya.* 2007; 2: 30–3 (in Russian).
5. Dudarev A.A., Sorokin G.A. Current problems of occupational health and professional pathology of office workers. *Med. truda i prom. ecol.* 2012; 4: 1–8 (in Russian).
6. Vlasova E.M., Malyutina N.N. The main directions of maintaining health working with computers. *Med. truda i prom. ecol.* 2008; 4: 47–48 (in Russian).
7. Kalinina N.I., Nikitina V.N. The value of the light environment in maintaining the health and efficiency of personnel when working with computers. In: Proceed. of the Yearbook of the Russian national Committee for protection against non-ionizing radiation for 2011. M.: Center of electromagnetic safety; 2012: 172–9 (in Russian).
8. Ataev A.E., Grigor'ev A.A., Panteleeva N.S., Stepanova I.V., Lebedkova S.M. Influence of a color environment of a workplace at office on visual exhaustion. *Vestnik MEL.* 2012; 2: 171–80 (in Russian).
9. Matyuhin V.V., Yampol'skaya E.G., Shardakova E.F., Elizarova V.V. Visual exhaustion at professional users of video terminals depending on type of the displayed information. *Gigiena i sanitariya.* 2010; 2: 57–60 (in Russian).
10. Lavrik N.S., Palekha O.N., Chmil' A.A. The impact of increase in operating time behind the computer monitor on some indicators of a functional status of an eye. *Vestnik oftal'mologii.* 2004; 6: 28–30 (in Russian).
11. Toomingas A, Hagberg M, Heiden M, Richter H, Westergren KE, Tornqvist EW. Work. Risk factors, incidence and persistence of symptoms from the eyes among professional computer users. 2014; 1 (47(3)): 291–301. DOI: 10.3233/WOR-131778.
12. Jieyi Li, Arandjelovic O. Intuitive and interpretable visual communication of a complex statistical model of disease progression and risk. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2017; 7: 4199–202. DOI:10.1109/EMBC.2017.8037782.
13. Gowrisankaran S., Sheedy J.E. Computer vision syndrome: A review//Work. 2015; 52(2):303–1. DOI: 10.3233/WOR-152162.
14. Nakano T, Hayashi T, Nakagawa T, Honda T, Owada S, Endo H et al. Increased Incidence of Visual Field Abnormalities as Determined by Frequency Doubling Technology Perimetry in High Computer Users Among Japanese Workers: A Retrospective Cohort Study. *J Epidemiol.* 2018; 5 (28(4)): 214–19. DOI: 10.2188/jea.JE20170004.
15. Dessie A., Adane F., Nega A., Wami S.D., Chercos D.H. Computer Vision Syndrome and Associated Factors among Computer Users in Debre Tabor Town, Northwest Ethiopia. *J Environ Public Health.* 2018; 16 (9): 4107590. DOI: 10.1155/2018/4107590.
16. Heus P., Verbeek J.H., Tikka C. Optical correction of refractive error for preventing and treating eye symptoms in computer user. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018; 10 (4): CD009877. DOI: 10.1002/14651858.CD009877.pub2.
17. Rossi GCM, Scudeller L, Bettio F, Pasinetti GM, Bianchi PE. Prevalence of dry eye in video display terminal users: a cross-sectional. Caucasian study in Italy. *Int Ophthalmol.* 2018; 7. DOI: 10.1007/s10792-018-0947-6.
18. Logaraj M., Madhupriya V., Hegde S. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai. *Ann Med Health Sci Res.* 2014 4(2): 179–85. DOI: 10.4103/2141-9248.129028.
19. Lyashko G.G., Nikitina V.N., Kalinina N.I. Sources and characteristics of electromagnetic radiation of radio frequency range in office premises. In: Proceed. of scientific papers of the regional practical conference "Topical issues of labor medicine in the North-West Federal district" St. Petersburg, May 29, 2018; St. Petersburg. 2018: 83–5.

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

Эффективность принятия экспертных решений по связи миофиброза с профессией с помощью современных методов лучевой диагностики

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-ая Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036;

²Российско-финская клиника «Скандинавия», ул. Ильюшина, 4/1, Санкт-Петербург, Россия, 197372

Около 40% всех профессиональных болезней опорно-двигательного аппарата занимает дегенеративно-дистрофическое заболевание мышц от перенапряжения — миофиброз. В настоящее время диагноз устанавливается при наличии явных признаков инвалидности, когда пациент не может продолжать работу в прежней профессии. Цель исследования состояла в оценке информативности МРТ в ранней диагностике заболевания. Для разработки методики МРТ и выявления изменений поперечнополосатых мышц верхних конечностей при миофиброзе были обследованы пациенты с ранее установленным диагнозом (50 человек) и с подозрением на миофиброз (10 человек). Анализ полученного изображения показал наиболее информативные импульсные последовательности для диагностики изменений в мышцах. Оптимальной импульсной последовательностью для оценки мышечных структур является IDEAL, для определения отека мышцы — диффузно-взвешенное изображение и постконтрастное T1-взвешенное изображение для визуализации нарушения целостности гисто-гематического барьера. Наличие отека плечелучевой мышцы на диффузно-взвешенном изображении послужило объективным основанием для определения данных изменений как начальной стадии миофиброза и позволило перевести пациентов из группы с подозрением на миофиброз в группу с начальной стадией заболевания, тем самым повысив эффективность принятия экспертных решений по связи данного заболевания с профессией.

Ключевые слова: профессиональный миофиброз; МРТ; импульсная последовательность; эпимизий; перимизий; мышечный пучок

Для цитирования: Улановская Е.В., Карабанович Е.В., Крийт В.Е., Куприна Н.И. Повышение эффективности принятия экспертных решений по связи миофиброза с профессией с помощью современных методов лучевой диагностики. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-490-493>

Для корреспонденции: Улановская Екатерина Владимировна, зав. отделением лучевой диагностики, врач-рентгенолог, врач УЗИ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» гигиены и общественного здоровья, канд. мед. наук. E-mail: rentgen_s-znc@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Авторы выражают благодарность главному врачу Российско-финской клиники «Скандинавия» Татьяне Николаевне Трофимовой за предоставление пространства для исследования и медицинского оборудования.

Ekaterina V. Ulanovskaya¹, Elena V. Karabanovich², Vladimir E. Kriit¹, Nadezhda I. Kuprina¹

The effectiveness of expert decision-making on the connection of myofibrosis with the profession using modern x-ray methods

¹North-West Public Health Research Center, 4, 2-ya Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036;

²Russian-Finnish clinic «Scandinavia», 4/1, Il'ushina str., St. Petersburg, Russia, 197372

Introduction. About 40% of all occupational diseases of the musculoskeletal system is degenerative muscle disease from overstrain — myofibrosis. Currently, the diagnosis is already established in the presence of obvious signs of disability, when the patient cannot continue his work in the previous profession.

The aim of the study was to assess the informativeness of MRI in the early revealing of the disease. To develop the technique of MRI and detect changes in striated muscles of the upper extremities 50 patients with previously established diagnosis of myofibrosis were examined and 10 with suspicion on it. The analysis of the obtained image showed the most informative pulse sequences for revealing muscle changes. The optimal impulse sequence for the evaluation of muscle structures is IDEAL, for the determination of muscle edema — diffuse-weighted image and post-contrast T1-weighted image to visualize the disturbance of the histo-hematic barrier penetration. The presence of brachioradialis muscle edema on a diffusely weighted image served as an objective basis to regard these changes as the initial stage of myofibrosis and allowed to transfer patients from the group with suspected myofibrosis to the group with the initial stage of the disease, thus increasing the effectiveness of expert decisions on the connection of this disease with the profession.

Key words: occupational myofibrosis; MRI; pulse sequence; epimysium; perimysium; muscle bundle

For citation: Ulanovskaya E.V., Karabanovich E.V., Kriit E.V., Kuprina N.I. The effectiveness of expert decision-making on the connection of myofibrosis with the profession using modern x-ray methods. *Med. труда i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-490-493>

For correspondence: Ekaterina V. Ulanovskaya, Head of Department of radiation diagnosis, radiologist, ultrasound physician of North-Western Public Health Research Center, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: rentgen_s-znc@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Gratitude. The authors express their gratitude to the Chief doctor of the Russian-Finnish clinic «Scandinavia», Tatyana Nikolaevna Trofimova for providing space for research and medical equipment.

Введение. Отличительной чертой настоящего времени является повышенное внимание со стороны служб охраны труда к условиям работы трудящихся, направленное на контролирование процессов деятельности труда в различных сферах, а также обеспечение сохранности здоровья работников. Решение вопросов снижения профессиональной заболеваемости невозможно без обеспечения безопасных условий труда, улучшения организации и качества проведения медицинских осмотров работников, занятых трудовой деятельностью в условиях воздействия вредных производственных факторов [1]. Об этом свидетельствуют меры, указанные в Федеральном законе № 323-ФЗ [2].

В структуре нозологических форм профессиональных заболеваний распространенность патологии костно-мышечной системы от физического (функционального) перенапряжения достаточно велика и колеблется от 10 до 45% всей выявленной профессиональной патологии [3,4]. Так, в Санкт-Петербурге заболевания, связанные с физическими перегрузками, составляют 50% [5]. В Ленинградской области данный показатель составляет 40,9%, занимая второе место, в Кемеровской области — 40,66% [6].

Около 40% всех профессиональных болезней опорно-двигательного аппарата занимает дегенеративно-дистрофическое заболевание мышц от перенапряжения — миофиброз, который может быть самостоятельным профессиональным заболеванием или сочетаться с другой профессиональной патологией верхних конечностей, а также в 30% случаев входит в комплекс синдромов вибрационной болезни [7,8].

В настоящее время каждый пятый случай профессионального миофиброза устанавливается при наличии явных признаков инвалидности, когда работник не может продолжать работу в прежней профессии [9,10].

В последние годы в диагностике мышечной патологии все большее значение получает МРТ [11,12,13].

Цель исследования — разработка и оценка информативности метода магнитно-резонансной томографии в ранней диагностике профессионального миофиброза.

Материалы и методики. Группу интереса составили 50 пациентов с ранее установленным диагнозом профессионального миофиброза, которым было выполнено МР-исследование поперечнополосатых мышц супинаторно-разгибательной группы мышц предплечий. Из них с 1-й стадией миофиброза было 35 человек, со 2-й стадией — 12, с 3-й стадией — 3; с подозрением на миофиброз — 10 пациентов, у которых течение заболевания было практически бессимптомным и клинические данные не давали объективных критериев для постановки диагноза. В исследовании принимали участие 24 женщины и 36 мужчин в возрасте от 42 до 57 лет, средний возраст в группе — $50,0 \pm 4,7$ года, средний стаж в профессии $9,8 \pm 5,4$ года. Данная группа представляла собой работников строительных профессий (маляры, штукатуры) — 37%, горнорабочих (проходчики) — 44%, водителей большегрузных машин — 19%. Класс условий труда был не менее 3.1.

Группу контроля составили 35 практически здоровых добровольцев в профессиях без физической нагрузки или с умеренным физическим напряжением. Распределение по возрасту и полу было схожим с данными в группе интереса.

Исследование проводилось на томографе с величиной индукции магнитного поля 3Т. Использовалась большая гибкая 16-канальная катушка. Исследование проводилось в положении лежа на животе с отведенной над головой рукой в изокентре магнитного поля. Исследование проводилось по разработанному протоколу, включающему в себя изображения, полученные в аксиальной, сагиттальной и коронарной плоскостях, малой толщиной среза и малым полем обзора, взвешенные по T1, T2, протонной плотности (PD), диффузионно-взвешенные изображения, IDEAL с изображениями в фазу, противофазу, подавлением сигнала от воды и жира. Внутривенное контрастирование проводилось контрастным препаратом Магневист 15,0 мл внутривенным кубитальным доступом.

Результаты и обсуждение. Анализ результатов МР-исследований показал, что стандартные T2 и T1-

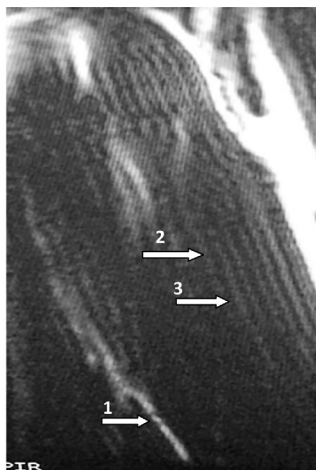


Рис. 1. МРТ m. brachioradialis в норме. ИП IDEAL в корональной проекции. Эпимизий (1), перимизий (2), мышечный пучок (3)

Fig. 1. MRI m. brachioradialis normal PS IDEAL in coronal plane. Epimysium (1), perimysium (2), muscle bundle (3)

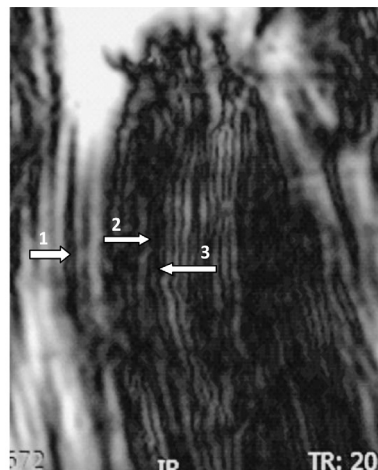


Рис. 2. МРТ m. brachioradialis при миофиброзе 1-й стадии. ИП IDEAL в корональной плоскости. Эпимизий (1), перимизий (2), мышечный пучок (3)

Fig. 2. MRI m. brachioradialis, myofibrosis 1-st stage, PS IDEAL in coronal plane. Epimysium (1), perimysium (2), muscle bundle (3)



Рис. 3. МРТ m. brachioradialis у пациента с клинически и инструментально подтвержденным миофиброзом. ИП PD FS в аксиальной плоскости. Стрелкой указан отек m. brachioradialis

Fig. 3. MRI m. brachioradialis in patient with clinically and instrumentally confirmed myofibrosis. PS PD FS in axial plane. Arrow shows m. brachioradialis edema

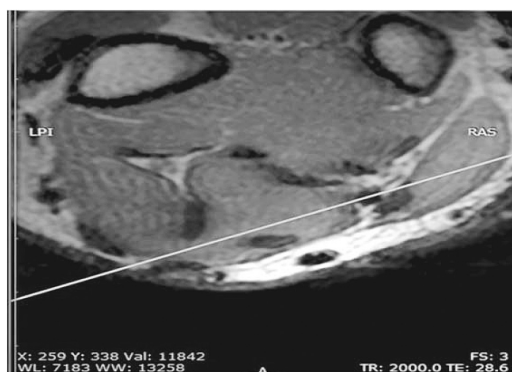


Рис. 4. МРТ m. brachioradialis. T1-ВИ в аксиальной плоскости. Стрелкой указано накопление контрастного вещества в m. brachioradialis при миофиброзе 1-й стадии

Fig. 4. MRI m. brachioradialis. T1-weighted image on MRI in axial plane. Arrow shows accumulation of contrast agent in m. brachioradialis in a 1-st stage myofibrosis

взвешенные изображения (ВИ) не позволяют дифференцировать тонкие структуры мышечного волокна. Эта задача выполнима при использовании импульсных последовательностей IDEAL, при этом в норме хорошо различим эпимизий, характеризующийся гиперинтенсивным сигналом линейной формы с четкими ровными контурами; перимизий, отображающийся также как структура гиперинтенсивного сигнала линейной формы с четкими ровными контурами; и мышечные пучки, визуализируемые как структуры гипointенсивного сигнала, по диаметру превышающие диаметр эпимизия и перимизия (рис. 1). При миофиброзе толщина эпимизия и перимизия увеличивается, контуры становятся нечеткими, волнистыми. Мышечные пучки уменьшаются в размере (рис. 2).

На рис. 2 эпимизий утолщен, контуры местами неровные; перимизий неравномерно утолщен; мышечный пучок уменьшен в диаметре.

Известно, что на начальных этапах миофиброза определяется воспалительная реакция соединительной ткани на внешнее вредное воздействие, проявляющаяся отеком эпимизия, что находит отражение в виде зон гиперинтенсивного сигнала на DWI и PD FS импульсных последовательностях [14] (рис. 3).

Постконтрастные изображения позволяют оценить активность патологического процесса, приведшего к хроническому воспалению вследствие повторяющейся профессиональной травматизации. В доклиническую и 1-ю стадию миофиброза воспаленные элементы мышцы активно накапливают контрастное вещество (рис. 4). В далеко зашедших случаях миофиброза (2–3-я стадия) мышца не накапливает контрастный препарат, следовательно, интенсивность МР-сигнала на T1-ВИ не меняется.

В результате проведенного МР-исследования у всех пациентов с 1-ой стадией и с подозрением на миофиброз был выявлен отек плече-лучевой мышцы на ИП DWI, что явилось прогностическим критерием и послужило объективным основанием расценивать данные изменения как начальную стадию миофиброза, а также позволило поставить диагноз начальной стадии заболевания 10 пациентам с подозрением на миофиброз. На более поздних стадиях наличие отека, а, следовательно, и накопление контрастного вещества не определялось.

Чувствительность и специфичность метода были рассчитаны по общепринятым критериям оценки информативности и составили 100% при использовании МРТ для

диагностики 1-й стадии миофиброза и при подозрении на него.

Таким образом, проведение МРТ приобретает большое диагностическое значение в тех случаях, когда нет надежных клинических данных миофиброза, в то время как у обследованного пациента имеются отдаленные признаки патологии, большой стаж (более 10 лет), работа с физическим перенапряжением и неблагоприятное в отношении данной заболеваемости на предприятии. МРТ позволяет визуализировать изменения на ранних этапах развития заболевания в виде накопления контрастного препарата. С применением данного метода лучевого обследования решение по установлению связи миофиброза с профессией приобретает существенное объективное обоснование.

Выводы:

1. Разработана методика магнитно-резонансной томографии при профессиональном миофиброзе. Оптимальной импульсной последовательностью для оценки мышечных структур является IDEAL, для определения отека мышцы — DWI и постконтрастное T1-ВИ для визуализации нарушения целостности гисто-гематического барьера.

2. Магнитно-резонансная томография наиболее информативна на ранних стадиях профессионального миофиброза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измеров Н.Ф. Здоровье трудоспособного населения России. *Мед. труда и пром. экол.* 2005;11:3–9.
2. Федеральный закон от 21.12.2011 № 323-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (одобрен Советом Федерации 09.11.2011). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/.
3. Бойко, И.В., Наумова Т.М., Герасимова Л.Б. О структуре профессиональной заболеваемости в Санкт-Петербурге. *Мед. труда и пром. экол.* 1998; 3: 31–3.
4. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Л.В. Прокопенко. Вопросы профессиональной заболеваемости: ретроспектива и современность. В кн.: «Материалы XI Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье»». М.; 2012. 29–36.
5. Башкетова Н.С., Наумова Т.Н., Волчкова О.В., Герасимова Л.Б. Профессиональные заболевания в Санкт-Петербурге. В кн.: «Материалы научно-практической конференции с международным участием «Медико-экологические проблемы здоровья работающих Северо-Западного региона и пути их решения»». СПб.; 2014. 10–4.
6. Горбанев С.А., Ветров В.В., Панкина Е.Н. Региональные особенности условий труда в промышленности Ленинградской области и связанной с ними профессиональной заболеваемости. В кн.: «Материалы научно-практической конференции «Медико-экологические проблемы здоровья работающих Северо-Западного региона и пути их решения»». СПб.; 2014. 23–6.
7. Элькин М.А. *Миозит. Справочник по профессиональной патологии.* Л.: Медицина; 1981.
8. House, R. *Upper extremity disability in workers with handarm vibration syndrome.* London; 2009.
9. Karvonen M., Mikheev M.I. *Epidemiology of Occupational Health.* Sweden: WHO; 1986.
10. Lutmann A. *Preventing musculoskeletal disorders in the workplace. Protecting workers' health series.* 2003; 5: 38.
11. Догра В. *Секреты ультразвуковой диагностики.* М.: МЕДпресс-информ; 2009.
12. Jacobson J.A. Musculoskeletal sonography and MR imaging. A role for both imaging methods. *Radiol. Clin. North. Am.* 1999. 37 (4): 713–735.

13. Stoller D.W. *Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine*. Phil.: Williams&Wilknis; 2007.

14. Виноградова Т.П. *Многотомное руководство по патологической анатомии*. М.: 1962.

REFERENCES

1. Izmerov N.F. Health of able-bodied population of Russia. *Med. truda i prom. ecol.* 2005; 11: 3–9 (in Russian).

2. Federal law from 21.11.2011 № 323 (edit. from 03.07.2016) «About bases of citizens health protection in Russian Federation» (approved by Federation Council 09.11.2011). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/. (in Russian).

3. Boyko I.V., Naumova T.M., Gerasimova L.B. About the structure of occupational morbidity in St. Petersburg. *Med. truda i prom. ecol.* 1998; 3: 31–3 (in Russian).

4. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V. Occupational morbidity issues: past and present. In: *Proceedings of XI Russian Congress «Occupation and Health»*. М.; 2012. 29–36 (in Russian).

5. Bashketova N.S., Naumova T.N., Volchkova O.V., Gerasimova L.B. Occupational diseases in St.-Petersburg. In: *Proceedings of the scientific and practical conference with international participation «Health and environmental problems of workers in the North-West region and the ways of solving them»* SPb.; 2014. 10–4 (in Russian).

6. Gorbanev S.A., Vetrov V.V., Pankina E.N. Regional features of working conditions in the industry of the Leningrad region and related occupational diseases. In: *Proceedings of the scientific and practical conference with international participation «Health and environmental problems of workers in the North-West region and the ways of solving them»*. SPb.; 2014. 23–6 (in Russian).

7. Elkin M.A. Miositis. *Guide of occupational pathology*. L.: Medicine; 1981 (in Russian).

8. House R. *Upper extremity disability in workers with handarm vibration syndrome*. London; 2009.

9. Karvonen M., Mikheev M.I. *Epidemiology of Occupational Health*. Sweden: WHO; 1986.

10. Lutmann A. *Preventing musculoskeletal disorders in the workplace. Protecting workers' health series*. 2003; 5: 38.

11. Dogra V. *Secrets of ultrasound investigation*. М.: MEDpress-inform; 2009.

12. Jacobson, J.A. Musculoskeletal sonography and MR imaging. A role for both imaging methods. *Radiol. Clin. North. Am.* 1999. 37(4): 713–35.

13. Stoller D.W. *Magnetic resonance imaging in orthopedics and sports medicine*. Phil.: Williams&Wilknis; 2007.

14. Vinogradova T.P. *A multi-volume guide on pathological anatomy*. М.: 1962 (in Russian).

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

Влияние усталости и переутомления на общую заболеваемость работников¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036;²Медицинский центр АО «Адмиралтейские верфи», Садовая ул., 126, Санкт-Петербург, Россия, 190121

Введение. Производственно обусловленная заболеваемость возникает в результате неспецифического воздействия на организм человека повышенного утомления и переутомления. Однако отсутствуют исследования связей общей заболеваемости работников с их острой и хронической усталостью.

Цель исследования — установление закономерностей связи острой усталости с хронической усталостью и с общей заболеваемостью работников, выявляемой при периодических медицинских обследованиях работников.

Материалы и методы. Усталость и переутомление изучались с помощью стандартизированной анкеты. В качестве интегральной оценки усталости использовались два показателя: «степень обычной усталости» ($У_{суб}$) и продолжительность нахождения работника в состоянии усталости, часов в неделю ($ЧУ_{нед}$). Показатель $ЧУ_{нед}$ учитывает $У_{суб}$, частоту, время появления и исчезновения усталости, продолжительность рабочей недели. В исследовании принимали участие 1733 работника разных профессий. Медицинский осмотр прошли 396 человек.

Результаты. Среди обследованных работников сильную усталость ($У_{суб}=3$) отмечали 5% женщин и 2% мужчин. Выявлено, что суммарная за год длительность заболеваемости с временной утратой трудоспособности у сильно устающих работников ($У_{суб}=3$) составляет в среднем 24,9 дня, а у немного устающих ($У_{суб}=1$) в среднем 5,1 дня. В зоне риска переутомления ($ЧУ_{нед}>24$ ч) находятся 38% женщин и 20% мужчин. Показатель $ЧУ_{нед}$ позволяет дифференцировать связанные с усталостью профессиональные риски среди работников с одинаковой $У_{суб}$. При $ЧУ_{нед}>24$ ч у мужчин и женщин все показатели здоровья, полученные как по данным опроса, так и при медицинском осмотре, ухудшены.

Выводы. $У_{суб}$ является наиболее простым, оперативным и достаточно надежным показателем для этиологических исследований рисков переутомления и причин профессионально обусловленных заболеваний. У женщин при $У_{суб}=3$ по сравнению с не устающими работницами ($У_{суб}=0$) многократно повышены риски ухудшения здоровья в течение года, у умеренно устающих женщин ($У_{суб}=2$) также наблюдается существенное увеличение всех рисков, но в меньшей степени. $ЧУ_{нед}$ позволяет дифференцировать риски среди работников с одинаковой $У_{суб}$. При $ЧУ_{нед}$ более 24 часов наблюдается существенный рост рисков для здоровья, выявляемых как по данным опроса, так и по данным периодического медицинского осмотра. Ведущей причиной $ЧУ_{нед}$ является удельный вес в рабочем времени периодов нахождения работников в состоянии повышенного внимания и интенсивность трудового процесса.

Ключевые слова: усталость; продолжительность усталости; хроническая усталость; переутомление; риск здоровью; заболеваемость работников

Для цитирования: Сорокин Г.А., Чистяков Н.Д., Суслов В.А. Влияние усталости и переутомления на общую заболеваемость работников. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-494-500>

Для корреспонденции: Сорокин Геннадий Александрович, ст. науч. сотр. отдела анализа рисков здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, канд. биол. наук. E-mail: sorgen50@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1297-5476>.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Gennadiy A. Sorokin¹, Nikolay D. Chistyakov¹, Viktor L. Suslov²**Fatigue, overfatigue and general morbidity of employees**¹North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036;²Medical center JSC “Admiralteyskiye Verfi”, 126, Sadovaya str., St. Petersburg, Russia, 190121

Introduction. Production-related morbidity occurs as a result of nonspecific effects on the human body increased fatigue and overfatigue. However, there are no studies of the links between the General morbidity of workers with their acute fatigue and chronic fatigue

The aim of the study was establishment of pattern of connection of acute fatigue with chronic fatigue and with the general morbidity of workers revealed at periodic medical examinations of workers.

Material and methods. Fatigue and fatigue were studied using a standardized questionnaire. As an integral assessment of fatigue we used two indicators “degree of usual fatigue” (F_{sub}) and the duration of the employee in a state of fatigue, hours per week (H_{week}). The H_{week} index considers the F_{sub} , frequency, time of occurrence and disappearance of fatigue, the duration of the working week. In research took part 1733 of different professions. 396 people underwent medical examination.

Results. Among the surveyed workers, 5% of women and 2% of men had severe fatigue ($F_{sub}=3$). We have shown that the total annual duration of morbidity with temporary disability in very tired workers ($F_{sub}=3$) is an average of 24.9 days, and a little tired ($F_{sub}=1$) an average of 5.1 days. 38% of women and 20% of men are at risk of fatigue ($H_{week}>24$ hours). The H_{week}

indicator allows to differentiate the occupational risks associated with fatigue among workers with the same F_{sub} . At $H_{week} > 24$ hours in men and women, all health indicators obtained from both the survey and the medical examination are worsened.

Conclusions. F_{sub} is the most simple, operational and reliable indicator for the etiological study of the risks of fatigue and the causes of professionally caused diseases. In women with $F_{sub}=3$, compared with non-tired workers ($F_{sub}=0$), the risks of health deterioration during the year are repeatedly increased, in moderately tired women ($F_{sub}=2$) there is also a significant increase in all risks, but to a lesser extent. H_{week} allows you to differentiate risks among workers with the same F_{sub} . With H_{week} more than 24 hours, there is a significant increase in health risks, detected both according to the survey and according to periodic medical examination. The leading cause of $F_{sub}=3$ is the share in working time of the periods of stay of workers in a state of increased attention and intensity of the labor process.

Key words: fatigue; duration of fatigue; chronic fatigue; overfatigue; health risk; morbidity of workers

For citation: Sorokin G.A., Chistyakov N.D., Suslov V.L. Influence of fatigue and overwork on the General morbidity of workers. *Med. truda i prom. ecol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-494-500>

For correspondence: Gennady A. Sorokin, Cand. of Sci. (Biol.), senior researcher of the Department of analysis of risks to the health of the population. North-West Public Health Research Center, E-mail: sorgen50@mail.ru.

Funding: The study had no finding.

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

Введение. В настоящее время все более актуальным становится утверждение академика Н.Ф. Измерова, что основное влияние вредных условий труда проявляется не уровнем профессиональной заболеваемости и травматизма, а общим состоянием здоровья работающих лиц, которое необходимо определять по результатам периодических медицинских осмотров [1]. Производственно обусловленная заболеваемость, которая существенно определяет состояние здоровья работающих во вредных условиях, возникает в результате неспецифического воздействия на организм человека повышенного утомления и переутомления [2]. В недавнем обзоре данных о психологических и физиологических эффектах профессионального утомления на здоровье работников, качество и безопасность их труда показана возрастающая важность этого положения для различных отраслей [3]. В методических рекомендациях [2], в разработке которых принимало участие 49 научных институтов и вузов России гигиенического, клинического, социологического и экономического профилей, есть положение о том, что повышенное утомление — источник профессиональных рисков для здоровья работников — является исходным пунктом классификации уровней напряжения организма работающего человека («тяжести изменений состояния организма человека под влиянием конкретных производственных условий»). В этой методической разработке чувство небольшой усталости характеризует уровень напряжения организма человека как допустимое; умеренная усталость — признак пограничных, предпатологических состояний; большая, сильная усталость — признак патологического процесса [2]. Вместе с тем, обобщая результаты многочисленных исследований связи между объективными характеристиками утомления, возникающего по ходу рабочего дня (показатель утомления Е.А. Деревянко, $У_{об}$ [2]) и самооценкой степени усталости ($У_{суб}$), сотрудники НИИ труда — ведущего разработчика указанных рекомендаций — резюмировали отсутствие корреляции $У_{об}$ и $У_{суб}$ [4]. Однако в исследованиях усталости одних и тех же работников установлена однозначная и пропорциональная связь между $У_{суб}$ и интенсивностью труда [5]. Фундаментальные вопросы анализа интегральной самооценки утомления рассмотрены в [6].

Для изучения источников риска профессионально обусловленных заболеваний необходимо установление закономерностей связи $У_{суб}$ с явлениями кумуляции утомления в организме и переходе его в переутомление, которые специалисты в области изучения работоспособности определяют как «патологическое функциональное состояние» [7], как «поздняя стадия хронического утомления» [8],

как «хронический синдром утомления» [9,10], возникающий при нарушении баланса между слишком большими и недостаточными усилиями, которые затрачивает человек на работе и в повседневной жизни [11]. Хроническая усталость и переутомление являются первопричиной и сопутствующим компонентом почти всех заболеваний, связанных с профессией. Об актуальности вопроса производственной усталости свидетельствует интенсивная разработка за рубежом систем управления риском утомления на рабочем месте (Fatigue Risk Management System [12–14]). Эти системы в большинстве случаев разрабатываются для рабочих мест, на которых режимы труда нарушают суточный ритм бодрствования человека. Используя концептуальную модель для эпидемиологии утомления работающего населения, исследователи разработали количественную модель для прогнозирования связи острого и хронического утомления медицинских работников (медсестры) [15,16]. Вместе с тем отсутствуют исследования связей общей заболеваемости работников с их острой и хронической усталостью, с переутомлением. На рис. 1 представлена используемая концептуальная модель этих связей, в которой первоисточником рисков для здоровья является суточный, недельный и месячный дефициты отдыха, возникающие при повторяющемся остром утомлении, когда его следы не исчезают в периоды времени между суточными и недельными профессиональными нагрузками [17].

Цель исследования — установление закономерностей связи усталости, формирующейся в рабочие дни, с переутомлением, диагностируемым по общей оценке значимости, частоты и выраженности наиболее распространенных психосоматических симптомов, и с общей заболеваемостью работников, выявляемой при периодических медицинских обследованиях работников.

Материалы и методы. Состояния острой ($У_o$) и хронической ($У_x$) усталости изучались с помощью стандартизированной анкеты [18]. Вопросы об острой усталости включали: степень обычной усталости на работе $У_{суб}$ (0 — не устаю, 1 — «немного», 2 — «умеренно», 3 — «сильно устаю»); о частоте усталости, времени появления и исчезновения усталости. В качестве интегральной оценки усталости использовались два показателя «степень обычной усталости» ($У_{суб}$) и «часы усталости» ($ЧУ_{нед}$) — количество часов нахождения в состоянии усталости за рабочую неделю.

Часы небольшой ($ЧУ_1$) и сильной ($ЧУ_3$) усталости переводились в «эквивалентные часы умеренной усталости»: $ЧУ_3$ (час) = $0.6 \times ЧУ_1$ и $ЧУ_3$ (час) = $1.3 \times ЧУ_2$ [5].

Продолжительность состояния усталости ($ЧУ_3$) за рабочую неделю ($ЧУ_{нед}$ час) рассчитывалась по формуле:

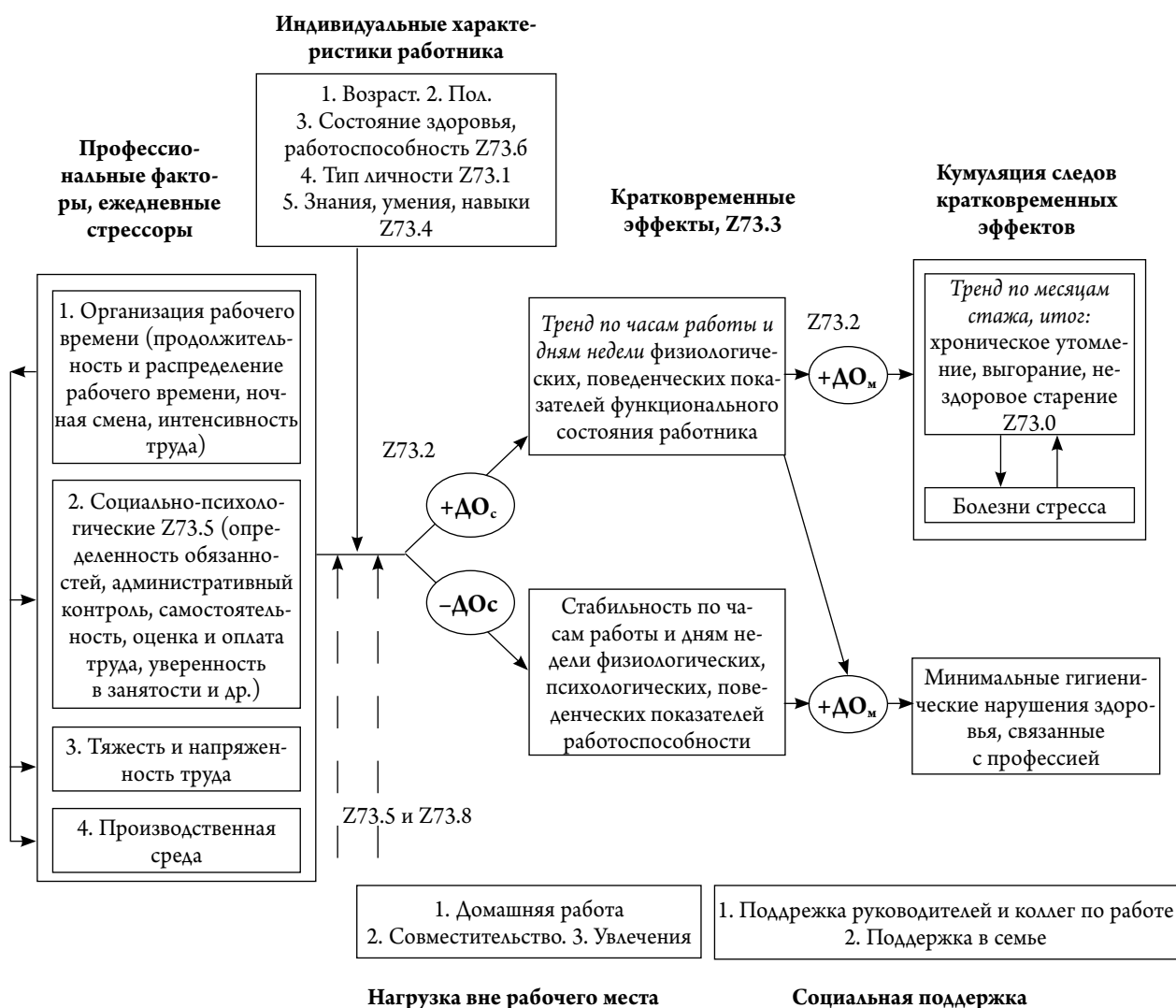


Рисунок. Концептуальная модель для исследований причинно-следственных связей острой усталости (кратковременные эффекты), хронической усталости (переутомления) и заболеваемости работников

Figure. Conceptual model for studies of cause-effect relationships of acute fatigue (short-term effects), chronic fatigue (overfatigue) and morbidity of workers

Примечания: Коды переутомления и его факторов по МКБ-10: Z73.0 — переутомление (burnout); Z73.2 — дефицит отдыха (ΔO_с — суточный и недельный; ΔO_м — месячные и годовые); Z73.3 — стрессовое состояние; Z73.5 — ролевые конфликты, психологический климат; Z73.8 — другие сопутствующие факторы переутомления.

Notes: Codes of overwork and its factors according to ICD-10: Z73.0 — overwork (burnout); Z73.2 — lack of rest (ΔO_с — daily and weekly; ΔO_м — monthly and annual); Z73.3 — stress state; Z73.5 — role conflicts, psychological climate; Z73.8 — other concomitant factors of overwork.

$$\text{ЧУ}_{\text{нед}} = (\text{ЧУ}_{\text{су}} \times K_{\text{чу}} + K_{\text{пу}} + K_{\text{пу}}) \times K_{\text{при}} \quad (1)$$

где: СУ — степень обычной усталости на работе; ЧУ_{нед} — количество часов нахождения работника в состоянии умеренной усталости (ЧУ_э) за рабочую неделю; ЧУ_{су} (час) — количество часов ЧУ_э нахождения работника в состоянии усталости при 8 часовом рабочем дне и при разной ее самооценке У_{суб}. ЧУ_{су} составляет при степенях усталости У_{суб} 1,2,3 соответственно 4,8 часа, 9,1 часа, 14,8 часа; K_{чу} — коэффициент, учитывающий частоту усталости: K_{чу} = 1 при ежедневной усталости; 0,6 — частой усталости, 2–3 раза в неделю; 0,3 — усталость иногда (несколько раз в месяц); 0,15 — редко; 0 — нет усталости; K_{пу} — коэффициент, учитывающий время появления усталости по ходу рабочего дня: K_{пу} = 2 часа, при появлении до обеденного перерыва; K_{пу} = 1 час на 5–6 часу работы; 0 часов при появлении в конце рабо-

чего дня; K_{пу} — коэффициент, учитывающий исчезновение усталости после окончания работы: K_{пу} = –1 час, при исчезновении усталости через 1–2 часа; K_{пу} = 0 — усталость исчезает через 3–5 часов после окончания рабочего дня; K_{пу} = 1 час — усталость проходит после ночного сна; K_{пу} = 1,5 часа усталость проходит в выходные дни; K_{пу} равно 2 час и 2,5 часа, когда усталость проходит в отпуске и вообще не проходит; K_{при} — коэффициент, учитывающий продолжительность рабочей недели (ПРН): K_{при} = ПРН/40.

В качестве граничной, гигиенически безопасной величины ЧУ_{нед} использовалось значение 24 часа в неделю («допустимая доза усталости» [5]).

Использовался показатель «индекс неспецифических симптомов» (ИНС), обобщающий качество, частоту и выраженность семи наиболее распространенных психосоматических симптомов: головная боль; головокружение;

неприятные ощущения в области сердца; нарушения аппетита и пищеварения; расстройства сна; раздражительность; тревожность. При ИНС более 24 баллов фиксировался случай переутомления [17], по частоте которого определялся риск переутомления ($P_{инс24}$). Респонденты также отвечали на вопросы «Как изменилось Ваше самочувствие и здоровье за последний год?» и «Сколько всего дней вы болели за последние 12 месяцев?».

В анкете указывались коды заболеваний, выявленных при медицинском осмотре работника. Медосмотр проводился согласно приказу Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 г. №302н и включал в себя сбор профессионального анамнеза, анализ предъявляемых жалоб, осмотры врачами специалистами по профессиональной патологии: терапевтом, хирургом, неврологом, психиатром, дерматоневрологом, офтальмологом, отоларингологом. Проводился комплекс лабораторных и функциональных исследований, рассматривалась медицинская документация — амбулаторные карты, анализировались результаты данных предыдущих периодических медицинских осмотров с целью выявления хронических нарушений здоровья. Риск определялся для следующих классов хронических заболеваний: системы кровообращения (ССС), органов пищеварения (ГПР_{оп}), мочеполовой системы (ГПР_{мПС}), органов дыхания (ОД), костно-мышечной системы (КМС), кожи и подкожной клетчатки (КЖ), нервной системы (НС), органов зрения (ОЗ), эндокринной системы (ЭС). При определении величины риска случаев «системного заболевания» считалось одно или несколько заболеваний определенного класса.

В исследовании принимали участие 1733 работника профессий с риском профессионального хронического утомления: врачи, медсестры, школьные учителя, офисные работники, мастера основных цехов промышленных предприятий, работницы зрительно напряженного прецизионного труда. Медицинский осмотр прошли 396 человек.

Результаты. Распределение женщин по степени обычной усталости на работе выглядит следующим образом: у 2% — отсутствует; у 38% — небольшая; у 55% — умерен-

ная; у 5% — сильная. У мужчин это распределение составило 6%, 45%, 46% и 3% соответственно. Распределение длительности нахождения в течение недели в состоянии усталости ($ЧУ_{нед}$) у женщин: 10% — менее 1 часа, 30% — 2–12 часов, 22% — 13–24 часа, 38% — более 24 часов; у мужчин 18%, 37%, 25% и 20% соответственно. Корреляции между показателями острой ($ЧУ_{нед}$) и хронической (ИНС) усталостью составили в разных профессиональных группах женщин 0,34–0,65; у мужчин — 0,15–0,49.

В таблице 1 представлены показатели состояния здоровья женщин — медицинских работников и школьных учителей при одинаковой степени обычной усталости на работе (умеренной), но с различной ее продолжительностью в течение недели. В таблице 2 приведены показатели риска для здоровья по данным опроса и по данным медицинского обследования женщин и мужчин, с разной продолжительностью нахождения в состоянии производственно обусловленной усталости.

В таблице 3 приведены данные о частотах острой и хронической усталости в группах работников, имеющих заболевания разных систем и органов в сравнении с группой работников, не имеющих этих заболеваний.

Обсуждение. Среди обследованных работников сильную усталость отмечали 5% женщин и 2% мужчин. Эти величины находятся в диапазоне 2–6%, установленном в исследованиях распространенности сильной усталости при особо тяжелом и вредном труде [19]. Редкая встречаемость сильной усталости обусловлена тем, что она является индикатором интенсивного процесса профессионального выгорания и свидетельствует об использовании работниками пределов работоспособности, которое не может продолжаться более нескольких месяцев без существенного ущерба для здоровья [20]. Установлено, что сильная усталость в рабочие дни является причиной роста производственно обусловленной заболеваемости выше среднеотраслевого и среднезаводского уровней [2]. Выявлено, что суммарная за год длительность заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) у сильно устающих работников

Таблица 1 / Table 1

Показатели состояния здоровья женщин — медицинских работников и школьных учителей, при одинаковой степени обычной усталости на работе (умеренной), но с различной ее продолжительностью в течение недели
Health indicators of women health workers and schoolteachers, with the same degree of usual fatigue at work — moderate, but with its different duration during the week

Показатель	Продолжительность состояния усталости	
	$ЧУ_{нед} \leq 24 \text{ ч}$	$ЧУ_{нед} > 24 \text{ ч}$
Риск ухудшения здоровья за год	43,0±11,4	67,7±8,3*
Риск болеть более 2 недель за год	25,0±9,9	39,4±8,6
Риск переутомления ($P_{инс24}$), %	15,7±8,5	42,8±8,4*
Риск частых головных болей	21,0±9,61	14,2±6,0
Дней болезни за год	13,85±3,71	18,82±3,57
Риск частых неприятных ощущений в области сердца	0,0±0,0	2,86±2,86
Риск частых расстройств аппетита	0,0±0,0	8,57±4,80
Риск частых нарушений сна	0,0±0,0	25,0±25,0
Риск частой раздражительности	0,0±0,0	25,0±25,0
Риск частой тревожности	0,0±0,0	25,0±25,0
Риск депрессии более 1 раза в год	19,1±8,8	48,6±8,6*
Риск слабости, преболезненных состояний более 1 раза в год	21,0±9,6	53,1±8,9*
Численность группы, человек	21	35
Средний возраст в группе, лет	36,1±2,71	35,5±1,8

Примечание: * — Статистически достоверные различия $p < 0,05$.

Note: * — statistically significant differences $p < 0,05$.

Таблица 2 / Table 2

Показатели риска для здоровья по данным опроса и медицинского обследования у женщин и мужчин, с разной продолжительностью нахождения в состоянии производственно обусловленной усталости

Health risk indicators according to the survey and medical examination in women and men, with different duration of being in a state of production-related fatigue

Показатель	Женщины		Мужчины	
	ЧУ _{нед} ≤ 24 ч	ЧУ _{нед} > 24 ч	ЧУ _{нед} ≤ 24 ч	ЧУ _{нед} > 24 ч
Показатели риска для здоровья по данным опроса				
Ухудшение здоровья за год, %	18±5	51±9*	7±2	31±7*
Риск переутомления (Р _{инс24}), %	14±6	37±9*	3±1	7±5
Болезни более 2 недель в год, %	14±5	16±7	7±2	19±6
Количество дней болезней за год	8±2	11±3	5±1	8±2,0
Показатели риска заболеваний, выявленных при медицинском осмотре				
Сердечнососудистая система (гипертония), %	24±6	30±9	23±3	29±7
Костно-мышечная система, %	0	4±4	9±2	26±7*
Органы зрения, %	62±7	67±9	42±4	57±8
Мочеполовая система, %	0	7±5	2±1	2±2
Нервная система, %	2±2	7±5	10±2	26±7
Эндокринная система, %	49±8	56±10	35±4	40±8
Вероятность самооценки факторов, как существенно влияющих на утомление и напряжение при работе				
Режим работы (объем и интенсивность труда, вечерняя и ночная смены, работа в выходные, повышенная продолжительность рабочего дня и недели)	22±6	44±9	16±2	59±7*
Напряженность работы (эмоциональное напряжение, связанное с ответственностью действий; зрительное и умственное внимание)	25±6	48±9	15±2	61±7*
Социально-психологический климат (неудовлетворенность работой, несоответствие затрачиваемых усилий и вознаграждения, отсутствие взаимной поддержки, разногласия в коллективе)	13±5	33±9	16±2	43±7*
Производственная среда (загазованность, запыленность, шум, вибрация, микроклимат)	13±5	22±8	34±3	61±7*
Непрофессиональные факторы (домашние работы и заботы; недостаток свободного времени; состояние здоровья)	13±5	33±9	9 ± 2	19±6
Самооценка продолжительности состояния напряжения и плотности трудового процесса				
Продолжительность повышенного внимания и интенсивных трудовых действия более 70% рабочего времени, %	34±7	66±9*	36±3	60±7*
Суммарная длительность технологических и произвольных перерывов за смену меньше 0,5 часа (плотность трудового процесса >94%), %	28±6	38±9	5±2	7±42
Средний возраст в группе, лет	46±1	45±2	40±1	41±1

Примечание: * — статистически достоверные различия $p < 0,05$.

Note: * — statistically significant differences $p < 0,05$.

($У_{суб}=3$) составляет в среднем 24,9 дня, а у немного усталых ($У_{суб}=1$) в среднем 5,1 дня [21]. Если при обследовании работников с разной степенью усталости ЗВУТ изучается не за один год, когда проводилась оценка $У_{суб}$, а за два года, предшествующих опросу, то различие существенно меньше [22]. Данные, приведенные на рисунке, иллюстрируют патогенное значение обычной сильной усталости на работе. Распределение продолжительности нахождения работников в состоянии усталости показало, что в зоне риска переутомления ($ЧУ_{нед} > 24$ часа) находятся 38% женщин и 20% мужчин, что многократно превышало распространенность сильной усталости $У_{суб}=3$.

Показатель $ЧУ_{нед}$, учитывающий одновременно со степенью обычной усталости, ее частоту, время появления и исчезновения позволяет дифференцировать связанные с усталостью профессиональные риски среди работников с одинаковой $У_{суб}$ (см. табл. 1). В наибольшей степени $ЧУ_{нед}$ влияет на показатели «риск переутомления», «риск преболезненных состояний» и «риск депрессии». При $ЧУ_{нед} > 24$ ч вероятность этих патогенных состояний возрастает в 2,5–2,7 раза.

Относительно небольшие значения корреляции продолжительности обычной усталости в рабочие дни ($ЧУ_{нед}$) и индекса неспецифических симптомов переутомления ИНС свидетельствуют о том, что эти величины существенно независимы и лишь частично являются сопряженными показателями общего здоровья работника.

Данные таблицы 2 показывают, что и у мужчин, и у женщин, находящихся в состоянии усталости более 24 часов в неделю, все показатели здоровья, полученные как по данным опроса, так и при медицинском осмотре, ухудшены. При этом при $ЧУ_{нед} > 24$ ч в 2–4 раза возрастает вероятность оценки работниками всех факторов условий труда как существенно влияющих на их утомление и напряжение. Основное отличие трудового процесса этих работников от лиц, с $ЧУ_{нед} < 24$ ч, состоит в большей продолжительности повышенного внимания и времени интенсивных трудовых действия по ходу рабочего времени.

При сравнении значимости острой ($ЧУ_{нед} > 24$ ч) и хронической (ИНС > 24) усталости для показателей здоровья работников установлено, что у мужчин все показатели по опросу «дни болезни», «риск ухудшения», «риск > 2

Таблица 3 / Table 3

Относительная частота острой ($ЧУ_{нед} > 24$ ч) и хронической ($ИНС > 24$ баллов) усталости в группах работников, имеющих заболевания разных систем и органов

The relative frequency of acute ($H_{week} > 4$ hours) and chronic ($ins > 24$ points) fatigue in groups of workers with diseases of different systems and organs

Системы и органы	Женщины		Мужчины	
	$ЧУ_{нед} > 24$ ч	$ИНС > 24$ баллов	$ЧУ_{нед} > 24$ ч	$ИНС > 24$ баллов
Сердечно-сосудистая (61/41 и 158/105)	0,93	1,44	0,90	1,57
Костно-мышечная (97/5 и 231/32)*	2,70	1,42	2,3	1,12
Нервная (98/4 и 222/41)	1,86	5,00	2,06	4,32
Эндокринная (43/59 и 169/94)	1,21	2,31	1,22	1,05
Желудочно-кишечная ((95/7 и 251/12)	0,87	0,72	0,65	3,49
Мочеполовая (98/4 и 259/4)	2,77	2,38	1,25	0
Дыхательная (32/70 и /258/5)	0,52	0,50	1,00	0,0
Зрение (38/64 и 147/116)	1,11	2,52	1,67	3,09
Кожа (101/1 и 250/13)	–	–	0,85	2,38
Ухо, горло, нос (84/18 и 169/94)	1,21	2,31	1,22	1,63

Примечание: * — верхние и нижние числа показывают количество лиц, не имеющих и имеющих заболевание указанной системы или органа, соответственно среди женщин и мужчин.

Note: * — the upper and lower numbers show the number of people without and with a disease of the specified system or organ, among women and men respectively.

недель» в большей степени зависят от показателя обычной усталости ($ЧУ_{нед}$), чем от показателя переутомления ($ИНС$). Та же закономерность прослеживается в частоте заболеваемости (риски ГБ, КМС, НС, ЭС). У женщин обеих групп показатель по опросу «дни болезни» больше зависит от показателя переутомления, чем от показателя обычной усталости, а показатель «риск ухудшения здоровья», как у мужчин, больше зависит от $ЧУ_{нед}$. Риски ГБ, НС, ЭС у женщин в большей степени зависят от переутомления, а риск КМС, как у мужчин, больше связан с острой усталостью. Ранее было установлено, что по сравнению с работницами без переутомления у женщин различного возраста, находящихся в состоянии переутомления ($ИНС > 24$) частота ЗВУТ повышена в разной степени: в возрасте 20–39 лет — в 1,3–1,4 раза, а возрасте 40–59 лет — в 2,5–2,7 раза [18]. Эти различия ЗВУТ, связанные с хронической усталостью и переутомлением, несколько меньше, чем различия, обусловленные обычной усталостью сильной степени.

Данные таблицы 3 показывают, что у работников с заболеванием опорно-двигательного аппарата повышенная продолжительность усталости в рабочие дни ($ЧУ_{нед} > 24$ ч) наблюдается значительно чаще, чем переутомление ($ИНС > 24$ баллов). У женщин и мужчин с заболеванием сердечно-сосудистой системы, наоборот, чаще встречается переутомление. Такая же закономерность прослеживается у работников с заболеваниями нервной системы, органов зрения, с болезнями, выявляемыми отоларингологом. У пациентов с заболеванием дыхательной системы не обнаружена повышенная распространенность как острой, так и хронической усталости.

Выводы:

1. «Степень обычной усталости на работе» является наиболее оперативным и достаточно надежным показателем для этиологических исследований рисков переутомления и причин профессионально обусловленных заболеваний. В то же время ее можно рассматривать как существенный компонент общего состояния здоровья.

2. У женщин, сильно устающих по сравнению с не устающими работницами, многократно повышены риски ухудше-

ния здоровья в течение года, риски болеть более 2-х недель за год, риск переутомления и частота всех его психосоматических симптомов. У умеренно устающих женщин наблюдается существенное увеличение всех указанных рисков, но в меньшей степени. У немного устающих женщин также наблюдаются существенные различия рисков, но в еще меньшей степени.

3. Дополнительный учет частоты усталости, времени ее появления и исчезновения, продолжительности рабочей недели позволяет дифференцировать риски среди работников с одинаковой степенью обычной усталости, но с разной ее продолжительностью.

4. При продолжительности состояния усталости более 24 часов в неделю у женщин и мужчин наблюдается: существенный рост рисков для здоровья, выявляемых как по данным опроса, так и по данным периодического медицинского осмотра; 2–4-х кратное увеличение вероятности существенного влияния на утомление всех интегральных характеристик рабочей нагрузки (режима труда и напряженности работы, гигиенических и социально-психологических факторов) и непрофессиональных причин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измеров Н.Ф. Проблемы оценки и управления профессиональными рисками. Доклад на всероссийском совещании по охране труда. 28 апреля 2010. <http://www.myshared.ru/theme/prezentatsiya-po-ohrane-truda/6/>
2. Медико-физиологическая классификация работ по тяжести. Методические рекомендации. НИИ труда ГК Совета министров СССР по труду М.; 1974.
3. Lock AM, Bonetti DL, Campbell ADK. The psychological and physiological health effects of fatigue. *Occup Med (Lond)*. 2018; 16 (68(8)): 502–11.
4. Петухов Б.Н. и др. Соотношение объективных и субъективных показателей при оценке функционального состояния человека в производственных условиях. *Физиология человека*. 1984; 10 (1): 72–80.
5. Сорокин Г.А. Хронофизиологическое исследование профессионально-обусловленной усталости. *Физиология человека*. 2008; 6: 70–7.

6. Kinsman R.A., Weiser P.C. Subjective Symptomatology During Work and Fatigue. Psychological Aspects and Physiological Correlates of Work and Fatigue. Sprigfield; 1976.
7. Сохранение работоспособности плавящего состава военно-морского флота. Министерство обороны СССР. М.: Военное изд-во; 1990.
8. Трахтенберг И. Поляков А. Очерки физиологии и гигиены труда пожилого человека. Киев: Издательский дом «Авиценна»; 2007.
9. Keiji Fukuda K/ et al. The Chronic Fatigue Syndrome: A Comprehensive Approach to Its Definition and Study. *Ann Intern Med.* 1994; 121: 953–59.
10. Huibers M.J.H., Beurskens A.J., Prins J.B. Fatigue, burnout, and chronic fatigue syndrome among employees on sick leave: do attributions make the difference? *Occup Environ Med.* 2003; 60: i26–31.
11. Lorient M. A sociological stance on fatigue and tiredness: Social inequalities, norms and representations. *Nevrophisiol Clin.* 2017; 47(2): 87–94.
12. Steven E. et al. Fatigue Risk Management in the Workplace. *JOEM.* 2012; 54 (2): 231–58.
13. Guidance Note for Fatigue Risk Management. State of Queensland, Department of Natural Resources and Mines; 2013.
14. Fourie C. et al. Fatigue Risk Management Systems: A Review of the Literature. September 2010 London: Clockwork Research Ltd, Department for Transport. <http://www.clockworkresearch.com/publications/2010b>.
15. Fang J, Qiu C, Xu H, You G. A model for predicting acute and chronic fatigue in Chinese nurses. *J Adv Nurs.* 2013; 69(3): 546–58.
16. Kant IJ et al. An epidemiological approach to study fatigue in the working population: the Maastricht Cohort Study. *Occup Environ Med.* 2003; 60 (1): i32 — i39.
17. Сорокин Г.А. Интегральная оценка психосоматических симптомов профессионального выгорания и его профилактики. *Вестник Росздрава*. 2018; 1: 40–5.
18. Сорокин Г.А. Интегральная оценка субъективных симптомов для выявления хронического зрительного, двигательного и неспецифического переутомления работающих. *Мед. труда и пром. экол.* 1998; 11: 13–9.
19. Гребняк В.П., Солонин Ю. Г., Петухов Б.Н. Физиологическое нормирование физического труда. В кн.: *Физиологическое нормирование в трудовой деятельности*, Л., Наука; 1988: 18–53.
20. Vernon H.M. The health and efficiency of munition workers. Oxford, London; 1940.
21. Сорокин Г.А., Шилов В.В. Гигиенические аспекты хронической профессиональной усталости и старения. *Гигиена и санитария.* 2017; 7: 627–31.
22. Сорокин Г.А. и др. Зависимость состояния здоровья сборщиков от степени производственного утомления. *Гигиена и санитария.* 1991; 3: 32–4.
3. Lock A.M., Bonetti D.L., Campbell A.D.K. The psychological and physiological health effects of fatigue. *Occup Med (Lond).* 2018; 16 (68(8)): 502–11.
4. Petuhov B.N. et al. The ratio of objective and subjective indicators in assessing the functional state of a person in the workplace. *Fiziologiya cheloveka.* 1984; 1: 72–80 (in Russian).
5. Sorokin G.A. Chronophysiological Study of Occupational Fatigue. *Fiziologiya cheloveka.* 2008; 6: 70–7. (in Russian).
6. Kinsman R.A. Weiser P.C. Subjective Symptomatology During Work and Fatigue. Psychological Aspects and Physiological Correlates of Work and Fatigue. Sprigfield; 1976.
7. Maintaining the efficiency of the floating composition of the Navy. M.: 1990 (in Russian).
8. Trakhtenberg I., Polyakov F. *Essays on the physiology and health of the elderly*. Kiev: «Avicenna»; 2007 (in Russian).
9. Keiji Fukuda K/ et al. The Chronic Fatigue Syndrome: A Comprehensive Approach to Its Definition and Study. *Ann Intern Med.* 1994; 121: 953–59.
10. Huibers M.J.H., Beurskens A.J., Prins J.B. Fatigue, burnout, and chronic fatigue syndrome among employees on sick leave: do attributions make the difference? *Occup Environ Med.* 2003; 60: i26–31.
11. Lorient M. A sociological stance on fatigue and tiredness: Social inequalities, norms and representations. *Nevrophisiol Clin.* 2017; 47 (2): 87–94.
12. Steven E. et al. Fatigue Risk Management in the Workplace. *JOEM.* 2012; 54 (2): 231–58.
13. Guidance Note for Fatigue Risk Management. State of Queensland, Department of Natural Resources and Mines; 2013.
14. Fourie C. et al. *Fatigue Risk Management Systems: A Review of the Literature*. September 2010 London: Clockwork Research Ltd, Department for Transport. <http://www.clockworkresearch.com/publications/2010b>.
15. Fang J, Qiu C, Xu H, You G. A model for predicting acute and chronic fatigue in Chinese nurses. *J Adv Nurs.* 2013; 69(3): 546–58.
16. Kant I.J. et al. An epidemiological approach to study fatigue in the working population: the Maastricht Cohort Study. *Occup Environ Med.* 2003; 60 (1): i32 — i39.
17. Sorokin G.A. Integral assessment of psychosomatic symptoms of professional burnout and its prevention. *Vestnik Roszdravnadzora.* 2018. 1: 40–5 (in Russian).
18. Sorokin G.A. Integral assessment of subjective symptoms to identify chronic visual, motor and non-specific fatigue of workers. *Med. truda i Prom. ekol.* 1998; 11: 13–1. (in Russian).
19. Grebnijk V.P., Solonin Y.G., Pttuhov B.N. *Physiological regulation of physical labor. Physiological regulation in the labour force.* L., Nauka; 1988: 18–53.
20. Vernon H. M. The health and efficiency of munition workers. Oxford, London, 1940, 142p.
21. Sorokin G.A., Shilov V.V. Hygienic aspects of chronic professional fatigue and aging. *Gigiena i sanitarija.* 2017; 7: 627–31 (in Russian).
22. Sorokin G.A. et al. The dependence of the health of assembly workers on the degree of industrial fatigue. *Gigiena i sanitarija.* 1991; 3: 32–4 (in Russian).

REFERENCES

1. Izmerov N.F. Problems of professional risk assessment and management. Report at the all-Russian meeting on labor protection. April 28, 2010. <http://www.myshared.ru/theme/prezentatsiya-po-ohrane-truda/6/> (in Russian).
2. Medical-physiological classification of works according to the severity. Methodical recommendation. NIItruda GK Soveta ministrov SSSR po trudu. M.; 1974.

Дата поступления / Received: 31.05.2019
 Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019
 Дата публикации / Published: 26.08.2019

ДИСКУССИИ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-501-504>

УДК 616.24

© Орлова Г.П., 2019

Орлова Г.П.

Гармонизация классификаций профессиональных интерстициальных заболеваний легких, пути решения с точки зрения пульмонолога¹ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, 6–8, Санкт-Петербург, Россия, 197022;²ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036

Представлены современные международные и отечественные классификации профессиональных интерстициальных заболеваний легких в сравнении с пульмонологической. Обосновывается необходимость пересмотра Перечня профессиональных заболеваний. Предложены пути оптимизации классификаций профессиональных интерстициальных заболеваний легких.

Ключевые слова: профессиональные интерстициальные заболевания легких; пневмокониоз; альвеолит; классификация

Для цитирования: Орлова Г.П. Гармонизация классификаций профессиональных интерстициальных заболеваний легких, пути решения с точки зрения пульмонолога. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-501-504>

Для корреспонденции: Орлова Галина Павловна, вед. науч. сотр. НИИ интерстициальных и орфанных заболеваний легких, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава России, д-р мед. наук. E-mail: galarlova@mail.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Orlova G.P.

Harmonization of classifications of occupational interstitial lung diseases, solutions from pulmonologist's point of view¹Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, 6–8, L'va Tolstogo str., St. Petersburg, Russia, 197022;²North-West Scientific Center for Hygiene and Public Health, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036

Introduction. Modern international and domestic classifications of occupational interstitial lung diseases in comparison with pulmonology are presented. The necessity of revision of the List of occupational diseases is substantiated. The ways to optimize the classification of occupational interstitial lung diseases are proposed.

Key words: occupational interstitial lung diseases; pneumoconiosis; alveolitis; classification

For citation: Orlova G.P. Harmonization of classifications of occupational interstitial lung diseases, solutions from pulmonologist's point of view. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-501-504>

For correspondence: Galina P. Orlova, leading researcher of Research Institute of interstitial and orphan lung diseases of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: galarlova@mail.ru

Funding: The study had no funding.

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

Интерстициальные заболевания легких (ИЗЛ) — это гетерогенная группа заболеваний и патологических состояний, характеризующаяся различной степенью паренхиматозного неинфекционного воспаления (альвеолита и/или гранулематоза) с последующим развитием фиброза [1]. ИЗЛ от воздействия экзогенных факторов включают фиброзирующие болезни легких и гранулематозы. К первой группе относятся профессиональные экзогенные аллергический и токсический альвеолиты. Пневмокониозы относятся к группе гранулематозов. Проблема отечественной классификации профессиональных интерстициальных заболеваний легких с точки зрения пульмонологов заключается как в терминологических разногласиях при обозначении

отдельных нозологических форм интерстициальных заболеваний легких, так и в отсутствии отдельных экзогенных ИЗЛ в Перечне профессиональных заболеваний (Приказ МЗиСР РФ от 27.04.2012 г. №417н) [2]. Единый подход к классификации и терминологии ИЗЛ между пульмонологами и профпатологами существенно улучшит диагностику профессиональных заболеваний (ПЗ) и решение экспертных вопросов, особенно в тех случаях, когда подозрение на ПЗ появляется при обследовании больного в лечебно-профилактических учреждениях общего или пульмонологического профиля.

В Списке профессиональных заболеваний Международной организации труда (МОТ) пересмотра 2010 г. вы-

Дискуссия

делены 2 раздела: 1 — профессиональные заболевания от воздействия химических, физических факторов, от биологических факторов и инфекционные и паразитарные заболевания [3]. Второй раздел Списка включает заболевания различных систем органов. В нем профессиональные ИЗЛ представлены пневмокониозами, заболеваниями легких от твердых металлов, растительной пыли, экзогенным аллергическим альвеолитом от воздействия органической пыли или микробиологически загрязненного аэрозоля. Достоинством Списка МОТ является выделение других, не указанных в списке заболеваний легких, вызванных внешними агентами, где прямая связь между воздействием факторов риска, возникающих в результате профессиональной деятельности, и заболеванием (состояниями) работника установлена научно или определяется методами, соответствующими национальным условиям и практикой.

В Перечне профессиональных заболеваний 2012 г. и Списке профзаболеваний МОТ пересмотра 2010 г. группировка пылевых интерстициальных заболеваний легких однотипна (табл. 1).

В Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ–10) к пневмокониозам отнесен бериллиоз, который по патогенезу, клиническим проявлениям, течению и прогнозу можно отнести к экзогенному токсико-аллергическому альвеолиту [4]. Вызывает сомнение и целесообразность выделения «пневмокониоза неуточненного». В Международной классификации болезней (МКБ) 11-го пересмотра в группе пневмокониозов эта форма пневмокониоза отсутствует, однако сохраняется бериллиоз [5]. В отличие от МКБ–10 и МКБ–11, в Национальном Перечне ПЗ 2012 г. и в Списке профзаболеваний МОТ болезни, вызванные бериллием или его соединениями, не относятся к пневмокониозам и указаны, соответственно, в разделах «1.26. Заболевания, связанные с воздействием бериллия и его соединений» и «1.1.1. Diseases caused by beryllium or its compounds» [2–5].

В 2012 г. экзогенный аллергический альвеолит/гиперчувствительный пневмонит был внесен в Перечень профессиональных заболеваний как самостоятельная нозологическая форма. Экзогенный аллергический альвеолит

Таблица 1 / Table 1

Классификации пневмокониозов Classification of pneumoconiosis

МКБ–10	Перечень ПЗ, 2012 г.)	Список МОТ, 2010	МКБ 11
J60. ПК угольщика J61. ПК, вызванный асбестом и другими минеральными веществами J62. ПК, вызванный пылью, содержащей кремний J63. ПК, вызванный другой неорганической пылью	1.63. 1.64. 1.66. ПК от фиброгенной пыли	ПК, вызванные фиброгенной минеральной пылью (силикоз, антракосиликоз, асбестоз) Сидероз БОД, вызванные алюминием	CA60 Пневмокониозы CA60.0 ПК от пыли, содержащей кремний CA60.1 ПК угольщиков CA60.2 ПК от минеральных волокон, включая асбест CA60.4 Аллюиноз легких CA60.5 Бокситовый фиброз легких CA60.7 Графитовый фиброз легких CA60.8 Сидероз CA60.9 Станноз CA60.Y Другие уточненные ПК
J65. ПК, связанный с туберкулезом	1.65. ПК, осложненные туберкулезом	Силкотуберкулез	CA60.3 ПК, связанный с туберкулезом
J64 ПК неуточненный		ПК, вызванный нефиброгенной минеральной пылью	
J63.2 Бериллиоз			CA60.6 Бериллиоз

Таблица 2 / Table 2

Отдельные клинические формы экзогенного токсического альвеолита, указанные в Перечне профессиональных заболеваний (2012)

Separate clinical forms of ETA indicated in the List of occupational diseases (2012)

Фактор	Литейная лихорадка	Отек легких	Токсическая пневмония	Токсический пневмосклероз
Бериллий	+		ТА	+
Никель	+			+
Кобальт	+			+
Едкие кислоты, щелочи			+	+
Ирританты		+	+	+
Хром		+	+	+
Кадмий		+	+	+
Окислы азота		+	+	+
Газообразный хлор		+	+	+
Фтор		+	+	+, ТА

Примечание: ТА — токсический альвеолит.

Note: TA is a toxic alveolitis.

(ЭАА) в МКБ–10 представлен как две нозологические формы: как «Экзогенный аллергический альвеолит» от воздействия неуточненной органической пыли и как «Гиперсенситивный пневмонит» от воздействия другой уточненной органической пыли. Такая терминологическая путаница существенно затрудняет решение экспертных вопросов, так как пульмонологический диагноз ЭАА в случаях уточненного, этиологического фактора не соответствует диагнозу МКБ–10–«J67. Гиперсенситивный пневмонит», который в Перечне профзаболеваний 2012 г. представлен как «1.67., 3.8. Гиперчувствительный пневмонит». Кроме того, такие формы ЭАА, как биссиноз, каннабиноз, болезнь трепальщиков льна, отнесены к заболеваниям дыхательных путей, вызванным специфической органической пылью (J66). В МКБ–11 терминологическое несоответствие было разрешено в пользу «CA70. Гиперчувствительный пневмонит».

С пульмонологической точки зрения наиболее верным термином, отражающим суть патологического процесса в легких, является «Экзогенный аллергический альвеолит». Так, термин «Экзогенный аллергический альвеолит» указывает на экзогенный характер этиологического фактора, возникновение гиперчувствительности в патогенезе заболевания и локализацию поражения в легочной паренхиме/альвеолах. В то время как термин «Гиперчувствительный пневмонит» также указывает на патогенетические механизмы заболевания, но не отражает экзогенный характер воздействия и предполагает поражение всего легкого — дыхательных путей и паренхимы.

В 2012 г. впервые в Перечень профессиональных заболеваний был включен «Токсический альвеолит», однако только от воздействия меди, олова, бериллия, фтора и их соединений. В остальных случаях в Перечне ПЗ используются термины «токсическая пневмония», «токсический пневмосклероз». Только в случае заболевания легких от воздействия кадмия и его соединений применяется термин «пневмофиброз», что более четко отражает диффузный характер фиброзирующего процесса в легких.

Пневмофиброз является исходом заболевания и логично должен быть включен в пункт 1.53. «Последствия острых отравлений, связанных с воздействием веществ, указанных в пунктах 1.1–1.51».

Экзогенный токсический альвеолит (ЭТА) может проявляться следующими, указанными в Перечне профессиональных заболеваний, формами: литейная лихорадка, отек легких, токсическая пневмония, исходом которых является токсический пневмосклероз, который выделен в самостоятельную нозологическую форму, хотя на самом деле это уже исход патологического процесса и, следовательно, должен рассматриваться как «Последствия от воздействия вредных веществ». Представленные в таблице 2 отдельные острые и хронические ПЗ от воздействия токсических факторов на самом деле являются острой и хронической формой ЭТА.

Выделение ингаляционных лихорадок в самостоятельную нозологическую форму без ассоциации их с начальными обратимыми острыми формами ЭТА и использование диагноза «токсическая пневмония» приводят к поздней диагностике ЭТА и неадекватной терапии. Из таблицы 2 видно, что любая острая форма ЭТА может завершаться пневмофиброзом. В связи с этим, целесообразно рассматривать все эти заболевания как единый патологический процесс — экзогенный токсический альвеолит.

Термин «Токсическая пневмония», согласно МКБ–10, неприемлем для обозначения заболеваний от воздействия вредных экзогенных факторов. Пневмония — это острое инфекционное заболевание, характеризующееся очаговым поражением респираторных отделов легких с обязательным наличием внутриальвеолярной экссудации [6], в то время как альвеолит является небактериальным воспалением преимущественно в интерстициальной ткани легких с исходом в пневмофиброз.

Согласно МКБ–10, экзогенный токсический альвеолит может кодироваться как острые или хронические респираторные состояния, вызванные вдыханием химических веществ, газов, дымов и паров (J68), либо как J70–«Респираторные состояния, вызванные другими внешними агентами».

В МКБ–11 экзогенному токсическому альвеолиту могут соответствовать уточненный (CA7Y) и неуточненный (CA7Z) пневмонит, респираторные состояния, вызванные вдыханием химических веществ, газов, паров или паров (CA81), респираторные состояния, обусловленные другими внешними агентами (CA82), другие заболевания легких, вызванные внешними агентами (CA8Y).

Разработанная в НИИ интерстициальных и орфанных заболеваний легких классификация ЭТА выделяет острое и хроническое течение заболевания. К острой форме ЭТА относятся ингаляционная лихорадка, токсический отек легких/респираторный дистресс-синдром и острый альвеолит [7].

Хронический ЭТА, может называться по этиологическому фактору: Бериллиоз, «Кобальтовое легкое», ЭТА от воздействия органических растворителей, ЭТА от воздействия других токсических факторов (твердых металлов и др.).

Ингаляционные лихорадки отнесены к острой форме экзогенного токсического альвеолита, так как в их патогенезе ведущую роль играет неаллергический выброс цитокинов из альвеолярных макрофагов и эпителиальных клеток и оксидативный стресс, приводящие к притоку в легочную паренхиму нейтрофилов и развитию цитокин- и простагландин-индуцируемой лихорадки.

У больных выявляется лейкоцитоз крови, нейтрофилез жидкости бронхоальвеолярного лаважа. На рентгенограммах и компьютерных томограммах органов грудной клетки могут выявляться инфильтративные затенения. Функциональные исследования могут оставаться в пределах нормы или изменяться по рестриктивному типу со снижением диффузионной способности легких. Морфологические изменения характерны для альвеолярного повреждения, бронхоальвеолита [8–10]. При повторяющихся ингаляционных лихорадках может развиваться ЭТА.

Таким образом, разработка классификации профессиональных интерстициальных заболеваний легких и гармонизация ее с классификациями МОТ и отечественными классификациями ИЗА позволит усовершенствовать диагностику и лечебную тактику профессиональных ИЗА, значительно облегчит решение экспертных вопросов и улучшит трудовой прогноз работников пылеопасных профессий.

Для оптимизации классификации профессиональных ИЗА предлагается:

1. Применение единого термина «экзогенный аллергический альвеолит» для обозначения альвеолита, который развивается в результате аллергической реакции, не опосредованной иммуноглобулином-Е, на различные органические или низкомолекулярные факторы, на основании более

точного отражения сути патологического процесса термином «Экзогенный аллергический альвеолит»».

2. Ингаляционные лихорадки следует рассматривать как острые формы ЭТА, требующие, при неоднократном их развитии, диспансерного наблюдения за работающими.

3. В Перечне профессиональных заболеваний целесообразно:

- Заменить термин «токсическая пневмония» на термин «экзогенный токсический альвеолит».

- Термин «токсический пневмосклероз» исключить из разделов «Заболевания...» включить в пункт 1.53. «Последствия острых отравлений, связанных с воздействием веществ, указанных в пунктах 1.1–1.51».

- Заменить термин «пневмосклероз» на термин «пневмофиброз», как более адекватно отражающий процесс диффузного фибрирования легочной ткани.

3. Сохранение в МКБ–11 «Бериллиоза» в разделе «Пневмокониозы» нерационально в связи с принципиально различной лечебной тактикой этих заболеваний, и может значительно ухудшить прогноз при бериллиозе.

4. Такие заболевания, как биссиноз, каннабиноз, болезнь трепальщиков льна по сути являются ЭАА от воздействия растительной пыли и в МКБ–11 целесообразно внести их в соответствующий раздел.

5. Развитие науки и внедрение научных разработок в промышленность приводит к появлению новых факторов (наночастицы, др.), способных вызывать развитие профессиональных интерстициальных заболеваний легких. В связи с этим, по аналогии с пунктом 2.1.12. Списка профессиональных заболеваний МОТ, предлагается включить в Перечень ПЗ пункт: «Другие заболевания легких, вызванные внешними агентами, где прямая связь между воздействием факторов риска, возникающих в результате профессиональной деятельности, и заболеванием (состояниями) работника установлена научно или определяется методами, соответствующими национальным условиям и практикой».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Илькович М.М. Терминология и классификация диссеминированных заболеваний легких. В кн.: Илькович М.М. ред. *Интерстициальные и орфанные заболевания легких*. М.: GEOTAR-Media; 2019: 14–27.

2. Об утверждении перечня профессиональных заболеваний легких: Приказ МЗиСР РФ от 27.04.2012 № 412н. <http://base.garant.ru/70177874/>

3. List of occupational diseases (revised 2010): Identification and recognition of occupational diseases: Criteria for incorporating diseases in the ILO list of occupational diseases. Geneva, International Labour Office, 2010 (*Occupational Safety and Health Series*, No. 74). <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000033ssx-att/2r98520000033sz1.pdf>

4. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. Десятый пересмотр. Всемирная организация здравоохранения, Женева, 1992. <http://www.mkb10.ru/>

5. The global standard for diagnostic health information. ICD–11 International Classification of Diseases 11th Revision. <https://icd.who.int/en/>

6. Чучалин А.Г., Синопальников А.И., Козлов Р.С. и др. Клинические рекомендации РРО/МАКМАХ: Внебольничная пневмония у взрослых: практические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике (Пособие для врачей). *Инф. болезни: новости, мнения, обучение*. 2013; 2: 91–123.

7. Орлова Г.П. Экзогенный токсический альвеолит. В кн.: Илькович М.М. ред. *Интерстициальные и орфанные заболевания легких*. М.: GEOTAR-Media; 2019: 140–62.

8. Ahsan S.A., Lackovic M., Katner A., Christine Palermo. Metal Fume Fever: A Review of the Literature and Cases Reported to the Louisiana Poison Control Center. *J La State Med Soc*. 2009; 161(6): 348–51.

9. Greenberg M.I., Vearrier D. Metal fume fever and polymer fume fever. *Clinical Toxicology*. 2015; 53 (4): 195–203.

10. Shimizu T., Hamada O., Sasaki A., Ikeda M. Polymer fume fever. *BMJ Case Reports*. Published online: 10 December 2012. DOI: 10.1136/bcr-2012-007790. <http://casereports.bmj.com/content/2012/bcr-2012-007790>

REFERENCES

1. Ilkovich M.M. Terminology and classification of disseminated lung diseases. In the book.: Ilkovich M. M. ed. *Interstitial and orphan lung diseases*. M.: GEOTAR-Media; 2019: 14–27.

2. On approval of the list of occupational lung diseases: an Order of Ministry of Health of the Russian Federation of 27.04.2012 № 412н. <http://base.garant.ru/70177874/> (in Russian).

3. List of occupational diseases (revised 2010): Identification and recognition of occupational diseases: Criteria for incorporating diseases in the ILO list of occupational diseases. Geneva, International Labour Office, 2010 (*Occupational Safety and Health Series*, No. 74). <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000033ssx-att/2r98520000033sz1.pdf>

4. International statistical classification of diseases and health-related problems. Peresmotr №10. VOZ, Geneva, 1992. <http://www.mkb10.ru/> (in Russian).

5. The global standard for diagnostic health information. ICD–11 International Classification of Diseases 11th Revision. Available at: <https://icd.who.int/en/>

6. Chuchalin A.G., Sinopalnikov A.I., Kozlov R. S. and others. Clinical guidelines RRO/Makkah: community-acquired pneumonia in adults: practical recommendations for diagnosis, treatment and prevention (Manual for doctors). *Infekzionnye bolezni: novosti, mnenie, obuchenie*. 2013; 2: 91–123.

7. Orlova G.P. Exogenous toxic alveolitis. In the book.: Ilkovich M. M. ed. *Interstitial and orphan lung diseases*. M.: GEOTAR-Media; 2019: 140–62.

8. Ahsan S.A., Lackovic M., Katner A., Christine Palermo. Metal Fume Fever: A Review of the Literature and Cases Reported to the Louisiana Poison Control Center. *J La State Med Soc*. 2009; 161(6): 348–51.

9. Greenberg M.I., Vearrier D. Metal fume fever and polymer fume fever. *Clinical Toxicology*. 2015; 53 (4): 195–203.

10. Shimizu T., Hamada O., Sasaki A., Ikeda M. Polymer fume fever. *BMJ Case Reports*. Published online: 10 December 2012. DOI: 10.1136/bcr-2012-007790. <https://casereports.bmj.com/content/2012/bcr-2012-007790>

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 22.07.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-505-507>

УДК 613.644

© Коллектив авторов, 2019

Смирнов В.В., Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Волчкова О.В.

Измерения контактного ультразвука на рабочих местах

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036

Гигиенический контроль уровней контактного ультразвука на рабочих местах должен проводиться в соответствии с утвержденными аттестованными методиками измерений. В санитарно-эпидемиологических нормах и правилах представлены требования к нормативным значениям и оценке контактного ультразвука, а также указаны методы измерений акустического давления и расчет усредненной во времени пиковой пространственной интенсивности.

Выполнен анализ возможности проведения измерений контактного ультразвука на рабочих местах и в лабораторных условиях

Результаты показали, что представленными методами измерений определяется удельная мощность, которую излучает источник ультразвука в водоподобную гелевую среду, а удельная мощность является технической характеристикой ультразвукового источника. Указанный метод должен быть применен для определения ультразвуковой характеристики источника ультразвука в лабораторных условиях на предприятиях изготовителях, а не для оценки его воздействия на рабочем месте. Измерения контактного ультразвука на рабочих местах очень затруднительны, так как требуют чрезвычайно сложных, дорогостоящих исследований и уникального оборудования. Таким образом, для оценки воздействия контактного ультразвука на организм человека на рабочем месте, целесообразно использовать акустические характеристики контактного ультразвука источника, полученные в лабораторных условиях на предприятиях-изготовителях и представленные в технической документации.

Ключевые слова: контактный ультразвук; пиковая пространственная интенсивность; диапазон частот; ультразвуковой преобразователь; рабочее место

Для цитирования: Смирнов В.В., Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Волчкова О.В. Измерения контактного ультразвука на рабочих местах. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-505-507>

Для корреспонденции: Смирнов Владимир Васильевич, ст. науч. сотр. отдела комплексной гигиенической оценки физических факторов ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», канд. мед. наук. E-mail: vvsmirnov00042@rambler.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Vladimir V. Smirnov, Vladimir E. Kryit, Yuliya N. Sladkova, Olga V. Volchkova

Measurements of contact ultrasound in the workplaceNorth-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036

Introduction. Hygienic control of the levels of contact ultrasound in the workplace should be carried out in accordance with the approved certified measurement procedures. The sanitary-epidemiological norms and rules present the requirements for the normative values and evaluation of contact ultrasound, as well as the methods of measurement of acoustic pressure and the calculation of the time-averaged peak spatial intensity.

The analysis of the possibility of measurements of contact ultrasound in the workplace and in the laboratory

Results. The results showed that the presented measurement methods determine the specific power that the ultrasound source emits into a water-like gel medium, and the specific power is a technical characteristic of the ultrasonic source. This method should be used to determine the ultrasonic characteristics of the ultrasound source in the laboratory at the manufacturers, and not to assess its impact in the workplace. Measurements of contact ultrasound in the workplace are very difficult, as they require extremely complex, expensive research and unique equipment. Thus, to assess the impact of contact ultrasound on the human body in the workplace, it is advisable to use the acoustic characteristics of the contact ultrasound source obtained in the laboratory at the manufacturing plants and presented in the technical documentation.

Key words: contact ultrasound; peak spatial intensity; frequency range; ultrasonic transducer; workplace

For citation: Smirnov V.V., Cryit E.V., Sladkova Yu.N., Volchkova O.V. Measurement of contact ultrasound in the workplace. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-505-507>

For correspondence: Vladimir V. Smirnov, senior scientist of the Department of complex hygienic assessment of the physical factors of North-West Public Health Research Center, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: vvsmirnov00042@rambler.ru

Funding: The study had no funding.

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

Введение. Контактный ультразвук широко применяется в производственных условиях и медицине. Источниками ультразвука являются различные виды ультразвукового технологического оборудования, аппаратура и приборы промышленного и медицинского назначения. Источники ультразвука в диапазоне частот от 11,2 кГц до 100 МГц и выше генерируют ультразвуковые колебания [1,2]. Контактный ультразвук действует на человека при соприкосновении рук или других частей тела с ультразвуковыми источниками или жидкостями, в которых распространяются ультразвуковые колебания. Контактный ультразвук оказывает неблагоприятное воздействие на состояние здоровья работающих и ухудшает их условия труда [3–7]. Для снижения вредного действия контактного ультразвука на рабочих местах необходимо соблюдать нормируемые показатели и параметры [8,9]. Гигиенический контроль уровней контактного ультразвука на рабочих местах должен проводиться в соответствии с утвержденными аттестованными методиками измерений [10,11]. В СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» представлены требования к нормативным значениям и оценке контактного ультразвука, а также к методам измерений акустического давления и расчету усредненной во времени пиковой пространственной интенсивности с учетом национальных стандартов.

Цель исследования — показать возможности применения методики измерений контактного ультразвука в соответствии с требованиями национальных стандартов на рабочих местах и в лабораторных условиях.

Материалы и методы. Изучены нормативно-правовые акты оценки и измерений контактного ультразвука на рабочих местах, в лабораторных условиях, литературные источники. Применены общелогические методы и приемы исследований: анализа, синтеза, абстрагирования, обобщения, индукции.

Результаты и обсуждение. Измерения контактного ультразвука на рабочих местах всегда вызывали сложности и трудности из-за того, что предлагаемый нормативно-методическими документами измерительный тракт было сложно создать за отсутствием необходимых измерительных приборов в реестре средств измерений. Традиционно ультразвуковые поля оцениваются параметрами интенсивности. В СанПиН 2.2.4.3359–16 требования к контактному ультразвуку изменились и вместо пиковых уровней и значений виброскорости нормируемым параметром установлены максимальные значения усредненной во времени пиковой пространственной интенсивности контактного ультразвука, распространяющегося от источника в водоподобной гелевой среде. Предельно допустимые уровни контактного ультразвука на рабочих местах установлены в поддиапазонах частот от 11,2 кГц до 5,0 10³ кГц. Усредненная во времени пиковая пространственная интенсивность контактного ультразвука рассчитывается по измерениям акустического давления при контакте гидрофона с поверхностью ультразвукового излучателя через тонкий слой смазки ультразвукового геля. Зависимость пространственной интенсивности аппроксимируется распространением плоской звуковой волны в воде от акустического давления по формуле:

$$I_{\text{српк}} = p^2 / \rho c,$$

где $I_{\text{српк}}$ — усредненная во времени пиковая пространственная интенсивность, Вт/см²; p — измеренное акустическое давление, Па; ρ — плотность воды, кг/м³; c — скорость звука в воде, м/с.

Определение максимальной интенсивности требуется проводить согласно ГОСТ Р МЭК 61161–2009 «ГСИ. Мощность ультразвука в жидкостях. Общие требования к методикам измерений в диапазоне частот от 0,5 до 25 МГц». Измерение акустического давления проводится при контакте гидрофона с контролируемой поверхностью ультразвукового излучателя через тонкий слой смазки, а затем аппроксимируется зависимость интенсивности от давления. Стандарт распространяется на измерение мощности ультразвука, излучаемой источником ультразвука в жидкость. Мощность ультразвука до 1 Вт в диапазоне частот от 0,5 до 25 МГц, и мощность ультразвука до 20 Вт в диапазоне частот от 0,75 до 5 МГц. Стандарт устанавливает метод измерения, основанный на системе уравнивания радиационного давления звуковой волны с использованием специальных систем уравнивания, в которых препятствие (мишень) преграждает измеряемое звуковое поле. Мишени, в зависимости от компоновки весов, применяют как поглощающие, так и отражающие. Измерения выполняют в измерительном баке с подготовленной дегазированной жидкостью.

В ГОСТ Р МЭК 62127–2–2007 «ГСИ. Гидрофоны. Общие требования к методикам калибровки в частотном диапазоне до 40 МГц» представлены методы, отличающиеся от принципа уравнивания радиационной силы, основанные на методе взаимности в свободном поле; оптической интерференции; сравнении; сканировании ультразвукового поля посредством калиброванного гидрофона.

Методы при плоском сканировании в свободном поле перекрывают частотный диапазон от 500 кГц до 15 МГц, а методы при сравнении с эталонным гидрофоном в свободном поле — от 50 кГц до 40 МГц. В документе представлены требования к системам калибровки, позиционирование, измерение температуры и температурная стабильность, размеры гидрофона, измерительный бак и свойства воды, измерение выходного напряжения.

Гидрофон разработан для измерений в воде, и калибровка также выполнена в воде. Чувствительность гидрофона изменяется при применении материалов с другим акустическим импедансом. Близость параметров плотности и упругости человеческого тела соответствующим параметрам воды предопределяет использование гидроакустических методов измерения. Этот метод можно распространить на изучение ультразвука в тонкий слой смазки типа ультразвукового геля.

Однако в данных методиках измерений не представлена возможность для проведения измерений в производственных условиях на рабочих местах и создания необходимых метрологических условий. Данными методами определяется удельная мощность, которую излучает источник ультразвука в водоподобную гелевую среду. Удельная мощность является технической характеристикой ультразвукового источника. Для гигиенической оценки воздействия контактного ультразвука на руки работающего, необходимо учитывать пиковую пространственную интенсивность не в направлении фокуса пучка преобразователя источника, а контактирующую с человеком поверхность преобразователя источника. Указанный метод должен быть применен для определения ультразвуковой характеристики источника ультразвука в лабораторных условиях на предприятиях изготовителя, а не для оценки его воздействия на рабочем месте.

Производители средств измерений разрабатывают методику измерений, воспринимающий датчик, регистри-

рующей прибор, но все же еще испытывают затруднения с метрологическим обеспечением как датчика, так и всего измерительного тракта. Поэтому для гигиенической оценки параметров контактного ультразвука должны быть использованы акустические характеристики контактного ультразвука источника, представленные в технической документации.

Выводы:

1. Измерения контактного ультразвука на рабочем месте на соответствие СанПиН 2.2.4.3359–16 довольно затруднительны, так как требуют чрезвычайно сложных, дорогостоящих исследований и уникального оборудования.

2. Для оценки воздействия контактного ультразвука на организм человека на рабочем месте на соответствие СанПиН 2.2.4.3359–16 целесообразно использовать технические характеристики источника, полученные в лабораторных условиях на предприятиях-изготовителях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьева И.В., Запороженко А.А., Худницкий С.С., Быкова Н.П. Ультразвук источников промышленного, медицинского и бытового назначения и меры по ограничению его неблагоприятного воздействия на человека. *Здоровье и окружающая среда*. 2012; 21: 199–206.
2. Завьялов А.Ю., Старжинский В.Н. Ультразвуковое излучение при работе деревообрабатывающего оборудования. *Леса России и хозяйство в них*. 2013; 4 (47): 43–45.
3. Прокопенко Л.В., Кравченко О.К., Чекмарева Л.О. Современные гигиенические требования к условиям труда медицинских работников, выполняющих ультразвуковые исследования. *Мед. труда и пром. экол.* 2007; 8: 34–39.
4. Савченко А.С., Вострикова А.Н. Влияние ультразвука на организм человека. *Актуальные проблемы науки и техники. Сборник статей научной международной студенческой конференции*. Воронеж, 24 октября 2018: 6–9.
5. Венцель В.Д., Зоря С.О. Анализ воздействия ультразвука на работников в медицинских учреждениях г. Омска. *Россия молодая: передовые технологии — в промышленность*. 2013; 3: 99–100.
6. Косарев В.В., Бабанов С.А. Патология, вызываемая ультразвуком. *Consilium Medicum*. 2009; 11(6): 19–20.
7. Суворов Н.Б. Некоторые аспекты влияния ультразвуковой диагностической аппаратуры на организм врача. *Экология человека*. 2005; 9: 57–60.
8. Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Кравченко О.К. Разработка регламентов безопасного воздействия ультразвука на работников при воздушном и контактном способе передачи на основе современных подходов к нормированию виброакустических факторов. *Актуальные проблемы медицины труда. Сборник трудов института*. М.; 2015, 237–51.
9. Филиппова О.С., Чистякова И.В. Об измерениях и гигиенической оценке контактного ультразвука при исследовании в медицине и звукового давления от бытовых приборов. *Сборник «Актуальные вопросы организации и надзора за физическими факторами»*. Материалы ВНПК под редакцией А.Ю. Поповой. 2017; 5: 440–4.
10. Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Кравченко О.К. Контактный ультразвук: решение проблемы контроля на рабочих местах. *Мед. труда и пром. экол.* 2015; 9: 121.
11. Цукерников И.Е., Шубин И.Л., Невенчанная Т.О. Новые правила нормирования акустических факторов на рабочих местах и проектирования защиты от повышенного шума. *Сборник трудов VI Всероссийская НПК с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации»*. СПб, 21–23 марта 2017: 25–37.

REFERENCES

1. Solov'eva I.V., Zaporozhchenko A.A., Khudnitskiy S.S., Bykova N.P. Ultrasound of industrial, medical and domestic sources and measures to limit its adverse effects on humans. *Zdorov'e i okruzhayushaya sreda*. 2012; 21: 199–206 (in Russian).
2. Zav'yalov A.YU., Starzhinskiy V.N. Ultrasonic radiation during the work of woodworking equipment. *Lesa Rossii i khozyajstvo v nikh*. 2013; 4 (47): 43–5. (in Russian).
3. Prokopenko L.V., Kravchenko O.K., Chekmareva L.O. Modern hygienic requirements to working conditions of medical workers performing ultrasound examinations. *Med. truda i prom. ekol.* 2007; 8: 34–39. (in Russian).
4. Savchenko A.S., Vostrikova A.N. The effect of ultrasound on the human body. *Aktual'nye problemy nauki i tekhniki. Sbornik statej nauchnoj mezhdunarodnoj studencheskoj konferentsii*. 2018; 6–9 (in Russian).
5. Ventsel' V.D., Zorya S.O. Analysis of the impact of ultrasound on workers in medical institutions of Omsk. *Rossiya molodaya: peredovye tekhnologii — v promyshlennost'*. 2013; 3: 99–100 (in Russian).
6. Kosarev V.V., Babanov S.A. Pathology caused by ultrasound. *Consilium Medicum*. 2009; 11(6): 19–20. (in Russian).
7. Suvorov N.B. Some aspects of the influence of ultrasonic diagnostic equipment on the doctor's body. *Ehkologiya cheloveka*. 2005; 9: 57–60 (in Russian).
8. Prokopenko L.V., Kur'ev N.N., Kravchenko O.K. Development of regulations for the safe impact of ultrasound on workers in the air and contact transmission method based on modern approaches to the regulation of vibroacoustic factors. *Aktual'nye problemy meditsiny truda. Sbornik trudov instituta*. M.; 2015: 237–51 (in Russian).
9. Filippova O.S., Chistyakova I.V. On measurements and hygienic assessment of contact ultrasound in the study of medicine and sound pressure from household appliances. *Sbornik «Aktual'nye voprosy organizatsii i nadzora za fizicheskimi faktorami»*. Materialy VNPk pod redaktsiej A.Yu. Popovoj. 2017; 5: 440–4 (in Russian).
10. Prokopenko L.V., Kur'ev N.N., Kravchenko O.K. Contact ultrasound: the solution to the problem of control in the workplace. *Med. truda i prom. ekol.* 2015; 9: 121 (in Russian).
11. Tsukernikov I.E., Shubin I.L., Nevenchannaya T.O. New rules to limit acoustic factors in the workplace and designing protection from high noise levels. *Sbornik trudov VI Vserossiyskaya NPK s mezhdunarodnym uchastiem «Zashhita ot povyshennogo shuma i vibratsii»*. SPb., 21–23 March, 2017: 25–37 (in Russian).

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.08.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019

Особенности формирования условий труда работников основных профессий в производстве интегральных микросхем

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036

Актуальность. Современный этап развития электроники характеризуется широким применением интегральных микросхем (ИМС). Оценка состояния условий труда работающих в перспективном, развивающемся производстве радиоэлектронных компонентов с гигиенических позиций является актуальной задачей.

Цель исследования — проведение гигиенической оценки условий труда работников основных профессий при производстве ИМС.

Материалы и методы. Гигиенические исследования, проведенные на трех современных предприятиях по производству микросхем и полупроводниковых приборов, включали изучение условий и характера труда работников основных профессий. Выполнено 215 химических анализов на содержание вредных веществ с целью оценки воздушной среды и 270 измерений уровней физических факторов на 18 рабочих местах.

Результаты. Представлены результаты гигиенической оценки условий труда работников, занятых изготовлением микросхем: операторов химической обработки, прецизионной фотолитографии (ПФЛ), диффузионных процессов, вакуумного напыления. На основании анализа технологического процесса и перечня применяемых материалов, данных хронометражных наблюдений проведены исследования загрязнения воздуха рабочей зоны, уровней звука, искусственной освещенности, параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха), показателей трудового процесса. Выделены профессии, труд в которых характеризуется контактом с токсичными химическими соединениями, выполнением точных зрительных работ с применением оптической техники 55% времени рабочей смены. Определены приоритетные факторы профессионального риска для здоровья работающих в современном производстве ИМС и основные направления оптимизации производственной среды.

Выводы. На основании проведенных гигиенических исследований установлено, что приоритетными факторами профессионального риска для здоровья работающих в производстве микросхем является нагрузка на опорно-двигательный аппарат в сочетании с напряжением зрения.

При сохранении значительного удельного веса трудовых операций, выполняемых вручную, и недостаточном внедрении автоматизации технологических процессов производства ИМС профилактические мероприятия должны быть направлены на организацию рационального режима работы, обеспечивающего снятие напряжения зрения и опорно-двигательного аппарата.

Ключевые слова: производство интегральных микросхем; условия труда; воздух рабочей зоны; нагрузка на зрительный анализатор; фиксированная рабочая поза

Для цитирования: Кириянова М.Н., Маркова О.А., Иванова Е.В. Особенности формирования условий труда работников основных профессий в производстве интегральных микросхем. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-508-512>

Для корреспонденции: Кириянова Марина Николаевна, ст. науч. сотр. ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», канд. мед. наук. E-mail: mrn@fo.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Marina N. Kir'yanova, Ol'ga L. Markova, Elena V. Ivanova

Features of formation of working conditions of workers of the main professions in the production of integrated circuits

North-West Public Health Research Center, 4, 2-ya Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036

Introduction. The modern stage of development of electronics is characterized by the widespread use of integrated circuits (IC). Assessment of working conditions in a promising, developing production of electronic components with hygienic positions is an urgent task.

The aim of the study is to conduct a hygienic assessment of working conditions of workers in the main professions in the production of IC.

Materials and methods. Hygienic research conducted at three modern enterprises for the production of chips and semiconductor devices, included the study of the conditions and nature of work of workers in the main professions. 215 chemical analyses for the content of harmful substances were carried out in order to assess the air environment and 270 measurements of the levels of physical factors at 18 workplaces.

Results. Findings of hygienic assessment of working conditions for employees engaged in manufacture of microcircuits: operators of chemical processing, precision photolithography (PPL), diffusion processes, vacuum deposition, and IMC assemblers are reported. Based on the analysis of the technological process and the list of materials used and time-study data,

the studies of workplace air pollution, sound levels, artificial lighting, microclimate parameters (temperature, humidity, air velocity), working process parameters were carried out.

The jobs in which work is characterized by toxic chemicals exposure, precision visual operations using optical instruments during 55% of the shift were singled out. Priority occupational health risk factors for workers employed in modern IMC production and main areas of working environment optimization were revealed.

Conclusions. Based on the conducted hygienic studies, musculoskeletal system load combined with visual strain were found to be the priority occupational health risk factors for microcircuit production workers.

Manual operations taking up a significant part of the working process and introduction of automated IMC technological processes being insufficient, preventive measures should be aimed at organizing a rational working regime that provides reducing of visual strain and musculoskeletal system load.

Key words: integrated microcircuit production; working conditions; workplace air; visual analyzer load; strained work posture constrained working posture

For citation: Kiryanova M.N., Markova O.L., Ivanova E.V. Features of formation of working conditions of workers of the main professions in the production of integrated circuits. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (8). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-508-512>

For correspondence: Marina N. Kiryanova, senior researcher of North-West Public Health Research Center, Cand. of Sci (Med.). E-mail: mrn@ro.ru

Funding: The study had no funding.

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

Актуальность. Микроэлектроника в условиях интенсивного развития цифровой экономики является драйвером технологического прогресса. Уровень развития и суверенитет современного общества определяется научными достижениями в области радиоэлектроники, информационных технологий передачи и обработки информации и характеризуется широким использованием полупроводниковых приборов (ПП) и интегральных микросхем (ИМС), действие которых основано на электронных процессах в полупроводниках [1–3].

Особый класс ПП — полупроводниковые интегральные схемы — электронные устройства в виде единого блока (пластины) из кремния, германия, на котором методами полупроводниковой технологии образованы зоны, выполняющие функции активных и пассивных элементов (диодов, транзисторов, резисторов, конденсаторов и др.).

В литературных источниках работы, посвященные состоянию условий труда при изготовлении ИМС и ПП на современных предприятиях радиоэлектронной промышленности, крайне малочисленны [4–8]. Оценка профессионального риска для здоровья работающих в перспективном, развивающемся производстве радиоэлектронных компонентов с внедрением нового оборудования и технологических процессов с гигиенических позиций является актуальной задачей.

Цель исследования — проведение гигиенической оценки условий труда основных профессий при производстве ИМС.

Для выполнения поставленной цели необходимо:

- выделить наиболее неблагоприятные с гигиенических позиций технологические операции производственного цикла;

- дать характеристику вредных и опасных производственных факторов, оказывающих влияние на здоровье работающих;

- определить приоритетные направления оптимизации производственной среды.

Материалы и методы. Гигиенические исследования проводились на базе трех предприятий по производству ИМС и включали изучение условий и характера труда работников основных профессий.

С целью оценки воздушной среды производственных помещений было выполнено 215 химических анализов на содержание вредных веществ и аэрозолей на 18 рабочих

местах в зоне дыхания работающих при выполнении характерных производственных операций в течение рабочей смены при действующем технологическом и вентиляционном оборудовании.

В соответствии с методическими указаниями при отборе проб воздуха использовались приборы с жидкими поглотительными средами, с пленочными, твердыми сорбентами, фильтры АФА.

Содержание газов, паров неорганических кислот, компонентов эпоксидных смол, флюсов, растворителей измерялось спектрофотометрическими и фотометрическими методами, методом фотоионизационного детектирования, также использовались селективные электрохимические датчики ЭХД-NO₂; ЭХД-HCl газоанализатора АНТ-3М.

Исследования загрязнения воздушной среды аэрозолями металлов проводились методом пламенной атомной абсорбционной спектроскопии, для измерения содержания органических соединений применялся хроматографический метод анализа.

При выполнении основных производственных операций оценивались уровни звука, искусственной освещенности, параметры микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха); измерение уровней физических факторов производственной среды проводилось с использованием утвержденных в системе Росаккредитации методов.

Измерения и оценка показателей тяжести и напряженности трудового процесса проводились на основании хронометражных наблюдений в соответствии с Руководством Р 2.2.2006–05 [9].

Всего выполнено 1025 исследований факторов производственной среды и показателей трудового процесса.

Результаты и обсуждение. Современная технология изготовления ИМС предусматривает создание в малом объеме полупроводникового кристалла сложной многофункциональной схемы путем изменения электрических свойств полупроводника при введении в его структуру лигатур, выполняющих функции различных радиоэлементов.

Основой для создания ИМС служат пластины из полупроводника (подложки), как правило, на основе кремния. Подложки подвергаются механической и химической обработке (промывка, обезжиривание), затем на их поверхности формируют слой материала (диэлектрических или металлических пленок) с заданной структурой методом эпитаксиального наращивания. Пластина подвергается

сложной фотолитографической обработке (нанесение фоторезиста; совмещение и экспонирование; удаление засвеченных участков фоторезиста; вытравливание защитного слоя диоксида кремния; удаление оставшегося фоторезиста). Через окна в защитном слое в поверхность подложки производится диффузия легирующих примесей для получения активных и пассивных областей структур. Основные этапы литографического цикла повторяются в соответствии с числом операций, необходимых для создания ИМС, обычно 15–30. Каждый технологический этап сопровождается визуальным контролем качества обработки под микроскопом. Затем методом напыления выполняется нанесение омических контактов и создание пассивных компонентов. Пластина разделяется на кристаллы-ИМС, к кристаллам присоединяются токопроводящие выводы. Полученные ИМС подлежат герметизации, испытаниям и упаковке.

Процессы литографической обработки кристаллов являются основой уменьшения минимальных размеров элементов изделий микроэлектроники, именно они определяют уровень технологии и качество ИМС.

Технологический процесс изготовления ИМС организован на изучаемых предприятиях в изолированных помещениях основных производственных участков: химической обработки, прецизионной фотолитографии (ПФЛ), диффузионных процессов, вакуумно-напылительных процессов, сборки ИМС. Наиболее строгие требования к воздушной среде регламентируются для процессов ПФЛ и вакуумного напыления, в помещениях этих участков средствами электронной гигиены обеспечиваются концентрации частиц 60000–100000 в 1 м³ воздуха, что соответствует 7 классу чистоты по ГОСТ Р ИСО 14644–7–2007 «Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды» [10].

К основным профессиям производства ИМС относятся операторы ПФЛ, химической обработки, диффузионных процессов, вакуумного напыления. В результате проведенного анализа особенностей технологического процесса и данных хронометражных наблюдений были выделены профессиональные группы, трудовая деятельность которых характеризуется максимальной возможностью контакта работников с химическими соединениями, обладающими высокой токсичностью, при выполнении трудовых операций вручную, а также значительным удельным весом работ с микроскопом.

Процессы диффузии и вакуумного напыления осуществляются на герметичном, автоматизированном оборудовании, обслуживание производится дистанционно, при этом время контакта с химическими веществами (оксиды металлов, соли и оксиды бора, фосфора) незначительно, а концентрации применяемых реагентов в воздушной среде не превышали соответствующих ПДК. Время контроля качества изделий под микроскопом у операторов диффузионных процессов и вакуумного напыления не превышает 8% смены.

Значительный удельный вес ручных операций сохраняется при выполнении фотолитографии и химической обработки, при этом контакт с используемыми вредными веществами (органические растворители, растворы кислот, щелочей) у операторов ПФЛ и операторов химической обработки максимальный. Наибольшее количество контрольных операций с использованием оптической техники характерно для операторов ПФЛ.

Гигиеническая оценка условий труда операторов ПФЛ и операторов химической обработки проводилась на производствах ИМС с разными вариантами организации тру-

да: за каждым работником закреплены отдельные операции (предприятия 1 и 2), в бригаде каждый работник выполняет все операции (предприятие 3).

Оператор ПФЛ в течение рабочего дня выполняет последовательно все этапы фотолитографии. Для работы с химическими веществами, ручного дозирования применяются пипетки, шприцы. Процессы совмещения-экспонирования, а также необходимые на каждом этапе литографического цикла операции контроля качества обработки поверхности выполняются под микроскопом с 100–160-кратным оптическим увеличением. По данным хронометражных наблюдений, время работы с использованием микроскопа составляет при разных вариантах организации труда от 47 до 55% смены.

Тяжесть трудового процесса оператора ПФЛ оценивается как 3 класс — тяжелый труд 1 степени, определяющим показателем является фиксированная в положении сидя рабочая поза в течение 55% времени смены. Остальные показатели находятся в оптимальных пределах.

Напряженность трудового процесса оператора ПФЛ определяется в основном показателями, характеризующими сенсорную нагрузку: длительность сосредоточенного наблюдения занимает до 60% смены, время работы с микроскопом — до 55% смены и оценивается как напряженный труд 1 степени.

Оператор химической обработки выполняет обезжиривание пластин в среде органических растворителей, травление SiO₂ на пластинах, снятие фоторезиста с использованием кислот или органических растворителей, а также очистку технологической оснастки в растворах неорганических кислот или их смесей. Контроль качества обработки под микроскопом занимает не более 5% времени.

Тяжесть и напряженность трудового процесса оператора химической обработки оцениваются как 2 класс.

Эквивалентные уровни звука на рабочих местах операторов ПФЛ и химической обработки составили за смену 60–62 дБА при ПДУ 65 дБА для операторов ПФЛ и 80 дБА для операторов химической обработки, установленных с учетом тяжести и напряженности трудового процесса. Источником шума является преимущественно работа систем кондиционирования воздуха и приточно-вытяжной вентиляции, максимум звуковой энергии — в средне- и низкочастотном диапазоне (31,5–500,0 Гц).

Температура и относительная влажность в производственных помещениях поддерживаются в соответствии с требованиями электронной (технологической) гигиены, направленными на защиту изделий от неблагоприятных внешних воздействий, колебания температуры в течение рабочего дня не превышают ± 2 °С, относительной влажности — ± 10 %. Измеренные значения этих параметров на рабочих местах находились в пределах: 22,8–23,4 °С и 47–50%, скорость движения воздуха — 0,01–0,04 м/с, что соответствует допустимому диапазону санитарных норм для категории выполняемых работ 1а–1б.

Основным источником, формирующим световую среду на рабочих местах операторов ПФЛ и химической обработки, является система комбинированного искусственного освещения, выполненная люминесцентными лампами, так как естественное освещение ограничено в соответствии с технологическими требованиями (КЕО не превышает 0,5%). Средняя освещенность рабочих поверхностей на участках фотолитографии составляет 2570–3170 лк при нормируемой 3000 лк; на участках химической обработки — 740–930 лк при нормируемой 400 лк. Коэффициент пульсации освещенности находился в пределах 7–9%, что

Таблица / Table

Концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны операторов ПФЛ и химической обработки
Chemical concentrations in the workplace air PFL and chemical treatment operators

Место отбора проб, рабочие операции:	Определяемое вещество	Концентрации, мг/м ³	ПДК, мг/м ³
Предприятия № 1 и 2, оператор ПФЛ			
При нанесении фоторезиста	1,4-Диоксан	2,5–3,6	10
	N,N Диметилформамид	0,7–4,9	10
При удалении фоторезиста	Азота диоксид	0,16–0,2	2
	N,N Диметилформамид	0,7–2,8	10
	Пропан–2-ол	1,3–24,2	50
	2-Аминоэтанол	0,12–1,5	0,5
Травление	Гидрофторид	0,1–0,24	0,5
	Этановая кислота	2,5–2,8	5
Предприятия № 1 и 2, оператор химической обработки			
Приготовление травителей	Азота диоксид	0,2–1,3	2,0
	Гидрофторид	0,12–0,32	0,5
	Этановая кислота	2,5–3,1	5
	Аммиак	0,9–2,3	20
Обработка пластин	Азота диоксид	1,2–1,6	2,0
	Гидрофторид	0,1–0,14	0,5
	Этановая кислота	2,5–3,7	5
	Гидрохлорид	2,5–4,1	5
	Серная кислота	0,5–0,8	1
Обработка пластин органическими растворителями	Метиабензол	1,5–15,2	150
	Пропан–2-ол	1,0–3,0	50
	Пропан–2-он	15–171	800
Предприятие № 3, оператор ПФЛ			
При травлении подложек	Азота диоксид	0,17–0,29	2
При нанесении фоторезиста	1,4-Диоксан	3,5–5,0	10
При травлении трафаретов	Хром (VI) триоксид	0,007–0,021	0,03
При снятии фоторезиста	2-Аминоэтанол	<0,12	0,5
	Пропан–2-он	<100	800
	Азота диоксид	0,21–0,35	2
При изготовлении фотошаблонов	Пропан–2-он	100–139	800
	Гидрохлорид	<2,5	5

не превышает нормируемого значения 10% для разряда зрительных работ «очень высокой точности». Результаты оценки параметров световой среды свидетельствуют о том, что система искусственного освещения не обеспечивает достаточных уровней освещенности при выполнении литографической обработки.

Оценка состояния воздуха рабочей зоны проведена в процессе выполнения отдельных операций. Широкий спектр применяемых химических реагентов определяется сложностью технологического процесса изготовления ИМС. Для обезжиривания и химической обработки пластин в различных вариантах технологий используются азотная, плавиковая, соляная кислоты, четыреххлористый углерод, при подготовке поверхности пластин к нанесению или снятию фоторезиста применяют пропан–2-он, 2-аминоэтанол. Нанесение фоторезиста на пластины осуществляется с применением фенол- и крезолоформальдегидных смол, диметилформамида, 1,4 диоксана, метилэтилкетона, пропан–2-ола. В процессе подготовки шаблонов и для приготовления проявителей используются азотная кислота и

буферный травитель, в состав которого входят гидрофторид и фторид аммония.

Для травления SiO₂ и снятия фоторезиста использовались смеси кислот: азотная, серная, уксусная, ортофосфорная и органические растворители — 2-аминоэтанол, диметилформамид. Очистка технологической оснастки проводилась в азотной, соляной и плавиковой кислотах. Результаты гигиенической оценки загрязнения воздушной среды при выполнении фотолитографии и химической обработки представлены в таблице.

В результате проведенных исследований установлено, что содержание исследуемых веществ в зоне дыхания операторов ПФЛ и химической обработки на различных этапах технологического процесса во всех отобранных пробах не превышает соответствующих предельно допустимых концентраций. Это обусловлено как небольшими количествами применяемых химических веществ, так и эффективно работающей системой вентиляции.

Таким образом, гигиеническими особенностями производства ИМС являются: контакт с химическими соеди-

нениями, обладающими высокой токсичностью при выполнении большинства операций вручную, значительная продолжительность точных зрительных работ с применением оптической техники. Наиболее неблагоприятные условия труда формируются у работающих в профессии оператора ПФЛ, ведущими гигиеническими факторами являются длительное ограничение общей двигательной активности в фиксированном положении сидя и нагрузка на зрительный анализатор при работе с микроскопом. Такое сочетание факторов трудового процесса при выполнении прецизионных зрительных работ связано с риском нарушений зрения, заболеваний опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистых заболеваний, гормональных и иммунных нарушений [11].

Существующие организационные и экономические ограничения не позволяют осуществить комплексную автоматизацию технологических и контрольно-измерительных операций на изучаемых производствах ИМС. В этих условиях для минимизации профессионального риска для здоровья работающих профилактические мероприятия должны быть направлены на организацию рационального внутрисменного режима труда и отдыха, использование комплексов упражнений для глаз, методов психофизиологической разгрузки.

Выводы:

1. Установлено, что приоритетными факторами профессионального риска для здоровья работающих в производстве интегральных микросхем является нагрузка на опорно-двигательный аппарат в сочетании с напряжением зрения.

2. Значительная доля трудовых операций выполняется вручную. При невозможности полной автоматизации технологических процессов на изучаемых предприятиях профилактические мероприятия должны быть направлены на организацию рационального режима труда, обеспечивающего снятие напряжения зрения и опорно-двигательного аппарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы» Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.12.2012 г. № 2396-р.
2. Шпак В.В. Микроэлектронная промышленность — основа суверенитета России. Материалы 4-й Международной научной конференции «Электронная компонентная база и микроэлектронные модули». Международный форум «Микроэлектроника-2018» 1–6 октября 2018 г. Техносфера. М.; 2018: 24–8.
3. Matteo Meneghini H Amano, Y Baines, E Beam, M Borgia, T Bouchet, PR Chalker, M Charles et al. The 2018 GaN power electronics roadmap. *Journal of Physics D: Applied Physics*. 51 (16): 163001.
4. Трофимов В.А., Степанов В.В., Федосеева Н.М., Луговский Г.А. Гигиенические аспекты условий труда в производствах микроэлектронного приборостроения. В кн.: Вопросы гигиены труда в радиоэлектронной промышленности. М., 1979: 8–15.
5. Дубейковская Л.С., Фролова Н.М., Салангина Л.И. Кирьянова М.Н., Сладкова Ю.Н. Гигиена труда и здоровье работающих в приборостроении. *Мед. труда и пром. экол.* 2001; 10:3–7.
6. Фролова Н.М. Оценка профессионального риска работающих женщин в радиоэлектронном приборостроении. *Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях*. 2013; 3: 17–9.
7. Кирьянова М.Н., Маркова О.А., Иванова Е.В. «Гигиеническая оценка условий труда при производстве радиоэлектронных компонентов». *Гигиена и санитария*. 2018; 12: 1235–8.

8. Мельцер А.В., Никонов В.А., Мозжухина Н.А. Идентификация опасности при напряженных зрительных работах. В сборнике: Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием под ред. Профессора А.Ю. Поповой, академика РАН Н.В. Зайцевой; 2014: 450–5.

9. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006–05. СПб: ЦОТБСППО; 2005.

10. Крупкин Г.Я., Иванова Е.В., Родригес Х.Л. Воздушный режим зданий с прецизионно-стерильными технологиями. *Мед. труда и пром. экол.* 2003; 8: 17–21.

11. Сорокин Г.А. Утомление и профессиональный риск. Издательство СПб Политехнического университета. СПб.; 2008.

REFERENCES

1. State program of Russian Federation «Development of electronic and radioelectronic industry for 2013–2025», approved by the decree of the Government of Russian Federation № 2396-p of December 15, 2012. (in Russian).
2. Shpak V.V. Microelectronic industry — the basis of Russia's sovereignty. Proceedings of the 4-th International conference «Electronic component base and microelectronic modules». International Forum «Microelectronics-2018» October 1–6, 2018. Tekhnosfera. Moscow; 2018: 24–8 (in Russian).
3. Matteo Meneghini H Amano, Y Baines, E Beam, M Borgia, T Bouchet, PR Chalker, M Charles et al. The 2018 GaN power electronics roadmap. *Journal of Physics D: Applied Physics*. 51 (16): 163001.
4. Trofimov V.A., Stepanov V.V., Fedoseeva N.M., Lugovskii G.A. Hygienic aspects of working conditions in microelectronic equipment production. In: *Occupational health issues in radioelectronic industry*. M. 4 1979: 8–15.
5. Dubeikovskaya L.S., Frolova N.M., Salangina L.I., Kiryanova M.N., Sladkova Yu.N. Occupational health in instrument-making engineering workers. *Med. truda i prom. ekol.* 2001; 10: 3–7 (in Russian).
6. Frolova N.M. Occupational health risk assessment for female workers of radioelectronic equipment production. *Okhrana truda i tekhnika bezopasnosti na promyshlennyykh predpriyatiyakh*. 2013; 3: 17–9 (in Russian).
7. Kir'yanova M.N., Markova O.L., Ivanova E.V. Hygienic assessment of working conditions in radioelectronic component production. *Gigiena i sanitariya*. 2018; 12: 1235–8. (in Russian).
8. Mel'tser A.V., Nikonov V.A., Mozhukhina N.A. Hazard Identification in Strained Visual jobs. In collected works: Relevant problems of safety and health risk assessment for population exposed to environmental factors. Materials of the All-Russian scientific-practical conference with international participation. Ed.by Professor A.Yu. Popova, academician of RASci N.V. Zaitseva. 2014: 450–5 (in Russian).
9. Guidelines on hygienic assessment of working environment factors and working process. Criteria and classification of working conditions. Guidelines Р 2.2.2006–05. SPb.: COTBSPPO; 2005 (in Russian).
10. Krupkin G.Ya., Ivanova E.V., Rodrigues Kh.L. Air regime of buildings with precision sterile technologies. *Med. truda i prom. ekol.* 2003; 8: 17–21. (in Russian).
11. Sorokin G.A. Fatigue and occupational risks. Publishing House of SPb Polytechnical University. SPb.; 2008 (in Russian).

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 30.07.2019

Дата публикации / Published: 26.08.2019