

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

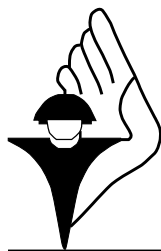
Подписной индекс по каталогу «Роспечать»:

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

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

Подписано в печать 16.12.2019.
Формат издания 60х84 1/8.
Объем 8 п.л. Печать офсетная.

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



МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

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

59 (12), 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., реабилитированный 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.

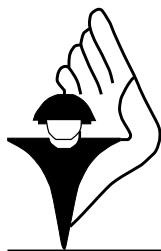
The Journal is included into a list
recommended by Russian Certification
Board and covering scientific and
scientific technological periodicals
published in Russian Federation. This
list contains main results of dissertations
for PhD and Doctor of Science degrees.
The Journal is included into Russian
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 (12), 2019

MONTHLY SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

founded in 1957

EDITORIAL BOARD**Editor-in-chief**

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

Deputy Editor-in-chief

PROKOPENKO L.V. Dr. Sci. (Med.), Prof., IRIOH, Moscow

Executive secretary of journal

KIR'YAKOV V.A. Dr. Sci. (Med.), Prof., F.F. Erisman FSCH, Mytishi

MEMBERS OF EDITORIAL BOARD

AT'KOV O.Yu. Dr. Sci. (Med.), Prof., RAS Corresponding Member,
RMACPE, Moscow

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

BONITENKO E.Yu. Dr. Sci. (Med.), Prof., IRIOH, Moscow

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

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

GOLOVKOVA N.P. Dr. Sci. (Med.), IRIOH, Moscow

IZMEROVA N.I. Dr. Sci. (Med.), Prof., IRIOH, Moscow

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

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

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

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

NIU Sh. MD, ILO, Geneva, Switzerland

PAL'TSEV Yu.P. Dr. Sci. (Med.), Prof., IRIOH, Moscow

PAUNOVIC E. MD, independent expert, Belgrade, Serbia

POPOVA A.Yu. Dr. Sci. (Med.), Prof., Rospotrebnadzor, Moscow

POTERYAEVA E.L. Dr. Sci. (Med.), Prof., NSMU, Novosibirsk

RYZHOV A.Ya. Dr. Biol. Sci., Prof., TSU, Tver'

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

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

TIKHONOVA G.I. Dr. Biol. Sci., IRIOH, Moscow

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

FILIMONOV S.M. Dr. Sci. (Med.), Prof., SRI CPHOD, Novokuznetsk

EGLITE M.E. Dr. Sci. (Med.), Prof., RSU, Riga, Latvia

EFENDIEV I.N. Associate professor, Baku, AMU, Azerbaijan

EDITORIAL COUNCIL

AMIROV N.Kh. Dr. Sci. (Med.), Prof., KSMU, Kazan'

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

GURVICH V.B. Dr. Sci. (Med.), Prof., EMRC PHPIW, Ekaterinburg

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

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

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

MEL'TSER A.V. Dr. Sci. (Med.), Prof., Mechnikov NWSMU,
St. Petersburg

MILUSHKINA A.Yu. Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, RNRMU, Moscow

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

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

TKACHEVA T.A. Dr. Sci. (Med.), IRIOH, Moscow

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

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

Содержание

Contents

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Атаманчук А.А., Кузьмина Л.П., Хотулева. А.Г., Колыскина М.М. Полиморфизм генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в развитии гипертонической болезни у работающих, подвергающихся воздействию физических факторов

972

Малютина Н.Н., Болотова А.Ф., Еремеев Р.Б., Гильманов А.Ж., Соснин Д.Ю. Антиоксидантный статус крови у пациентов с вибрационной болезнью

978

Соркина Н.С., Кузьмина Л.П., Артёмов Л.В., Безрукавникова Л.М. Некоторые вопросы воздействия свинца на заболеваемость органов кровообращения и дыхания

983

Сюрин С.А., Ковшов А.А., Горбанев С.А. Условия труда у работников в арктическом газонефтедобывающем регионе

989

Дай Вейронг, Ли Синь, Лю Вэньфэн. Анализ скрининговой анкеты-опросника по хронической обструктивной болезни легких и функционального исследования легких у рабочих-мигрантов, подвергшихся воздействию пыли

995

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Семенцов В.Н., Иванов И.В. Использование нагрузочных тестов при экспертной оценке состояния здоровья и надежности труда водолазов

1000

ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

Дружинин В.Н., Суворов В.Г., Черный А.Н., Тройняков С.Н., Тухтаев У.Т. Оценка минеральной насыщенности костной ткани в лечении профессионально обусловленных остеопатий плечевого сустава

1009

Бурмистрова О.В., Лосик Т.К., Шупорин Е.С. Физиолого-гигиеническое обоснование разработки методики оценки спецодежды для защиты работающих в нагревающей среде по показателям теплового состояния

1013

ДИСКУССИИ

Бойко И.В., Андреев О.Н. Критический анализ признания профессионального заболевания не страховым случаем на основании особенностей процедуры расследования

1020

Панкова В.Б., Таварткиладзе Г.А., Дайкес Н.А., Федина И.Н. К вопросу терминологии потерь слуха от шума

1025

Яшников М.В., Потеряева Е.А., Доронин Б.М., Максимов В.Н. Способ прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия электромагнитных полей промышленной частоты

1028

НЕКРОЛОГИ

Памяти Владимира Юрьевича Когана

1033

ORIGINAL ARTICLES

Atamanchuk A.A., Kuzmina L.P., Khotuleva. A.G., Kolyaskina M.M. Polymorphism of genes of renin-angiotensin-aldosterone system in the development of hypertension in workers exposed to physical factors

Malyutina N.N., Bolotova A.F., Eremeev R.B., Gilmanov A.J., Sosnin D.Yu. Antioxidant status of blood in patients with vibration disease

Sorkina N.S., Kuzmina L.P., Artemova L.V., Bezrukanikova L.M. Issues of the effects of lead on circulatory and respiratory diseases

Syurin S.A., Kovshov A.A., Gorbanev S.A. Working conditions and occupational pathology in the working population of the gas-producing region in the Arctic

Dai Weirong, Li Xin, Liu Wenfeng. Analysis of screening questionnaire on chronic obstructive pulmonary disease and pulmonary function test on dust-exposed migrant workers

REVIEW OF LITERATURE

Sementsov V.N., Ivanov I.V. The use of stress tests in the expert assessment of the health and safety

FOR THE PRACTICAL MEDICINE

Druzhinin V.N., Suvorov V.G., Cherniy A.N., Troynya-kov S.N., Tukhtaev U.T. Study of bone mineral saturation in the dynamics of therapy of professionally caused osteopathies of the shoulder joint

Burmistrova O.V., Losik T.K., Shuporin E.S. Physiological and hygienic substantiation of development of a technique of an estimation of overalls for protection working in the heating environment on indicators of a thermal condition

DISCUSSIONS

Boyko I.V., Andreenko O.N. Critical analysis of attempts to recognize an occupational disease as a non-insured event on the basis of the peculiarities of the disease investigation procedure

Pankova V.B., Tavartkiladze G.A., Daykhes N.A., Fedina I.N. On the issue of terminology of hearing loss from noise

Yashnikova M.V., Poteryaeva E.L., Doronin B.M., Maksimov V.N. A method for predicting stroke development in men working under the influence of electromagnetic fields of industrial frequency

OBITUARIES

To the memory of Vladimir Yuryevich Kogan

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-972-977>

УДК 616.12–008.331.1: 613.644

© Коллектив авторов, 2019

Атаманчук А.А.¹, Кузьмина Л.П.^{2,3}, Хотулева. А. Г.^{2,3}, Коляскина М.М.^{2,3}**Полиморфизм генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в развитии гипертонической болезни у работающих, подвергающихся воздействию физических факторов**¹ГБУЗ Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», ул. Щепкина, 61/2, к. 1, Москва, Россия, 129110;²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;³ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991

Введение. Проблема снижения риска развития сердечно-сосудистой патологии среди трудоспособного населения на сегодняшний день остается наиболее актуальной. Одним из факторов риска развития артериальной гипертензии (АГ) является воздействие высоких уровней шума и вибрации на рабочем месте. Наряду с профессиональными факторами риска существенный вклад в развитие АГ вносит наследственная предрасположенность. В патогенезе АГ особую роль играют гены, детерминирующие синтез ангиотензиногена (АГТ), ангиотензинпревращающего фермента (АЦЕ), рецептора ангиотензина 1 типа (АГТ1).

Цель исследования — изучение полиморфизма генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в развитии гипертонической болезни у работающих, подвергающихся воздействию физических факторов (шума и вибрации) на рабочем месте.

Материалы и методы. Проведено обследование 123 мужчин, работающих в ОАО «Коломенский завод» (КЗ), из них 84 — работники, подвергавшиеся воздействию физических факторов, и 39 человек, не контактирующие с вредными производственными факторами. По амбулаторным картам оценивалось наличие ГБ, возраст начала ГБ, АД, ЧСС, общий стаж работы на КЗ во вредных условиях. Всем обследованным были проведены молекулярно-генетические исследования полиморфных генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (Alu Ins/Del гена АЦЕ, M235T гена АГТ, A1166C гена АГТ1).

Результаты. Результаты корреляционного анализа показали наличие достоверной ($p < 0,05$) взаимосвязи между АГ и шумом $\gamma = 0,42$ $p = 0,0004$, общей вибрацией $\gamma = 0,57$ $p = 0,002$, нагревающим микроклиматом $\gamma = 0,57$ $p = 0,01$. Выявлена корреляция между наличием полиморфного варианта M235T гена АГТ и ГБ $\gamma = 0,35$ $p = 0,001$, а также уровнями САД $\gamma = 0,28$ $p = 0,00054$ и ДАД $\gamma = 0,29$ $p = 0,00053$ в группе работников, подвергающихся воздействию шума. Также обнаружена достоверно большая распространенность СС генотипа гена АГТ в группе работников с АГ по сравнению с носителями ТТ варианта $\chi^2 = 6,18$ $p = 0,013$ и всех носителей (СС+СТ) аллели С по сравнению с носителями аллели Т $\chi^2 = 6,0$ $p = 0,014$. Выявлена ассоциация между повышением САД и наличием аллели D гена АЦЕ (Alu Ins/Del) и аллели С гена АГТ1 (A1166C) у лиц, подвергающихся воздействию шума и вибрации на рабочем месте.

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о многофакторности гипертонической болезни, значимости в формировании АГ профессиональных факторов, в первую очередь шума и вибрации, и генетических факторов: гомозиготный вариант СС гена АГТ (Met235Thr), наличие аллели D гена АЦЕ (Alu Ins/Del) и аллели С гена АГТ1 (A1166C).

Ключевые слова: гипертоническая болезнь (артериальная гипертензия, эссенциальная гипертензия); генетический полиморфизм; ангиотензинпревращающий фермент; рецептор ангиотензина 1 типа; ангиотензиноген; шум; вибрация

Для цитирования: Атаманчук А.А., Кузьмина Л.П., Хотулева. А.Г., Коляскина М.М. Полиморфизм генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в развитии гипертонической болезни у работающих, подвергающихся воздействию физических факторов. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-972-977>

Для корреспонденции: Атаманчук Алексей Алексеевич, ст. науч. сотр. отделения профпатологии и ВТЭ ГБУЗ МО «МОНИКИ», канд. мед. наук. E-mail: zoroastr123@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Aleksey A. Atamantchuk¹, Lyudmila P. Kuzmina^{2,3}, Anastasiya G. Khotuleva^{2,3}, Maria M. Kolyaskina^{2,3}**Polymorphism of genes of renin-angiotensin-aldosterone system in the development of hypertension in workers exposed to physical factors**¹Moscow Regional Research and Clinical Institute, 61/2, Schepkina str, Moscow, Russia, 129110;²Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275;³Sechenov First Moscow State Medical University, 8/1, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

Introduction. The problem of reducing the risk of cardiovascular disease among the working population today remains the most urgent. One risk factor for arterial hypertension (AH) is exposure to high levels of noise and vibration in the workplace. Along with occupational risk factors, hereditary predisposition makes a significant contribution to the development of AH. In the pathogenesis of AH, a special role is played by genes that determine the synthesis of angiotensinogen (AGT), angiotensin converting enzyme (ACE), angiotensin receptor type 1 (AGTR1), etc.

The aim of the study was to study the polymorphism of genes of the renin-angiotensin-aldosterone system in the development of hypertension in workers exposed to physical factors (noise and vibration) in the workplace.

Materials and methods. A survey of 123 men working in «Kolomna plant» (KP), 84 of them-workers who were exposed to physical factors, and 39 people who are not in contact with harmful industrial factors. The presence/absence of GD, the age of its beginning, blood pressure, heart rate, the total experience of work on the KP in harmful conditions were assessed on outpatient cards. Molecular genetic studies of polymorphic genes of renin-angiotensin-aldosterone system (ALU Ins/Del of ACE gene, M235T of AGT gene, A1166C of AGTR1 gene) were carried out for all examined patients.

Results. The results of correlation analysis showed the presence of a significant ($p < 0.05$) relationship between AH and noise $\gamma = 0.42$ $p = 0.0004$, total vibration $\gamma = 0.57$ $p = 0.002$, heating microclimate $\gamma = 0.57$ $p = 0.01$. The correlation between the presence of polymorphic variant M235T AGT gene and GB $\gamma = 0.35$ $p = 0.001$, as well as levels of SAD $\gamma = 0.28$ $p = 0.00054$ and dad $\gamma = 0.29$ $p = 0.00053$ in the group of workers exposed to noise was revealed. A significantly higher prevalence of the SS genotype of the AGT gene was also found in the group of workers with AH compared to carriers of the TT variant $\chi^2 = 6.18$ $p = 0.013$ and all carriers (SS+ST) of the C allele compared to carriers of the allele T $\chi^2 = 6.0$ $p = 0.014$. An Association between increased SAD and the presence of the ACE gene allele D (Alu Ins/Del) and the AGTR1 gene allele C (A1166C) in individuals exposed to noise and vibration in the workplace was revealed.

Conclusions. The obtained results indicate the multifactorial nature of hypertension, the importance of occupational factors in the formation of AH, primarily noise and vibration, and genetic factors: homozygous variant of the CC gene AGT (Met235Thr), the presence of the d allele of the ACE gene (Alu Ins/Del) and the C allele of the AGTR1 gene (A1166C).

Keywords: hypertension (arterial hypertension, essential hypertension); genetic polymorphism; angiotensin converting enzyme; angiotensin receptor type 1; angiotensinogen; noise; vibration

For citation: Atamanchuk A.A., Kuzmina L.P., Khotuleva A.G., Kolyaskina M.M. Polymorphism of genes of renin-angiotensin-aldosterone system in the development of hypertension in workers exposed to physical factors. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-972-977>

For correspondence: Alexey A. Atamanchuk, senior researcher of department of occupational pathology of Moscow Regional Research and Clinical Institute, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: zoroastr123@mail.ru

Funding. The study had no funding.

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

Введение. Проблема снижения риска развития сердечно-сосудистой патологии среди трудоспособного населения на сегодняшний день остается наиболее актуальной. По данным Всемирной организации здравоохранения, сердечно-сосудистые заболевания являются причиной примерно 17 млн случаев смерти в год — это почти треть от общего числа смертей. Из них осложнения гипертонии приводят к 9,4 млн случаев смерти в мире ежегодно. На долю гипертонии приходится, по меньшей мере, 45% смертных случаев, вызванных болезнями сердца, и 51% случаев смерти, вызванных инсультом [1]. По данным эпидемиологических исследований, около 40% населения нашей страны страдают гипертонической болезнью (ГБ) и с увеличением возраста количество больных существенно увеличивается.

ГБ является мультифакториальным заболеванием, в котором выявляется сложный механизм формирования фенотипа, сопровождающийся взаимодействием генетических факторов с факторами внешней среды. В ряде научных работ установлена роль профессиональных факторов в развитии АГ, наиболее значимым из которых является шум [2,3].

Одной из ведущих систем, принимающих участие в формировании ГБ, является ренин-ангиотензин-альдостероновая система (РААС), компоненты которой участвуют в регуляции водно-солевого гомеостаза организма. Основные действующие показатели этой системы — ренин, ангиотензиноген (AGT), ангиотензинпревращающий фермент (ACE), ангиотензин 2 (A2), альдостерон [4].

Ренин, воздействуя на AGT, превращает его в малоактивный ангиотензин-1 (A1). Далее A1 подвергается действию ACE, в результате чего образуется высокоактивный октапептид — A2, который, связываясь с рецепторами ангиотензина 2 1 типа (AGTR1) в различных органах и тка-

нях, приводит к интенсивной вазоконстрикции артерий и артериол, выделению альдостерона из клубочковой зоны коры надпочечников, указанные эффекты вызывают повышение АД. Активация РААС также приводит к выделению провоспалительных цитокинов, увеличению количества активных форм кислорода за счет повышения активности фермента NAD(P)-H-оксидазы, а также ряду долговременных эффектов (пролиферация гладкомышечных клеток артериальной стенки, гипертрофия кардиомиоцитов, нефросклероз, кардиосклероз).

Актуальным направлением современной фундаментальной и прикладной медицины является поиск и изучение пусковых механизмов развития сердечно-сосудистых заболеваний на молекулярно-генетическом уровне. В патогенезе АГ особую роль играют гены, детерминирующие синтез AGT, ангиотензин-превращающего фермента (ACE), AGTR1 и др. Продукты данных генов участвуют в регуляции артериального давления, поддержании водно-солевого баланса, активации работы симпатической нервной системы и функциональных возможностей организма [5–7].

Несмотря на значительное количество научных работ, посвященных изучению различных полиморфных вариантов генов, кодирующих основные белки РААС у больных с сердечно-сосудистой патологией, проблема влияния вредных производственных факторов на реализацию генотипа в фенотип с изучением влияний внешней среды остается недостаточно исследованной. Данные о физиологических эффектах различных вариантов аллелей РААС, представленные в литературе, носят противоречивый характер.

Все вышесказанное определяет актуальность изучения роли полиморфных генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в формировании ГБ у работающих, под-

вергающихся воздействию шума и вибрации для оценки индивидуального риска развития, прогноза и индивидуализированного подбора лекарственных средств у данного контингента.

Цель исследования — изучение полиморфизма генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в развитии гипертонической болезни у работающих, подвергающихся воздействию физических факторов (шума и вибрации) на рабочем месте.

Материалы и методы. Обследованы 123 мужчины, работающие в ОАО «Коломенский завод» (КЗ), из них 84 — работники, подвергавшиеся воздействию шума, общей и локальной вибрации, тепловому излучению и нагревающему микроклимату, промышленных аэрозолей фиброгенного действия, широкого спектра химических веществ, физическим перегрузкам (слесари механосборочных работ, испытатели двигателей, термисты, кузнецы, обрубщики, шлифовщики и др.) и 39 человек, не контактирующих с вредными производственными факторами (инженеры-конструкторы, административный персонал). Критериями для участия в исследовании являлись непрерывный стаж работы на КЗ не менее 5 лет на момент начала исследования и отсутствие ГБ при трудоустройстве на завод.

По признаку наличия ГБ все включенные в исследование были разделены на группы больных АГ ($n=71$) и

нормотензивных рабочих ($n=52$), также по подгруппам в зависимости от производственных факторов и аллелей генов.

Неблагоприятные факторы производственной среды устанавливались по данным аттестации рабочих мест, указанным в амбулаторных картах, и были представлены категориально. По амбулаторным картам оценивалось наличие/отсутствие ГБ, возраст ее начала, АД, ЧСС, гемограмма, общий стаж работы на указанном производстве и во вредных условиях. При прохождении ПМО рабочими и диспансеризации инженерно-административного персонала проводился забор крови с последующим выявлением полиморфных генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (Alu Ins/Del гена ACE, M235T гена AGT, A1166C гена AGTR1) в лаборатории медико-биологических исследований ФГБНУ «НИИ МТ». Все исследования проведены с информированного согласия пациентов, работа выполнена с соблюдением этических стандартов проведения медицинских исследований.

Выделение ДНК из цельной крови для последующего генотипирования проведено с использованием комплекта реагентов «АмплиГрайм ДНК-сорб-В». Выявление полиморфных вариантов генов ACE Alu Ins/Del, AGT M235T, AGTR1 A1166C проведено методом полимеразной цепной реакции с электрофоретической детекцией продуктов ам-

Таблица 1 / Table 1

Характеристика обследованных групп Characteristics of the surveyed groups

Показатель	Гипертоники ($n=71$) $M \pm SD$	Нормотоники ($n=52$) $M \pm SD$	p -value
Возраст на момент исследования, лет	52,7 $\pm$ 8	50,6 $\pm$ 11,7	0,333
Возраст устройства на работу, лет	29,1 $\pm$ 8,78	35,7 $\pm$ 11,73	0,0017
«Вредный» стаж, лет	20,4 $\pm$ 11,7	11,7 $\pm$ 9,78	0,000032
Общий стаж в КЗ, лет	24,87 $\pm$ 11,3	16,57 $\pm$ 10,38	0,000097
ЧСС, уд/мин	76,24 $\pm$ 10,65	69,45 $\pm$ 9,7	0,0008

Таблица 2 / Table 2

Анализ взаимосвязей между ГБ и производственными факторами Analysis of interrelations between production and production factors

Производственный фактор	Gamma (коэффициент корреляции)	p -value
ГБ и шум	0,42	0,0004
ГБ и шум категориально (по классам условий труда)	0,54	$p < 0,00001$
ГБ и аэрозоли фиброгенного действия	0,06	0,59
ГБ и общая вибрация	0,57	0,002
ГБ и локальная вибрация	0,31	0,064
ГБ и нагревающий микроклимат	0,57	0,01

Таблица 3 / Table 3

Распространенность различных генетических полиморфизмов среди обследованных рабочих Prevalence of various genetic polymorphisms among the surveyed workers

Ген	Генотип	Все %	ГБ%	Без ГБ%
ген AGTR1	AA	47,17	29,2	17,9
	AC	47,17	31,1	16
	CC	5,66	2,6	2,6
ген ACE	II	18,69	8,9	9,79
	DD	32,5	19,5	12,9
	ID	48,7	29,2	19,5
ген AGT	TT	20,19	7,69	12,5
	CT	50,96	33,65	17,31
	CC	28,85	22,11	6,73

плификации с использованием наборов реагентов НПФ «Литех».

Статистическая обработка результатов проводилась на персональном компьютере посредством прикладной программы Statistica 10.0. Все данные представлены в виде среднее±стандартное отклонение ($M\pm SD$).

Результаты и обсуждение. Средний возраст на момент проведения обследования всех включенных в исследование составил $51,8\pm 9,8$ года. Средние значения анализируемых показателей представлены в таблице 1. Как следует из приведенных в таблице 1 данных, нормотоники и гипертоники по возрасту достоверно не различались. Обследованные с АГ устроились на работу достоверно в более молодом возрасте, проработали в контакте с неблагоприятными производственными факторами приблизительно в 2 раза дольше, а также общий трудовой стаж их на заводе был дольше в среднем на 8 лет.

Большая распространенность ГБ среди лиц, которые начали свою трудовую деятельность в более молодом возрасте (многие из обследованных устроились на Коломенский завод в возрасте моложе 25 лет) и дольше работали в контакте с вредными производственными факторами, может быть обусловлена функциональным несовершенством регуляторных систем организма, подвергшихся воздействию неблагоприятных профессиональных факторов, и низким потенциалом адаптационно-компенсаторных механизмов.

Результаты корреляционного анализа, представленные в таблице 2, показали наличие достоверной ($p<0,05$) взаимосвязи между АГ и шумом $\gamma=0,42$ $p=0,0004$, общей вибрацией $\gamma=0,57$ $p=0,002$, нагревающим микроклиматом $\gamma=0,57$ $p=0,01$, также выявлена тенденция (недостоверная $p=0,064$) к связи с локальной вибрацией.

При исследовании значений систолического артериального давления (САД) и диастолического АД (ДАД) у лиц в группе страдающих АГ и подвергавшихся воздействию шума, обнаружены достоверно ($p=0,04$) большие значения (САД= $157\pm 18,9$ мм рт. ст.) по сравнению с гипертониками, работавшими вне контакта с шумом (САД= $149\pm 13,2$ мм рт. ст.). Достоверных различий по значениям ДАД не получено.

Изучение посредством теста Mann-Whitney различий по уровням АД среди лиц, подвергавшихся воздействию общей вибрации, выявило достоверно ($p<0,01$) большее значение уровней САД= $156\pm 24,6$ и ДАД= 99 ± 15 мм рт. ст., чем у рабочих вне контакта с ней — САД= $139\pm 19,6$ мм рт. ст., ДАД= 88 ± 12 мм рт. ст. Среди работавших в контакте с локальной вибрацией обнаружена недостоверная ($p=0,053$) тенденция к более высоким значениям САД (148 ± 18 и 140 ± 21 мм рт. ст.). Среди контактировавших с тепловым излучением, нагревающим микроклиматом и работавших вне контакта с ними, значимых различий по значениям САД и ДАД не обнаружено.

Для оценки влияния полиморфных генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в формировании ГБ у работающих в ходе выполнения работы были исследованы полиморфные варианты генов AGT, ACE Alu Ins/Del, AGTR1, изучалась распространенность их гомозиготных и гетерозиготных вариантов (табл. 3), а также влияние их на уровни АД с учетом воздействия наиболее «гипертензиогенного» неблагоприятного производственного фактора — шума. Распределение частот генотипов исследуемых генов соответствовало закону Харди-Вайнберга.

Ангиотензинпревращающий фермент (ACE) — интегральный мембранный протеин, протеолитически вы-

свобождаемый с клеточной поверхности цинковой металлоэстеразой. В гене ACE был выявлен инсерционно-делеционный полиморфизм, связанный с инсерцией (I) или делецией (D) Alu повтора размером 287 п.н. в интроне 16 гена ACE. Делеция Alu-повтора ведет к значимому усилению экспрессии гена и повышению концентрации ACE в крови и тканях. Гомозиготный вариант гена ACE по D аллели отличается повышенным в 2 раза уровнем ACE по сравнению с носителями генотипа II. По данным ряда исследователей, повышение уровня ACE является фактором, увеличивающим риск развития инфаркта миокарда, гипертрофии левого желудочка, ишемической болезни сердца (ИБС), хронической болезни почек (ХБП), атеросклероза, болезни Альцгеймера. Ряд авторов указывает на отсутствие корреляции полиморфизма гена ACE с уровнем систолического и диастолического артериального давления и АГ, другие же подтверждают такую взаимосвязь в своих исследованиях [8–13].

При исследовании генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы у работающих КЗ достоверной взаимосвязи между полиморфизмом гена ACE и наличием гипертонической болезни не выявлено. Отсутствует также статистически значимая разница между группами нормотоников и гипертоников по распространенности различных генотипов ACE между исследуемыми группами.

С учетом известных провоспалительных и гипертензивных эффектов, возникающих при активации РААС, и в связи с большей активностью ACE при полиморфизмах ID и DD [14] исследовались АД и неспецифические показатели гемограммы, свидетельствующие о воспалительных процессах.

При использовании теста Манна-Уитни обнаружены достоверно ($p=0,02$) большие значения САД= $143,7\pm 21,3$ и $132,5\pm 17,2$ мм рт. ст. среди гомо- и гетерозиготных носителей D аллели гена ACE, также абсолютное количество гранулоцитов в венозной крови ($4,38\pm 1,3\times 10^9/\text{л}$) значимо ($p=0,02$) превышало их содержание у лиц с генотипом II ($3,84\pm 1,1\times 10^9/\text{л}$).

При анализе средних значений АД среди лиц с АГ, являющихся носителями D аллели гена ACE (гомо- и гетерозиготными) и работавших вне контакта с шумом, отмечались достоверно ($p=0,044$) большие уровни САД= $151\pm 12,9$ мм рт. ст. по критерию Манна-Уитни по сравнению с гомозиготными индивидами II АД= $136\pm 5,7$ мм рт. ст., достоверной разницы по ДАД между ними не обнаружено. У рабочих, страдавших ГБ, являющихся носителями DD, ID полиморфизмов гена ACE и подвергавшихся воздействию шума, отмечалась тенденция (статистически незначимая $p<0,05$) к более высоким значениям САД= $153\pm 13,7$ и $161,5\pm 17,7$ мм рт. ст. соответственно, по сравнению с лицами с генотипом II САД= $149,3\pm 13,5$ $p<0,05$.

При анализе значений АД в группе нормотензивных рабочих и в подгруппах по различным полиморфизмам гена ACE установлена недостоверная тенденция к незначительно большим значениям нормального АД (САД= $124\pm 13,1$, ДАД= $78\pm 7,9$ мм рт. ст. и САД= $117\pm 11,4$, ДАД= 76 ± 7 мм рт. ст.) у работников с наличием аллели D.

Наиболее значимым полиморфным вариантом гена AGT является однонуклеотидная замена тимина на цитозин в 704 м положении второго экзона гена ангиотензиногена, приводящая к замене Met $\rightarrow$ Thr в положении 235 конечного продукта (M235T). Это приводит к увеличению уровня транскрипции гена, и вследствие этого у людей с генотипом CC в сыворотке крови повышается концентрация AGT на 10–20% по сравнению с гомозиготными

носителями аллели Т, что по ряду исследований предрасполагает к развитию ИБС, АГ, хронической болезни почек (ХБП) [15–17].

При изучении полиморфизма М235Т гена AGT выявлена корреляция между его вариантами и наличием ГБ $\gamma=0,35$ $p=0,001$, уровнями САД ($\gamma=0,28$ $p=0,00054$) и ДАД ($\gamma=0,29$ $p=0,00053$), а также количеством моноцитов ($\gamma=0,22$ $p=0,0049$) и гранулоцитов ($\gamma=0,19$ $p=0,017$) в венозной крови. Обнаружена достоверно большая распространенность СС генотипа в группе работников с АГ по сравнению с носителями ТТ варианта ($\chi^2=6,18$ $p=0,013$) и всех носителей (СС+СТ) аллели С по сравнению с носителями аллели Т ($\chi^2=6,0$ $p=0,014$). При анализе гипертоников и нормотоников в подгруппах, подвергающихся и не подвергающихся воздействию шума, с учетом генетических полиморфизмов выявлена статистически незначимая тенденция к большим значениям АД среди носителей Т аллели, подвергающихся шумовому воздействию.

Не менее значим полиморфизм гена рецептора ангиотензина 2 1 типа (А1166С гена AGTR1). При изучении структурного состояния этого гена было обнаружено, что в 3'-нетранслируемой области в 1166-м положении возможна однонуклеотидная (точечная) замена азотистого основания аденина (аллель А) на цитозин (аллель С). Полиморфизм А>С в позиции 1166 оказывает влияние на экспрессию рецепторов. В присутствии мутантного аллеля С увеличивается экспрессия рецепторов, что приводит к патологии сердечно-сосудистой системы, опосредованной отсутствием или низким содержанием рецептора 1-го типа к ангиотензиногену II [17–20].

При исследовании полиморфизма А1166С гена AGTR1 достоверной взаимосвязи между полиморфными вариантами гена AGTR1 и наличием ГБ не выявлено, отсутствует также разница между группами нормотоников и гипертоников по распространенности различных генотипов между исследуемыми группами, что может быть обусловлено недостаточной выборкой.

Корреляционный анализ показал наличие достоверной взаимосвязи между полиморфизмом AGTR1 и САД ($\gamma=0,2$ $p=0,0290$, уровнем лейкоцитов в периферической крови ($\gamma=0,21$ $p=0,014$), а также уровнем гранулоцитов ($\gamma=0,24$ $p=0,007$) и лимфоцитов ($\gamma=0,2$ $p=0,003$). Наличие взаимосвязи между полиморфизмом гена AGTR1 и форменными элементами крови, являющимися значимыми звеньями иммунитета, может быть косвенным свидетельством о потенцирующем влиянии неблагоприятной С аллели на механизмы системного воспаления, приводящего к поражению органов мишеней при АГ. При изучении влияния полиморфизма гена AGTR1 в группе гипертоников, подвергающихся воздействию шума, обнаружена достоверная разница по уровню САД между носителями аллелей А=140±17,3 мм рт. ст. и С=155±22,8 мм рт. ст. ($p=0,004$). По уровню ДАД статистически значимых отличий не получено.

Выводы:

1. Проведенные исследования показали, что факторами, предрасполагающими к развитию ГБ, являются шум и вибрация. Результаты корреляционного анализа установили наличие достоверной ($p<0,05$) взаимосвязи между АГ и шумом ($\gamma=0,42$ $p=0,0004$), общей вибрацией ($\gamma=0,57$ $p=0,002$), нагревающим микроклиматом ($\gamma=0,57$ $p=0,01$).

2. Изучение полиморфных генов РААС показало, что наиболее важным в формировании ГБ при воздействии физических факторов на рабочем месте является гомозиготный вариант СС гена AGT (Met235Thr), который приводит к повышению содержания ангиотензиногена в плазме и повы-

шает риск развития артериальной гипертонии. Выявлена ассоциация между повышением САД и наличием аллели D гена ACE (Alu Ins/Del) и аллели С гена AGTR1 (A1166C) у лиц, подвергающихся воздействию шума и вибрации на рабочем месте.

3. Полученные результаты свидетельствуют о многофакторности гипертонической болезни, значимости в формировании АГ профессиональных факторов, в первую очередь шума и вибрации, и генетических факторов: гомозиготный вариант СС гена AGT (Met235Thr), наличие аллели D гена ACE (Alu Ins/Del) и аллели С гена AGTR1 (A1166C).

4. Полученные результаты могут служить основой для разработки персонализированной схемы лечебно-профилактических мероприятий для работающих, подвергающихся воздействию физических факторов, с учетом наличия полиморфных вариантов генов РААС, ассоциированных с высоким сердечно-сосудистым риском.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Global summary of Hypertension. VOZ 2013; 40.
2. Атаманчук А.А., Любченко П.Н., Широкова Е.Б. Факторы риска гипертонической болезни у пациентов с вибрационной болезнью в московской области. *Мед. труда и пром. экол.* 2011; 8: 21–6.
3. Любченко П.Н., Атаманчук А.А. Оценка общих и профессиональных рисков развития гипертонической болезни у рабочих машиностроительных заводов, контактирующих с вредными производственными факторами. *Альманах клинической медицины.* 2013; 27: 72–6.
4. Harrap S., Scurrah K., Lamantia A. et al. Epistatic and sex-dependent association analyses of genes of the renin-angiotensin-aldosterone system and blood pressure in families. *J. Hypertens.* 2016; 34 (1): e68-e69.
5. Ellis K.L., Palmer B.R., Frampton C.M., Troughton R.W., Doughty R.N., Whalley G.A., Ellis C.J., Pilbrow A.P., Skelton L., Yandle T.G., Richards A.M., Cameron V.A.. Genetic variation in the renin-angiotensin-aldosterone system is associated with cardiovascular risk factors and early mortality in established coronary heart disease. *Journal of Human Hypertension.* 2013; 27(4): 237–44. DOI: 10.1038/jhh.2012.24.
6. Левицкий С.Н., Первухина О.А., Бебякова Н.А. Роль полиморфизма генов ренин-ангиотензиновой системы в формировании сердечно-сосудистой патологии. *Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки.* 2016; 4: 30–9. DOI: 10.17238/issn2308–3174.2016.4.30.
7. Markovic D., Tang X., Guruju M., Levenstien M.A., Hoh J., Kumar A., Ott J. Association of Angiotensinogen Gene Polymorphisms with Essential Hypertension in African-Americans and Caucasians. *Hum. Hered.* 2005; 60 (2): 89–96.
8. Гончарова Л.Н., Снеговской В.А., Кузовенкова О.Н. Инсерционно-делеционный полиморфизм гена ангиотензин-превращающего фермента у лиц с эссенциальной артериальной гипертензией. *Казанский медицинский журнал.* 2009; 90 (4): 564–6.
9. Suehiro T., Morita T., Inoue M. et al. Increased amount of the angiotensin-converting enzyme (ACE) mRNA originating from the ACE allele with deletion. *Hum. Genet.* 2004; 115: 91–6. PMID: 15164285.
10. Rigat B., Hubert Ch., Alhenc-Gelas F. et al. An insertion/deletion polymorphism in the angiotensin I-converting enzyme gene accounting for half the variance of serum enzyme levels. *J. Clin. Invest.* 1990; 86: 1343–6.
11. Kobashi, G., Hata, A., Ohta, K., Yamada, H., et. al. A1166C variant of angiotensin II type 1 receptor gene is associated with severe hypertension in pregnancy independently of T235 variant

of angiotensinogen gene. *J. Hum. Genet.* 2004; 49: 182–6. PMID: 15042429.

12. Al-Mutawa J. Interaction with angiotensin-converting enzyme-encoding gene in female infertility: Insertion and deletion polymorphism studies. *Saudi Journal of Biological Sciences.* 2018; 25(8): 1617–21.

13. Моссэ И.Б., Кильчевский А.В., Кундас Л.А., Гончар А.Л., Минин С.А., Жур К.В. Некоторые аспекты ассоциации генов с высокими спортивными достижениями. *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2017; 21(3): 296–303. DOI: 10.18699/VJ17.247.

14. Suzuki Y, Ruiz-Ortega M, Lorenzo O. et. al. Inflammation and angiotensin II. *Int J Biochem Cell Biol.* 2003; 35: 881–900.

15. Frossard, P. M., Hill, S. H., Elshahat, Y. I., et. al. of angiotensinogen gene mutations with hypertension and myocardial infarction in a gulf population. *Clin. Genet.* 1998; 54: 285–293. PMID: 9831339.

16. Horne J, O'Connor C., Madill J. et al. Polymorphisms of three genes (ACE, AGT and CYP11B2) in the renin-angiotensin-aldosterone system are not associated with blood pressure salt sensitivity: a systematic meta-analysis. *Blood Press.* 2016; 22: 1–2.

17. Valencia D.M., Naranjo C.A., Parra M.V. et al. Association and interaction of AGT, AGTR1, ACE, ADRB2, DRD1, ADD1, ADD2, ATP2B1, TBXA2R and PTGS2 genes on the risk of hypertension in Antioquian population. *Biomedica.* 2013; 33 (4): 598–614.

18. Kobashi, G., Hata, A., Ohta, K., Yamada, H., et. al. A1166C variant of angiotensin II type 1 receptor gene is associated with severe hypertension in pregnancy independently of T235 variant of angiotensinogen gene. *J. Hum. Genet.* 2004; 49: 182–6. PMID: 15042429.

19. Sethupathy, P., Borel, C., Gagnebin, M., Grant, G.R., et. al. Human microRNA-155 on chromosome 21 differentially interacts with its polymorphic target in the AGTR1 3-prime untranslated region: a mechanism for functional single-nucleotide polymorphisms related to phenotypes. *Am. J. Hum. Genet.* 2007; 81: 405–13. PMID: 17668390.

20. Bayramoglu A., Kurt H., Gunes H.V. et al. Angiotensin II Type 1 Receptor (AT1) Gene A1166C is Associated with the Risk of Hypertension. *Genet Test Mol Biomarkers.* 2015; 19 (1): 71–4.

REFERENCES

1. Global summary of Hypertension. VOZ 2013; 40.
2. Atamanchuk A. A., Lyubchenko P. N., Shirokova E. B. risk Factors for hypertension in patients with vibration disease in the Moscow region. *Med. truda i prom. ekol.* 2011; 8: 21–6 (in Russian).
3. Lyubchenko P.N., Atamanchuk A. A. Assessment of General and occupational risks of hypertension in workers of machine-building plants in contact with harmful production factors. *Al'manakh klinicheskoy meditsiny.* 2013; 27: 72–6 (in Russian).
4. Harrap S., Scurrah K., Lamantia A. et al. Epistatic and sex-dependent association analyses of genes of the renin-angiotensin-aldosterone system and blood pressure in families. *J. Hypertens.* 2016; 34 (1): e68-e69.
5. Ellis K.L., Palmer B.R., Frampton C.M., Troughton R.W., Doughty R.N., Whalley G.A., Ellis C.J., Pilbrow A.P., Skelton L., Yandle T.G., Richards A.M., Cameron V.A.. Genetic variation in the renin-angiotensin-aldosterone system is associated with cardiovascular risk factors and early mortality in established coronary heart disease. *Journal of Human Hypertension.* 2013; 27(4): 237–44. DOI: 10.1038/jhh.2012.24.
6. Levitsky S.N., Pervukhina O.A., Baibakova N.A. The role of gene polymorphisms of the renin-angiotensin system in the formation of cardiovascular pathology. *Vestn. Sev. (Arktich.) feder.*

un-ta. Ser.: Med.-biol. nauki. 2016; 4: 30–9. DOI: 10.17238/issn2308-3174.2016.4.30 (in Russian)

7. Markovic D., Tang X., Guruju M., Levenstien M.A., Hoh J., Kumar A., Ott J. Association of Angiotensinogen Gene Polymorphisms with Essential Hypertension in African-Americans and Caucasians. *Hum. Hered.* 2005; 60 (2): 89–96.

8. Goncharova L.N., Snegovskaya V.A., Kuzovenkova O.N. Insertion-deletion polymorphism of the angiotensin converting enzyme gene in patients with essential hypertension. *Kazanskij meditsinskij zhurnal.* 2009; 90 (4): 564–6 (in Russian).

9. Suehiro T., Morita T., Inoue M. et. al. Increased amount of the angiotensin-converting enzyme (ACE) mRNA originating from the ACE allele with deletion. *Hum. Genet.* 2004; 115: 91–6. PMID: 15164285.

10. Rigat B., Hubert Ch., Alhenc-Gelas F., et al. An insertion/deletion polymorphism in the angiotensin I-converting enzyme gene accounting for half the variance of serum enzyme levels. *J. Clin. Invest.* 1990; 86: 1343–6.

11. Kobashi, G., Hata, A., Ohta, K., Yamada, H., et. al. A1166C variant of angiotensin II type 1 receptor gene is associated with severe hypertension in pregnancy independently of T235 variant of angiotensinogen gene. *J. Hum. Genet.* 2004; 49: 182–6. PMID: 15042429.

12. Al-Mutawa J. Interaction with angiotensin-converting enzyme-encoding gene in female infertility: Insertion and deletion polymorphism studies. *Saudi Journal of Biological Sciences.* 2018; 25(8): 1617–21.

13. Mosse I. B., Kilchevsky A. V., Kundas L. A., Gonchar A. L. Minin S. L., Zhur K. V. Some aspects of gene Association with high achievement in sport. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selektsii.* 2017; 21(3): 296–303. DOI: 10.18699/VJ17.247.

14. Suzuki Y, Ruiz-Ortega M, Lorenzo O. et. al. Inflammation and angiotensin II. *Int J Biochem Cell Biol.* 2003; 35: 881–900.

15. Frossard P. M., Hill S. H., Elshahat Y. I. et. al. of angiotensinogen gene mutations with hypertension and myocardial infarction in a gulf population. *Clin. Genet.* 1998; 54: 285–293. PMID: 9831339.

16. Horne J, O'Connor C., Madill J. et al. Polymorphisms of three genes (ACE, AGT and CYP11B2) in the renin-angiotensin-aldosterone system are not associated with blood pressure salt sensitivity: a systematic meta-analysis. *Blood Press.* 2016; 22: 1–2.

17. Valencia D.M., Naranjo C.A., Parra M.V. et al. Association and interaction of AGT, AGTR1, ACE, ADRB2, DRD1, ADD1, ADD2, ATP2B1, TBXA2R and PTGS2 genes on the risk of hypertension in Antioquian population. *Biomedica.* 2013; 33 (4): 598–614.

18. Kobashi, G., Hata, A., Ohta, K., Yamada, H., et. al. A1166C variant of angiotensin II type 1 receptor gene is associated with severe hypertension in pregnancy independently of T235 variant of angiotensinogen gene. *J. Hum. Genet.* 2004; 49: 182–6. PMID: 15042429.

19. Sethupathy, P., Borel, C., Gagnebin, M., Grant, G.R., et. al. Human microRNA-155 on chromosome 21 differentially interacts with its polymorphic target in the AGTR1 3-prime untranslated region: a mechanism for functional single-nucleotide polymorphisms related to phenotypes. *Am. J. Hum. Genet.* 2007; 81: 405–13. PMID: 17668390.

20. Bayramoglu A., Kurt H., Gunes H.V. et al. Angiotensin II Type 1 Receptor (AT1) Gene A1166C is Associated with the Risk of Hypertension. *Genet Test Mol Biomarkers.* 2015; 19 (1): 71–4.

Дата поступления / Received: 12.04.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 29.11.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019

Малютина Н.Н.¹, Болотова А.Ф.¹, Еремеев Р.Б.¹, Гильманов А.Ж.², Соснин Д.Ю.¹

Антиоксидантный статус крови у пациентов с вибрационной болезнью

¹ФГБОУ ВО «Пермская государственная медицинская академия имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, ул. Петропавловская, 26, Пермь, Россия, 614990;

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

Актуальность. Подавляющее большинство публикаций содержит данные о содержании лишь отдельных антиоксидантов, но не об общей антиоксидантной активности крови у больных с вибрационной болезнью.

Цель исследования — определить суммарную антиоксидантную активность сыворотки крови у пациентов вибрационной болезнью.

Материалы и методы. Основную группу составили 30 человек, с диагнозом «Вибрационная болезнь» 1 степени ($n=21$) и 2 степени ($n=9$). Контрольную группу составили 30 клинически здоровых мужчин, сопоставимых по возрасту с основной группой ($p=0,66$). Суммарная активность антиоксидантных систем плазмы крови оценивалась фотометрически с использованием тест-системы «Общий антиоксидантный статус — Ново» (ЗАО «Вектор — Бест», Россия).

Результаты. Показатель общего антиоксидантного статуса (ОАОС) составил у обследованных основной группы $1,038 \pm 0,232$ ммоль/л, против $1,456 \pm 0,225$ ммоль/л у обследованных контрольной группы ($p < 0,000001$). Коэффициент вариации (CV) у пациентов с вибрационной болезнью составил 22,35%, превысив в 1,45 раза аналогичный показатель контрольной группы (15,45%). В основной группе наблюдалась положительная корреляционная связь между возрастом и ОАОС ($R=0,525$), в контрольной группе такая связь отсутствовала ($R=0,095$). Степень снижения АОС зависела от тяжести вибрационной болезни.

Выводы. 1. Развитие вибрационной болезни сопровождается снижением показателей антиоксидантного статуса сыворотки крови. 2. Степень снижения антиоксидантного статуса сыворотки крови коррелирует со степенью тяжести вибрационной болезни. 3. Снижение ОАОС может служить патогенетическим обоснованием необходимости включения в терапию лекарственных препаратов и/или биологически активных добавок с антиоксидантной активностью.

Ключевые слова: вибрационная болезнь; антиоксидантная активность; свободно-радикальное окисление

Для цитирования: Малютина Н.Н., Болотова А.Ф., Еремеев Р.Б., Гильманов А.Ж., Соснин Д.Ю. Антиоксидантный статус крови у пациентов с вибрационной болезнью. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-978-982>

Для корреспонденции: Соснин Дмитрий Юрьевич, проф. каф. факультетской терапии №2, профессиональных болезней и клинической лабораторной диагностики ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера», д-р мед. наук. E-mail: sosnin_dm@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1232-8826>

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Natal'ja N. Malyutina¹, Arina F. Bolotova¹, Roman B. Eremeev¹, Aleksandr Zh. Gilmanov², Dmitriy Yu. Sosnin¹

Antioxidant status of blood in patients with vibration disease

¹Vagner Perm Federal State Medical University, 26, Petropavlovskaja str., Perm, Russia, 614990;

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

Introduction. The overwhelming number of publications contains only data on the content of individual antioxidants, but not on the overall antioxidant activity of the blood in patients with vibration disease.

The aim of the study was to determine the total antioxidant activity of blood serum in patients with vibration disease.

Materials and methods. The main group consisted of 30 people diagnosed with "Vibration disease" of 1 degree ($n=21$) and 2 degrees ($n=9$). The control group consisted of 30 clinically healthy men, comparable in age with the main group ($p=0,66$). The total activity of antioxidant systems of blood plasma was evaluated photometrically using the test system "Total antioxidant status-Novo" ("Vector-best", Russia).

Results. The indicator of the total antioxidant status (TAS) was $1,038 \pm 0,232$ mmol/l in the examined main group, against $1,456 \pm 0,225$ mmol/l in the examined control group ($p < 0,000001$). The coefficient of variation (CV) in patients with vibration disease was 22.35%, 1.45 times higher than in the control group (15.45%). In the main group there was a positive correlation between age and TAS ($R=0,525$), in the control group there was no such relationship ($R=0,095$). The degree of decrease depended on the severity of vibration disease.

Conclusions. 1. The development of vibration disease is accompanied by a decrease in the antioxidant status of blood serum. 2. The degree of decrease in the antioxidant status of blood serum correlates with the severity of vibration disease. 3. Reduction of TAS can serve as a pathogenetic justification of the need to include drugs and/or biologically active additives with antioxidant activity in therapy.

Keywords: vibration disease, antioxidant activity, free radical oxidation.

For citation: Malyutina N.N., Bolotova A.F., Eremeev R.B., Gilmanov A.J., Sosnin D.Yu. Antioxidant status of blood in patients with vibration disease. *Med. труда i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-978-982>

For correspondence: Dmitry Yu. Sosnin, professor of department of faculty therapy No. 2 of occupational diseases and clinical laboratory diagnostics of Perm State Medical University, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: sosnin_dm@mail.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1232-8826>

Funding. The study had no funding.

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

Актуальность. Согласно современным представлениям, окислительный стресс является неотъемлемым патогенетическим компонентом ряда профессиональных заболеваний [1,2], в том числе и вибрационной болезни [3,4]. При окислительном стрессе основные классы биомолекул, включая липиды, белки и нуклеиновые кислоты, подвергаются воздействию активных кислородных метаболитов (АКМ), что приводит к их патологической окислительной модификации [5,6]. Окислительная модификация белков сопровождается нарушением их структуры и изменением физико-химических свойств (фрагментацией, агрегацией, образованием межмолекулярных сшивок). Она патогенетически тесно сопряжена с активацией свободно-радикального окисления и процессами перекисного окисления липидов (ПОЛ) [7].

В настоящее время показана роль интенсификации ПОЛ в патогенезе вибрационной болезни [3,4,8]. Однако в подавляющем большинстве работ отмечается именно активация процессов свободно-радикального окисления и ПОЛ. При этом данные о состоянии антиоксидантной системы у пациентов весьма фрагментарны, в публикациях отмечается лишь снижение уровня индивидуальных компонентов антиоксидантной системы. В связи с этим, представляется целесообразным определение интегральных показателей, характеризующих суммарную антиоксидантную активность крови. Одним из таких параметров является общий антиоксидантный статус (ОАОС), для исследования которого разработана специальная методика и выпускается отечественная тест-система.

Цель исследования — определить суммарную антиоксидантную активность сыворотки крови у пациентов с вибрационной болезнью.

Материалы и методы. С соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинской декларации Всемирной организации здравоохранения (2008 г.), выполнено одномоментное обсервационное исследование «случай-контроль». Его проведение одобрено этическим комитетом Пермского государственного медицинского университета им. академика Е.А. Вагнера. Обследованы 60 мужчин, разделенных на две группы: основную группу составили 30 человек с 1-ой стадией вибрационной

болезни ($n=21$, подгруппа А1) и 2-ой стадией вибрационной болезни ($n=9$, подгруппа 1Б). Подгруппы были различны по возрасту (U-критерий Манна-Уитни=16,000; $p=0,00381$), что обусловлено различной длительностью воздействия патологических факторов на организм при формировании заболевания. При оценке условий труда установлено, что обследованные работники подвергались воздействию общей вибрации, превышающей ПДУ на 6–8 дБ, а также производственного шума, превышающего ПДУ на 2–8 дБа, и пониженной температуры воздуха (+6–12°C). Обследованный контингент был представлен водителями (машинистами) большегрузной и сельскохозяйственной техники, работа которых связана со значительной физической нагрузкой и, по данным эргономического анализа и физиологических исследований, может быть отнесена к категории тяжелого физического труда (класс 3, степень вредности 2). Общая оценка условий труда: класс условий труда вредный (3) со степенью вредности 2–3. Все обследуемые курили (10–20 сигарет в день) и периодически употребляли алкоголь.

Контрольную группу (группу 2) составили 30 клинически здоровых мужчин, проходивших периодический медицинский осмотр и сопоставимых по возрасту (U-критерий Манна-Уитни=420,000; $p=0,656$). Обследованные лица из контрольной группы также курили и употребляли алкоголь в сопоставимых дозах и с одинаковой частотой.

Возрастная характеристика обследованных представлена в табл. 1.

Образцы крови для исследования забирались в утренние часы в сывороточные пробирки Greiner Vacuette путем пункции кубитальной вены, сыворотка отделялась от форменных элементов не позднее, чем через 2 часа после взятия биоматериала путем центрифугирования при 3000 об/мин в течение 15 минут. В исследовании использовали набор реактивов для оценки интегрального состояния антиоксидантной системы «Общий антиоксидантный статус — Ново», разработанный сотрудниками компании ЗАО «Вектор-Бест» (Россия). В основе метода лежит взаимодействие метгемоглобина с перекисью водорода с формированием радикала ферриимоглобина, окисляющего субстрат АВТС (2,2'-азино-бис-[3-этилбензотиазолин сульфат]). Данная реакция сопрово-

Таблица 1 / Table 1

Возрастной состав обследованных лиц Age composition of the examined persons

Показатель	Контрольная группа (группа 2)	Основная группа (группа 1)		
		Все	Подгруппа 1 А	Подгруппа 1 Б
Общее число, n	30	30	21	9
Возраст, лет (Me; 25 и 75 перцентиль)	54,5 (46; 66)	53,5 (47; 63)	49 (46; 54)	66 (60; 66)
Возраст, лет ($M \pm SD$)	55,8 $\pm$ 10,3	54,3 $\pm$ 8,7	50,7 $\pm$ 7,2	62,9 $\pm$ 5,2
Мин — Макс, лет	41–70	41–68	41–65	53–68
W-критерий Шапиро-Уилка	0,93156 $p=0,05402$	0,89856 $p=0,00775$	0,93341 $p=0,16109$	0,86207 $p=0,10097$

Примечания: $M \pm SD$ среднее значение $\pm$ стандартное отклонение; Me, 25 и 75 перцентиль — медиана и интерквартильный диапазон; Мин — Макс — наименьший и наибольший результаты.

Notes: $M \pm SD$ — mean $\pm$ standard deviation; Me, 25th and 75th percentile — median and interquartile range; Min — Max - smallest and largest results.

Показатели АОС у пациентов с вибрационной болезнью
The values of antioxidative system in patients with vibration disease

Показатель	Контрольная группа	Вибрационная болезнь	
		1 стадия	2 стадия
<i>n</i>	30	21	9
АОС, ммоль/л			
<i>M</i> ± <i>SD</i>	1,456 ± 0,225	1,074 ± 0,209	0,901 ± 0,216
<i>Me</i> (25–75%)	1,505 (1,38; 1,62)	1,03 (0,93; 1,23)	0,82 (0,76; 1,02)
Мин-Макс	0,75–1,7	0,78–1,66	0,63–1,25
W — критерий Шапиро — Уилка	0,87061 <i>p</i> =0,00173	0,91833 <i>p</i> =0,08035	0,91601 <i>p</i> =0,36021

ждается образованием радикала ABTS[•] и развитием зелено-голубой окраски. ОАОС биологических жидкостей проявляется способностью подавлять эти свободно-радикальные реакции и угнетать развитие окраски. ОАОС оценивается в сравнении со стандартом, представляющим собой раствор тролокса (6-гидрокси-2,5,7,8 — тетраметилхроман-2 — карбоновой кислоты), и контролируется по контрольной сыворотке. Изменение оптической плотности растворов регистрировали на полуавтоматическом фотометре Clima MC-15 (RAL, Испания).

Статистическая обработка полученных результатов проведена с помощью пакета программ STATISTICA v. 7 (StatSoft Inc., США). Для каждого массива данных рассчитаны средняя арифметическая (*M*), стандартное отклонение (*SD*), стандартная ошибка средней (*m*), медиану (*Me*) и интерквартильный диапазон (25–75 процентиля), а также минимальное (*min*) и максимальное (*max*) значения. Полученные результаты оценивались с использованием критерия Шапиро-Уилка. Для сравнения двух независимых выборок использован *U*-критерий Манна-Уитни, для нескольких — *H*-критерий Краскела-Уоллиса. Количественная оценка линейной связи между двумя случайными величинами определялась с использованием коэффициента ранговой корреляции (*R*) по Спирмену. За максимально приемлемую вероятность ошибки первого рода (*p*) принимался уровень статистической значимости ≤0,05.

Результаты. Суммарная величина АОС у лиц контрольной группы составила 1,456±0,225 ммоль/л (*Me* = 1,505; интерквартильный размах = 1,38–1,62 ммоль/л), что соответствовало интервалу нормы, указанному в инструкции к набору реактивов (1,3–1,8 ммоль/л), а также данным наших предыдущих исследований [9,10]. Значение ОАОС в контрольной группе почти не зависело от возраста; коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил 0,095 (*p*=0,616). Установленная зависимость описывалась графиком линейной регрессии, представленном на рис. 1.

У пациентов с вибрационной болезнью от воздействия общей вибрации уровень АОС был ниже (*U*-критерий Манна Уитни=97,000; *p*<0,000001) и составил 1,038±0,232 ммоль/л (*Me*=1,00; интерквартильный размах 0,88–1,23 ммоль/л; рис. 2).

Разброс значений ОАОС в основной группе был значительно больше, чем в контрольной: коэффициент вариации (*CV*) у пациентов с вибрационной болезнью составил 22,35%, что в 1,45 раза превышало контрольный показатель (15,45%). Величина ОАОС у пациентов была не только ниже, но и коррелировала с возрастом обследованных: коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил –0,526 (*p*=0,0028; рис. 3).

Степень снижения АОС зависела от выраженности вибрационной болезни (табл. 2) и составляла 26,23% у боль-

ных 1 стадией болезни и 38,12% — для 2-ой стадии (по отношению к контрольной группе). Различия между подгруппами были статистически значимыми (*U*=50,0; *p*=0,044).

При сравнении полученных результатов с использованием *H*-критерия Краскела-Уоллиса установлены статистически значимые различия (*H*-критерий = 30,00337; *p*<0,0001) (рис. 4). При попарном сравнении результатов отмечались значимые различия между контрольной группой и подгруппой 1А (*p*=0,000054), а также между контролем и подгруппой 1Б (*p*=0,000015).

Обсуждение. Результаты исследований подтверждают гипотезу о том, что под воздействием общей вибрации нарушается баланс процессов, влияющих на общую интенсивность свободно-радикальных процессов: имеют место одновременная активация прооксидантной системы и угнетение — антиоксидантной. Если интенсификация оксидативных процессов (перекисного окисления липидов и свободно-радикальных реакций) у больных вибрационной болезнью не вызывает сомнений и описана в ряде работ, то исследованию антиоксидантной системы уделяется значительно меньше внимания [3,4,8], причем в публикациях, как правило, приводятся данные лишь о содержании или активности какого-либо индивидуального антиоксиданта. Однако эти данные не позволяют судить об антиоксидантном статусе в целом, так как снижение уровня какого-либо компонента может быть изолированным и компенсироваться увеличением содержания / активности других. Более полную информацию дает исследование интегральных показателей антиоксидантной системы, в частности, антиоксидантного статуса.

Данные настоящего исследования указывают на снижение уровня антиоксидантной защиты у пациентов вибрационной болезнью. Одной из основных причин этого может являться избыточное потребление антиоксидантов. Такое предположение является вполне вероятным и хорошо согласуется с данными литературы об активации перекисного окисления липидов у лиц с этой патологией [3,4,8]. Более выраженные нарушения АОС у пациентов со 2-й степенью тяжести болезни могут быть отражением более длительного воздействия патогенетических факторов, провоцирующих развитие заболевания. В пользу этого указывает более старший возраст обследованных.

Лечение вибрационной болезни и реабилитация пострадавших представляют собой сложный комплекс мероприятий, требующих значительных материальных и иных ресурсов [11,12]. Полученные данные обосновывают эффективность использования в лечении данного заболевания лекарственных препаратов с антиоксидантным эффектом. Последнее подкрепляется эффективностью применения таких лекарственных соединений, как комплексы витаминов С и Е; дибунола и других препаратов.

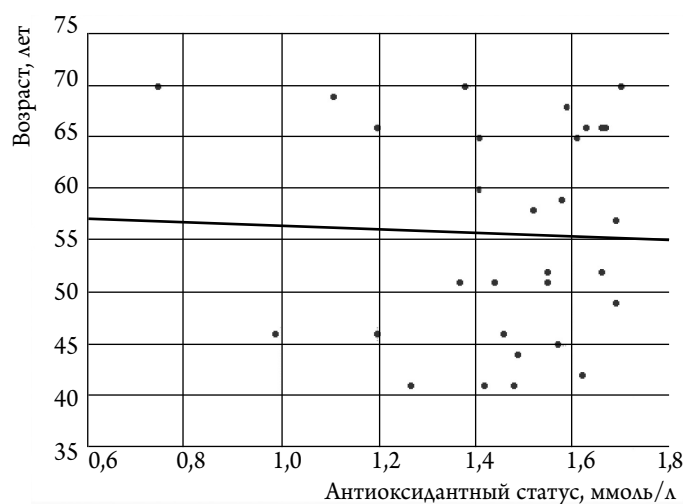


Рис. 1. Корреляционная зависимость между возрастом и АОС в контрольной группе

Fig. 1. Correlation between age and EPA in the control group

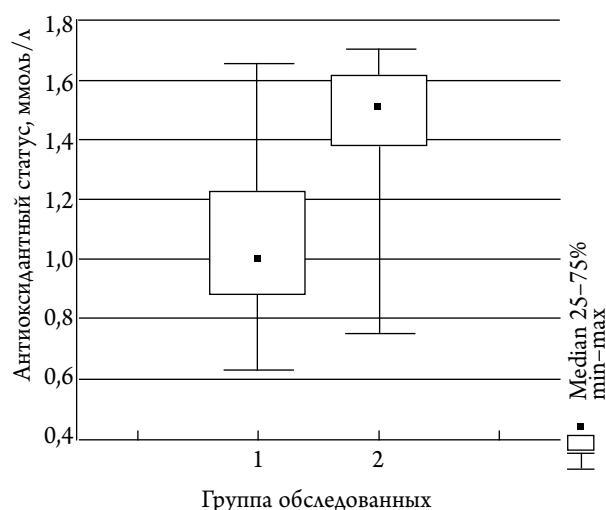


Рис. 2. Значения антиоксидантного статуса в группах обследованных (1 — основная группа; 2 — контрольная группа)

Fig. 2. Values of antioxidant status in the groups surveyed (1 — the main group; 2 — the control group)

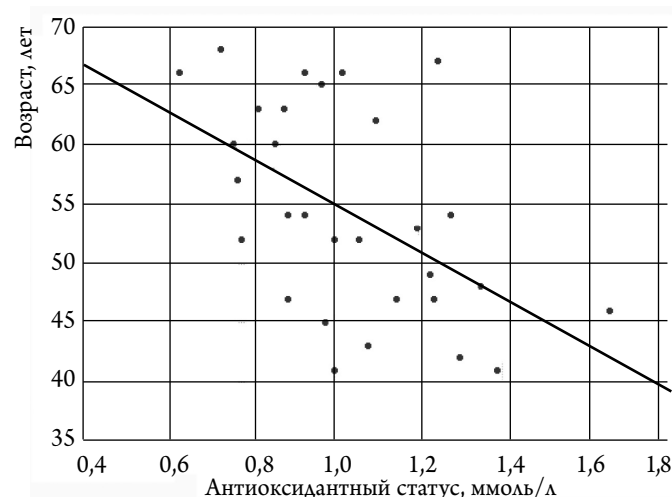


Рис. 3. Корреляционная зависимость между возрастом и антиоксидантным статусом у больных вибрационной болезнью

Fig. 3. Correlation between age and antioxidant status in patients with vibration disease

Таким образом, исследование общего антиоксидантного статуса сыворотки крови можно считать перспективным лабораторным тестом, позволяющим объективно оценить интегральное состояние антиоксидантной системы организма и использовать полученные данные в качестве объективного критерия тяжести оксидативного стресса как при вибрационной болезни и сходных с ней по патогенезу патологических состояниях, так и при различных схемах их лечения.

Выводы:

1. Развитие вибрационной болезни сопровождается снижением показателей антиоксидантного статуса сыворотки крови.
2. Степень снижения антиоксидантного статуса сыворотки крови коррелирует со степенью тяжести вибрационной болезни.

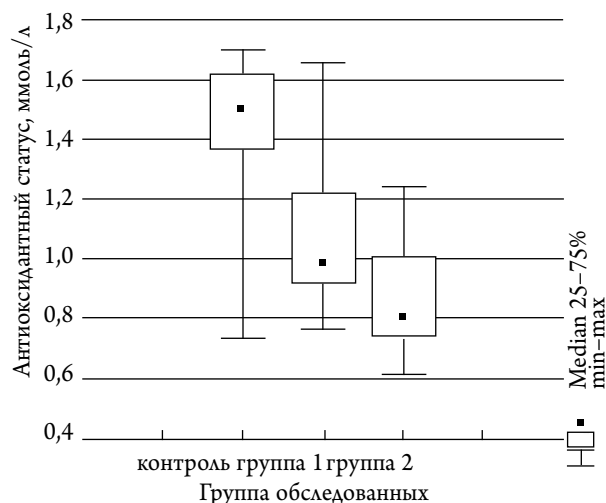


Рис. 4. Показатели общего антиоксидантного статуса в контроле и в группах пациентов с вибрационной болезнью

Fig. 4. Indicators of the overall antioxidant status in the control and in groups of patients with vibration disease

3. Снижение ОАОС может служить патогенетическим обоснованием необходимости включения в терапию лекарственных препаратов и/или биологически активных добавок с антиоксидантной активностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fukui H., Endoh S., Shichiri M., Ishida N., Hagihara Y., Yoshida Y., Iwashashi H., Horie M. The induction of lipid peroxidation during the acute oxidative stress response induced by intratracheal instillation of fine crystalline silica particles in rats. *Toxicol Ind Health*. 2016 Aug; 32(8): 1430–37. DOI: 10.1177/0748233714564415
2. Lino-dos-Santos-Franco A, Correa-Costa M, Durão AC, de Oliveira AP, Breithaupt-Faloppa AC, Bertoni Jde A, Oliveira-Filho RM, Câmara NO, Marcourakis T, Tavares-de-Lima W. Formalde-

hyde induces lung inflammation by an oxidant and antioxidant enzymes mediated mechanism in the lung tissue. *Toxicol Lett.* 2011; 207(3): 278–85. DOI: 10.1016/j.toxlet.2011.09.026

3. Бабанов С.А., Татаровская Н.А. Вибрационная болезнь: современное понимание. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии.* 2013; 8: 51–63.

4. Аксенова В.М., Гоголева О.И. Состояние перекисного окисления липидов и агрегация тромбоцитов при вибрационной болезни. *Гигиена труда и профессиональные заболевания.* 1995; 2: 25–7.

5. Бастриков О. Ю. Модифицированные белки и их ассоциации с психоэмоциональными факторами у лиц с различным уровнем артериального давления. *Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова.* 2015; 101(4): 462–7.

6. Baraibar MA, Ladouce R, Friguet B. Proteomic quantification and identification of carbonylated proteins upon oxidative stress and during cellular aging. *J Proteomics.* 2013; 92:63–70. DOI: 10.1016/j.jprot.2013.05.008

7. Gęgotek A, Skrzydlewska E. Biological effect of protein modifications by lipid peroxidation products. *Chem Phys Lipids.* 2019; 221:46–52. DOI: 10.1016/j.chemphyslip.2019.03.011

8. Смирнова Е.Л., Потеряева Е.Л., Никифорова Н.Г. Индивидуальные особенности перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты у лиц с вибрационной болезнью в послеcontactном периоде. *Мед. труда и пром. экол.*, 2018; 8: 36–40.

9. Шестаков В.В., Селезнева С.И., Соснин Д.Ю. Антиоксидантный статус пациентов с атеротромботическим вариантом ишемического инсульта. *Пермский медицинский журнал.* 2017; 34(6): 22–28. DOI: 10.17816/pmj34622–28

10. Кравцов Ю.И., Кравцова Е.Ю., Селезнева С.И., Соснин Д.Ю. Антиоксидантный статус крови у больных с патогенетическими подтипами ишемического инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии имени С. С. Корсакова.* 2017; 117(8 Выпуск 2): 37–42. DOI: 10.17116/jnevro20171178237–42

11. Семенихин В.А., Петров Г.П., Петров А.Г. Методические подходы к фармакоэкономической оценке лечения вибрационной болезни шахтеров в условиях стационара. *Медицина труда и промышленная экология.* 2015; 5:29–43.

12. Гоголева О.И., Малиютина Н.Н. Современные вопросы фармакотерапии экологически и производственно обусловленных заболеваний человека. *Пермский медицинский журнал.* 1998; 4: 48.

instillation of fine crystalline silica particles in rats. *Toxicol Ind Health.* 2016; 32(8): 1430–37. DOI: 10.1177/0748233714564415

2. Lino-dos-Santos-Franco A, Correa-Costa M, Durão AC, de Oliveira AP, Breithaupt-Faloppa AC, Bertoni Jde A, Oliveira-Filho RM, Câmara NO, Marcourakis T, Tavares-de-Lima W. Formaldehyde induces lung inflammation by an oxidant and antioxidant enzymes mediated mechanism in the lung tissue. *Toxicol Lett.* 2011; 207(3): 278–85. DOI: 10.1016/j.toxlet.2011.09.026

3. Babanov S.A., Tatarovskaya N.A. Vibration disease: a modern understanding. *Vestnik neurologii, psikiatrii i neyrokhirurgii.* 2013; 8: 51–63. (in Russian).

4. Aksenova VM, Gogoleva O I. Lipid peroxidation and thrombocyte aggregation in vibration disease, *Gig Tr Prof Zabol.* 1992;(2): 25–7. (in Russian).

5. Bastrikov O.Yu. Modified proteins and their association with psychoemotional factors in patients with various degree blood pressure. *Russian Journal of Physiology.* 2015; 101(4): 462–7. (in Russian).

6. Baraibar MA, Ladouce R, Friguet B. Proteomic quantification and identification of carbonylated proteins upon oxidative stress and during cellular aging. *J Proteomics.* 2013; 92: 63–70. DOI: 10.1016/j.jprot.2013.05.008

7. Gęgotek A, Skrzydlewska E. Biological effect of protein modifications by lipid peroxidation products. *Chem Phys Lipids.* 2019 Jul; 221: 46–52. DOI: 10.1016/j.chemphyslip.2019.03.011

8. Smirnova E.L., Poteriaeva E.L., Nikiforova N.G. Individual features of lipid peroxidation and antioxidant defence in patients with vibration disease during post-contact period. *Med. Truda i Prom. Ekol.* 2010; (8): 36–40 (in Russian).

9. Shestakov V.V., Selezneva S.I., Sosnin D.Yu. Antioxidant status of patients with atherothrombotic variant of ischemic stroke. *Permskiy meditsinskiy zhurnal.* 2017; 34(6): 22–8 (in Russian) DOI: 10.17816/pmj34622–28.

10. Kravtsov Yu.I., Kravtsova E.Yu., Selezneva S.I., Sosnin D.Yu. Total antioxidant status of blood in various types of ischemic stroke. *Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova.* 2017; 117 (8–2): 37–42 (in Russian). DOI: 10.17116/jnevro20171178237–42

11. Semenikhin V.A., Petrov A.G., Petrov G.P. Methodic approaches to pharmaco-economic evaluation of vibration disease inpatient treatment in miners. *Med. truda i prom. ekol.* 2015; (5): 29–34. (in Russian).

12. Gogoleva O.I., Malyutina N.N. Current issues of pharmacotherapy of environmentally and production-related human diseases. *Permskiy meditsinskiy zhurnal.* 1998; 4: 48 (in Russian).

REFERENCES

1. Fukui H., Endoh S., Shichiri M., Ishida N., Hagihara Y., Yoshida Y., Iwahashi H., Horie M. The induction of lipid peroxidation during the acute oxidative stress response induced by intratracheal

Дата поступления / Received: 01.10.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 18.11.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-983-988>

УДК 616–057

© Коллектив авторов, 2019

Соркина Н.С., Кузьмина Л.П., Артемова Л.В., Безрукавникова Л.М.

Некоторые вопросы воздействия свинца на заболеваемость органов кровообращения и дыхания

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

Введение. На современном экономическом этапе развития промышленности происходит технологическая модернизация производств, снижение действующих концентраций химических веществ, в связи с чем наблюдается сокращение частоты встречаемости классических форм интоксикаций. Это относится к свинцу, занимающему лидирующее положение среди промышленных и экотоксикантов и имеющему один из самых высоких индексов техногенности и социально экологической значимости.

Цель исследования — оценка воздействия металла (свинца) в качестве триггера различных нозологических форм заболеваний органов кровообращения и дыхания.

Материалы и методы. Проведены клинично-функциональные, лабораторные обследования 130 лиц: среди них 90 работников завода по переработке свинцовых аккумуляторов и кабелей. В группу сравнения вошли рабочие, не имевшие контакта со свинцом (40 человек), сопоставимые по возрасту и стажу.

Результаты. Анализ структуры непрофессиональных заболеваний внутренних органов показал, что ведущее место занимают болезни верхних и нижних дыхательных путей (58% и 26%), органов кровообращения (40%).

Заключение. Результаты проведенного клинично-лабораторного обследования рабочих завода вторичной переработки свинцовых аккумуляторов свидетельствуют о значимости комбинированного воздействия свинца как важного фактора риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, патологии верхних и нижних дыхательных путей.

Ключевые слова: свинец; артериальная гипертензия; заболевания органов дыхания

Для цитирования: Соркина Н.С., Кузьмина Л.П., Артемова Л.В., Безрукавникова Л.М. Некоторые вопросы воздействия свинца на заболеваемость органов кровообращения и дыхания. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-983-988>

Для корреспонденции: Кузьмина Людмила Павловна, зам. дир. по научной работе ФГБНУ «НИИ МТ», д-р биол. наук, проф. E-mail: lpkuzmina@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Nelly S. Sorkina, Lyudmila P. Kuzmina, Lyudmila V. Artemova, Lyudmila M. Bezrukavnikova

Issues of the effects of lead on circulatory and respiratory diseases

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275

Introduction. At the present economic stage of development of the industry there is a technological modernization of productions, decrease in operating concentrations of chemical substances in this connection reduction of frequency of occurrence of classical forms of intoxications is observed. This applies to the lead, occupying the leading position among industrial and environmental contaminants, which has one of the highest indexes of technological social and environmental significance.

The aim of the study was to assess the impact of metal (lead) as a trigger of various nosological forms of diseases of the circulatory and respiratory organs.

Materials and methods. Clinical and functional, laboratory examinations of 130 persons were carried out: among them 90 employees of the plant for the processing of lead batteries and cables. The comparison group included workers who had no contact with lead (40 people), comparable in age and experience.

Results. Analysis of the structure of non-professional diseases of internal organs showed that the leading place is occupied by diseases of the upper and lower respiratory tract (58% and 26%), circulatory organs (40%).

Conclusions. The results of the clinical and laboratory examination of workers of the lead battery recycling plant indicate the importance of combined exposure to lead as an important risk factor for cardiovascular diseases, pathology of the upper and lower respiratory tract.

Keywords: lead; arterial hypertension; respiratory diseases

For citation: Sorkina N.S., Kuzmina L.P., Artemova L.V., Bezrukavnikova L.M. Issues of the effects of lead on circulatory and respiratory diseases. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-983-988>

For correspondence: Lyudmila P. Kuzmina, Deputy director on scientific work of Izmerov Research Institute of Occupational Health, Dr. of Sci. (Biol.), prof. E-mail: lpkuzmina@mail.ru

Funding. The study had no funding.

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

Введение. Свинец является высокотоксичным веществом, воздействующим на различные системы организма. Не существует какого-либо известного уровня воздействия свинца, который считается безопасным (ВОЗ)¹.

По оценкам Института по измерению показателей здоровья (ИПОЗ) и оценке состояния здоровья, в 2013 г. воздействие свинца привело к смерти 853 тыс. человек во всем мире и потере 16,8 млн. лет здоровой жизни с учетом инвалидности, в 2015 г. произошло 494 550 случаев смерти, что обусловило 9,3 млн. лет жизни, скорректированных на инвалидность, вызванных длительным воздействием свинца на здоровье. Наиболее тяжелые последствия воздействия свинца на здоровье населения наблюдались в странах с низким и средним уровнем дохода. Кроме того, по оценкам ИПОЗ, воздействие свинца привело к 12,4% глобального бремени идиопатических форм задержки умственного развития, 2,5% глобального бремени ишемической болезни сердца и 2,4% глобального бремени инсульта². На современном экономическом этапе развития промышленности происходит технологическая модернизация ряда производств, снижение действующих концентраций химических (токсических) веществ, в связи с чем наблюдается сокращение частоты встречаемости классических форм интоксикаций, особенно при комбинированном и комплексном воздействии. Преобладают стертые, чаще всего лабораторные, функциональные нарушения, с патоморфозом ответных реакций организма. Наблюдается нивелировка специфического действия токсикантов, которая создает впечатление благополучия в сфере профессиональных заболеваний химической этиологии. Но это мнимое благополучие, так как для выявления ранних информативных критериев воздействия необходима разработка доказательных чувствительных маркеров.

Все вышесказанное относится к свинцу, который занимает лидирующее положение среди промышленных и экотоксикантов, имея один из самых высоких индексов техногенности и социально экономической значимости.

Аналитический обзор литературных источников последних лет по данной проблеме подтверждает ее актуальность [1–3]. Большинство исследований посвящено воздействию свинца преимущественно на сердечно-сосудистую систему (ССС), гораздо реже — на органы дыхания: проанализированы ранние специфические маркеры, уточнены основные патогенетические механизмы развития, с выявлением возможной корреляции уровня воздействия металла и его содержания в крови [4–6].

В настоящее время свинец рассматривается как ведущий экотоксический фактор риска развития гипертонической и ишемической болезней сердца [7–18]. При изолированном экспериментальном введении отмечено низкоуровневое воздействие свинца в качестве экотоксиканта [4,8].

В исследованиях Nawrot T.S. [4] и Lanphare D. [8] подтверждена связь между выделением свинца в окружающую среду и высоким риском развития артериальной гипертонии (АГ) наряду со значительным вкладом заболевания в структуру общей сердечно-сосудистой смертности. Согласно результатам эпидемиологических исследований, проведенных в Австралии (13 тыс. человек) и США (10 658 человек) установлена связь между низкоуровневым экологическим воздействием свинца и последующим развитием АГ, атеросклероза, ишемической болезни сердца. По-

лученные данные о частоте встречаемости патологии ССС представляют особый интерес, так как в ранних исследованиях [12] развитие АГ, ИБС связывали с опосредованным действием высоких концентраций металла, приводящих к свинцовой интоксикации. Вместе с тем экспериментальные исследования [14] указывали на атерогенный эффект свинца, связывая его с мембранотоксическим действием, повышением сосудистого тонуса и изменением внутриклеточного содержания кальция.

Цель исследования — оценка воздействия свинца в качестве триггера различных нозологических форм заболеваний органов кровообращения и дыхания на основе анализа литературы и результатов собственных ретроспективных исследований.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач обследованы 130 лиц: работники завода по переработке свинцовых аккумуляторов и кабелей — 90 человек, подвергавшихся воздействию свинца. В группу сравнения вошли рабочие, не имевшие контакта со свинцом (40 человек), сопоставимые по возрасту и стажу.

Программа клинико-лабораторного и функционального обследования была составлена с учетом комбинированного действия свинца, включала определение информативных диагностических критериев воздействия свинца (уровень свинца в крови, содержание железа в сыворотке крови, уровень дельта-аминолевулиновой кислоты (АЛК) и свинца в моче, гематологические показатели, ретикулоциты, базофильная зернистость эритроцитов), функциональные, стандартные инструментальные диагностические исследования в зависимости от нозологической формы заболевания.

Анализ результатов гигиенических исследований показал, что при выполнении основных технологических операций содержание свинца в воздухе рабочей зоны при первичном обследовании превышало ПДК от 4 до 6 раз (0,2–0,3 мг/м³). В течение года на заводе проведены санитарно-гигиенические мероприятия, что наряду с рациональным использованием СИЗ способствовало снижению уровня свинца в воздухе рабочей зоны от 0,05 мг/м³ (уровень ПДК) до 0,15–0,2 мг/м³. В состав химического аэрозоля входят другие металлы (железо, кальций, марганец), соединения серы.

Группы обследованных составили: основная группа 1–55 рабочих основных профессий (плавильщики — 40,2%, дробильщики — 18,8%, шихтовщики — 23,2%, мастера (рафинировщики) — 10,8%) в возрасте 38,3±6,5 года со стажем от 1 до 8 лет. Вспомогательная группа 2–35 человек — представители инженерно-технического персонала в возрасте 40±7,8 года со стажем работы от 1 года до 6 лет. Группа сравнения 3–40 рабочих мужского пола 41±4,8 года со стажем работы от 1 до 7 лет, не имевших контакта со свинцом.

Результаты. Обследование лиц 1-й группы показало, что у 75% рабочих выявлено повышение уровня свинца в крови, коррелирующее с повышением АЛК в моче, выявленным в 71% случаев. В группе инженерно-технических работников (2) показатели свинца в крови и АЛК мочи у 30 человек не превышали референтные значения, у 4 человек, работавших в прошлом в контакте со свинцом на предприятии цветной металлургии, уровень свинца в крови составил 40,8±2,4 мкг/дл (у 31 человека — 28,7±12,1), АЛК — 36,1±4,1 мкмоль/гКР (табл. 1).

Анализ структуры наиболее распространенных непрофессиональных заболеваний у обследованных работников показал, что ведущее место занимают болезни верхних и

1 Международная программа по химической безопасности. <http://www.who.int/ipcs.ru>.

2 Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). GBD Compare. Seattle, WA: IHME, University of Washington; 2018.

Таблица 1 / Table 1

Показатели содержания АЛК мочи, свинца в крови
The concentrations of ALA in urine, lead in blood

Группа обследованных	δ -АЛК мочи, мкмоль/гКР	Рв крови, мкг/дл
1 (55 человек)	58,6 $\pm$ 30,1***	52,7 $\pm$ 12,3**
2 (35 человек)	36,1 $\pm$ 4,1**	28,7 $\pm$ 12,1
3 (40 человек)	15,2 $\pm$ 2,6	14,7 $\pm$ 3,6
Референтные значения	3,9–30,0	до 60

Примечания: * — достоверное различие со 2 группой, ** — достоверное различие с 3-й группой ($p < 0,01$)

Notes: * — significant difference with the 2nd group, ** — significant difference with the 3rd group ($p < 0.01$)

Таблица 2 / Table 2

Клинические особенности артериальной гипертензии в исследуемых группах
Clinical features of arterial hypertension in the study groups

Клинические признаки	I группа (% лиц)	II группа (% лиц)	III группа (% лиц)
ГБ 1 ст. (140–159/90–99 мм рт. ст.)	15	11,2	8,4
ГБ 2 ст. (160–179/100–109 мм рт. ст.)	20,5	12,2	7,1
Всего ГБ	35,5	23,4	15,5
ПОМ:			
ГЛЖ	22,1	10,3	11,6
Ретинопатия	45	30	31
Альбуминурия	24	14	18
Снижение КФ	7	4	6
ФР: МС	28	29	17
Дислипидемия	39	38	24
Повышение ИМТ	14	18	21
Гипергликемия	16,5	13,5	15,5
Курение	14	12	16
АКС (атеросклероз сонных артерий, аорты, ПА)	16,5	15,3	18,5

Примечания: ФР — факторы риска; ПОМ — поражение органов-мишеней; АКС- ассоциированные клинические состояния; МС — метаболический синдром; ИМТ — индекс массы тела; КФ — скорость клубочковой фильтрации; ПА — периферические артерии

Notes: FR — risk factors; POM — damage to target organs; AKS-associated clinical conditions; MS — metabolic syndrome; IMT — body mass index; KF — glomerular filtration rate; PA — peripheral arteries.

нижних дыхательных путей (48% и 26%), органов кровообращения (45%), органов пищеварения (12%).

Патология органов кровообращения у рабочих 1 группы выявлена достоверно чаще (45,5% против 25,7% во 2-й группе ($p < 0,01$) и 21,2% в III-й группе ($p < 0,01$)). Чаще всего диагностирована гипертоническая болезнь (ГБ). Нормальное высокое АД (130–139/80–89 мм рт. ст.) выявлено у 19,6, 13,8, 12,1% лиц соответственно в обследованных группах. У 15% и 20,5% лиц 1-й группы диагностирована АГ 1-й и 2-й степени. АГ 3-й степени в исследовании не включалась, поскольку являлась противопоказанием для продолжения работы во вредных условиях труда. У 58% лиц 1-й группы наблюдалась как систолическая САД, так и диастолическая гипертензия ДАД, у 16% — только САД, а у 5% — ДАД.

Наряду с химическим аэрозодем наблюдалось воздействие других производственных факторов риска АГ: нарушение биоритмов (ночные/дневные смены), термические факторы (работа в условиях действия высоких и/или низких температур), производственный шум, что достоверно часто (89,9% $p < 0,001$) наблюдалось в 1-й группе, в отличие от 2-й и 3-й групп (5,7% и 16,8% лиц). Хроническое психоэмоциональное напряжение достоверно чаще отмечали рабочие 1-й и 3-й групп (56,3 $p < 0,001$ и 46,4% $p < 0,01$)), по сравнению с 2-й группой (22,4%), в том числе за счет более низкого социального статуса.

При сопоставлении взаимосвязи особенностей труда и распространенности поведенческих факторов риска (ФР) (курения, гиподинамии, избыточной массы тела, употребления алкоголя) достоверных различий между группами 1 и 3 не получено, так же как по частоте встречаемости ГБ в зависимости от конкретной профессии. Во 2-ой группе частота указанных ФР отмечена реже, возможно, в связи с более высоким социальным статусом (табл. 2). Вместе с тем, среди рабочих 1-й группы заболеваемость АГ была значительно выше по сравнению со 2-й и 3-й (35%, 23% и 16% случаев, $p < 0,001$ для 1-й и 3-й групп).

Оценивая полученные результаты о частоте встречаемости заболеваний ССС, следует учесть и другие факторы риска: умеренное повышение холестерина — 6,91 $\pm$ 1,31 ммоль/л; холестерина липопротеинов низкой плотности (ХСЛПНП) — 3,25 $\pm$ 1,43 ммоль/л с преобладанием повышенного уровня липопротеинов низкой плотности в 39,7% случаев ($p < 0,01$), углеводного обмена 6,61 $\pm$ 1,21 ммоль/л (16,5%); которые с одинаковой частотой встречаются среди лиц основной профессии и во вспомогательной группе, а в группе сравнения данные нарушения выявлены реже (у 24,3% и 12,5% лиц ($p = 0,05$)), (табл. 2).

Как следует из таблицы 2, при увеличении степени АГ уменьшается вероятность отсутствия общих ФР, что значительно ухудшает прогноз сердечно-сосудистых осложнений (ССО). Прогноз ССО ухудшается не только с повышением

степени тяжести АГ, но и с присутствием изменяемых производственных ФР, однако достоверных различий между ними не выявлено во всех группах.

Отмечен высокий процент лиц, имеющих признаки ПОМ: ретинопатию, альбуминурию, снижение КФ у 4–7% обследованных лиц, что особенно важно, учитывая отсутствие АГ 3-й степени среди рабочих в силу относительно молодого среднего возраста обследованных групп ($38,3 \pm 6,5$; $40 \pm 7,8$; $41 \pm 4,8$ года) и низкого производственного стажа. Кроме того, АКС легкой степени, как дополнительные отрицательные прогностические признаки, выявлены у 16–18% всех лиц. По данным ЭКГ достоверных различий между группами не выявлено. Проведенный анализ трансторакальной ЭХОКГ показал: основные факторы, достоверно влияющие на степень тяжести АГ и ПОМ, у лиц 1 группы составляли: гипертрофический вариант ремоделирования миокарда ЛЖ у 22,3%; повышение ИММЛЖ — у 21,5%; толщины МЖП и ЗСЛЖ в диастолю — у 23,2 и 14,1%.

По результатам проведенной оценки риска смертельных ССО по шкале SCORE: умеренный риск в пределах от ≥ 1 до 5% достоверно чаще определен у 45,9% лиц 1-й группы ($p < 0,01$). Высокий риск в пределах от ≥ 5 до 10% выявлен у 11,3% рабочих, при этом во 2-й и 3-й группе аналогичные риски были существенно меньше и составили 31,4% и 7,2%; 37,5% и 9,1% соответственно.

При суммировании результатов исследований клинических особенностей артериальной гипертензии среди обследованных работников очевиден триггерный вклад контакта со свинцом в формирование данной патологии. Полученные данные согласуются с выводами экспериментальных исследований, в которых свинец в качестве экотоксиканта рассматривается как ведущий, доказанный фактор риска развития АГ, болезней сердца при изолированном низкоуровневом экспериментальном воздействии.

По показателям стандартизованного относительного риска смерти в российских городах с повышенным содержанием металла в производственной и окружающей среде («двойная экспозиция»), подтвержден вклад профессиональной экспозиции в формирование общей смертности среди болезней системы кровообращения, который составил более 70%. Среди лиц, перенесших свинцовую интоксикацию и прекративших контакт со свинцом, атрибутивная фракция профессионально обусловленных смертей была значительно ниже (23%). Таким образом, уровень профессионально обусловленной смертности значительно превышает общепопуляционный показатель от этих причин [19,20].

Международные исследования также свидетельствуют, что население в целом остается подверженным воздействию свинца, что ассоциировано с сердечно-сосудистыми заболеваниями, АГ при относительно низких уровнях воздействия. При этом низкие концентрации свинца в крови ниже 5 мкг/дл ($< 0,24$ мкмоль/л) достоверно связаны со смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний и ишемической болезни сердца [8,19–22].

Анализ полученных результатов обследования рабочих показал значительную частоту заболеваний органов дыхания среди рабочих основных профессий (плавильщики, шихтовщики, дробильщики), имеющих постоянный контакт со свинцом при комбинированном и комплексном его воздействии. Следует отметить, что в экспериментальных исследованиях при изолированном воздействии металла респираторная патология не указывается.

Среди заболеваний верхних дыхательных путей в I группе ведущее место занимали: искривление носовой перегородки с разной степенью нарушения носового дыхания (36% лиц), нейросенсорная тугоухость (НСТ) (23%), ринофарингиты (17%), которые у лиц вспомогательных профессий (2 группа) диагностированы достоверно реже (11%, 6%, 12%), на уровне заболеваемости в 2 группе. Высокая частота ЛОР-патологии прежде всего обусловлена перенесенными острыми респираторными заболеваниями, связанными с микроклиматическими условиями работы. Нельзя исключить роль неблагоприятного мелкодисперсного производственного аэрозоля, особенно у работников при несоблюдении использования СИЗ, а также вредного воздействия шума без превышения ПДК — при НСТ.

У лиц I группы преобладали следующие нозологические формы патологии органов дыхания: хронический бронхит ХБ — 10,1%, ХОБЛ — 16,4%. Во 2-й и 3-й группах ХОБЛ диагностирована реже — у 7,2% и 9,4% лиц, а ХБ — 5,2 и 7,8 % лиц. Анализ анамнестических данных, результатов обследования показал, что наряду с табакокурением (38,7% лиц), перенесенными воспалительными заболеваниями (24,6% лиц), нельзя исключить патогенетическую роль промышленного аэрозоля сложного состава у страдающих ХОБЛ. В основной группе диагностирована ХОБЛ 1 и 2 стадии (А, В по GOLD) с умеренными вентиляционными нарушениями ФВД. У большинства лиц (49,7%) рентгенологически выявлена умеренная эмфизема легких. У 31% лиц 1-й группы преобладал эмфизематозный фенотип ХОБЛ легкого и среднетяжелого течения без гипоксемии с редкими обострениями менее 1–2 раз в год.

Среди значимых факторов риска развития респираторных заболеваний преобладали: воздействие химического аэрозоля, пол, курение, перенесенные воспалительные заболевания нижних дыхательных путей. При корреляционном анализе выявлена умеренная отрицательная связь ($r = -0,33$) ОФВ1 и стажа работы больных: у лиц 1-й и 2-й групп со стажем менее 5 лет ОФВ1 составил $70,64 \pm 2,64\%$, со стажем более 5 лет — $59,81 \pm 2,7\%$ ($p < 0,05$). Достоверных различий ОФВ1 и ОФВ1/ФЖЕЛ у курящих и некурящих больных в зависимости от стадии процесса не выявлено. По результатам видеобронхоскопии, локальный катаральный эндобронхит умеренной степени у рабочих 1-й группы установлен в 46,5% случаев, эндобронхиальное воспаление средней тяжести с тенденцией к диффузному поражению выявлено у 22,3% ($p < 0,01$).

При ХБ в 1-й группе отмечалось преобладание продуктивного кашля над одышкой, что подтверждало роль воспаления бронхов в патогенезе. В 59,3% случаев преобладал диффузный двусторонний катаральный бронхит, верифицированный эндоскопически. Наибольшая выраженность изменений выявлена у 11% лиц, что коррелировало с возрастом и стажем курения. У 28% лиц выявлена респираторная инфекция с преобладанием кокковой флоры как основной фактор риска обострений ХБ. Вместе с тем наличие атрофических изменений бронхиального дерева в 13,5% случаев подтверждает вклад профессиональных факторов риска в патогенезе заболевания легких.

В зоне доступа находится лишь одно исследование, согласно которому при обследовании работников трех заводов по вторичной переработке свинца наибольшую долю составили болезни органов дыхания, в 2 раза превысив показатели контрольной группы. Наиболее тесная связь выявлена у плавильщиков тех заводов, где содержание свинца в воздухе рабочей зоны превышало ПДК [23].

Анализ результатов клинического обследования состояния желудочно-кишечного тракта и гепатобилиарной системы не выявил превышения частоты встречаемости данной патологии в сопоставлении с общепопуляционными показателями (12,4%). Жалобы, физикальное обследование, биохимические показатели, данные УЗИ органов брюшной полости свидетельствуют о повышенной частоте стеатоза печени или поджелудочной железы (25%) вне зависимости от профессии и стажа. Более вероятно, что развитие указанной патологии связано с дислипидемией. Отсутствие превышения частоты встречаемости патологии органов пищеварения, возможно, связано с внедрением на предприятии специально разработанного пищевого рациона, включающего пектин.

Заключение. Результаты проведенного клинического обследования рабочих завода вторичной переработки свинцовых аккумуляторов свидетельствуют о значимости комбинированного воздействия свинца как важного производственного фактора риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, патологии верхних и нижних дыхательных путей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хамидулина Х.Х. и др. Международное регулирование свинца и его соединений. *Гигиена и санитария*. 2013; 6:57–59.
2. Ермоленко А.Е., Кравченко О.К., Соркина Н.С. Гигиенический и медико-биологический мониторинг на предприятиях аккумуляторной промышленности (на примере Подольского аккумуляторного завода). *Медицина труда на предприятиях г. Москвы: Сб. науч. трудов*. 1998: 126–31.
3. Hernberg S. Lead poisoning in a historical perspective. *American journal of industrial medicine*. 2000; 38(3): 244–54.
4. Nawrot T.S., Staessen J.A. Low-level environmental exposure to lead unmasked silent killer. 2006.
5. Silveira E.A. et al. Low-dose chronic lead exposure increases systolic arterial pressure and vascular reactivity of rat aortas. *Free Radical Biology and Medicine*. 2014; 67: 366–76.
6. Flora G., Gupta D., Tiwari A. Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdiscip. Toxicol.* 2012; 5: 47–58.
7. Simoes M.R. et al. MAPK pathway activation by chronic lead-exposure increases vascular reactivity through oxidative stress/cyclooxygenase-2-dependent ways. *Toxicology and applied pharmacology*. 2015; 283(2):127–138.
8. Lanphear B.P. et al. Low-level lead exposure and mortality in US adults: a population-based cohort study. *The Lancet Public Health*. 2018; 3(4): 177–84
9. Faramawi M.F. et al. Environmental lead exposure is associated with visit-to-visit systolic blood pressure variability in the US adults. *Int. Arch. of Occup. & Env. H.* 2015; 88(3): 381–8.
10. Lustberg M., Silbergeld E. Blood lead levels and mortality. *Archives of internal medicine*, 2002; 162(21): 2443–9.
11. Kristal-Boneh E., Collier D., Floom P. et al. Lead exposure and cardiovascular disease a systematic review. *Am. J. Public Health*. 1999; 89(7): 1083–7.
12. Гагатанова Т.М. Биоэлектрическая активность миокарда и насосная функция сердца у рабочих, занятых в производстве свинца. *Гигиена и санитария*. 1995; 3: 16–9.
13. Navas-Acien A. et al. Lead exposure and cardiovascular disease a systematic review. *Environ. Health Perspect.* 2007; 115(3): 472–482.
14. Perez G.I., Maravei D.V., Trbovich A.M. et al. Identification of potassium-dependent and -independent components of the apoptotic machinery in mouse ovarian germ cells and granulosa cells. *Biol. Reprod.* 2000; 63: 1358–69.

15. Vaziri N.D. Mechanisms of lead-induced hypertension and cardiovascular disease. *Am. J. of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2008; 295(2): 454–65.

16. Uzu G. et al. In vitro assessment of the pulmonary toxicity and gastric availability of lead-rich particles from a lead recycling plant. *Environ. sciens & technology*. 2011; 45(8): 7888–95.

17. Трахтенберг И.М. и др. Роль свинца и железа, как техногенных химических загрязнителей в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний. *Медицина профилактическая*. 2010; 49(7–8): 36–9

18. Тихонова Г.И., Соркина Н.С. «Медико-биологический мониторинг рабочих, контактирующих со свинцом». Сборник научных трудов. Москва; 2003: 34–7.

19. Chen C. et al. Association of lead exposure with cardiovascular risk factors and diseases in Chinese adults. *Environ. Science and Pollution Research*. 2017; 24 (28): 22275–83.

20. Obeng-Gyasi E. et al. Cardiovascular-related outcomes in US adults exposed to lead. *Int. j. of environ. research and public health*. 2018; 15(4): 759.

21. McElvenny D.M. et al. Mortality of a cohort of workers in Great Britain with blood lead measurements. *Occup. Environ. Med.* 2015; 72 (9): 625–32.

22. de Almeida Lopes A.C.B. et al. Association between blood lead and blood pressure: a population-based study in Brazilian adults. *Environ. Health*. 2017; 16(1): 27.

23. Чудинин Н.В. и др. Приоритетные вопросы гигиены труда на предприятиях вторичного свинца. *Российский медико-биологический вестник им. Академика И.П. Павлова*. 2013; 3: 92–7.

REFERENCES

1. Hamidulina H.H., Davydova Yu.O. International regulation of lead and its compounds. *Gigiena i sanitariya*. 2013; 6: 57–59 (in Russian).
2. Ermolenko A.E. et al. Hygienic and biomedical monitoring at the enterprises of the battery industry (on the example of the Podolsk battery factory). *Occupational medicine at the enterprises of Moscow: Sat. scientific labor*. 1998: 126–31.
3. Hernberg S. Lead poisoning in a historical perspective. *American journal of industrial medicine*. 2000; 38(3): 244–54.
4. Nawrot T.S., Staessen J.A. Low-level environmental exposure to lead unmasked silent killer. 2006.
5. Silveira E.A. et al. Low-dose chronic lead exposure increases systolic arterial pressure and vascular reactivity of rat aortas. *Free Rad. Biol. & Med.* 2014; 67: 366–76.
6. Flora G., Gupta D., Tiwari A. Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdiscip. Toxicol.* 2012; 5: 47–58.
7. Simoes M.R. et al. MAPK pathway activation by chronic lead-exposure increases vascular reactivity through oxidative stress/cyclooxygenase-2-dependent ways. *Toxicology and applied pharmacology*. 2015; 283(2):127–138.
8. Lanphear B.P. et al. Low-level lead exposure and mortality in US adults: a population-based cohort study. *The Lancet Public Health*. 2018; 3(4): 177–84
9. Faramawi M.F. et al. Environmental lead exposure is associated with visit-to-visit systolic blood pressure variability in the US adults. *International archives of occupational and environmental health*. 2015; 88(3): 381–8
10. Lustberg M., Silbergeld E. Blood lead levels and mortality. *Archives of internal medicine*, 2002; 162(21): 2443–9.
11. Kristal-Boneh E., Collier D., Floom P. et al. Lead exposure and cardiovascular disease a systematic review. *Am.J. Public Health*. 1999; 89(7): 1083–7.
12. Gagatanova T.M. Myocardial bioelectric activity and pump function of the heart in workers employed in lead production. *Gigiyena i san.* 1995; 3: 16–9

13. Navas-Acien A., Guallar E., Silbergeld E.K. et al. Lead exposure and cardiovascular disease a systematic review. *Environ. Health Perspect.* 2007;115(3): 472–482.
14. Perez G.I., Maravei D.V., Trbovich A.M. et al. Identification of potassium-dependent and -independent components of the apoptotic machinery in mouse ovarian germ cells and granulosa cells. *Biol. Reprod.* 2000; 63: 1358–69.
15. Vaziri N.D. Mechanisms of lead-induced hypertension and cardiovascular disease. *Am. J. of Physiology-Heart and Circulatory Physiology.* 2008; 295(2): 454–65.
16. Uzu G. et al. In vitro assessment of the pulmonary toxicity and gastric availability of lead-rich particles from a lead recycling plant. *Environ. sciens & tec.* 2011; 45(8): 7888–95.
17. Trachtenberg I. M., Lubyanova I. P., Apuhtina E. L. the Role of lead and iron, as a man-made chemical pollutants in the pathogenesis of cardiovascular disease. *Meditsina profilakticheskaya.* 2010; 49(7–8): 36–9 (in Russian).
18. Tikhonova G.I., Sorkina N.S. “Medical and biological monitoring of workers in contact with lead”, Collection of scientific papers. Moscow; 2003: 34–7 (in Russian).
19. Chen C. et al. Association of lead exposure with cardiovascular risk factors and diseases in Chinese adults. *Environ. Sci. & Poll. Res.* 2017; 24 (28): 22275–83.
20. Obeng-Gyasi E. et al. Cardiovascular-related outcomes in US adults exposed to lead. *Int. j. of environ. research and public health.* 2018; 15(4): 759.
21. McElvenny D.M. et al. Mortality of a cohort of workers in Great Britain with blood lead measurements. *Occup Environ Med.* 2015; 72 (9): 625–32.
22. de Almeida Lopes A.C. B. et al. Association between blood lead and blood pressure: a population-based study in Brazilian adults. *Environ. Health.* 2017; 16(1): 27.
23. Chudin N.V. Kirushina V.A. Priority issues of occupational health in secondary lead plants. *Pavlova Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik im. Akademika I.P. Pavlova.* 2013; 3: 92–7 (in Russian).

Дата поступления / Received: 19.09.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 15.11.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-989-994>

УДК 613.6(985)

© Коллектив авторов, 2019

Сюрин С.А.¹, Ковшов А.А.^{1,2}, Горбанев С.А.¹**Условия труда у работников в арктическом газонефтедобывающем регионе**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, Пискаревский пр-т, 47, Санкт-Петербург, Россия, 195067**Введение.** Вредные условия труда в сочетании с природно-климатическими особенностями Арктики создают повышенный риск развития профессиональных заболеваний (ПЗ).**Цель исследования** — изучение условий труда, структуры и распространенности ПЗ у работающего населения газонефтедобывающего региона в Арктике.**Материалы и методы.** Изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения Ненецкого и Ямало-Ненецкого автономных округов в 2007–2017 гг.**Результаты.** Установлено, что у работников арктического газонефтедобывающего региона наиболее распространенными вредными производственными факторами были шум (24,0%), неудовлетворительные параметры микроклимата (10,1%), неионизирующие электромагнитные поля и излучения (9,7%). Сочетанное действие нескольких факторов отмечалось у 24,8% работников. Впервые выявлены 285 больных ПЗ, 67,0% из которых работали на воздушном транспорте, а 14,4% были заняты в газонефтедобывающей промышленности. В структуре ПЗ преобладала тугоухость (77,9%). В 2017 г. региональный уровень профессиональной заболеваемости превысил общероссийский в 1,7 раза, среди работников авиатранспорта — в 1,9 раза, тогда как среди работников газонефтедобывающих предприятий он был в 5,3 раза меньше общероссийских отраслевых показателей. Риск развития ПЗ у работников авиатранспорта был выше, чем в целом по региону (ОР=45,88; ДИ 38,3–54,9), чем у работников газонефтедобывающих предприятий (ОР=141,0; ДИ 100,8–197,2) и работников всех видов транспорта, кроме воздушного (ОР=68,3; ДИ 39,8–117,4).**Заключение.** В арктическом газонефтедобывающем регионе чаще всего профессиональная патология регистрируется у работников воздушного транспорта, что обуславливает необходимость применения комплексной программы ее профилактики. Требуют объяснения низкие уровни профессиональной заболеваемости при газонефтедобыче и в других видах экономической деятельности в регионе.**Ключевые слова:** условия труда; профессиональные болезни; газонефтедобывающая промышленность; воздушный транспорт; Арктика**Для цитирования:** Сюрин С.А., Ковшов А.А., Горбанев С.А. Условия труда у работников в арктическом газонефтедобывающем регионе. *Мед труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-989-994>**Для корреспонденции:** Сюрин Сергей Алексеевич, гл. науч. сотр. отдела исследований среды обитания и здоровья в Арктической зоне РФ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», д-р мед. наук. E-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: 0000-0003-0275-0553**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересовSergei A. Syurin¹, Aleksandr A. Kovshov^{1,2}, Sergey A. Gorbanev¹**Working conditions and occupational pathology in the working population of the gas-producing region in the Arctic**¹Northwest Public Health Research Center, 2nd Sovetskaya str., St. Petersburg, Russia, 191036;²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Piskaryovskiy Ave., St. Petersburg, Russia, 195067**Introduction.** It is known that in industrial workers, working conditions and climatic features of the Arctic create an increased risk of occupational diseases. The purpose of the study was to investigate the impact of working conditions on the structure and prevalence of occupational pathology among the working population of the gas and oil producing region in the Arctic. **The aim** of the study is to explore working conditions, the structure and prevalence of PP in the working population of the gas-oil-producing region in the Arctic.**Materials and methods.** The data of social and hygienic monitoring in the section “Working conditions and occupational morbidity” of the population of the Nenets and Yamalo-Nenets Autonomous Districts from 2007 to 2017 were studied.**Results.** It was found that employees in the Arctic gas and oil producing region were most frequently exposed to noise (24.0%), poor microclimate parameters (10.1%), non-ionizing electromagnetic fields and radiation (9.7%). The combined effect of several factors was found in 24.8% of workers. There were 285 patients with newly diagnosed OD, 67.0% of whom were air transport workers, and 14.4% were employed in the gas and oil industry. The structure of the occupational pathology was dominated by sensorineural hearing loss (77.9%). In 2017, the regional level of occupational morbidity exceeded the national level by 1.7 times, among air transport workers — by 1.9 times, while among employees of gas and oil producing enterprises it was 5.3 times less than the national industry indicator. The risk of OD development among air transport workers

was higher than in the region as a whole ($RR = 45,88$; $CI\ 38,3-54,9$), in oil and gas companies workers ($RR=141,0$; $CI\ 100,8-197,2$) and in workers of all types of transport, except air transport ($RR=68,3$; $CI\ 39,8-117,4$).

Conclusion. In the Arctic gas and oil producing region, most often occupational pathology is recorded among air transport workers, which necessitates the use of a comprehensive program for its prevention. It is necessary to explain the low levels of occupational morbidity in the gas and oil production and other economic activities in the region.

Keywords: working conditions; occupational diseases; gas and oil industry; air transport; Arctic

For citation: Syurin S.A., Kovshov A.A., Gorbanev S.A. Working conditions and occupational pathology in the working population of the gas-producing region in the Arctic. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-989-994>

For correspondence: Sergey A. Syurin, chief researcher at the Department of Environmental and Health Research in the Arctic zone of the Russian Federation, "North-West Scientific Center for Hygiene and Public Health", Dr. of Sci. (Med.). E-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: 0000-0003-0275-0553

Funding. The study had no funding.

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

Введение. Согласно Указу Президента Российской Федерации №296 от 02.05.2014 г. «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации», Ямало-Ненецкий и Ненецкий автономные округа входят в состав Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). В настоящее время в России около 80% природного газа и 8% нефти добываются в Ямало-Ненецком и Ненецком автономных округах [1,2], в которых создана соответствующая хозяйственная инфраструктура и привлечены необходимые человеческие ресурсы. Известно, что трудовая деятельность человека в Арктике, в том числе добыча углеводородного сырья, осуществляется в экстремальных климатических условиях. Они определяются общим и локальным охлаждением, перепадами барометрического давления, высоким уровнем влажности, низким содержанием кислорода в воздухе, повышенной геомагнитной напряженностью, подвижностью воздушных масс с частыми сменами циклонов и антициклонов [3,4]. Показатель интегрального профессионального риска повышают холодные климатические условия во время трудовой деятельности на открытом воздухе [5].

Работники газонефтедобывающей промышленности подвергаются воздействию комплекса вредных производственных факторов (ВПФ), включающих шум, вибрацию, тяжесть трудового процесса, неудовлетворительные параметры микроклимата и др. [6–8]. Специфическим ВПФ для этой категории работников являются входящие в состав газа и нефти серосодержащие соединения (сероводород, меркаптаны, сероуглерод, серный ангидрид, сернистый ангидрид, серная пыль), относящиеся к веществам второго — четвертого классов опасности [9,10]. Особенностью добычи углеводородов в АЗРФ является широкое применение вахтового метода труда, который сопровождается хроническим напряжением регуляторно-адаптационных систем и функциональных резервов организма [10–12]. Воздействие ВПФ и суровых климатических условий Арктики приводит к повышенной распространенности у работников газодобывающей промышленности заболеваний органов зрения, дыхания, кровообращения, костно-мышечной системы [6,8,13]. Для повышения эффективности их профилактики и лечения предлагается создавать учреждения ведомственной медицинской службы [7,8,14], совершенствовать уже существующую медицинскую структуру и применяемые лечебно-профилактические методы [6,13,15] с учетом рисков развития обусловленной условиями труда патологии [12,16].

Цель исследования — изучение условий труда, структуры и распространенности первичной профессиональной патологии у работающего населения газонефтедобывающего региона в АЗРФ.

Материалы и методы. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения Ненецкого и Ямало-Ненецкого Автономных округов с 2007 г. по 2017 г. (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 IBM SPSS Statistics v. 22. Определялись t-критерий Стьюдента для независимых выборок, критерий согласия χ^2 , относительный риск (ОР) и 95% доверительный интервал (ДИ). Критический уровень значимости нулевой гипотезы принимался равным 0,05.

Результаты. В 2007–2017 гг. были впервые выявлены 285 больных ПЗ, из которых 205 (71,9%) человек работали на предприятиях транспорта, 41 (14,4%) — были заняты в газонефтедобыче, 16 (5,6%) — в строительстве, 13 (4,6%) — в здравоохранении, 4 (1,4%) — в производстве и распределении электроэнергии, 3 (1,1%) — в добыче не топливных полезных ископаемых, 2 (0,7%) — в производстве и ремонте различного оборудования и один (0,4%) человек — в сельском хозяйстве. Важно отметить, что из 205 работников транспорта 191 (93,2%) человек был занят в авиации. Среди больных ПЗ было 274 (96,1%) мужчины и 11 (3,9%) женщин. В структуре выявленных в 2007–2017 гг. ПЗ преобладали 222 (77,9%) случая тугоухости (шумовых эффектов внутреннего уха). Все другие заболевания диагностировались значительно реже. У 24 (8,4%) работников возникла патология костно-мышечной системы, у 14 (4,9%) — вибрационная болезнь, у 12 (4,2%) — болезни органов дыхания, у 4 (1,4%) — болезни нервной системы, у 3 (1,1%) — эффекты воздействия низкой температуры. Также отмечалось по одному случаю болезней кожи, острого лучевого поражения кожи, интоксикации марганцем, злокачественного новообразования, вирусного гепатита и заболевания глаз.

Анализ условий труда в 2008–2017 гг. на предприятиях арктического газонефтедобывающего региона (2007 год исключен из-за неполноты данных) показал, что в структуре ВПФ наиболее распространенным фактором был шум (24,0%). Доля неудовлетворительного микроклимата составила 10,1%, неионизирующих электромагнитных полей и излучений — 9,7%, химических факторов и тяжести трудового процесса — по 6,6%, общей вибрации — 6,4%. Сочетанное действие нескольких ВПФ отмечалось у 24,8% работников. В 2017 г., по сравнению с 2008 г., общее число лиц, подвергавшихся воздействию ВПФ, уменьшилось на 10,9%, главным образом, за счет шума (в 1,79 раза) и сочетанного действия ВПФ (в 1,38 раза). Однако при этом от-

Таблица 1 / Table 1

Виды вредных факторов производственной среды и трудового процесса у работников арктического газодобывающего региона
Types of hazards in the working environment and the labor process of workers in the Arctic gas producing region

Вредный производственный фактор	Год											В среднем ежегодно
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	2581	1820	1592	1504	1970	1565	1528	2997	2495	2823	2087,5 (2,0%)	
Химические факторы	8257	7719	7819	7409	6288	5977	6903	5662	5655	6597	6828,6 (6,6%)	
Тяжесть трудового процесса	8275	10026	9273	7079	5716	5453	4676	4657	6335	7012	6850,2 (6,6%)	
Напряженность трудового процесса	6856	6661	5200	2708	2070	1248	6164	6047	6069	4662	4768,5 (4,6%)	
Биологические факторы	1368	1203	1780	1413	711	1072	666	1136	1186	1477	1201,2 (1,2%)	
Шум	29937	23264	25239	24050	28377	25682	25664	26210	24368	16727	24951,8 (24,0%)	
Инфразвук	181	181	181	177	163	1236	1158	1023	1023	1737	706,0 (0,01%)	
Вибрация общая	5680	5527	5480	5220	10894	7081	6794	6320	6569	6878	6644,3 (6,4%)	
Вибрация локальная	827	869	920	939	1637	1309	952	934	1138	1681	1120,6 (1,1%)	
Неионизирующие ЭМП и ЭМИ	6308	6867	8923	9221	9407	11099	11071	11939	12189	14255	10127,9 (9,7%)	
Ионизирующее излучение	533	880	739	722	710	717	761	807	515	470	685,4 (0,7%)	
Освещенность	2111	2153	2407	2738	1146	2115	2030	2359	2587	2403	2204,9 (2,1%)	
Микроклимат	9933	10657	10203	9272	9933	11498	11373	10085	8811	13077	10484,2 (10,1%)	
Сочетанное действие ВПФ	35685	30514	29983	31149	30664	19058	17974	18380	18323	25797	25752,7 (24,8%)	
Всего	118532	108341	109739	103601	109686	95110	97714	98556	92594	105596	103946,9 (100,0%)	

мечалось увеличение числа работников, имеющих контакт с неионизирующими электромагнитными полями и излучениями (в 2,26 раза), локальной вибрацией (в 2,03 раза), подвергающихся воздействию неблагоприятных параметров микроклимата рабочих мест (в 1,32 раза). Наиболее резко увеличилось число работников, имевших контакт с инфразвуком (в 9,59 раза), что, впрочем, не оказывало значительного влияния на структуру ВПФ из-за малого числа таких случаев (табл. 1).

В течение 2008–2017 гг. произошли существенные количественные изменения числа рабочих мест на хозяйственных объектах надзора трех типов. В 2017 г., по сравнению с 2008 г., увеличилось число работников на объектах первой группы (удовлетворительные условия труда) с 73 515 до 76 981 человек, а их доля в общем числе работающих лиц — с 41,0% до 44,7% ($p < 0,001$). Наоборот, число работников, занятых на объектах второй группы (неудовлетворительные условия труда) и третьей (крайне неудовлетворительные условия труда) группы уменьшилось с 91332 до 89 895 человек и с 14 421 до 5994 человек соответственно. В общем числе работников доля лиц, занятых на объектах второй группы, повысилась с 50,9% до 52,0% ($p < 0,001$), а на объектах третьей группы снизилась с 8,1% до 3,5% ($p < 0,001$).

Дополнительно проведено сравнение с региональными показателями условий труда и структуры профессиональной патологии у работников предприятий авиатранспорта и газонефтедобычи, так как именно на них отмечалось наибольшее число случаев ПЗ. Лица, занятые в авиатранспорте, чаще, чем по региону в целом, подвергались воздействию шума (38,1% и 24,0%, $p < 0,001$), общей вибрации (12,2% и 6,4%, $p < 0,001$) и неионизирующих электромагнитных полей и излучений (12,0% и 9,7%, $p < 0,001$), а выполнение ими функциональных обязанностей было чаще связано с повышенной напряженностью трудовых процессов (6,6% и 4,6%, $p < 0,01$). В тоже время они реже контактировали с аэрозолями фиброгенного действия (0,1% и 2,0%, $p < 0,001$), химическими факторами (0,2% и 6,6%, $p < 0,001$) и неблагоприятными параметрами микроклимата рабочих мест (5,3% и 10,1%, $p < 0,001$). В структуре профессиональной патологии работников авиатранспорта было только две нозологические единицы: нейросенсорная тугоухость (190 случаев) и вибрационная болезнь (один случай). По сравнению с региональными показателями нейросенсорная тугоухость диагностировалась чаще (99,5% и 77,9%, $p < 0,001$), а вибрационная болезнь — реже (4,9% и 0,5%, $p < 0,05$).

Работники газонефтедобывающей промышленности, по сравнению с региональным уровнем чаще подвергались воздействию шума (34,8% и 24,0%, $p < 0,001$) и сочетанию ВПФ (28,8% и 24,8%, $p < 0,001$). Однако у них реже возникал контакт с химическими факторами (4,4% и 6,6%, $p < 0,001$), общей вибрацией (4,0% и 6,4%, $p < 0,001$), неионизирующими электромагнитными полями и излучениями (6,4% и 9,7%, $p < 0,001$), а также работа была реже связана с напряженностью трудового процесса класса 3.1 выше (1,3% и 4,6%, $p < 0,001$). У работников газонефтедобычи реже выявлялась нейросенсорная тугоухость (48,8% и 77,9%, $p < 0,001$), а чаще — болезни костно-мышечной системы (24,4% и 8,4%, $p < 0,01$) и вибрационная болезнь (17,0% и 4,9%, $p < 0,01$).

По общей оценке условий труда (по классу вредности) у работников воздушного транспорта чаще выяв-

Таблица 2 / Table 2

Распределение классов условий труда у работников разных видов экономической деятельности
The distribution of working conditions classes among workers of different types of economic activity

Класс условий труда	Вид экономической деятельности		
	Авиатранспорт (n=191)	Газонефтедобыча (n=41)	Прочие (n=53)
2	—	1 (2,4%)	1 (1,9%)
3.1	43 (22,5%)	17 (41,5%)*	21 (39,6%)**
3.2	117 (61,3%)	18 (43,9%)*	21 (39,6%)**
3.3	27 (14,1%)	5 (12,2%)	10 (18,9%)
3.4	4 (2,1%)	—	—

Примечания. * — статистически значимые ($p < 0,05$) различия между работниками авиатранспорта и газонефтедобычи; ** — статистически значимые ($p < 0,05$) различия между работниками авиатранспорта и прочих видов экономической деятельности.

Notes. * — statistically significant ($p < 0.05$) differences between air transport and gas and oil production workers; ** — statistically significant ($p < 0.05$) differences between air transport employees and other types of economic activity.

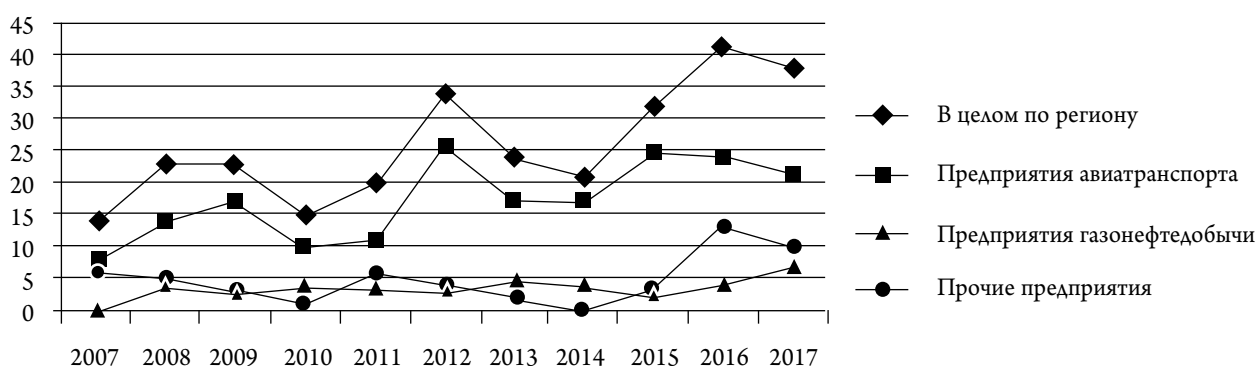


Рисунок. Число работников с впервые диагностированной профессиональной патологией на предприятиях арктического газонефтедобывающего региона.

Figure. The number of workers with newly diagnosed occupational pathologies at enterprises in the Arctic gas and oil producing region

лялся класс вредности 3.2 и реже — 3.1, чем у лиц, занятых в газонефтедобыче и всех других видах экономической деятельности (табл. 2).

Суммируя результаты гигиенической оценки условий труда на предприятиях арктического газонефтедобывающего региона, можно утверждать, что наименее благоприятными они являются у работников воздушного транспорта, прежде всего за счет большей экспозиции к воздействию шума и общей вибрации. В течение 2008–2017 гг. отмечалась разнонаправленная динамика значимости отдельных факторов в структуре ВПФ. В результате этого экспозиция к одним из них уменьшалась, а к другим — увеличивалась, что не позволяло говорить о каком-либо существенном улучшении условий труда. Однако по такому показателю, как число рабочих мест на объектах надзора трех типов, отмечалась выраженная положительная динамика. Она достигалась за счет увеличения числа работников с удовлетворительными условиями труда и уменьшения — с крайне неудовлетворительными условиями труда.

Число ежегодно диагностированных случаев профессиональной патологии колебалось от 14 до 41. Причем наибольшим оно было как в целом по всем видам экономической деятельности, так и в отдельных группах работников в 2015–2017 гг. В эти годы уровень профессиональной заболеваемости в регионе превышал общероссийские показатели, составляя 1,74 и 1,65 случая на 10 тыс. работников в 2015 г.; 2,61 и 1,47 в 2016 г.; 2,20 и 1,31 в 2017 г. [17]. В 2017 г. уровень профессиональной заболеваемости при газонефтедобыче в арктическом регионе был более чем в пять раз ниже общероссийского отраслевого показателя:

0,40 и 2,12 случая на 10 тыс. работников. Противоположная ситуация отмечалась у работников региональных авиапредприятий, у которых уровень профессиональной патологии в два раза превышал отраслевой общероссийский: 80,6 и 42,0 случая на 10 тыс. работников.

На рисунке продемонстрирован волнообразный характер изменения уровня профессиональной заболеваемости во всех сравниваемых группах работников. Динамика региональных показателей почти совпадает с показателями работников авиапредприятий. В тоже время изменения профессиональной заболеваемости у работников предприятий газонефтедобычи и прочих видов экономической деятельности имеют совсем другой характер. Это свидетельствует о различных факторах, влияющих на формирование ПЗ у сравниваемых групп работников.

На заключительном этапе исследования была проведена оценка риска формирования ПЗ у работников предприятий различных видов экономической деятельности. Учитывались число больных ПЗ и среднегодовое число занятых работников, которое для региона составило 191 126 человек, для предприятий газонефтедобычи — 84 563 человека, предприятий транспорта — 16 595 человек (в том числе 2605 человек в авиации). Риск развития ПЗ у работников авиатранспорта был намного выше, чем в целом по региону ($ОР=45,88$; $ДИ\ 38,3-54,9$; $\chi^2=5032,8$; $p < 0,001$). Он также превышал риск развития ПЗ у работников газонефтедобывающих предприятий ($ОР=141,0$; $ДИ\ 100,8-197,2$; $\chi^2=4704,4$; $p < 0,001$) и у работников всех видов транспорта, кроме воздушного ($ОР=68,3$; $ДИ\ 39,8-117,4$; $\chi^2=876,1$; $p < 0,001$). Риск развития ПЗ у работ-

ников всех видов экономической деятельности в арктическом газодобывающем регионе был выше, чем у работников газонефтедобывающих предприятий: ОР=3,07; ДИ 2,21–4,26; $\chi^2=50,2$; $p<0,001$. Авиация являлась единственным видом транспорта, работа на котором сопровождалась высоким риском формирования профессиональной патологии. Вероятность возникновения ПЗ у лиц, занятых в сухопутном и водном видах транспорта, существенно не отличалась от уровня всего работающего населения региона (ОР=0,67; ДИ 0,39–1,15; $\chi^2=2,15$; $p=0,1426$).

Обсуждение. Предполагалось, что проведенное исследование будет направлено, прежде всего, на изучение условий труда и профессиональной патологии у лиц, занятых в важнейшем для региона виде экономической деятельности — добыче природного газа и нефти. Логично было ожидать, что работа вахтовым методом в суровых климатических условиях Арктики и воздействии ВПФ создает повышенный риск развития ПЗ [3–5]. Однако было установлено, что в 2007–2017 гг. профессиональная патология в регионе диагностировалась чаще всего у лиц, занятых в воздушном транспорте (67,0% случаев ПЗ). Практически она была представлена одной нозологической единицей — нейросенсорной тугоухостью, связанной с воздействием производственного шума. Эта патология считается типичной для работников воздушного транспорта [18]. Учитывая почти двукратное превышение общероссийского отраслевого уровня профессиональной заболеваемости, можно предполагать, что работа в условиях Арктики создают дополнительную нагрузку на организм и повышенный риск развития профессиональной патологии у лиц, занятых на предприятиях авиатранспорта.

У работников газонефтедобывающих предприятий ПЗ выявлялись значительно реже (14,4% случаев ПЗ). Это подтверждает данные о низком уровне профессиональной заболеваемости на нефтегазодобывающих предприятиях России, особенно в сравнении с добычей угля и металлических руд [19,20]. Основным ВПФ, вызывавшим формирование профессиональной патологии, у работников отрасли был шум. Связь развития профессиональной патологии с воздействием соединений серы (специфический для добычи углеводородов ВПФ) признавалась только в 4,4% случаев ПЗ. Несмотря на то, что добыча газа и нефти происходит в климатических условиях Арктики, ни один случай профессиональной патологии не был связан с воздействием переохлаждения.

Структура профессиональной заболеваемости у всех работников региона и газонефтедобывающих предприятий имела существенные различия, которые нельзя было связать с особенностями воздействия ВПФ. Так, при большей экспозиции к шуму, у работников газодобывающих предприятий реже диагностировались шумовые эффекты внутреннего уха. И наоборот, вибрация, с которой у работников газодобывающей промышленности отмечался более редкий профессиональный контакт, чаще являлась причиной формирования ПЗ. Такие противоречия нуждаются в дальнейшем изучении и объяснении. В 2008–2017 гг. отмечалась тенденция к улучшению условий труда на предприятиях региона. Какого-либо влияния на показатели профессиональной заболеваемости этот факт не оказывал. В данном случае, однако, можно ожидать отсроченной по времени положительной динамики показателей профессиональной заболеваемости.

Вероятно, повышенная вредность условий труда не может служить единственным объяснением большого числа ПЗ у работников воздушного транспорта. Не меньшую

роль в этом играет и более строгий медицинский контроль состояния здоровья летного состава, а также доступность квалифицированной медицинской помощи. Также, помимо более благоприятных условий труда, есть и другие вероятные объяснения низкого уровня профессиональной заболеваемости у работников газонефтедобывающих предприятий. Это, во-первых, широкое использование вахтового метода труда, при котором затруднена регистрация всех заболеваний, в том числе профессиональной этиологии [8], и велика вероятность низкого качества периодических медицинских осмотров [14]. Имеет значение стремление части работников скрыть истинное состояние своего здоровья для сохранения высокооплачиваемой работы в газонефтедобывающей промышленности [13].

Заключение. Среди всех работников Арктического газонефтедобывающего региона чаще всего профессиональная патология в форме нейросенсорной тугоухости регистрируется у лиц, занятых в воздушном транспорте. Необходима комплексная, учитывающая специфику труда в Арктике, программа профилактики профессиональной патологии у данного контингента работающих лиц. Требуют объяснения низкие уровни профессиональной заболеваемости работников газонефтедобывающей промышленности и других видов экономической деятельности в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добыча нефти в Ненецком автономном округе. <https://neftegaz.ru/news/view/169821>.
2. Добыча нефти на Ямале. <https://tass.ru/ekonomika/4444035>.
3. Хаснулин В.И. *Введение в полярную медицину*. Новосибирск: СО РАМН; 1998.
4. Чашин В.П., Деденко И.И. *Труд и здоровье человека на Севере*. Мурманск: Книжное издательство; 1990.
5. Чашин В.П., Сюрин С.А., Гудков А.Б., Попова О.Н., Воронин А.Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющие трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 9: 20–6.
6. Иконникова Н.В. Заболеваемость работников газотранспортного предприятия и мероприятия по ее снижению. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 9: 83–4.
7. Киреев И.Р., Мурзабаева Э.И., Саидова А.К. Охрана здоровья персонала в нефтяной промышленности. *Вестник молодого ученого УГНТУ*. 2016; 8(4): 127–32.
8. Перевезенцев Е.А. Особенности заболеваемости и системы медицинского обеспечения работников газовой промышленности. *Медицинский Альманах*. 2017; 6: 12–6. DOI: 10.21145/2499–9954–2017–6–12–16.
9. Абдрашитова А.Т., Белолапенко И.А., Панова Т.Н. Особенности цитокинового статуса и процессов апоптоза под влиянием комбинированного действия производственных факторов газодобывающего предприятия. *Успехи геронтологии*. 2011; 24(1): 147–53.
10. Доценко Ю.И., Бойко В.И., Гудинская Н.И., Мухамедзянова Р.И. Некоторые аспекты гигиены труда в нефтегазовой промышленности. *Современные проблемы науки и образования*. 2017; 5. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26774>.
11. Ершов Е.В., Бабенко А.И., Понич Е.С., Хаснулин В.И. Система мониторинга состояния здоровья работников газодобывающего предприятия на Крайнем Севере. *Бюллетень СО РАМН*. 2008; 130 (2): 57–62.
12. Корнеева Я.А., Дубинина Н.И., Симонова Н.Н., Дегтева Г.Н., Федотов Д.М. Риски в профессиональной деятельности

вахтовых работников в условиях Крайнего Севера. *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. 2013; 91 (3(2)): 83–8.

12. Дубинина Н.И., Дегтева Г.Н., Корнеева Я.А. Особенности проведения предварительных и периодических медицинских осмотров персонала в условиях работы вахтовым методом на Арктическом шельфе. *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. 2012; 87(5(2)): 127–30.

13. Равдугина Т.Г., Мосалева О.В. Организационная структура медицинского обеспечения работников предприятий газоперерабатывающей промышленности на примере ООО «Газпром переработка». *Здравоохранение российской медицины*. 2014; 4: 25–9.

14. Столяров И.А., Хадарцев А.А., Семисынов В.В. Инфраструктура системы охраны здоровья работников газовой промышленности. *Фундаментальные исследования*. 2012; 8: 428–31.

15. Лесных В.В., Каширин А.Б., Суворова О.С., Ивенков С.Г. Анализ современных подходов к оценке профессионального риска в газовой промышленности. *Газовая промышленность*. 2017; 9: 128–34.

17. 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.

18. Верещагин А.И., Пилишенко В.А., Куркин Д.П., Виноградов С.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость летного состава гражданской авиации. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; 3(264): 11–13.

19. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Каримова Л.К., Бейгул Н.А., Шайхлисламова Э.Р. Факторы и показатели профессионального риска при добыче нефти. *Вестник РГМУ*. 2014; 1: 72–5.

20. Галлямова Э.И. Оценка производственных рисков как метод управления безопасностью в нефтяной и газовой промышленности. *Электронный научный журнал Нефтегазовое дело*. 2016; 3. DOI: 10.17122/ogbus-2016-3-293-306.

REFERENCES

1. Oil production in the Nenets Autonomous District. <https://neftegaz.ru/news/view/169821> (in Russian).
2. Oil production in Yamal. <https://tass.ru/ekonomika/4444035> (in Russian).
3. Hasnulin V.I. *Introduction to polar medicine*. Novosibirsk: SO RAMN; 1998 (in Russian).
4. Chashchin V.P., Dedenko I.I. *Labor and human health in the North*. Murmansk: Knizhnoe izdatel'stvo, 1990. (in Russian).
5. Chashchin V.P., Syurin S.A., Gudkov A. B., Popova O.N., Voronin A.Yu. The impact of industrial air pollution on the body of workers performing labor operations in the open air in cold conditions. *Med. truda i prom. ekol.* 2014; 9: 20–6 (in Russian).
6. Ikonnikova N.V. Morbidity of gas-transport company workers, and measures to reduce it. *Med. truda i prom. ekol.* 2017; 9: 83–4 (in Russian).
7. Kireev I.R., Murzabaeva E.I., Saidova A.K. Protecting the health of personnel in the oil industry. *Vestnik molodogo uchenogo UGNTU*. 2016; 8 (4): 127–32 (in Russian).

8. Perevezentsev E.A. Features of morbidity and the system of medical care for gas industry workers. *Meditinskiy Al'manakh*. 2017; 6: 12–6. DOI: [dx.doi.org/10.21145/2499-9954-2017-6-12-16](https://doi.org/10.21145/2499-9954-2017-6-12-16) (in Russian).

9. Abdrashitova A.T., Belolapenko I.A., Panova T.N. Peculiarities of cytokine status and apoptosis processes under the influence of the combined effect of the production factors of the gas producing enterprise. *Uspekhi gerontologii*. 2011; 24 (1): 147–53 (in Russian).

10. Dotsenko Yu.I., Boyko V.I., Gudinskaya N.I., Mukhamedzyanova R.I. Some aspects of occupational hygiene in the oil and gas industry. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2017; 5. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26774> (19 October 2018) (in Russian).

11. Ershov E.V., Babenko A.I., Ponich E.S., Khasnulin V.I. The system of monitoring the health of workers in the gas producing enterprise in the Far North. *Byulleten' SO RAMN*. 2008; 130 (2): 57–62 (in Russian).

12. Korneeva Ya.A., Dubinina N.I., Simonova N.N., Degteva G.N., Fedotov D.M. Risks in the professional activities of rotational workers in the Far North. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*. 2013; 91(3); Part 2. 83–8 (in Russian).

13. Dubinina N.I., Degteva G.N., Korneeva Ya.A. Features of the preliminary and periodic medical examinations of staff in working conditions on a rotational basis on the Arctic shelf. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*. 2012; 87 (5); Part 2. 127–30 (in Russian).

14. Ravdugina T.G., Mosaleva O.V. Organizational structure of medical support for employees of gas processing enterprises using the example of the enterprise “Gazprom Pererabotka”. *Zdravookhranenie rossiyskoy meditsiny*. 2014; 4: 25–9 (in Russian).

15. Stolyarov, I.A., Khadartsev, A.A., Semysynov, V.V. Infrastructure health protection system for gas industry workers. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2012; 8: 428–31 (in Russian).

16. Lesnykh V.V., Kashirin A.B., Suvorova O.S., Ivenkov S.G. Analysis of modern approaches to the assessment of occupational risk in the gas industry. *Gazovaya promyshlennost'*. 2017; 9: 128–34 (in Russian).

17. 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 potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka, 2018. (in Russian).

18. Vereshagin A.I., Pilishenko V.A., Kurkin D.P., Vinogradov S.A. Working conditions and occupational morbidity of civil aviation pilots. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; 3(264): 11–13 (in Russian).

19. Gimranova G.G., Bakirov A.B., Karimova L.K., Beygul N.A., Shaikhislamova E.R. Factors and indicators of professional risk in oil production. *Vestnik RGMU*. 2014; 1: 72–5 (in Russian).

20. Gallyamova E.I. Production risk assessment as a method of safety management in the oil and gas industry. *Elektronnyy nauchnyy zhurnal Neftegazovoe delo*. 2016; 3. <http://ogbus.ru/article/view>. DOI: 10.17122/ogbus-2016-3-293-306 (in Russian).

Дата поступления / Received: 08.11.2018

Дата принятия к печати / Accepted: 06.12.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-995-999>

© Dai Weirong, Li Xin, Liu Wenfeng, 2019

Dai Weirong, Li Xin, Liu Wenfeng

Analysis of screening questionnaire on chronic obstructive pulmonary disease and pulmonary function test on dust-exposed migrant workers

Hunan Prevention and Treatment Institute for Occupational Diseases, 162, Xinjianxi Road, Changsha, People's Republic of China, 410007

Objective. To analyze the application of screening questionnaire on chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and pulmonary function test on dust-exposed migrant workers.**Methods.** According to 149 eligible objects of study selected in medical outreach, the real situation on them threaten by COPD and influential elements are analyzed in depth.**Results.** 73 workers are suspected to be suffered COPD by pulmonary function test. The detection rate (62.6%) of suspected COPD in the population with total score of more than 5 is significantly higher than that of the population with total score of less than 5 (14.3%). The result has the statistical significance ($X^2=28.19$, $p<0.000$). Age, working years, stage of pneumoconiosis, smoking or not, smoking index are all the factors influencing the positive results of pulmonary function tests, and pneumoconiosis stage is the biggest influencing one.**Conclusion.** By using questionnaires and pulmonary function tests, the early diagnosis and intervention of COPD are available.**Keywords:** dust-exposed; migrant workers; COPD; screening questionnaire; lung function**For citation:** Dai Weirong, Li Xin, Liu Wenfeng. Analysis of screening questionnaire on chronic obstructive pulmonary disease and pulmonary function test on dust-exposed migrant workers. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-995-999>**For correspondence:** Weirong Dai, associate chief physician; research field: pneumoconiosis. E-mail: 40404814@qq.com**Acknowledgments.** This study was supported by the self-selected fund project of Hunan Occupational Disease Prevention and Control Hospital (No. Y2018-002). Thank you for the support of Xinhua Occupational Disease Prevention and Control Hospital, Yin Beizhan, Cai Haiqing, Zhang Hailu and others.**Funding.** The study had no funding.**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

Дай Вейронг, Ли Синь, Лю Вэньфэн

Анализ скрининговой анкеты-опросника по хронической обструктивной болезни легких и функционального исследования легких у рабочих-мигрантов, подвергшихся воздействию пыли

Хунаньский институт профилактики и лечения профессиональных заболеваний Китай, шоссе Синьдзяньси, г. Чанша, Китайская Народная Республика, 410007

Цель исследования — проанализировать применение скрининговой анкеты-опросника по хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и функционального исследования легких у работников-мигрантов, подвергшихся воздействию пыли.**Методы.** По 149 подходящим объектам исследования, отобранным во время выезда медицинских групп, проведен углубленный анализ реальной ситуации угрозы развития у них ХОБЛ и влияющих на нее факторов.**Результаты.** Функциональное исследование легких выявило подозрение на наличие ХОБЛ у 73 работников. Частота выявления подозрений на ХОБЛ в популяции с общей суммой баллов более 5 (62,6%) была статистически достоверно выше, чем в популяции с общей суммой баллов менее 5 (14,3%) ($X^2=28.19$, $p<0,000$). Возраст, трудовой стаж, стадия пневмокониоза, курение или отсутствие привычки курения, индекс курения — это факторы, влияющие на положительные результаты функционального исследования легких, где наибольшее влияние имеет стадия пневмокониоза.**Заключение.** Использование анкеты-опросника и функционального исследования легких являются приемлемыми для ранней диагностики и мер профилактики ХОБЛ.**Ключевые слова:** воздействие пыли; рабочие-мигранты; ХОБЛ; скрининговый опросник; легочная функция**Для цитирования:** Дай Вейронг, Ли Синь, Лю Вэньфэн. Анализ скрининговой анкеты-опросника по хронической обструктивной болезни легких и функционального исследования легких у рабочих-мигрантов, подвергшихся воздействию пыли. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-995-999>**Для корреспонденции:** Вейронг Дай, зам. гл. врача; область исследований: пневмокониоз. E-mail: 40404814@qq.com**Благодарности.** Это исследование было поддержано самостоятельным проектом фонда Больницы по профилактике и контролю профессиональных заболеваний в Хунани (№Y2018-002). Авторы благодарят Инь Бейчжан, Цай Хайцин, Чжан Хайлу и других за поддержку больницы по профилактике и контролю профессиональных заболеваний Синьхуа.**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction. Chronic obstructive pulmonary disease, or COPD, refers to a group of diseases that cause airflow blockage and breathing-related problems. It includes emphysema and chronic bronchitis. Because of high rate of death and heavy burden on society and economy, it has gained global attention [1]. COPD is prevent and cured completely. Therefore, it is very important to make early screening and early intervention treatment on high risk group. Occupational dust (Silica, coal dust, cotton dust and cane dust, etc) is one of the environmental factors leading to COPD [2]. However, the study on this is far more less [3]. And the population of dust-exposed migrant workers is small. The two reasons mentioned lead to the lack of early diagnosis. According to the survey result on the medical outreach and questionnaire and free pulmonary function test, the details are allowed on high risk group suffering COPD.

Objects and Methods.

Object of study the dust-exposed migrant farmers from 4 villages in the medical outreach by Hunan Prevention and Treatment Center for Occupational Diseases in April, 2019.

1.1. Inclusion criteria (1) >18 years old (2) one more year contacting with dust.

1.2. Exclusion criteria: (1) uncompleted questionnaire due to hard communication (2) the one who has contraindication for pulmonary function test (3) the one who is incoordinate with diagnosis (4) the quality of research is not reach the standards (5) no ID card.

2. Method

2.1. Questionnaire: by using the questionnaire in Guideline for Primary Diagnosis and Treatment Of COPD [4], two local medical workers with Center for Disease Control and Prevention diagnosed the migrant farmers one by one after checking their identities. The one who get the scores equal to or higher than 5 (≥ 5) is the high risk group suffering COPD. The result is positive.

2.2 Pulmonary function test: by using portable lung function detector, the technician check the identity of migrant worker, who was diagnosed with $FEV_1/FVC < 70\%$, was the high group suffering COPD. Therefore, the pulmonary function was positive. The classification of lung functional impairment is evaluated by identification of occupational injury and disability levels [5].

2.3. The diagnosis of pneumoconiosis: The chest X-ray examination was carried out by the on-board medical DR imaging system for physical examination, and the same professional technician checked the ID card for operation. The experts of pneumoconiosis diagnosis group read the tablets collectively, and performed the clinical diagnosis stages of pneumoconiosis according to GBZ70–2015 “diagnosis of occupational pneumoconiosis” standard [6].

2.4. Data statistics: all datas were statistically analyzed by SPSS18.0 statistical software, and the significance level was set

as $\alpha=0.05$. Qualitative materials were described by composition ratio. Quantitative datas were evaluated by $\bar{X} \pm S$. χ^2 test was used in each group. The analysis of influencing factors was performed by Logistic regression analysis.

Results.

1. In general, 149 migrant workers who were eligible for dust-posed operations, were all exposed to coal dust, aged 42–80 (57.6 ± 9.0) years with working age from 1 to 50 (26.8 ± 11.8) years. There were 107 (71.8%) patients with positive results of questionnaire screening and 73 (49.0%) patients with positive results of lung function examination. Twenty-three patients were diagnosed with pneumoconiosis in the first stage, 26 in the second stage, 26 in the third stage, and 74 without pneumoconiosis.

2. Screening questionnaire results

2.1. General results among the 149 dust-exposed migrant workers, 125 had symptoms of shortness of breath (83.89%), 79 had symptoms of cough and sputum (53.02%), 123 had decreased activity tolerance (82.56%), 117 smoked (78.52%), and 128 were ≥ 50 years old (85.91%).

2.2. The evaluation index when the evaluation index is divided into cut-off points by the total score of 5, the sensitivity of the questionnaire is 91.78%, the specificity is 47.37%, the positive prediction rate is 62.62%, the negative prediction rate is 85.71%, the false positive rate is 52.63%, the false negative rate is 8.22%, the coincidence rate is 69.13%, the Youden index is 0.39, the positive likelihood ratio is 1.74, and the negative likelihood ratio is 0.17.

2.3. ROC analysis (1) ROC AUG was 0.771 ($p=0.000$) and 95% confidence interval was (0.696, 0.846). (2) the optimal cut-off point was 6.5 points, and the sensitivity and specificity were 63.0% and 78.9% respectively.

2.4. Correlative analysis of lung function among 107 (71.8%) patients with positive lung function test results, there are 67 (62.6%) patients with positive lung function test results; Among the 42 patients (28.2%) with negative results of the screening questionnaire, there are 6 patients (14.3%) with positive results of the lung function test. The statistical differences between the two groups indicates that patients with lung function $FEV_1 / FVC < 70\%$ could be better screened by screening questionnaire (≥ 5 points) (table 1).

3. Lung function test results.

3.1. General results show that a total of 101 (67.79%) in 149 dust-exposed migrant workers had impaired lung function, among which 53 (52.48%) had mild lung function impairment, 32 (31.68%) had moderate lung function impairment, and 16 (15.84%) had severe lung function impairment.

3.2. Lung function conformity with questionnaire screening a total of 73 patients (49.0%) with $FEV_1 / FVC < 70\%$ were detected, among which 67 patients (91.8%) had positive questionnaire screening results, showing good compliance.

Table 1 / Таблица 1

Screening Questionnaire and Pulmonary Function Examination

Скрининговый опросник и исследование легочной функции

Scores of screening questionnaires	Pulmonary function examination		
	$FEV_1/FVC < 70\%$	$FEV_1/FVC \geq 70\%$	Total
≥ 5 points	67	40	107*
< 5 points	6	36	42
Total	73	76	149

Note: * — $\chi^2=28.19$, $p<0.000$

Примечание: * — $\chi^2=28.19$, $p<0.000$

Table 2 / Таблица 2

Positive Possible Risk Factors of Pulmonary Function Examination**Положительные возможные факторы риска исследования функции легких**

Relevant factors	Grouping	Pulmonary function test results		X ²	p
		FEV1/FVC<70%	FEV1/FVC≥70%		
Age (year)	40–49	4	21	26.15	0.00
	50–59	25	38	–	–
	60–69	34	13	–	–
	70–80	10	4	–	–
Working years	≤10	7	10	32.16	0.00
	11–20	4	33	–	–
	21–30	26	15	–	–
	>30	36	18	–	–
Pneumoconiosis stage	No	26	48	19.15	0.00
	I	11	12	–	–
	II	14	12	–	–
	III	22	4	–	–
Smoking	No	10	30	12.59	0.00
	Yes	63	46	–	–
Smoking index (Bag/day)	≤10	14	29	18.83	0.00
	10–20	19	8	–	–
	>20	30	9	–	–

Table 3 / Таблица 3

Unconditional Logistic Regression Analysis of Influencing Factors of Positive Pulmonary Function Examination Results (Multivariate)**Безусловный логистический регрессионный анализ влияющих факторов положительных результатов исследования функции легких (многофакторный)**

Relevant factors	B	S.E	Wals	df	Sig.	Exp (B)	EXP(B) 95% C.I.	
							min.	max.
Age	0.764	0.272	7.890	1	0.005	2.147	1.260	3.659
Working years	0.406	0.211	3.694	1	0.055	1.501	0.992	2.272
Pneumoconiosis stage	0.639	0.182	12.331	1	0.000	1.894	1.326	2.705
Smoking	1.537	0.499	9.474	1	0.002	4.649	1.747	12.366

3.3. *Influential factors.* By single factor chi-square analysis, there were statistical significance on differences occurring on positive lung function test results, varying with age, working years, pneumoconiosis stage, smoking or not, and smoking index ($p<0.05$) (table 2).

3.4. *Multiple factors regression analysis.* The possible risk factors leading to positive result in pulmonary function test, which are age, working years, pneumoconiosis period, smoking, are introduced to the unconditioned LogisticL multi-factor regression analysis. It indicates that those factors lead to positive pulmonary function test results. Especially, pneumoconiosis is the biggest one (table 3).

Discussion. The global high incidence and mortality of COPD is rising [1], the epidemiological studies have shown that people aged 40 or more suffering COPD rate from 8.2% in 2002–2004 [7], rose to 13.7% from 2012 to 2015 [8]. According to the calculation, the crowd of nearly 100 million suffering COPD have become a major slow disease, posing a great burden of disease on country [9]. The number of deaths reached 0.9 million in 2013 [10], which had become the major cause of death second only to ischemic heart disease and stroke. Al-

though the prevalence rate and mortality rate of COPD are both high, there is generally insufficient understanding and diagnosis on COPD in the world [1]. Epidemiological studies show that more than 75% of patients with COPD are missed [11], and less than 25% of patients have taken the initiative medical treatment [12]. The situation is far more serious in countryside. The lack of understanding of COPD, being reluctant to seek medical care and a serious shortage of grassroots medical institutions, lung function often has declined obviously, thus lost the optimal timing of diagnosis and treatment. COPD has been seen as the top disease consisting of chronic respiratory diseases resulting in death in rural country [13]. In this thesis, only 13 of the 149 residents in 4 villages received free diagnosis, and only 3 had been hospitalized in provincial hospitals for pulmonary function examination, one was diagnosed with COPD. The other 146 had no pulmonary function examination, and no one was informed of COPD. The active consultation rate of this population is only 8.7%, and the pulmonary function examination rate is only 2.0%. The first reason is self-related: they did not know and paid little attention to the disease, and seldom took the initiative to seek medical

treatment; the second is the condition reason: rural countryside is remote, and hard to go out to see a doctor; the third is short of basic consciousness: the cognition of COPD is not enough, the related knowledge cannot be popularized in time and the patient screening is not equipped with the relevant equipment to check the lung function.

Lung function is the most accurate and authorized standard in the diagnosis of COPD [2]. Currently, grassroots doctors should be asked to measure lung function like blood pressure. Our country basic guidelines of the chronic obstructive pulmonary diseases (2018) [4] point out that when the basic-level hospitals lack of lung function testing equipment can screen the high-risk groups by questionnaire screening. Questionnaire based on 5 questions recommended by the basic guidelines for COPD, 0–2 points for each question with a total score of 10 points. If the total score is greater than or equal to 5 points, it indicates that the patient has got chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and need further diagnosis. In this thesis, according to the screening questionnaire recommended by the basic guidelines, patients who get score of ≥ 5 are with high risk of COPD. A total of 107 patients with high risk of COPD were screened, and 67 patients with abnormal pulmonary function ($FEV_1 / FVC < 70\%$). And in 42 migrant workers getting score of < 5 points, only 6 were the lung function abnormal. The anomaly detection rate (62.6%) of the crowd (≥ 5 points) was significantly higher than that (14.3%) with the score (< 5). It is of statistical significance. Screening questionnaire can improve the detection rate of patients with abnormal lung function, so as to improving the detection rate of COPD, which is consistent with other studies [14–16]. To be sure, although the results of comparing the portable instrument with general international jaeger lung function instrument have good consistency, and also can meet the demand of clinical diagnosis of COPD [17], but because of the limit of free clinic condition, people with abnormal lung function ($FEV_1 / FVC < 70\%$) who had no inhale of bronchodilator before test could not be diagnosed with COPD, but had the possibility of COPD. This population screening questionnaire results ROC curve analysis shows that the optimum truncation points are 6.5 points, the score moves up. The analysis indicates pneumoconiosis disease itself can cause symptoms such as cough, sputum, shortness of breath. Those symptoms can also cause higher false positive rate in questionnaire, which results in a decline in the specific degree of the diagnosis. However, cut-off point 5 is appropriate on the perspective of reducing of rate of missed diagnosis.

Occupational exposure is a commonly underestimated risk factor for COPD [1]. It is rarely studied in China. Zhou Yumin has reported that occupational dust smoke exposure is a risk factor for COPD and is related to respiratory symptoms [18]. In this study, 137 (91.95%) migrant workers with any respiratory symptoms of cough, sputum or shortness of breath were studied, and 101 (67.79%) patients with lung function impairment. Among them, 73 (49%) patients with lung function examination $FEV_1 / FVC < 70\%$ were diagnosed with COPD. The rate of COPD is higher than ordinary people by predicating after inhale of bronchodilators. Through analysis, age, working age, pneumoconiosis stage and smoking index are all influencing factors of COPD positive results, among which pneumoconiosis stage is the biggest influencing factor. The result is consistent with Li Xin [19]. According to the study, there were statistically significant differences in the positive rate of COPD in the dust exposed group in different age groups, smoking and

non-smoking groups, and different smoking index groups, which was consistent with the study on other general population [20,21]. As the growth of the length of working, COPD positive rate increases, due to contacting with coal mine dust concentration is similar for this group of people in the villages and towns and more quantity of induct breathed with the increase of length of working. The result is consistent with the DIJKSTRA [22] reports about exposure on the dust can increase the risk of COPD, and the results of the study on relation between dose-reaction are consistent. By Logistic multi-factor regression analysis, smoking is not the biggest influential factor leading to COPD but the pneumoconiosis stage. With pneumoconiosis stage increasing, pulmonary fibrosis increasing, areas of small airway twisted block being aggravating, at the same time a large release of inflammatory factor, airway damage is so aggravating that irreversible obstructive ventilation dysfunction is caused.

Conclusion. In conclusion, dust-exposed migrant workers have higher risk of COPD, the low rate of diagnosis will lead to delayed diagnosis and treatment of COPD, and even worse disease. The COPD screening questionnaire is simple, economical, convenient to operate, and has a high positive rate of screening high-risk groups of COPD, which is conducive to promotion in primary hospitals. Smoking is recognized as a high risk factor for COPD, and can also accelerate the progress of pulmonary fibrosis in pneumoconiosis [23]. Dust exposed workers are more encouraged to quit smoking to slow down the progression of the disease, and strengthen personal protection and reduce dust inhalation, all of which can reduce the risk of COPD. In addition, the popularization of COPD knowledge should be strengthened and the ability of diagnosis and treatment of COPD at the basic level should be promoted to realize the strategy of early detection, early diagnosis and early prevention of COPD.

REFERENCES

1. Gold Executive Committee. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (Revised 2019) [EB/OL]. [2018–11–4]. <http://WWW.goldcopd.com>.
2. Chronic obstructive pulmonary disease group, Society of Respiratory Diseases, Chinese Medical Association. Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic obstructive pulmonary disease (revised version in 2013). *Chinese Journal of Tuberculosis and Respiration*. 2013; 36 (4): 255–64.
3. Zhou Yumin, Wang Chen, Yao Wanzhen, et al. Effects of occupational exposure to dust and smoke on chronic obstructive pulmonary disease and respiratory symptoms. *Chinese Journal of Respiratory and Critical Care*. 2009; 8 (1): 6–11.
4. Chinese Medical Association, Journal of Chinese Medical Association, General Medicine Association of Chinese Medical Association, et al. Guidelines for Basic-level Diagnosis and Treatment of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Practical Version 2018). *Chinese Journal of General Practitioners*. 2018; 17 (11): 871–7.
5. General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine, National Standardization Management Committee. *Labor Capacity Assessment of Workers' Industrial Injury and Occupational Disability Grades: GB/T 16180–2014* [S]. Beijing: People's Publishing House; 2014.
6. National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. *Diagnosis of occupational pneumoconiosis: GBZ 70–2015* [S]. Beijing: China Standards Press; 2015.
7. Zhong N, Wang C, Yao W. et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in China: a large, population-based survey. *Am J Respir Crit Care*. 2007; 176: 753–60.

8. Wang C., Xu J., Yang L., et al. Prevalence and risk factors of chronic obstructive pulmonary disease in China (the China Pulmonary Health [CPH] study): a national cross-sectional study. *Lancet*. 2018; 391: 1706–17.
9. Liu Tao, Yang Ting, Wang Chen. Attention to the prevention and early diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease. *Union Medical Journal*. 2019; 10 (1): 19–22.
10. Zhou M., Wang H., Zhu J. et al. Cause — specific mortality for 240 causes in China during 1990–2013: a systematic subnational analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2016; 387: 251–72.
11. Lamprecht B, Soriano JB, Studnicka M, et al. Determinants of underdiagnosis of COPD in national and international surveys. *Chest*. 2015; 148(4): 971–85. DOI: 101378/chest. 14–2535.
12. Chen Yahong. Screening and tools for primary chronic obstructive pulmonary disease. *Chinese Journal of General Practitioners*. 2019; 18 (2): 200–3.
13. National Health and Family Planning Commission. *China Health and Family Planning Statistics Yearbook 2014 [M]*. Beijing: Publishing House of Peking Union Medical University; 2014.
14. Chen Lin, Gao Yanchao, Wang Bing. Significance of COPD Screening Questionnaire and Pulmonary Function Examination in Early Diagnosis of COPD. *Chinese Medical Science*. 2017; 7 (23): 204–7.
15. Li Li, Wang Zhen. Evaluation of the role of questionnaire survey combined with pulmonary function test in the early diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease. *Prevention and control of chronic diseases in China*. 2016; 24(5): 362–4.
16. Wang Weigang, Ma Xuedong, Wei Xinping et al. Screening process and technical means for chronic obstructive pulmonary disease in community. *Chinese Journal of Gerontology*. 2017; 37: 138–40.
17. Zhou Lei, Jiang Yan, Du Chunling, et al. Development and clinical application of portable lung function detector based on Internet of Things. *International Journal of Respiration*. 2019; 39(2): 113–8.
18. Zhou Yumin, Wang Chen, Yao Wanzhen et al. Effects of occupational exposure to dust and smoke on chronic obstructive pulmonary disease and respiratory symptoms. *Chinese Journal of Respiratory and Critical Care*. 2009; 8(1): 6–11.
19. Li Xin, Chen Ping, Chen Yan et al. Study on pneumoconiosis complicated with chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Respiration*. 2013; 33 (19): 1455–9.
20. Zhang Ji, Li Dongsheng, Xu Yingying. Chronic obstructive pulmonary disease among residents over 18 years old in Changsha City, Hunan Province Epidemic status and influencing factors. *Occupation and health*. 2019; 35 (6): 806–9.
21. Hong Xiuqin, Dai Aiguo, Kong Chunchu et al. Survey of the prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in some areas of Hunan. *Chinese Journal of Gerontology*. 2012, 32 (4): 795–7.
22. Dijkstra A.E., de Jong K., Boezen H.M. et al. Risk factors for chronic mucus hypersecretion in individuals with and without COPD: influence of smoking and job exposure on CMH. *Occup Environ Med*. 2014; 71(5): 346–52.
23. Group of Occupational Pulmonary Diseases, Labor Health and Occupational Diseases Branch, Chinese Preventive Medical Association. Chinese Expert Consensus on the Treatment of Pneumoconiosis (2018 Edition). *Environmental and Occupational Medicine*. 2018; 35 (8): 677–89.

Received / Дата поступления: 23.10.2019

Accepted / Дата принятия к печати: 02.12.2019

Published / Дата публикации: 16.12.2019

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1000-1008>

УДК 331.47+355.511.512 + 616-072.7+627.02

© Семенцов В.Н., Иванов И.В., 2019

Семенцов В.Н.^{1,2}, Иванов И.В.^{1,2,3}**Использование нагрузочных тестов при экспертной оценке состояния здоровья и надежности труда водолазов**¹ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991;²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;³ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» Минобороны России, ул. Лесопарковая, 4, Санкт-Петербург, Россия, 195043

Представлены результаты проведенного анализа методической литературы и рекомендованы для практического применения наиболее информативные методы и оптимальный порядок их выполнения для оценки специальных профессионально-важных физиологических функций лиц, связанных с водолазными погружениями.

Изложен порядок проведения и критерии оценки рекомендуемых тестов: проверки барофункции; оценки устойчивости к декомпрессионному внутрисосудистому газообразованию; токсическому действию кислорода, наркотическому действию азота, функционального состояния водолазов при проведении гипоксической пробы. Рекомендована перспективная методика оценки устойчивости к гиперкапнии.

Предлагаемая унификация экспертных тестовых воздействий позволит повысить безопасность и эффективность проведения водолазных и кессонных работ, будет способствовать профилактике профессионально обусловленных заболеваний.

Ключевые слова: водолаз; водолазная медицина; экспертные тестовые исследования; барофункция; декомпрессионное газообразование; токсическое действие кислорода; наркотическое действие азота; гипоксическая проба; устойчивость к гиперкапнии

Для цитирования: Семенцов В.Н., Иванов И.В. Использование нагрузочных тестов при экспертной оценке состояния здоровья и надежности труда водолазов. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1000-1008>

Для корреспонденции: Семенцов Вадим Николаевич, доц. каф. медицины труда, авиационной, космической и водолазной медицины Института общественного здоровья ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России, ст. науч. сотр. ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед. наук. E-mail: vadis4@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Vadim N. Sementsov^{1,2}, Ivan V. Ivanov.^{1,2,3}**The use of stress tests in the expert assessment of the health and safety of divers**¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, 8/2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991;²Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave, Moscow, Russia, 105275;³State Scientific Research Institute of the Military Medicine, 4, Lesoparkovaya str., St. Petersburg, Russia, 195043

The results of the analysis of methodical literature are presented and the most informative methods and the optimal order of their implementation for the assessment of special professionally important physiological functions of persons associated with diving are recommended for practical application.

The procedure of carrying out and criteria of an estimation of recommended tests is stated: checks of barofunction; estimations of stability to decompression intravascular gas formation; toxic action of oxygen, narcotic action of nitrogen, a functional condition of divers at carrying out hypoxic test. A promising technique for assessing resistance to hypercapnia is recommended.

This is undoubtedly important for medical personnel providing medical care to persons working in conditions of high pressure. The proposed unification of expert test effects will improve the safety and efficiency of diving and caisson operations, will contribute to the prevention of professionally caused diseases.

Keywords: diver; diving medicine; expert test studies; barofunction; decompression gas formation; toxic effect of oxygen; narcotic effect of nitrogen; hypoxic test; resistance to hypercapnia

For citation: Sementsov V.N., Ivanov I.V. The use of stress tests in the expert assessment of the health and safety. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1000-1008>

For correspondence: Vadim N. Sementsov, Associate Professor of occupational health medicine department, aviation, space and diving medicine of Public Health Institute of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of Ministry of Health of the Russian Federation, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: vadis4@yandex.ru

Funding. The study had no funding.

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

Введение. Специфические особенности водолазного труда, связанные с воздействием на организм человека ряда экстремальных факторов внешней среды, обуславливают необходимость тщательного отбора лиц с хорошим состоянием здоровья, хорошо физически развитых, выносливых, устойчивых к воздействию факторов водолазного труда. Устойчивость организма обусловлена индивидуальной ответной реакцией организма на действие какого-либо фактора внешней среды; это защитная способность организма максимально длительно и эффективно поддерживать гомеостаз без выраженной декомпенсации.

Одним из основных компонентов медицинского освидетельствования водолазов, дайверов или кессонных рабочих для допуска их к работам, а также во время периодических освидетельствований, являются функциональные тесты, позволяющие оценить состояние здоровья и индивидуальную переносимость факторов, с которыми сталкивается человек при погружении в воду или при пребывании в гипербарических условиях [1,2]. В настоящее время рекомендации по тестированию водолазов и лиц со смежными специальностями для допуска к работам разрозненны [3,4], кроме того, появляются новые знания, методы объективизации контроля в процессе тестирования испытуемых.

Цель исследования — обоснование и систематизация вопросов организации и проведения мероприятий по оценке у кандидатов в водолазы, водолазов, кессонщиков и других лиц, работающих в условиях повышенного давления газовой и водной среды, специальных профессионально важных физиологических функций.

Состояние и особенности устойчивости организма могут быть в известной степени определены методом функциональных проб и нагрузок, используемых, в частности, при профессиональном отборе и в медицинской практике. Для обоснования современных методов тестирования была проанализирована учебно-методическая и научная литература, регламентирующие документы для водолазных врачей (фельдшеров), осуществляющих медицинское обеспечение водолазных и кессонных работ и систематизирована информация по их использованию при обследованиях водолазов [5,6].

Нормативные документы по организации и проведению мероприятий медицинского обследования водолазов систематизированы в табл. 1.

Деятельность водолазов связана с повышенным и пониженным давлением окружающей газовой, водной среды и, согласно требованиям приказа Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 №302н, водолазам проводятся обязательные предварительные и 1 раз в год периодические МО (обследования) согласно п. 3.11 Приложения №1 к этому Приказу (табл. 2).

Как видно из табл. 2, в разделе «Лабораторные и функциональные исследования» специальных нагрузочных проб не обозначено. В то же время, рядом исследований установлено, что профессионально важными для лиц, работающих под водой, являются состояние барофункции, устойчивости к декомпрессионному газообразованию, токсическому действию кислорода, наркотическому действию азота, гипоксии и гиперкапнии, которые оцениваются с применением нагрузочных проб [7].

Оценка барофункции. Важным условием для выполнения водолазных и других работ, выполняемых в условиях с перепадом барометрического давления, является проходимость евстахиевых труб, а также состояние полости носа, придаточных пазух носа и носоглотки. В связи с этим, при отборе кандидатов к некоторым специальностям или после повторных нарушениях барофункции в ходе спусков или подъемов необходимо проводить оценку барофункции и лор-осмотр (отоскопия при проведении маневра Вальсальвы и ушная манометрия) до и после испытания в барокамере [8].

Для работы необходимы барокамера и лор-укладка. Методика тестирования предполагает осмотр водолаза (дайвера) оториноларингологом до и после тестирования, ознакомление с последовательностью проверки барофункции уха, обучения способам продувания, проведение теста в барокамере.

Лица, проходящие тестирование, проходят инструктаж о способах выравнивания давления в полостях среднего уха и придаточных пазухах носа. Давление в барокамере повышается до 10 м вод. ст. в течение 1–2 мин. Врач (фельдшер) по водолазной медицине постоянно визуально наблюдает за состоянием и поведением освидетельствуемых. При появлении признаков «надавливания» на уши или боли в придаточных пазухах носа, не устраняемых маневром Вальсальвы, компрессия немедленно прекращается и при необходимости давление снижается на 1–2 м вод. ст. В случае полной нормализации состояния данного лица проводится вторая попытка повышения давления. При повторном появлении боли, не устраняемых продуванием, проводится декомпрессия до 0 м. Остальные лица повторно подвергаются компрессии до 10 м вод. ст., после чего давление безостановочно снижается до 0 м.

По данным проверки барофункции, одним из вышеупомянутых способов проводится оценка барофункции, а после выхода из барокамеры — контролируется степень гиперемии барабанных перепонок.

Барофункция оценивается по 1-ой из 4-х степеней: I степень — выравнивание давления глотательными, зевательными движениями, движениями нижней челюсти при закрытом рте и не зажатом носе; II степень — выравнивание давления глотательными, зевательными движениями, движениями нижней челюсти при закрытом рте и зажатом носе (маневр Тойнби); III степень — выравнивание давления осторожным выдохом при закрытом рте и зажатом носе (маневр Вальсальвы); IV степень — отсутствие возможности выравнивания давления маневром Вальсальвы.

Выраженность гиперемии барабанных перепонок по данным отоскопии после выхода из барокамеры также имеет 4 степени оценок: I степень — отсутствие объективных данных (изменений); II степень — слабо выраженная гиперемия сосудов верхних отделов барабанной перепонки или инъекция сосудов по ходу рукоятки молоточка; III степень — частичная краснота барабанной перепонки без геморрагических очагов; IV степень — разлитая и интенсивная гиперемия вплоть до пурпурной окраски с множественными кровоизлияниями на барабанной перепонке, ее заметная втянутость и резко контурированные слуховые

Основные нормативные документы по организации и проведению мероприятий медицинского обследования водолазов
The main normative documents on the organization and conduct of medical examination of divers

Документ	Категория работающих	Регламентируемые мероприятия
Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ, «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» ст. 46 «Медицинские осмотры, диспансеризация»	Население, пациенты, работники	Определение и виды «Медицинского осмотра» представляет собой комплекс медицинских вмешательств, направленных на выявление патологических состояний, заболеваний и факторов риска их развития. Определение терминов «Диспансеризация», «Диспансерное наблюдение»
Трудовой кодекс РФ, ст. 213 «Медицинские осмотры некоторых категорий работников»	Работники, занятые на работах с вредными и (или) опасными условиями труда	Работники, занятые на тяжелых работах и работах с вредными или опасными условиями труда проходят обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний
Федеральный Закон от 30.03.1999 г. №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», ст. 34 «Обязательные медицинские осмотры»	Работники отдельных профессий, производств и организаций при выполнении своих трудовых обязанностей	В целях предупреждения возникновения и распространения инфекционных заболеваний, массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) и профессиональных заболеваний работников отдельных профессий, производств и организаций при выполнении своих трудовых обязанностей обязаны проходить предварительные при поступлении на работу и периодические профилактические медицинские осмотры (МО).
Приказ Минздравсоцразвития России от 12 апреля 2011 г. N 302н	Работники различных профессий, в том числе и водолазы	Общий порядок проведения обязательных предварительных и периодических МО работников различных профессий, в том числе водолазов
Межотраслевые правила по охране труда при проведении водолазных работ (утверждены приказом Минздравсоцразвития России от 13.04.2007 г. № 269).	Водолазы	Отдельные требования к МО водолазов, порядок вынесения заключения водолазно-медицинской комиссии о пригодности к подводным работам
Методические рекомендации по проведению предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) водолазов и других работников, работающих в условиях повышенного давления (утв. зам. руководителя ФМБА России, председателем Центральной водолазно-медицинской комиссии 14.03.2011 г.)	Водолазы и другие работники, работающие в условиях повышенного давления	Дифференцированные требования к здоровью и функциональному состоянию организма водолазов и других работников, работающих в условиях повышенного давления, а также к определению их годности к работам в этих условиях, программы проведения предварительных и периодических МО, методики проведения специальных исследований, рекомендации по содержанию экспертных заключений, а также ориентировочные сроки освобождения работников от выполнения работ в условиях повышенного давления после перенесенных заболеваний и травм, связанных с профессиональной деятельностью.
Постановление Правительства Российской Федерации от 4 июля 2013 года №565 «Об утверждении Положения о военно-врачебной экспертизе»; Приказ Министра обороны Российской Федерации от 20 октября 2014 г. №770	Граждане, поступающие на военную службу по контракту, отбираемые для обучения (военной службы) по отдельным военно-учетным специальностям, и граждане, проходящие военную службу по контракту, отбираемые для обучения (военной службы) по отдельным военно-учетным специальностям, и граждане, проходящие военную службу по контракту, отбираемые для обучения (военной службы) по отдельным военно-учетным специальностям	Состав военно-врачебных комиссий, осуществляющих освидетельствование военнослужащих ВС РФ, граждан, проходящих военные сборы по линии ВС РФ; требования к состоянию здоровья граждан, поступающих на военную службу по контракту, отбираемых для обучения (военной службы) по отдельным военно-учетным специальностям, и граждан, проходящих военную службу по контракту, отбираемых для обучения (военной службы) по отдельным военно-учетным специальностям; водолаз-глубоководник, акванавт; водолаз, врач-специалист, привлекаемый к выполнению работ в условиях повышенного давления газовой среды, нештатный водолаз; объемы обязательных диагностических исследований

Таблица 2 / Table 2
Организация медицинского обследования водолазов и другим работникам, работающим в условиях измененного давления газовой и водной среды
Organization of medical examination of divers and other workers working in conditions of changed pressure of gas and water environments

Участие врачей-специалистов	Лабораторные и функциональные исследования*	Дополнительные медицинские противопоказания
Оториноларинголог	Ретикулоциты	Гипертоническая болезнь II стадии, 2 степени, риск III.
Невролог	Базофильная зернистость эритроцитов	Хронические болезни сердца и перикарда с недостаточностью кровообращения любой степени.
Офтальмолог	Биомикроскопия среза глаза	Ишемическая болезнь сердца: стенокардия ФК II, риск средний.
Хирург	Рентгенографическое исследование околоносовых пазух	Хронические рецидивирующие заболевания кожи с частотой обострения 4 раза и более за календарный год.
Дерматовенеролог	Офтальмоскопия глазного дна	Выраженные расстройства вегетативной (автономной) нервной системы.
Стоматолог	(по показаниям — офтальмотонометрия)	Хронические заболевания периферической нервной системы с частотой обострения 3 раза и более за календарный год.
Врач по водоласной медицине		Облитерирующие заболевания сосудов вне зависимости от степени компенсации. Болезнь и синдром Рейно. Варикозная и тромбфлебическая болезни нижних конечностей, лимфоангиит. Заболевания скелетно-мышечной системы с частотой обострения 3 раза и более за календарный год. Хронические болезни почек и мочевыводящих путей любой степени выраженности. Болезни зубов, полости рта; отсутствие зубов, мешающее захватыванию загубника; наличие съемных протезов, анкилозы и контрактура нижней челюсти, челюстной артрит. Хронические воспалительные заболевания околоносовых пазух и среднего уха.

Примечания: Периодичность осмотров — 1 раз в год; * — при проведении предварительных и периодических осмотров всем обследуемым в обязательном порядке проводятся: клинический анализ крови (гемоглобин, цветной показатель, эритроциты, тромбоциты, лейкоциты, лейкоцитарная формула, СОЭ); клинический анализ мочи (удельный вес, белок, сахар, микроскопия осадка); электрокардиография; цифровая флюорография или рентгенография органов грудной клетки в 2 проекциях (прямая и правая боковая), в условиях центра профилактики или медицинского учреждения, имеющего права на проведение экспертизы профпригодности и связи заболевания с профессией в соответствии с действующим законодательством, проводится рентгенография органов грудной клетки в 2 проекциях (прямая и правая боковая); биохимический скрининг: содержание в сыворотке крови глюкозы, холестерина. Все женщины осматриваются акушером-гинекологом с проведением бактериологического (на флору) и цитологического (на атипичные клетки) исследований не реже 1 раза в год; женщины в возрасте старше 40 лет проходят 1 раз в 2 года маммографию или УЗИ молочных желез.

Notes: Frequency of checkups — once a year * — during preliminary and periodic examinations, all subjects are required to conduct: clinical blood analysis (hemoglobin, color index, erythrocytes, platelets, leukocytes, leukocyte formula, ESR); clinical urine analysis (specific gravity, protein, sugar, sediment microscopy); electrocardiography; digital fluorography or radiography of the chest in 2 projections (straight and right side), in the conditions of the center of occupational pathology or a medical institution that has the right to conduct an examination of the suitability and connection of the disease with the profession in accordance with the current legislation, radiography of the chest in 2 projections (straight and right side); biochemical screening: serum glucose, cholesterol. All women are examined by an obstetrician-gynecologist with bacteriological (flora) and cytological (atypical cells) studies at least 1 time a year; women over the age of 40 years are 1 every 2 years mammography or ultrasound of the mammary glands.

косточки, возможен выпот в полость среднего уха и/или разрыв барабанной перепонки.

При оценке состояния барофункции уха имеет также большое значение установление форм или видов ее нарушения. Эти расстройства могут быть следствием нарушения проходимости евстахиевой трубы либо результатом недостаточности бароаккомодационных механизмов уха к действию перепада давления воздуха.

Экспертный подход при нарушении барофункции придаточных пазух носа такой же, как и при нарушении барофункции уха. При этом учитываются жалобы обследуемых, объективное состояние носовой полости и носоглотки, переносимость тестирования в барокамере и результаты диафаноскопии или рентгенографии придаточной пазухи носа.

При проведении водолазных спусков или других работ в условиях с изменяющимся окружающим давлением основным профилактическим мероприятием, направленным на исключение баротравмы уха и придаточных пазух носа, является тщательный лор-осмотр лиц, допускаемых на спуск или подъем. Имеющие насморк, ангину, а также признаки воспаления слизистой носоглотки к работам под водой не допускаются.

Перед каждым спуском под воду или в барокамере водолазы, дайверы или кессонные рабочие могут проводить самоконтроль барофункции ушей, используя маневры Тойнби, Френзеля или Вальсальвы. Появление щелчков свидетельствует об отсутствии выраженных нарушений барофункции, отсутствие — о плохой проходимости, препятствующей спуску или пребыванию в условиях с измененным давлением.

Во время спуска под воду или в барокамере необходимо постоянно выравнивать давление в полости среднего уха с окружающим. При нормальной проходимости евстахиевых труб болевые ощущения отсутствуют, а в случае их появления водолаз или дайвер должны быть инструктированы о мероприятиях по выравниванию давления.

Оценка устойчивости к декомпрессионному внутрисосудистому газообразованию. Декомпрессионное внутрисосудистое газообразование — сложный комплексный процесс, основанный на морфологических и функциональных особенностях организма, которые определяют способность растворять то или иное количество индифферентного газа во время пребывания под повышенным давлением газовой и водной сред, скорость насыщения и насыщения тканей организма индифферентным газом, условия перехода избыточно растворенного индифферентного газа в свободное состояние, объем и локализацию образующихся газовых пузырьков, характер реакции организма на образующиеся газовые пузырьки и способность противостоять декомпрессионной внутрисосудистой (венозной) газовой эмболии [9].

Устойчивость организма к декомпрессионному внутрисосудистому газообразованию оценивается по выраженности декомпрессионного внутрисосудистого газообразования при дозированном пересыщении организма индифферентным газом (азотом), достигаемым в результате стандартизируемой фиксированной экспозиции в условиях повышенного давления и последующей декомпрессии [10].

Методика тестирования начинается с ознакомления обследуемого с последовательностью определения устойчивости организма к декомпрессионному внутрисосудистому газообразованию. Для проведения тестирования необходимы барокамера, декомпрессионные таблицы, ультразвуковой доплеровский прибор для локализации пузырьков в крови («Минидоп-2») и гель для УЗИ исследований. Для определения устойчивости к декомпрессионному вну-

трисосудистому газообразованию оценивается исходный (фоновый) сигнал кровотока над сердцем и легочной артерией, а затем он сравнивается с сигналом, полученным после «погружения» в барокамере.

Локация венозного кровотока над сердцем производится в положении обследуемого лежа на спине в III-IV межреберье слева от грудины с помощью ультразвукового доплеровского датчика с рабочей частотой 5–6 МГц. Для улучшения УЗИ сигнала от кровотока датчик смазывается гелем и прикладывается к коже в зоне локации. Оптимальный фоновый звуковой сигнал над легочной артерией содержит продолжительные периоды звучания кровотока (шипящий звук) и минимально выраженные звуковые компоненты отраженного сигнала от сердечной мышцы. При локации осевого кровотока в легочной артерии вблизи клапана может быть слышен высокий отрывистый звук, связанный с закрытием клапана и напоминающий сигнал газового пузырька, но возникающий регулярно в каждом цикле и в одно и то же время.

После определения места и качества оптимального фонового звукового сигнала над легочной артерией испытуемые помещаются в барокамеру по одному из 2 вариантов.

Вариант №1. Давление в барокамере с испытуемыми повышается воздухом в течение 3 мин. до 10 м вод. ст. и затем за 2–3 мин. — до 30 м. вод. ст., после чего поддерживается на этом уровне 60 мин., начиная от момента создания давления 10 м вод. ст. Декомпрессия продолжается 63 мин. и проводится по следующему режиму: переход до первой остановки на 22 м в течение 2 мин., выдержки на остановках — 22 м (3 мин.), 20 м (3 мин.), 18 м (3 мин.), 16 м (4 мин.), 14 м (4 мин.), 12 м (4 мин.), 10 м (5 мин.), 8 м (6 мин.), 6 м (7 мин.), 4 м (9 мин.) и 2 м (13 мин.) [5].

Вариант №2. Давление в барокамере с испытуемыми повышается воздухом со скоростью 10–20 м/мин до 24 м. вод. ст. После выдержки под этим давлением в течение 30 мин (с учетом времени компрессии) проводится безостановочная декомпрессия с максимально возможной скоростью (обычно в диапазоне 10–20 мин.) [3].

По окончании декомпрессии проводятся МО и наблюдение за обследуемыми, включающее ультразвуковую локацию внутрисосудистого газообразования.

Единая оценка уровня внутрисосудистого (венозного) газообразования (УВГ) в баллах определяется по ф-ле:

$$\text{УВГ} = \text{Лп} + 0,33 \times (\text{Лд} - \text{Лп}), \quad (1)$$

где: Лп — УВГ в состоянии покоя, Лд — УВГ после физической нагрузки. В качестве стандартной нагрузки обследуемый совершает в течение 10 секунд движения ногами, имитирующих движения велосипедиста.

Уровень декомпрессионного внутрисосудистого (венозного) газообразования измеряется в баллах каждые 15–20 минут в течение 2–2,5 часов после окончания декомпрессии следующим образом: 0 баллов — сигналы от газовых пузырьков отсутствуют, слышен нормальный неискаженный фоновый сигнал кровотока; 1 балл — имеются отдельные редкие сигналы от газовых пузырьков или слабо выраженные изменения сигнала кровотока (более звучный и грубый, чем в норме); 2 балла — отчетливые сигналы от газовых пузырьков слышны менее чем в половине сердечных циклов, звуковой сигнал кровотока шумный и грубый; 3 балла — частые сигналы от газовых пузырьков слышны более чем в половине сердечных циклов, звуковой сигнал кровотока шумный и грубый; 4 балла — множественные очень частые сигналы от газовых пузырьков слышны в

большинстве сердечных циклах и резко искажают сигнал кровотока.

Испытуемых с уровнем декомпрессионного внутрисосудистого газообразования 0 баллов относят к группе устойчивых, с уровнем до 1 балла (включительно) — к группе среднеустойчивых, а испытуемых с уровнем внутрисосудистого газообразования более 1 балла — к группе неустойчивых к декомпрессионному газообразованию [11].

Часто после физической нагрузки количество газовых пузырьков в кровотоке на некоторое время увеличивается. Если при определении УВГ показатели в покое составили 1,33 балла или при физической нагрузке составляют 2 балла и выше, испытуемые для профилактики декомпрессионной болезни помещаются в барокамеру для проведения кислородного режима лечебной рекомпрессии с обязательной локацией кровотока после ее окончания.

Оценка устойчивости к наркотическому действию азота. Азот при нормальном атмосферном давлении является нейтральным газом для организма, а при повышенном парциальном давлении вызывает ряд физиологических изменений, которые могут быть компенсаторными или патологическими. По субъективным ощущениям они сходны с действием на организм алкоголя. Симптоматика наркотического действия азота характеризуется изменениями состояния ЦНС (повышение настроения, эйфория, нарушение ориентировки во времени и пространстве, галлюцинации), умственной (ухудшение качеств внимания, мышления, памяти) и физической работоспособности (нарушение координации движений и уменьшение скорости двигательных реакций, снижение силы мышц), а также вегетативными сдвигами. Оценка устойчивости обследуемого к наркотическому действию азота определяется по особенностям его поведения во время компрессии и изопрессии, а также по степени ухудшения выполнения стандартных психофизиологических тестов [12].

Оценка устойчивости к наркотическому действию азота начинается с ознакомления с методикой погружения в барокамеру и тестированием по методикам психофизиологических исследований — корректурной пробе с кольцами Ландольта и методики «сложение в уме» [13], либо с исследованием утомляемости и работоспособности с помощью таблицы Крепелина.

Затем давление в барокамере повышается воздухом до 10 м вод. ст. со скоростью 10 м/мин и далее до 80 м вод. ст. со скоростью до 20 м/мин. Время пребывания под этим давлением с учетом времени компрессии составляет не более 15 мин., после чего производится декомпрессия по режиму №2 таблицы П5–6 режимов декомпрессии водолазного состава и медицинского персонала при тренировках в барокамере с применением для дыхания воздуха и кислорода (приложение № 1 ПОТ Р М–030–2007). В период компрессии и пребывания под максимальным давлением врач наблюдает за адекватностью поведения обследуемых, а при достижении 80 м вод. ст. обследуемые вновь проходят психофизиологическое тестирование.

После завершения декомпрессии режим труда и отдыха обследуемых организуется в соответствии с требованиями главы «Режим труда и отдыха водолазов» информационного-справочного материалов Межотраслевых правил по охране труда при проведении водолазных работ (ПОТ Р М–030–2007). При возникновении симптомов декомпрессионной болезни назначается лечение в соответствии с требованиями приложения №1 ПОТ Р М–030–2007.

Корректурная проба с кольцами Ландольта предназначена для исследования интенсивности и устойчивости внимания, а также определения скорости переработки информации в зрительном анализаторе, исследование утомляемости и психической работоспособности осуществляется с помощью таблицы Крепелина [14].

Результаты корректурной пробы оцениваются по ф-ле 2:

$$DA = [(A_1 - A_2) / A_1] \times 100 \quad (2)$$

где ΔA — изменение скорости переработки информации в зрительном анализаторе, %; A_1 — скорость переработки информации при выполнении корректурной пробы в условиях нормального давления, бит/с; A_2 — скорость переработки информации при выполнении корректурной пробы в гипербарических условиях ($P=0,8$ МПа), бит / с.

При проведении методики «Сложение в уме» испытуемому предлагаются числа — однозначные и двузначные (например, 3, 5, 7, 9, 18, 2, 4, 6, 8 и 17 и т. д.), которые он должен сложить и записать сумму, а затем к сумме прибавить заданное двузначное число и опять записать сумму, к ней опять прибавить двузначное и т. д. Требуется записать как можно больше сумм за одну минуту работы. Результаты исследования оцениваются по количеству записанных и правильных сумм, и относительной величине ошибочных действий в %. Изменение скорости мышления рассчитывается по ф-ле 3:

$$DC_{\text{СМ}} = [(N_1 - N_2) / N_1] \times 100, \quad (3)$$

где $\Delta \text{СМ}$ — изменение скорости мышления, %; N_1 — количество правильно записанных сумм при выполнении теста в условиях нормального давления; N_2 — количество правильно записанных сумм при выполнении теста в гипербарических условиях.

Степень устойчивости обследуемого к наркотическому действию азота оценивается по табл. 3 с использованием результатов, рассчитанных по ф-лам 2 и 3.

Таблица 3 / Table 3

Оценка результатов пробы на устойчивость к наркотическому действию азота

Evaluation of the results of the test for resistance to the narcotic effect of nitrogen

Степень устойчивости к наркотическому действию азота	ΔA , %	$\Delta \text{СМ}$, %
Высокая	Менее 5	Менее –15
Средняя	От 5 до 35	От –15 до 30
Низкая	Более 35	Более 30

О низкой устойчивости обследуемого к наркотическому действию азота также свидетельствует изменение его поведения во время компрессии и изопрессии, которые могут проявляться выраженной эйфорией, повышенным настроением, повышенной нервозностью, чувством страха, немотивированными поступками, агрессивностью.

Оценка устойчивости к токсическому действию кислорода. Устойчивость к токсическому действию кислорода — это способность организма поддерживать гомеостазис без развития декомпенсации в условиях гипероксии. Она обусловлена внешними причинами (парциальным давлением кислорода во вдыхаемой газовой смеси и экспозицией), а также генетическими и фенотипическими особенностями организма. Последние базируются на физиологических и биохимических механизмах, позволяющих противостоять перекисидации путем включения физиологи-

ческих резервов и реализации системы антиоксидантной защиты [15,16].

Методика тестирования начинается с ознакомления пациента с последовательностью определения устойчивости к токсическому действию кислорода. Тестирование проводится в барокамере, снаряженной аппаратурой, обеспечивающей дыхание медицинским кислородом, и комплексом физиологической аппаратуры. Дыхание медицинским кислородом продолжается 45 минут под повышенным до 0,25 МПа (15 м вод. ст.), а устойчивость организма к токсическому действию кислорода оценивается по изменению минутного объема кровообращения (МОК) в процессе проведения функциональной пробы.

Перед началом исследования проводится контрольный опрос самочувствия, измерение пульса и артериального давления (АД). Повышение давления в барокамере осуществляется воздухом со средней скоростью 3–5 м/мин. При достижении «глубины» обследуемый (обследуемые) переводится на дыхание медицинским кислородом из аппаратов ИДА-72-Д2 (или других устройств, обеспечивающих дыхание медицинским кислородом) с пятикратной промывкой системы «аппарат — легкие» (время дыхания кислородом исчисляется после окончания промывки). Дополнительная однократная промывка системы «аппарат — легкие» проводится через 5 мин дыхания в аппарате, последующие промывки проводятся через каждые 20 мин.

Для контроля функционального состояния обследуемого через каждые 15 минут измеряется частота сердечных сокращений (ЧСС) с помощью пульсоксиметра и АД. Используя полученные данные, по формуле Старра рассчитывается ударный объем сердца (УОС) и МОК:

$$\text{УОС} = 100 + 0,5 \times \text{ПА} - 0,6 \times \text{ДА} - 0,6 \times \text{В}, \quad (4)$$

где ПА — пульсовое (максимальное артериальное) давление, мм рт. ст.; ДА — диастолическое (минимальное артериальное) давление, мм рт. ст.; В — возраст, лет.

$$\text{МОК} = \text{УОС} \times \text{ЧСС} \quad (5)$$

По мере пребывания в барокамере МОК у обследуемого снижается, а с какого-то момента начинает возрастать. Это увеличение соответствует первым симптомам кислородной интоксикации и служит сигналом для прекращения проведения функциональной пробы, обследуемых следует отключить от дыхания чистым кислородом и приступить к проведению плановой декомпрессии.

Появление у обследуемых клинических признаков кислородной интоксикации, таких как побледнение кожного покрова, металлический привкус во рту, подергивание мимической мускулатуры, онемение губ и кончиков пальцев, а также изменение вектора величины МОК (увеличение МОК) в течение 30–45 мин. от начала дыхания кислородом под давлением свидетельствует о низкой устойчивости организма обследуемых к токсическому действию кислорода.

Степень устойчивости обследуемого к токсическому действию кислорода оценивается по таблице 4.

Таблица 4 / Table 4

Оценка результатов гипероксической пробы Evaluation of hypoxic test results

Степень устойчивости к токсическому действию кислорода	Изменение вектора МОК на противоположный, экспозиция от начала сеанса, мин
Высокая	Больше 75
Средняя	45–75
Низкая	Меньше 45

Вариант №1: проба Генчи (переносимость гипоксии с задержкой дыхания на вдохе). Обследуемый укладывается на кушетку. В покое регистрируются ЧСС и содержание оксигемоглобина (HbO_2) в крови. Затем регистрируются показатели пробы с задержкой дыхания на выдохе (проба Генчи): время задержки дыхания (с), максимальная степень падения содержания оксигемоглобина, время восстановления содержания HbO_2 до исходной величины, степени максимального учащения ЧСС и дальнейшего падения содержания HbO_2 . По окончании пробы Генчи испытуемый переводится на обычное дыхание атмосферным воздухом. Регистрируется время восстановления ЧСС и содержания оксигемоглобина до исходных значений.

Проба Генчи заключается в задержке дыхания на выдохе после спокойного дыхания, при этом чем больше время задержки, тем выше устойчивость к гипоксии и гиперкапнии, чем короче — тем ниже устойчивость. Степень устойчивости обследуемого к гипоксии отражены в таблице 5. Однако не все критерии оценки могут построчно совпадать с представленными в табл. 5 из-за высокой индивидуальной вариативности реакций организма, его тренированности и волевых усилий у конкретного обследуемого.

Вариант №2: проба с дыханием 12% КАС, которая имеет определенные преимущества, но требует и дополнительного оборудования. Для тестирования применяется 12% кислородно-азотная смесь (КАС), подаваемая через редуктор из транспортного баллона в дыхательный мешок через гофрированную трубку к клапанной коробке с полумаской.

Перед началом данного варианта пробы испытуемому объясняют, что в маску подается 12% КГС, соответствующая по составу горному воздуху, что эта процедура безопасна, но возможно появление одышки, сердцебиения и тошноты. При появлении неприятных ощущений испытуемый может самостоятельно снять маску или загубник. Проба проводится лежа на спине в течение 10 мин. Контроль динамики тканевой гипоксии может осуществляться с помощью пульсоксиметра, с подсчетом ЧСС, через каждые 2 мин. измеряется АД, желательно мониторирование ЭКГ.

Показателями повышенной чувствительности к гипоксии являются: бледность кожных покровов, усиленное потоотделение; ухудшение самочувствия, затруднение дыхания, ощущение нехватки воздуха или удушья, резкая одышка, чувство жара, потемнение в глазах, шум в голове, похолодание конечностей, онемение пальцев кистей и стоп;

Таблица 5 / Table 5

Критерии оценки пробы Генчи (переносимости гипоксии с задержкой дыхания на вдохе) Criteria for assessing the Genchi sample (tolerance of hypoxia with breath-holding on inspiration)

Степень устойчивости к гипоксии	Учащение ЧСС, уд/мин	Степень падения HbO_2 , %	Проба Генчи		Время восстановления	
			время, с	степень падения HbO_2 , %	пульса	HbO_2
Высокая	10	4	более 40	4	3 мин. 20 с	3 мин.
Средняя	30	8	34–40	3	4 мин. 50 с	4 мин.
Низкая	40	13	менее 34	2	6 мин. 20 с	5 мин. 50 с

значительное учащение ЧСС (на 30–40 уд/мин), однако появление брадикардии также следует считать признаком повышенной чувствительности к гипоксии; расширение зрачков, дрожь вытянутых рук; появление изменений на ЭКГ (появление экстрасистол или других признаков недостаточности кровоснабжения миокарда).

При выраженной реакции обследуемого на гипоксию он немедленно отключается от дыхания гипоксической смесью и переходит на дыхание кислородом, которое должно продолжаться не менее 10 мин.

Оценка устойчивости к действию углекислоты. Низкая чувствительность к углекислоте у водолазов и дайверов может являться причиной несчастных случаев, поскольку при погружениях на глубину наркотическое действие азота усиливается углекислотой [1,6]. Снижение чувствительности к углекислоте, вероятно, является следствием профессиональной деятельности. Вместе с тем подобное тестирование до настоящего времени не получило надлежащего распространения из-за отсутствия специальной аппаратуры и стандартизированной методики, поскольку она находится на этапе экспериментальной апробации. Одним из таких устройств, которое, возможно, будет внедрено в практику, является аппаратно-программный комплекс, разработанный в ГНЦ РФ-ИМБП РАН (патент РФ №2550127), удостоенный в 2018 г. золотой медали Международного салона изобретений и инноваций «Гран-при Эйфель» [18].

В основе этого и аналогичных приборов лежит оценка прироста легочной вентиляции в ответ на нарастающий гиперкапнический стимул. Чем выше чувствительность дыхательного центра к углекислоте, тем выше вентиляция и наоборот: чем ниже чувствительность к гиперкапнии, тем ниже вентиляция легких. Например, у лиц с высокой устойчивостью при повышенном содержании CO_2 во вдыхаемой газовой смеси не происходит должного прироста вентиляции, возникает задержка углекислоты в организме, развивается респираторный ацидоз, нарушается работа ферментативных систем и, следовательно, страдают обменные процессы, обеспечивающие трофику тканей.

Таким образом, рассмотренные методы оценки устойчивости организма водолазов и дайверов к профессионально важным факторам влияния окружающей их водной среды, наряду с методиками, разработанными ранее [7–10,12,15,19–23], крайне актуальны и направлены на повышение безопасности погружений водолазов и дайверов, эффективности проведения водолазных и кессонных работ.

Выводы:

1. Внедрение и совершенствования методик выполнения нагрузочных тестов у водолазов и лиц со смежными специальностями важно проводить в интересах экспертизы профессиональной пригодности и профессионального отбора водолазов, что способствует развитию водолазного дела и водолазной медицины.

2. Предлагаемый набор нагрузочных тестов (оценка барофункции, устойчивости к декомпрессионному внутрисосудистому газообразованию, наркотическому действию азота, токсическому действию кислорода, гипоксии, действию углекислоты) будет способствовать профилактике производственно обусловленных и профессиональных заболеваний, позволит повысить безопасность и эффективность проведения водолажных и кессонных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитрук А.И. Медицина глубоководных погружений. СПб; 2004.

2. Межотраслевые правила по охране труда при проведении водолажных работ. ПОТ Р М–030–2007. Информационно-справочный материал. Под общей редакцией д.м.н. проф. В.А. Рогожникова. М.: фирма «Слово»; 2007.

3. Методические рекомендации по проведению предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) водолазов и других работников, работающих в условиях повышенного давления. Под общ. ред. В.А. Рогожникова, ФМБА России. Москва; 2011.

4. Методическое пособие по организации медицинского обеспечения внутренних войск МВД России. Под общ. ред. Ю.В. Сабанина. Москва; 2007.

5. Правила водолазной службы ВМФ; 2002.

6. Павлов Б.Н. Физиология индифферентных газов, гипербарическая физиология: современное состояние и перспективы развития. Индифферентные газы в водолазной практике, биологии и медицине: материалы Всеросс. конф. 15–16 нояб. 1999. М.: Слово; 2000: 116–21.

7. Радзевич А.Э., Мазель Я.И., Ручинский М.А. и др. Опыт работы водолазно-медицинского кабинета Московского водного бассейна. Вопросы здравоохранения на водном транспорте. 1974; 7: 9–14.

8. Нейман И.А., Устюгов В.Н. Причины отстранения от спусков водолазов-глубоководников. Воен.- мед. журн. 1975; 1: 60–1.

9. Мясников А.А. Неспецифические методы повышения устойчивости водолазов к декомпрессионной болезни. Учебное пособие для слушателей VI факультета. СПб: ВМА; 2001.

10. Смолин В.В. Характеристика экстремальных воздействий на организм водолазов-глубоководников при спусках методом длительного пребывания и основная задача медицинского обеспечения этих спусков. Авиакосмич. и экол. медицина. 1992; 26(1): 11–3.

11. Волков А.К. Физиологическое обоснование профилактики декомпрессионных расстройств Дисс. докт. мед. наук. СПб; 1994.

12. Садков А.Ю., Довгуша В.В. Особенности функционирования организма человека в гипербарической среде. СПб; 2003.

13. Пухов В.А., Иванов И.В., Чепур С.В. Оценка функционального состояния организма военных специалистов: научно-практическое руководство. Под ред. акад. И.Б. Ушакова. Санкт-Петербург СпецЛит; 2016.

14. Елисеев О.П. Оценка умственной работоспособности по Э. Крепелину. Практикум по психологии личности. 2-е изд. СПб: Питер; 2003: 199–200.

15. Кулешов В.И., Синьков А.П. Медицинское и техническое обеспечение водолажных работ и спасения подводников. Научно-технический сборник 40 ГосНИИ. 1996; 14: 29–35.

16. Кулешов В.И. Экстремальные условия и работоспособность плавсостава. Военно-профессиональная работоспособность специалистов флота в экстремальных условиях: Тез. докл. науч.-практ. конф. 11–12 октября 1995. СПб: ВМедА; 1995: 3–5.

17. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. Москва: Наука; 1991.

18. Ермолаев Е.С., Суворов А.В., Шулагин Ю.А., Гончаров А.О., Дьяченко А.И. Аппаратно-программный комплекс для оценки состояния системы регуляции дыхания и способ его использования. Патент РФ №2550127. <http://www.findpatent.ru/patent/255/2550127.html>

19. Мызников И.А. Методика контроля за функциональным состоянием моряков. Диагностические индексы и физиологические нагрузочные тесты. Пособие для врачей. Мурманск: Изд-во «Север»; 2008.

20. Соколов Г.М., Смолин В.В., Дудков М.Д., Мотасов Г.П. Медицинское обеспечение водолазов при спусках на малые и средние глубины. М.: «Рестарт»; 2011.

Обзорные статьи

21. Бухтияров И.В., Жбанкова О.В., Юшкова О.И., Гусев В.Б. Новые психофизиологические подходы, применяемые при профотборе кандидатов в опасные профессии. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 3: 132–41.

22. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Лагутина Г.Н., Пфаф В.Ф., Чесалин П.В., Степанян И.В. Критерии и алгоритмы установления связи нарушений здоровья с работой. *Мед. труда и пром. экол.* 2018; 8: 4–12.

23. Бухтияров И.В., Иванов И.В., Семенцов В.Н. Образовательные интернет-ресурсы при подготовке врачей по водолазной медицине. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 3: 6–14.

REFERENCES

1. Dmitruk A. I. *Medicine of deep-sea dives*. SPb.; 2004 (in Russian).

2. *Interbranch rules on labor protection at carrying out of diving. POT R M-030-2007. Information and reference material*. M., "Slovo"; 2007 (in Russian).

3. *Methodical recommendations on carrying out preliminary and periodic medical examinations of divers and others working in hyperbaric conditions*. Moscow; 2011 (in Russian).

4. *Manual on the organization of medical support of internal troops of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. Moscow; 2007 (in Russian).

5. *Rules of Navy diving*; 2002 (in Russian).

6. Pavlov B.N. Physiology of indifferent gases, hyperbaric physiology: current state and prospects of development. *Indifferent gases in diving practice, biology and medicine: materials vseros. Conf.*, Moscow, 15–16 Nov. 1999. M.: Slovo: 2000: 116–21 (in Russian).

7. Radzevich A. E. et all. *Experience diving-medical office of the Moscow water basin*. Moscow, 1974. Issue 7: 9–14 (in Russian).

8. Neumann, I.L., Ustyugov V.N. Causes the removal of diving for deep divers. *Voyenno-meditsinskiy zhurnal*. 1975 (1): 60–1 (in Russian).

9. Myasnikov A.A. *Nonspecific methods of increasing divers resistance to decompression sickness*. St. Petersburg; 2001 (in Russian).

10. Smolin V.V. Characteristics of extreme effects of the saturation method and medical support of deep dives. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*. 1992; 26 (1): 11–3. (in Russian).

11. Volkov L. K. *Physiological rationale for the prevention of decompression disorders*. Diss. Doctor of medicine. SPb; 1994 (in Russian).

12. Sledkov A.Yu., Dovgusha V.V. *Features of the functioning of the human body in a hyperbaric environment*. SPb.; 2003 (in Russian).

13. Pukhov V.A., Ivanov I.V., Chepur S.V. *Evaluation of the functional condition of the military specialists: scientific and practical guidance*. St. Petersburg; 2016 (in Russian).

14. Eliseev O. P. Assessment of mental performance by E. Krepelin. *Workshop on personality psychology*. 2nd ed. SPb., 2003: 199–200 (in Russian).

15. Kuleshov V.I., Sinkov A.P. Medical and technical support of diving and rescue of submariners. *Scientific and technical collection 40 GosNII. Issue 14. Lomonosov*; 1996: 29–35 (in Russian).

16. Kuleshov V.I. Extreme conditions and working capacity of seafarers. *Military-professional working capacity of fleet specialists in extreme conditions: MES. Doc. science.- prakt. Conf.* 11–12 October 1995. St. Petersburg.: VmedA; 1995: 3–5 (in Russian).

17. Meyerson F. Z. *Adaptation, stress and prophylactic*. Moscow; 1991 (in Russian).

18. Ermolaev E.S., Suvorov A.V., Shulgin Y.A., Goncharov A.A., Dyachenko A.I. Hardware-software complex for assessment of the system of regulation of breathing and the manner of its use. Patent RF No. 25501127. <http://www.findpatent.ru/patent/255/2550127.html> (in Russian).

19. Myznikov I.L. *Method of control over the functional state of seafarers. Diagnostic and physiological stress tests. Manual for medical doctors*. Murmansk: «North»; 2008. (in Russian).

20. Sokolov G.M., Smolin V.V., Dudkov M.D., Motasov G.P. *Medical support of divers*. M.: «Restart»; 2011 (in Russian).

21. Bukhtiyarov I.V., Zhibankova O.V., Yushkova O.I., Gusev V.B. New psychophysiological approaches applied in occupational selection of candidates for dangerous professions. *Мед. труда i пром. экол.* 2019; 3: 132–41 (in Russian).

22. Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I., Lagutina G.N., Pfaf V.F., Chesalin P.V., Stepanyan I.V. Criteria and algorithms of workrelatedness assessment of workers health disorders. *Мед. труда i пром. экол.* 2018; 8: 4–12 (in Russian).

23. Bukhtiyarov I.V., Ivanov I.V., Sementsov V.N. Educational internet resources for doctors' training in diving medicine. *Мед. труда i пром. экол.* 2017; 3: 6–14 (in Russian).

Дата поступления / Received: 01.11.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.12.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019

ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

DOI: <http://dx.doi.org/1031089/1026-9428-2019-59-12-1009-1012>

УДК 613.62

© Коллектив авторов, 2019

Дружинин В.Н.¹, Суворов В.Г.¹, Черний А.Н.², Тройняков С.Н.³, Тухтаев У.Т.³**Оценка минеральной насыщенности костной ткани в лечении профессионально обусловленных остеопатий плечевого сустава**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;²ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991;³ГБУ Инфекционная клиническая больница №2 департамента здравоохранения, 8-я ул. Соколиной горы, 15, Москва, Россия, 105275

Актуальность исследования обусловлена высокой распространенностью дегенеративно-дистрофических изменений костно-суставного аппарата и периартикулярных тканей в структуре заболеваний в популяции и у лиц, работающих в контакте с вредными производственными факторами. К наиболее часто встречающимся в клинической практике заболеваниям плечевого пояса с поражением костно-хрящевых и сухожильно-мышечных структур относятся артрозы и изменения в периартикулярных тканях, включающие: периартриты, тендиниты, теносиновиты (тендовагиниты, энтезиты), энтезопатии, бурситы, разрывы манжеты ротаторов плечевой кости, симптом «столкновения» — *impingement shoulder syndrome*, поражения акромиально-ключичного и клювовидно-ключичного сочленений. Лечение указанных состояний представляет собой нерешенную медицинскую и социальную проблему, поэтому ранняя диагностика является по-прежнему актуальной в первичной профилактике инвалидизации населения, в том числе работающей его части — улучшение качества диагностики патологии плечевого сустава может быть достигнуто благодаря использованию новых методических приемов, объективизирующих степень выраженности рентгеноморфологических изменений на основе соответствующих количественных характеристик.

Цель исследования — оптимизация диагностики остеопении (остеопороза) с использованием цифровой эталонной остеоденситометрии для объективной оценки эффективности лечения остеартроза и периартроза плечевого сустава. Выполнен сравнительный анализ результатов клинко-рентгенологического исследования состояния плечевых суставов рабочих машиностроительных заводов с наличием клиники остеартроза и периартроза плечевого сустава с оценкой минерального статуса плечевых костей на этапе первичной диагностики и в динамике наблюдений на основе использования возможностей новой технологии цифровой остеоденситометрии.

Применение эталонной цифровой остеоденситометрии позволило объективно оценить уровни и топографию распределения минералов в проксимальных отделах плечевых костей у лиц контрольной группы и у пациентов с наличием остеопатии на различных этапах клинического наблюдения.

Минеральная плотность проксимального отдела плечевых костей имеет различия в зависимости от сектора и зоны исследования, являясь объективным критерием направленности перестройки их структуры и, следовательно, эффективности лечебных мероприятий. Цифровая эталонная остеоденситометрия, как наиболее доступный метод раннего выявления остеопороза или остеопении, может быть использован при комплексном клинко-рентгенологическом обследовании пациентов с подозрением или с наличием профессионально обусловленной остеопатии плечевого сустава.

Ключевые слова: периартроз; остеартроз; минеральная плотность костной ткани; цифровая эталонная остеоденситометрия

Для цитирования: Дружинин В.Н., Суворов В.Г., Черний А.Н., Тройняков С.Н., Тухтаев У.Т. Оценка минеральной насыщенности костной ткани в лечении профессионально обусловленных остеопатий плечевого сустава. *Мед труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1009-1012>

Для корреспонденции: Дружинин Валентин Николаевич, вед. науч. сотр. отделения рентгенологических исследований и томографии ФГБНУ «НИИ МТ», д-р мед. наук. E-mail: druzhinin@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Valentin N. Druzhinin¹, Vadim G. Suvorov², Aleksandr N. Cherny², Sergey N. Troynakov³, Ulugbek T. Tukhtaev³**Study of bone mineral saturation in the dynamics of therapy of professionally caused osteopathies of the shoulder joint**¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275;²I.M. Sechenova First Moscow State Medical University, 8/2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991;³Infectious diseases clinical hospital №2 of the Department of Health, 15, 8th str. Sokolinoy Gory, Moscow, Russia, 105275

The relevance of the study is due to the high prevalence of degenerative-dystrophic changes in the bone-articular apparatus and periarticular tissues in the structure of diseases in General in the population and in persons working in contact with harmful production factors. The most common in clinical practice diseases of the shoulder girdle with lesions of bone-cartilage and tendon-muscle structures include arthrosis and changes in periarticular tissues, including: periarthritis, tendinitis, tenosynovitis (tendovagines, entezity), enthesopathy, bursitis, ruptures of the rotator cuff of the humerus, the symptom of "collision" — impingement sholder syndrome, lesions of the acromioclavicular and clavicular joints. Treatment of these conditions is not a solved medical and social problem, so perhaps their early diagnosis today is still relevant in the sense of primary prevention of disability of the population, including the working part of it-improving the quality of diagnosis of shoulder joint pathology today can be achieved through the use of new methodological techniques, objectifying the degree of severity of x-ray morphological changes on the basis of appropriate quantitative characteristics.

The aim of the study was to optimize the diagnosis of osteopenia (osteoporosis) using digital reference osteodensitometry to objectively assess the effectiveness of therapy for ostarthritis and periarthritis of the shoulder joint.

A comparative analysis of the results of clinical and radiological examination of the condition of the shoulder joint engineering plants workers with the presence of the clinic ostarthritis and periarthritis shoulder joint and assessment of mineral status of humerus at primary diagnosis and in the dynamics of observations on the basis of use of new technologies for digital osteodensitometry.

The use of reference digital osteodensitometry made it possible to objectively assess the levels and topography of mineral distribution in the proximal humerus in the control group and in patients with osteopathy at various stages of clinical observation.

The mineral density of the proximal humerus has differences depending on the sector and zone of study, being an objective criterion for the orientation of the restructuring of their structure and, consequently, the effectiveness of therapeutic measures. Digital reference osteodensitometry, as the most affordable method of early detection of osteoporosis or osteopenia, can be used in complex clinical and radiological examination of patients with suspected or already professionally caused osteopathy of the shoulder joint.

Keywords: *periarthritis; ostarthritis; bone mineral density; digital reference osteodensitometry*

For citation: Druzhinin V.N., Suvorov V.G., Cherniy A.N., Troynyakov S.N., Tukhtaev U.T. Study of bone mineral saturation in the dynamics of therapy of professionally caused osteopathies of the shoulder joint. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1009-1012>

For correspondence: Valentin N. Druzhinin, leading researcher of Department of radiography and tomography of Izmerov Research Institute of Occupational Health, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: druzhinin@mail.ru

Funding. The study had no funding.

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

Введение. Актуальность исследования обусловлена высокой распространенностью дегенеративно-дистрофических изменений костно-суставного аппарата и периартикулярных тканей в структуре заболеваний в целом в популяции и у лиц, работающих в контакте с вредными производственными факторами [1,2]. Остеоартроз (ОА) и плечелопаточный периаартроз (ПАП) — группа заболеваний суставного и, соответственно, околосуставного аппарата, различных по патогенезу и клинической картине [3,4]. Наиболее часто основной структурой, вовлеченной в синдром ПАП, является ротаторная манжетка (импинджмент-синдром) причиной появления которой могут быть следующие факторы: разрывы, микро- и макротравматизация дистальных отделов ротаторной манжетки (тендиниты), стереотипные и силовые движения у лиц физического труда, спортсменов, лиц офисных профессий (при привычном удержании плеча). Из других возможных причин следует считать такие, как артроз акромиально-ключичного сустава, подакромиальный бурсит, артрозы и артриты плечевого сустава. ПАП может также встречаться у лиц, страдающих сахарным диабетом 2-го типа, а также при онкопатологии [5,6]. Как известно, лечение при второй и третьей стадиях ОА [7] представляет далеко не решенную медицинскую и социальную проблему, поэтому, возможно, ранняя ее диагностика в период первой стадии (когда визуальные рентгеноморфологические признаки могут отсутствовать или незначительно выражены) является по-прежнему актуальной в первичной профилактике инвалидизации населения, в том числе работающей его части. При каждой патологии плечевого сустава в той или иной степени, как на макро-, так и на микроскопическом уровнях, имеет место локаль-

ная перестройка костной и мягкотканых его структур, проявляющаяся дегенеративными изменениями в частности остеопенией или остеопорозом (ОП), остеосклерозом, кальцификацией сухожилий, сухожильных влагалищ, мышц и бурс [8–12]. Перспективными направлениями в современной диагностике остеопатий, в том числе и плечевого сустава, считаются объективные дигитальные (цифровые) методы исследований [13–19]. В связи с этим фактом цифры минеральной плотности костной ткани (МПКТ), например, головки плечевой кости в особенности в начальной фазе ОА, могут быть своеобразным (условным), а иногда и единственным индикатором выраженности изменений, положительной или отрицательной направленности перестроечных процессов не только в костной, но и в периартикулярных тканях.

Цель исследования — оптимизация диагностики остеопении (osteoporosis) с использованием цифровой эталонной остеоденситометрии для объективной оценки эффективности лечения остеартроза и периаартроза плечевого сустава.

Работа выполнена на основе анализа результатов комплексного клинического обследования пациентов — представителей рабочих профессий (слесари-сборщики и подсобные рабочие машиностроительных заводов) трудоспособного возраста в диапазоне от 30 до 50 лет с клинической картиной подострой фазы заболеваний с достоверными диагнозами: 71 человек с ПАП, 78 человек с ОПС, а также 112 лиц контрольной группы (без наличия периартикулярной и остеоартикулярной патологии на момент обследования и в анамнезе), сопоставимых по возрасту и преморбидному фону. Рентгенологическое исследование выполнялась

Минеральная плотность костной ткани проксимального отдела плечевых костей у лиц контрольной группы и в динамике у пациентов с наличием клинко-рентгеноморфологических признаков периаартроза и остеоартроза
Mineral density of bone tissue of the proximal humerus in the control group and in dynamics in patients with clinical and radiomorphological signs of periartthritis and osteoarthritis

Сектор	Зона исследований	Минеральная плотность костной ткани, г/мм ² , в различных секторах и зонах проксимального отдела плечевых костей				
		Контроль	Периаартроз плечевого сустава		Остеоартроз плечевого сустава	
			до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Верхний (1)	Медиальная (А)	1,40±0,13	0,91±0,14*	1,10±0,15	0,73±0,11*	0,82±0,12
	Срединная (В)	1,01±0,11	0,82±0,10*	0,99±0,14	0,72±0,13*	0,84±0,12
	Латеральная (С)	0,99±0,10	0,69±0,09*	0,77±0,10	0,66±0,08*	0,70±0,09
Средний (2)	Медиальная (А)	1,30±0,10	0,89±0,11*	1,10±0,10	0,70±0,08*	0,75±0,09
	Срединная (В)	1,03±0,10	0,81±0,09*	1,00±0,10	0,68±0,07*	0,71±0,08
	Латеральная (С)	0,99±0,07	0,85±0,12	0,98±0,10	0,67±0,07*	0,71±0,09
Нижний (3)	Медиальная (А)	0,98±0,07	0,86±0,10*	0,93±0,11	0,67±0,09*	0,70±0,08
	Срединная (В)	0,96±0,10	0,89±0,11	0,90±0,09	0,69±0,07	0,75±0,08
	Латеральная (С)	0,93±0,10	0,79±0,09	0,86±0,10	0,62±0,14*	0,72±0,07

Примечание: * — разница относительно контроля статистически достоверна ($p < 0,05$)

Note * — the difference with respect to control is statistically significant ($p < 0.05$)

с помощью цифровых малодозовых рентгенодиагностических аппаратов: «DR-F» фирмы GE — на базе отделения рентгенологических исследований и томографии клиники ФГБНУ «НИИ МТ» имени академика Н.Ф. Измерова и «AXIOM Luminis DR-F» фирмы Siemens — на базе рентгенодиагностического отделения ГБУЗ «Инфекционная клиническая больница №2» г. Москвы. Визуализация, обработка, анализ медицинских изображений и сопоставления результатов в динамике исследований осуществлялись с использованием программ «Линс махаон рабочая станция врача». Для измерения минеральной плотности костной ткани (МПКТ) использовался инструмент ROI (зона интереса), позволяющий определить искомую величину на площадях различной размерности. Для верификации и тарирования эталона плотности применялся дихроматический остеоденситометр «PRODIGY» (корпорация «Lunar»). Измерения выполнялись на цифровых рентгенограммах (экранах мониторов компьютеров) верхнего (1), среднего (2) и нижнего (3) секторов в медальных (А), срединных (В) и латеральных (С) зонах головок плечевых костей с апостериорным вычислением средних значений показателя МПКТ.

МПКТ головки плечевой кости в различных секторах и зонах интереса у лиц контрольной группы варьировалась (табл.) от $0,93 \pm 0,10$ мг/мм² (сектор 3, зона С) до $1,40 \pm 0,13$ мг/мм² (сектор 1, зона А). МПКТ головки плечевой кости у пациентов с наличием клинических признаков ПАП до лечения также варьировалась по секторам и зонам сканирования и оказалась в целом ниже, чем у лиц контрольной группы, но и пациентов с ПАП, варьируясь от $0,62 \pm 0,14$ мг/мм² в секторе 3 (зона С) до $0,73 \pm 0,11$ мг/мм² в секторе 1 (зона А). В заключительной фазе исследований после выполнения лечебных мероприятий (медикаментозных и физиотерапевтических) МПКТ головки плечевой кости изменилась в сторону увеличения в обеих группах пациентов с положительной динамикой в группе с наличием ПАП с сохранением закономерности максимума показателя ОП

в секторах 1 и 2 (зоны: А, В, С). Процесс восстановления МПКТ головки плечевой кости в финальной фазе лечения у пациентов с ОПС оказался также благоприятным, однако более торпидным, чем в группе с наличием клиники только ПАП.

Заключение. Анализ результатов оценки минеральной насыщенности костной структуры проксимального отдела плечевых костей пациентов с клинической картиной профессионально обусловленных заболеваний (ПАП и АПС) показал, что изменение МПКТ костной ткани проксимальных отделов головки плечевой кости является объективным критерием оценки выраженности ОП в различных фазах патологии плечевого сустава, в том числе и профессионально обусловленной. Разработанный методический подход получения детальной характеристики состояния плотности костных структур плечевой кости в динамике наблюдений пациентов позволяет прогнозировать течение указанных заболеваний и контролировать эффективность их лечения. Установлено, что указанный показатель может являться критерием выраженности и направленности перестройки костной структуры как на этапе первичной диагностики, так и в динамике наблюдений и позволяет объективно контролировать эффективность лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Лагутина Г.Н., Тарасова Л.А. Современная структура профессиональной нейроортопедической патологии. В кн.: «Материалы 1-го Всероссийского съезда профпатологов», Толянти; 2000.: 208–9.
- Arden N., Nevit M.S. Osteoarthritis: Epidemiology. Best Practice & Research. *Clinical Rheumatology*. 2006; 20(1): 3–25.
- Беленький А.Г. Патология плечевого сустава. Плечелопаточный периаартрит. Прощание с термином: от приблизительности — к конкретным нозологическим формам. *Consilium medicum*. 2004; 6. (2): 15–20.
- Дубиков А.И. Остеоартроз: старая болезнь, новые подходы. *Современная ревматология*. 2013; (2): 82–8.
- Smith D.L., Campbell S.M. Painful shoulder syndromes. Diagnosis and management. *J. Gen. Intern. Med.* 1992; 7: 328–39.

6. Khan Y., Nagy M.T., Malal J., Waseem M. The painful shoulder: shoulder impingement syndrome. *Open Orthop.* 2013; 6(7): 347–51.
7. Косинская Н.С. Дегенеративно-дистрофические поражения костно-суставного аппарата. Л.: Медгиз; 1961.
8. Смирнов А.В. Смирнов А.В. Рентгенологическая диагностика остеоартроза. Возможности и перспективы метода. *Клиническая геронтология.* 2002; 8 (3): 32–40.
9. Смирнов А.В. Рентгенологическая диагностика остеопороза при ревматических заболеваниях. *Consilium medicum.* 2004; 6, (8): 574–7.
10. Хитров Н.А. Периартрит плечевого сустава: клинико-диагностические особенности и терапия. *Врач. Особенности и терапия.* 2004; 9: 39–42.
11. Шостак Н.А., Правдюк Н.Г., Клименко А.А. Патология мягких тканей области плечевого и тазобедренного суставов: диагностика и лечение. *Эффективная фармакотерапия.* 2011; 23:44–8.
12. Arden N., Nevitt M.C. Osteoarthritis: Epidemiology. Best Practice & Research. *Clinical Rheumatology.* 2006; 20 (1): 3–25.
13. Бондаренко Н.Н., Балахонцева Е.В. Измерение оптической плотности костной ткани альвеолярного отростка челюстей при заболеваниях пародонта с помощью трехмерной компьютерной томографии. *Казанский медицинский журнал.* 2012; 93 (4): 660–2.
14. Бейдик О.В., Шевченко К.В., Ромакина Н.А. и др. Исследование оптической плотности костной ткани в лечении больных методом наружного чрескожного остеосинтеза. *Гений ортопедии.* 2004; 3: 16–9.
15. Буковская Ю.В., Исахан К.Г. Роль высокотехнологичных лучевых методов в диагностике болевого синдрома области плеча. *Медицинская визуализация.* 2009; 4: 20–30.
16. Bauer J.S., Virmani S., Mueller D.K. Quantitative CT to assess bone mineral density as a diagnostic tool for osteoporosis and related fractures. *Medicamund.* 2010; 54(2): 31–37.
17. Камалов И.С. Перспективные направления цифровой (цифровой) рентгенографии. *Вестник современной клинической медицины.* 2011; 4(2): 44–6.
18. Bijlsma J.W., Berenbaum F., Lefeber F.P. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. *Lancet.* 2011; 377 (9783): 2115–26.
19. Рустамова У.М., Ахмедова А.Р., Юсупалиева Г.А. Комплексная лучевая диагностика плечелопаточного периартрита. *Молодой ученый.* 2011; 416: 438–41.
- specific nosological forms. *Consilium medicum.* 2004; 6(2): 15–20 (in Russian).
4. Dubikov A.I. Osteoarthritis: an old disease, new approaches. *Sovremennaja revmatologija.* 2013; (2): 82–8 (in Russian).
5. Smith D.L., Campbell S.M. Painful shoulder syndromes. Diagnosis and management. *J. Gen. Intern. Med.* 1992; 7: 328–39.
6. Khan Y., Nagy M.T., Malal J., Waseem M. The painful shoulder: shoulder impingement syndrome. *Open Orthop.* 2013; 6(7): 347–51.
7. Kosinskaya N.S. *Degenerative-dystrophic lesions of the bone and joint apparatus.* L.: Medgiz; 1961 (in Russian).
8. Smirnov A.V. Radiological diagnosis of osteoarthritis. Possibilities and prospects of the method. *Klinicheskaya gerontologiya.* 2002; 8 (3): 32–40 (in Russian).
9. Smirnov A.V. Radiological diagnosis of osteoporosis in rheumatic diseases. *Consilium medicum.* 2004; 6, (8): 574–7 (in Russian).
10. Khitrov N.A. Periarthritis of the shoulder joint: clinical and features and therapy. *Vrach. Ocobennosti i terapiya.* 2004; 9: 39–42 (in Russian).
11. Shostak N.A., Pravdyuk N.G., Clemencia A. Pathology of soft tissues of the shoulder and hip joints: diagnosis and treatment. *Effektivnaya farmakoterapiya.* 2011; 23: 44–8 (in Russian).
12. Arden N., Nevitt M.C. Osteoarthritis: Epidemiology. Best Practice & Research. *Clinical Rheumatology.* 2006; 20(1): 3–25.
13. Bondarenko N.N., Balakhontseva E.V. Measurement of the optical density of the bone tissue of the alveolar process of the jaws in periodontal diseases using three-dimensional computed tomography. *Kazansky meditsinski zhurnal.* 2012; 93 (4): 660–2. (in Russian).
14. Badik O.V., Shevchenko K.V., Romakina N. et al. Study of optical density of bone tissue in the treatment of patients by external percutaneous osteosynthesis. *Genij ortopedii.* 2004; 3: 16–9 (in Russian).
15. Bukowski J.V., Iscan K.G. the Role of high-tech radiological methods in the diagnosis of pain syndrome in the shoulder area. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2009; 4: 20–30 (in Russian).
16. Bauer J.S., Virmani S. and Mueller D.K. Quantitative CT to assess bone mineral density as a diagnostic tool for osteoporosis and related fractures. *Medicamund.* 2010; 54(2): 31–37.
17. Kamalov I.S. Perspective directions of digital x-ray diffraction. *Vestnik sovremennoj klinicheskoy meditsiny.* 2011; 4(2): 44–6 (in Russian).
18. Bijlsma J.W., Berenbaum F., Lefeber F.P. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice. *Lancet.* 2011; 377(9783): 2115–26.
19. Rustamova U.M., Akhmedova A.R., Yusupalieva G.A. Complex radiation diagnosis of shoulder periarthritis. *Molodoj uchenyj.* 2016; 16: 438–41 (in Russian).

REFERENCES

1. Lagutina G.N. Tarasova L.A. Modern structure of professional neuroorthopedical pathology. In the book. *Materials of the 1st all-Russia. Congress of occupational pathologists.* Togliatti; 2000: 208–9 (in Russian).
2. Arden N., Nevitt M.S. Osteoarthritis: Epidemiology. Best Practice & Research. *Clinical Rheumatology.* 2006; 20(1): 3–25.
3. Belenky A.G. Pathology of the shoulder joint. Scapulo-humeral periarthritis. Farewell to the term: from approximation to

Дата поступления / Received: 05.06.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.12.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1013-1019>

УДК 613.646+613.481

© Коллектив авторов, 2019

Бурмистрова О.В., Лосик Т.К., Шупорин Е.С.

Физиолого-гигиеническое обоснование разработки методики оценки спецодежды для защиты работающих в нагревающей среде по показателям теплового состояния

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

Санитарно-гигиеническая оценка спецодежды для работающих в нагревающей среде в настоящее время проводится только по физико-механическим и гигиеническим свойствам материалов, из которых она изготовлена, не учитывая влияния одежды на тепловое состояние организма человека и его теплообмен с окружающей средой. Результаты исследований теплового и функционального состояния человека, выполняющего физическую работу в нагревающей среде, показали различия в формировании термической нагрузки на организм в зависимости от температуры воздуха и вида спецодежды, используемой для защиты от вредных производственных факторов, в также значимость теплофизических параметров материалов (воздухопроницаемость, паропроницаемость, гигроскопичность), из которых она изготовлена. Кроме того, разработка и изготовление новых материалов с особыми защитными свойствами, в т.ч. с помощью нанотехнологий, расширение их ассортимента для изготовления спецодежды, диктуют необходимость испытания их защитных свойств не только на стендах, но и в готовых изделиях в экспериментальных исследованиях с участием человека. Поэтому актуальной является разработка методики оценки спецодежды по показателям теплового состояния человека, позволяющая определить степень влияния всего комплекса факторов среды, трудового процесса и спецодежды на тепловое состояние работающих в нагревающей среде в целях его прогнозирования и установления регламента работ применительно к конкретным условиям. Методика предназначена для организаций, занимающихся проектированием и разработкой спецодежды, используемой в нагревающей среде, а также материалов для ее изготовления; для испытательных лабораторий, выполняющих санитарно-гигиеническую оценку средств индивидуальной защиты.

Ключевые слова: нагревающий микроклимат; спецодежда; методика; показатели теплового состояния; теплофизические свойства материалов

Для цитирования: Бурмистрова О.В., Лосик Т.К., Шупорин Е.С. Физиолого-гигиеническое обоснование разработки методики оценки спецодежды для защиты работающих в нагревающей среде по показателям теплового состояния. *Мед труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1013-1019>

Для корреспонденции: Бурмистрова Ольга Владимировна, вед. науч. сотр. ФГБНУ «НИИ МТ», канд. мед. наук. E-mail: olgaburmist@inbox.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Olga V. Burmistrova, Tatyana K. Losik, Evgeniy S. Shuporin

Physiological and hygienic substantiation of development of a technique of an estimation of overalls for protection working in the heating environment on indicators of a thermal condition

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275

Sanitary and hygienic assessment of overalls for workers in a heating environment is currently carried out only on the physical, mechanical and hygienic properties of the materials from which it is made, not taking into account the effect of clothing on the thermal state of the human body and its heat and moisture exchange with the environment. The results of studies of the thermal and functional state of a person performing physical work in a heating environment showed differences in the formation of the thermal load on the body depending on the air temperature and the type of workwear used to protect against production hazards, as well as the significance of the thermophysical parameters of the materials (air permeability, vapor permeability, hygroscopicity) of which it is made. In addition, the development and manufacture of new materials with special protective properties, including using nanotechnology, expanding their assortment for the manufacture of workwear dictates the need to test their protective properties not only at the stands, but also in finished products in experimental studies involving humans. Therefore, it is urgent to develop a methodology for evaluating workwear according to indicators of a person's thermal state, which allows determining the degree of influence of the whole complex of environmental factors, labor process and workwear on the thermal state of people working in a heating environment in order to predict it and establish the work schedule in relation to specific conditions. The technique is intended for organizations involved in the design and development of workwear used in a heating environment, as well as materials for its manufacture; for testing laboratories performing sanitary-hygienic assessment of personal protective equipment.

Keywords: heating microclimate; overalls; technique; indicators of thermal state; thermophysical properties of materials

For citation: Burmistrova O.V., Losik T.K., Shuporin E.S. Physiological and hygienic substantiation of development of a technique of an estimation of overalls for protection working in the heating environment on indicators of a thermal condition. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1013-1019>

For correspondence: Olga V. Burmistrova, Leading Researcher, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: olgaburmist@inbox.ru

Funding. The study had no funding.

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

Введение. Трудовая деятельность человека в целом ряде отраслей экономики (металлургическая, нефтяная, газовая, химическая, пищевая и др.) протекает в микроклимате, комплекс параметров которого в сочетании с физической работой вызывает перегревание организма, которое является фактором риска как ухудшения функционального состояния организма, так и развития патологии.

Известно, что при работе в нагревающей среде возникает напряжение в деятельности различных функциональных систем организма человека, обеспечивающих температурный гомеостаз. Воздействие высокой температуры приводит к нарушению процессов нейроэндокринной регуляции, водно-электролитного обмена, активации процессов перекисного окисления липидов, дестабилизации клеточной мембраны, развитию гипоксических явлений в тканях и как следствие этого — к изменению метаболизма, угнетению неспецифической резистентности организма. Отмечаются значительные изменения со стороны кардиореспираторной системы, играющей важную роль в процессе теплообмена человека с окружающей средой.

Многообразие факторов, влияющих на тепловое состояние работающих в нагревающей среде, затрудняет ее гигиеническую оценку. Помимо параметров микроклимата (температура, влажность, подвижность воздуха, тепловое излучение), уровня энерготрат и продолжительности пребывания в нагревающей среде, на тепло- и влагообмен человека может оказывать одежда, используемая для защиты от вредных производственных факторов [1–8].

Существующие требования к параметрам производственного микроклимата на рабочих местах в Российской Федерации [9–11] предусматривают использование работником спецодежды с теплоизоляцией 0,8–1,0 кло (1 кло = 0,155 °C·м²/Вт), изготовленной из материалов, не оказывающих существенное влияние на тепломассообмен с окружающей средой, то есть материалов, обладающих достаточной теплопроводностью. В то же время теплофизические параметры материалов, используемых для изготовления защитной одежды, ее конструкция и масса, могут существенно ухудшать тепловое состояние человека вследствие нарушения тепловлагообмена с окружающей средой [12–18]. Изготовленная из этих материалов одежда при эксплуатации в условиях, предусмотренных существующими требованиями, может существенно увеличивать степень перегревания организма за счет снижения потерь тепла испарением влаги.

В настоящее время спецодежда, используемая в нагревающем микроклимате, оценивается только по физико-механическим и гигиеническим свойствам материалов, из которых она изготовлена без учета влияния одежды на тепловое и функциональное состояние человека. Поэтому актуальной является разработка методики оценки спецодежды по показателям теплового состояния человека, позволяющая определить степень влияния всего комплекса факторов среды, трудового процесса и спецодежды, на тепловое состояние работающих в нагревающей среде в целях его прогнозирования и установления регламента работ применительно к конкретным условиям.

Цель исследования — показать вклад использования защитной спецодежды в формировании термической нагрузки среды при выполнении работ в нагревающем микроклимате. Обосновать необходимость разработки методики физиолого-гигиенической оценки защитной спецодежды при ее эксплуатации в нагревающей среде.

Использование защитной спецодежды является одной из наиболее доступных мер профилактики перегревания.

Спецодежда, используемая при работе в нагревающем микроклимате, предназначена не только для защиты от повышенных температур, но и других вредных производственных факторов, например, нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, искр и брызг расплавленного металла.

Назначение спецодежды определяет и требования к материалам для ее изготовления. Многие материалы, используемые, например, для защиты от пыли, инфракрасного излучения, кислот, щелочей, нефтепродуктов и т. п., имеют, как правило, низкую воздухо- и паропроницаемость [19,20], а также низкую гигроскопичность в результате использования гидрофобных химических волокон. Применение материалов с низкой воздухо- и паропроницаемостью (например, тканей с пленочным покрытием) оказывает неблагоприятное воздействие на микроклимат под одеждой, обуславливающий нарушение воздухо- и газообмена. На влагопроводность материала может оказывать влияние большое количество конструктивных параметров, таких как тип волокна (штапельное, филамент и др.), структура нити (диаметр, скручивание), структура ткани (тип связи, плотность, тип переплетения), отделка, аппретирование и т. п. [21].

В настоящее время выпускается много новых материалов отечественного и зарубежного производства, в т.ч. изготовленных с использованием нанотехнологий, обладающих особыми защитными свойствами. Например, ученые из Мэрилендского университета разработали адаптивную ткань, меняющую способность пропускать тепловое излучение и водяной пар, и тем самым помогающую охлаждать тело при интенсивных нагрузках [22]. Каждая нить ткани состоит из множества волокон, каждое из которых состоит из двух сплавленных волокон целлюлозы и триацетата. Особенность такой связки из двух материалов заключается в том, что один из них (триацетат) обладает гидрофобными свойствами, а второй (целлюлоза) проявляет гидрофильные свойства. Благодаря различиям в свойствах, волокна каждой нити сближаются при повышении влажности.

Еще одну особенность ткани дает покрытие волокон слоем углеродных нанотрубок, которые при сближении волокон производят резонансное электромагнитное связывание, излучающая способность волокна увеличивается, а спектр излучения сдвигается в диапазон 5–15 микрон, что совпадает с максимальными длинами волн теплового излучения от человеческого тела. Кроме того, из-за сближения волокон увеличивается и расстояние между нитями, что способствует охлаждению тела через конвекцию.

Таким образом, получена ткань, которая способствует охлаждению при воздействии высокой температуры и отводу влаги от тела, препятствуя, однако, этому при нормальных условиях. Авторы проверили эффективность ткани, поместив ее в камеру с регулируемой влажностью и измерив пропускающую способность в области инфракрасного излучения. Выяснилось, что повышение влажности почти до 90% приводит к увеличению пропускающей способности на 35,4% (около 12% с учетом рассеяния).

С помощью современных технологий стало возможным создание материалов с заданными теплофизическими свойствами, например, когда низкая влагопроницаемость материала сочетается с относительно высокой паропроницаемостью.

Новые материалы могут различаться также по физико-механическим и гигиеническим свойствам, поэтому провести выбор между ними можно путем изготовления спецодежды и проведения исследований с участием человека с целью определения показателей теплового со-

стояния и влагообмена с окружающей средой. Подобные исследования можно провести путем пробной носки или при проведении испытаний в микроклиматической камере. Проведение пробной носки нуждается в изготовлении большой партии изделий, выборе производства, привлечении большого количества работников, и не выгодно по экономическим затратам. Гораздо проще провести испытание образцов одежды. Итак, проблема создания спецодежды, отвечающей гигиеническим требованиям, заключается, как правило, в несовместимости гигиенических и защитных требований к ее материалам.

Решить проблему изучения влияния спецодежды на теплообмен человека с прогностических позиций представляет собой сложную задачу по причине наличия большого количества факторов (параметры микроклимата, энергозатраты, продолжительность воздействия), которые могут влиять на теплообмен и функциональное состояние человека. Поэтому задача оценки и прогнозирования теплового состояния работающего в нагревающей среде решается путем проведения исследований спецодежды конкретного назначения.

На основании результатов исследований [1], проведенных при различной температуре воздуха (25, 30, 35 °С) с участием испытуемых (мужчины), одетых в различную защитную спецодежду, а, именно, для защиты от повышенной температуры воздуха (СЗПТ), от искр и брызг расплавленного металла (СЗПТз), нефти и нефтепродуктов (СЗНП), общих производственных загрязнений (СЗОПЗ), щелочи

(СЗЩ), электромагнитных излучений (СЗЭМП) установлено ее влияние на тепловое состояние и определена температурная поправка с целью его коррекции в зависимости от используемой спецодежды (табл. 1).

Результаты исследования теплового и функционального состояния человека показали различия в формировании термической нагрузки на организм в зависимости от температуры воздуха и вида спецодежды, используемой для защиты от производственных вредностей. Наибольшая степень перегрева человека была зарегистрирована при использовании им одежды для защиты от ЭМП, нефти и нефтепродуктов.

Это подтверждается и уровнем температуры воздуха под одеждой, наибольшая величина которой зарегистрирована под спецодеждой для защиты от ЭМП, а наименьшая — под костюмом для защиты от повышенных температур. Неблагоприятное влияние на теплообмен оказала одежда для защиты от общих производственных загрязнений и щелочей, изготовленная из материалов, содержащих синтетические волокна в количестве $\geq 65\%$ [1].

На основе математико-статистического анализа были выделены три группы спецодежды, отличающиеся друг от друга степенью влияния на функциональное состояние организма, оцениваемое интегральным показателем, выраженным в баллах (ИПФС). Уравнения 1–3 дают возможность прогнозировать ИПФС в зависимости от вида одежды, продолжительности использования (τ , мин.), температуры ($t_{в}$, °С) и влажности воздуха (ϕ , %).

Таблица 1 / Table 1

Показатели теплового состояния человека в нагревающем микроклимате при использовании различной спецодежды для защиты от производственных вредностей ($Q_M=170/m^2$, 40-я минута)

Indicators of the thermal state of the person in the heating microclimate when using various overalls for protection against industrial hazards ($Q_M=170/m^2$, 40th minute)

Показатель	Температура воздуха, °С	Тип спецодежды						
		плавки	СЗПТ	СЗПТз	СЗНП	СЗОПЗ	СЗЩ	СЗЭМП
Средневзвешенная температура кожи, $t_{сж}$, °С	25,5	31,00	33,10	33,40	33,00	33,10	32,90	–
	30,0	33,60	34,86	34,26	34,53	34,70	34,72	35,08
	35,0	34,88	34,28	35,58	35,68	34,69	–	35,06
Температура тела подмышечная, $t_{п/м}$, °С	25,5	37,00	36,80	37,00	36,80	36,90	36,70	–
	30,0	36,80	36,60	37,00	36,90	36,90	36,90	37,00
	35,0	36,97	36,90	37,10	36,70	36,65	–	36,95
Накопление тепла в организме, $\Delta Q_{тсж}$, кДж/кг	25,5	–1,29	1,23	1,51	1,21	0,98	–0,13	–
	30,0	1,48	2,10	3,05	3,06	3,15	3,09	3,78
	35,0	3,34	3,07	4,46	3,42	2,33	–	5,32
ЧСС, уд/мин	25,5	105	99	100	97	104	104	–
	30,0	89	96	96	102	98	97	116
	35,0	102	111	95	106	99	–	112
Влагоощущение, баллы	25,5	1,36	2,53	3,10	2,80	2,30	2,00	–
	30,0	1,94	2,02	3,23	2,62	2,56	3,29	3,41
	35,0	2,40	4,00	3,77	2,66	2,21	–	3,07
Теплоощущение, баллы	25,5	4,5	6,2	6,0	6,5	5,3	4,0	–
	30,0	5,8	6,7	7,0	6,8	6,7	6,7	6,7
	35,0	6,7	7,5	7,0	7,0	6,75	–	7,0
Пододежная температура, $t_{п/о}$, °С	25,5	–	28,90	32,20	32,50	32,00	31,00	–
	30,0	–	32,28	33,24	32,43	32,20	33,40	35,10
	35,0	–	–	–	–	–	–	–
Влагопотери, г	25,5	92	135	300	400	110	250	–
	30,0	200	400	300	350	250	400	450
	35,0	250	250	250	275	350	–	450

Таблица 2 / Table 2

Некоторые теплофизические характеристики материалов исследованных комбинезонов [2]
Some thermophysical characteristics of the materials of the studied overalls [2]

Волокнистый состав	Теплоизоляция, °С×м²/Вт	Плотность, г/м²	Воздухопроницаемость, дм³/м²·с	Паропроницаемость, г/м²·ч	Гигроскопичность, % (при φ=65%)
Хлопок (100%)	0,209	240	50	40	12,0
«Nomex» огнестойкий	0,220	180	179	40	7,0
Мембранная ткань термостойкая	0,227	250	0	42	16,9
«Tyvek F» с пленочным покрытием	0,226	115	0	0	0

Таблица 3 / Table 3

Некоторые показатели теплового и функционального состояния человека, выполняющего физическую работу в нагревающем микроклимате при использовании спецодежды с различными теплофизическими свойствами (Q_м=190 Вт/м², 40-я минута)

Some indicators of the thermal and functional state of a person performing physical work in a heating microclimate when using overalls with different thermophysical properties (Q_м=190 W/m², 40th minute)

Показатель	Температура воздуха, °С	Тип спецодежды			
		1	2	3	4
Средневзвешенная температура кожи, t _к , °С	30	34,6	34,8	35,0	35,4
	35	34,7	34,9	35,0	35,6
Температура тела подязычная, t _{п/я} , °С	30	36,9	37,0	37,0	37,2
	35	36,7	36,8	36,8	36,8
Накопление тепла в организме, ΔQ _{тс} , кДж/кг	30	3,18	4,51	3,98	4,92
	35	3,27	3,69	4,90	5,16
ЧСС, уд/мин	30	97	114	100	107
	35	100	104	101	111
Влагоощущение, баллы	30	2,8	3,0	3,1	3,4
	35	2,9	2,9	2,8	3,4
Теплоощущение, баллы	30	6,5	6,8	7,0	7,0
	35	6,5	6,5	6,5	7,25
Пододежная температура, t _{п/о} , °С	30	29,7	32,4	32,9	35,7
	35	34,0	34,0	34,9	34,3

Первая группа включает спецодежду для защиты от повышенных температур (СЗПТ):

$$\text{ИПФС} = -123,7 + 1,25t + 0,02t^2 + 8,96t_b + 0,14t_b^2 + 0,99\varphi + 0,01\varphi^2 \quad (1)$$

Вторая группа включает спецодежду для защиты от нефтепродуктов (СЗНП), общих загрязнений (СЗОПЗ), щелочей (СЗЩ):

$$\text{ИПФС} = -83,952 + 1,490t - 0,023t^2 + 7,106t_b - 0,104t_b^2 - 0,215\varphi + 0,004\varphi^2 \quad (2)$$

Третья группа включает костюм для защиты от ЭМП (СЗЭМП):

$$\text{ИПФС} = 189,804 + 1,327742t - 0,02115t^2 - 18,3359t_b + 0,363812t_b^2 + 3,801981\varphi - 0,0507\varphi^2 \quad (3)$$

Согласно критериям теплового и функционального состояния человека, предельно допустимому его уровню соответствует величина ИПФС в диапазоне 52–54 баллов.

Таким образом, имеющиеся в литературе данные и полученные результаты [1] исследований показали, что спецодежда при использовании ее в нагревающей среде может неблагоприятно влиять на тепловое и функциональное состояние человека. При этом степень перегрева организма зависит как от параметров микроклимата, уровня физической нагрузки, так и от свойств материалов, из которых она изготовлена.

На тепловлагообмен организма с окружающей средой существенное влияние оказывают такие параметры материалов как воздухопроницаемость, паропроницаемость, гигроскопичность [19,20].

С целью достоверно оценить каждый из факторов и их комплекс в формировании термической нагрузки на организм были проведены исследования теплового и функционального состояния человека, использующего в качестве спецодежды комбинезоны, изготовленные из материалов с различными гигиеническими свойствами (воздухопроницаемость, паропроницаемость, гигроскопичность) (табл. 2) [2,23]. Результаты исследований представлены в таблице 3.

На основе факторного и кластерного математического анализа [24] полученных данных была разработана классификация теплового и функционального состояния человека во взаимосвязи с факторами, обуславливающими термическую нагрузку на организм. Разработанная математическая модель позволяет определить вероятность класса теплового и функционального состояния, формирующегося под воздействием различных факторов и определить «весовой» вклад каждого из них. Было установлено, что существует определенная связь (коэффициент корреляции равен 0,89) между «внешними» параметрами и показателями функционального состояния человека. В таблице 4 приведены факторные нагрузки двух системокомплексов исходных показателей, соответствующие следующим условиям: температура воздуха 25–30 °С, скорость движения воздуха ≤0,6 м/с.

Таблица 4 / Table 4

Факторные нагрузки различных показателей, ранжированных по их вкладу в установленную взаимосвязь [2]
Factor loads of various indicators ranked by their contribution to the established relationship [2]

«Внешние» параметры	Факторные нагрузки	Показатель функционального состояния	Факторные нагрузки
Физическая нагрузка, Вт	0,91	ЧСС, уд/мин	0,93
Относительная влажность воздуха, %	0,61	Температура тела, подмышечная, $t_{п/м}$, °C	0,77
Продолжительность опыта, мин.	0,50	Теплосодержание, кДж/кг	0,74
Воздухопроницаемость, $дм^3/м^2с$	-0,09	Влагоощущения, баллы	0,73
Гигроскопичность, %	-0,13	Средняя температура тела, °C	0,64
Паропроницаемость, г $м^2/ч$	-0,34	СВТК, °C	0,41
—	—	Температура пододежного пространства, °C	0,32
—	—	Теплоощущения, баллы	0,12

Как следует из приведенных данных, наибольший вклад в изменение функционального состояния вносят: физическая нагрузка, относительная влажность воздуха и продолжительность опыта. Из теплофизических параметров наибольший (с отрицательным знаком) вклад дает паропроницаемость материала СИЗ.

Полученные регрессионные уравнения отражают взаимосвязь отдельных показателей теплового и функционального состояния организма с комплексом факторов, включающим параметры микроклимата, физическую нагрузку, теплофизические свойства материалов спецодежды, длительность пребывания в конкретных условиях трудовой деятельности.

Результаты исследований показали, что теплофизические свойства материалов воздействуют на тепловое состояние человека в нагревающей среде, вызывают паропроницаемость и гигроскопичность материала. Увеличение паропроницаемости способствует улучшению как объективных, так и субъективных показателей теплового состояния.

Увеличение гигроскопичности материала (при увеличении уровня влагопотерь человека) может быть причиной ухудшения его влагоощущений (увеличение балла). Выявлено, что влагоощущение наиболее тесно коррелирует с комплексом воздействующих факторов ($r=0,803$) и может служить одним из информативных критериев оценки теплового состояния человека, трудовая деятельность которого осуществляется в нагревающей среде.

Полученные количественно выраженные взаимосвязи позволяют прогнозировать допустимое время работы в конкретных условиях трудовой деятельности и использование спецодежды, изготовленной из материалов с различными теплофизическими свойствами, влияющими на тепловлагообмен.

Таким образом, был продемонстрирован пример использования методики оценки спецодежды для работающих в нагревающей среде по показателям теплового состояния человека. Сущность методики заключается в определении показателей теплового состояния и влагообмена человека, одетого в спецодежду и выполняющего физическую работу в условиях, моделирующих трудовую деятельность (в микроклиматической камере) в целях возможности прогнозирования теплового состояния и установления регламента работ применительно к конкретным условиям. Достоинством физиологического метода является то, что он показывает не оценку, основанную на экстраполяции с использованием условий работы и ее тяжести, а конкретную индивидуальную реакцию на эти условия. Эта реакция отражает результат воздействия на организм

всех источников тепла (внешних и внутренних) вместе — физиологическая реакция является биологическим корректирующим действием, направленным на противодействие стрессу и сохранение температуры тела в диапазоне оптимальных значений [25].

Впервые методика оценки специальной одежды по температуре ее внутренней поверхности и показателям теплового состояния человека была представлена в ГОСТ 12.4.176–89 [26] и касалась одежды специальной для защиты от теплового излучения. В настоящее время получены многочисленные данные по проблеме влияния нагревающей среды на тепловое и функциональное состояние человека с учетом параметров окружающей среды и продолжительности их воздействия, физической нагрузки, которые скорректировали нормативные показатели теплового состояния человека, а также выявили ряд новых показателей (например, влагоощущение, балл). В связи с этим предложенная в ГОСТ 12.4.176–89 методика нуждается в расширении области применения (включения оценки защитных свойств других видов спецодежды), в корректировке нормативных показателей и дополнениях.

Методика предназначена для проведения физиолого-гигиенической оценки одежды, используемой при работе в нагревающем микроклимате, с целью определения степени влияния всего комплекса факторов среды, трудового процесса и спецодежды на тепловое состояние работающих в нагревающей среде в целях его прогнозирования.

Методика может быть рекомендована для научно-исследовательских организаций; подразделений, занимающихся разработкой физиолого-гигиенических требований к одежде для защиты от повышенных температур и других производственных факторов (химических, физических и др.) и материалам для ее изготовления, проектированием и оценкой СИЗ, для испытательных центров, выполняющих гигиеническую оценку СИЗ (сертификацию продукции) по ТР ТС 019/2011 [27].

Для проведения сертификационных испытаний одежды для защиты от повышенных температур в соответствии с ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» (гл. 4, п. 4.6, п.п. 1, Приложение 3, таблица 2, п. 4) по показателям температуры внутренних поверхностей одежды и/или температуры пододежного пространства.

Для проведения исследований теплового состояния человека, одетого в различные виды одежды, в т. ч. нательного белья, для установления распределения влагопотерь и субъективной оценки испытателя.

Заключение. На основании представленных литературных данных и результатов проведенных исследований теплового и функционального состояния человека, выполняющего физическую работу в нагревающей среде, была показана значимость спецодежды для защиты от производственных вредностей в формировании термической нагрузки на организм и оценке класса условий труда. Расширение ассортимента материалов для изготовления спецодежды; разработка и изготовление, в т.ч. с помощью нанотехнологий, новых материалов с особыми защитными свойствами, диктуют необходимость испытания их защитных свойств не только на стендах, но и в экспериментах с участием человека при использовании одежды, изготовленной из этих материалов. Разработанная методика оценки спецодежды по показателям теплового состояния позволяет определить степень влияния всего комплекса факторов среды и трудового процесса на тепловое состояние работающих в нагревающей среде в целях его прогнозирования, установления регламента работ и для корректировки температуры воздуха на рабочих местах, установленной нормативными документами, если это допускает технологический процесс в производственном помещении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измеров Н.Ф., Афанасьева Р.Ф., Прокопенко Л.В., Бессонова Н.А., Бурмистрова О.В., Лосик Т.К. и др. Научно-методические основы совершенствования гигиенической оценки нагревающего микроклимата на рабочих местах с учетом использования различного вида спецодежды. Сборник трудов института «Актуальные проблемы медицины труда». М.; 2012: 47–88.
2. Прокопенко Л.В., Афанасьева Р.Ф., Бессонова Н.А., Бурмистрова О.В., Лосик Т.К. и др. Прогнозирование термического стресса работающих в нагревающей среде при использовании спецодежды для защиты от производственных вредностей. Сборник трудов института «Актуальные проблемы медицины труда». М., 2015: 139–66.
3. Grokford G.W. Protective Clothing and Heat Stress: Introduction. *The Ann. Occup. Hyg.* BOHS. 43 (5): 287–8, 1999.
4. Havenith G. Heat Balans when Wearing Protective Clothing. *The Ann. Occup. Hyg.* BOHS. 1999; 43 (5): 289–96.
5. Parsons K.S. Internanional standards fo the Assesment of the Risk of the Thermal Strain on clothed Workers in Hot Environments. *The Ann. Occup. Hyg.* BOHS. 1999; 43 (5): 297–308.
6. Hanson M.A. (1999) Development of a draft British standard: The assessment of heat strain for workers wearing personal protective equipment. *Annals of Occupational Hygiene*. 1999; 43 (5): 309–19.
7. Bernard T.E. Heat Stress and Protective Clothing and Emerg-ing Approach from United States. *The Ann. Occup. Hyg.* BOHS. 1999; 43 (5): 321–28.
8. Malchaire J. Assessment of the Risks of Heat Disorders Encountered During Work in Hot Conditions. *Proceedings. Evaluation and Control of Warm Working Conditions*. Ed. prof. J. Malchaire Biomed «Heat Stress» research project. Barselona Conference. June 14–15; 1999: 2–4.
9. СанПиН 2.2.4. 548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Москва, 1996.
10. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006–05.
11. СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» введены с 01.01.2017 г.; утв. 21.07.2016 г.
12. Ажаев А.Н. Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур. М.: Наука; 1979.

13. Вадковская Ю.В., Миронова А.А. Гигиенические требования к одежде в пустынных районах Туркмении. В книге: *Вопросы коммунальной гигиены в условиях жаркого климата Средней Азии*. Под. Ред. А.С. Сысина и М.С. Горомосова. Медгиз; 1954: 142–161.

14. Городинский С.М. Средства индивидуальной защиты для работ с радиоактивными веществами. М.: Атомиздат; 1979.

15. Кошечев В.С., Кузнец Е.И. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека в условиях высоких температур. М.: Медицина; 1986.

16. Чвырев В.Г., Ажаев А.Н., Новожилов Г.Н. Тепловой стресс. М.: Медицина; 2000: 295.

17. Hanson M. A new British standard: The assessment of heat strain for workers wearing personal protective equipment. In book: *Ergonomics of Protective Clothing. Proceeding of NOKOBETEF 6 and 1st European Conference on Protective Clothing held in Stockholm*. Sweden. May 7–10; 2000: 159–62.

18. Marszalek A., Konarska M., Smolander J. et al. Radiation protective clothing in hot environment and heat strain in men of different ages. In book: *Ergonomics of Protective Clothing. Proceeding of NOKOBETEF 6 and 1st European Conference on Protective Clothing held in Stockholm, Sweden*. May 7–10; 2000: 38–40.

19. Дель Р.А., Афанасьева Р.Ф., Чубарова З.С. Гигиена одежды. М., Легпромбытиздат, 1991. — 149 с.

20. Складников В.П., Афанасьева Р.Ф., Машкова Е.Н. Гигиеническая оценка материалов для одежды (Теоретическая основа разработки). М., Легпромиздат, 1985.

21. Голубев И.Г. Спецодежда для больниц — хлопок или смешанная ткань? *Ж. Техника безопасности. Средства индивидуальной защиты*. 2007; 2: 1–6.

22. Xu A. Zhang et al. Dynamic gating of infrared radiation in a textile. *Science*. 2019; 363(6427): 619–23. DOI: 10.1126/science.aau1217.

23. Афанасьева Р.Ф., Прокопенко Л.В., Бессонова Н.А., Бурмистрова О.В., Антонов А.Г., Бобров А.Ф. Микроклимат для работника. *Ж. «Охрана труда. Средства защиты»*. 2015; 12: 14–30.

24. Миронкина Ю.Н., Бобров А.Ф. Информационная технология статистического синтеза критериев и алгоритмов оценки функционального состояния человека в прикладных медико-биологических исследованиях. *Информационные технологии*. 1998; 3: 41–7.

25. NIOSH [2016] NIOSH criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments. By Jacklitsch B, Williams WJ, Musolin K, Coca A, Kim J-H, Turner N. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication 2016–106.

26. ГОСТ 12.4.176–89 ССБТ «Одежда специальная для защиты от теплового излучения. Требования к защитным свойствам и метод определения теплового состояния человека». Изд-во стандартов; 1989.

27. ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. №878.

REFERENCES

1. Izmerov N. F., Afanasyeva R.F., Prokopenko L.V., Bessonova N.A., Burmistrova O.V., Losik T.K. and others. Scientific and methodological bases of improvement of hygienic assessment of heating microclimate at workplaces taking into account the use of various types of overalls. *Sbornik trudov Instituta «Aktualnye problemi medicini truda»*. M.; 2012: 47–88.

2. Prokopenko L.V., Afanasyeva R.F., Bessonova N.A., Burmis-trova O.V., Losik T.K., etc. Forecasting of thermal stress of workers in a heating environment when using overalls for protection from industrial hazards. *Sbornik trudov Instituta «Aktualnye problemi medicini truda»*. Moscow, 2015: 139–66.
3. Grokford G.W. Protective Clothing and Heat Stress: Intro-daction. *The Ann. Occup. Hyg. BOHS*. 43 (5): 287–8, 1999.
4. Havenith G. Heat Balans when Wearing Protective Clothing. *The Ann. Occup. Hyg. BOHS*. 1999; 43 (5): 289–96.
5. Parsons K.S. Internanional standards fo the Assesment of the Risk of the Thermal Strain on clothed Workers in Hot Envi-ronments. *The Ann. Occup. Hyg. BOHS*. 1999; 43 (5): 297–308.
6. Hanson M.A. (1999) Development of a draft British stan-dart: The assessment of heat strain for workers wearing personal protective equipment. *Annals of Occupational Hygiene*. 1999; 43 (5): 309–19.
7. Bernard T.E. Heat Stress and Protective Clothing and Emerg-ing Approach from United States. *The Ann. Occup. Hyg. BOHS*. 1999; 43 (5): 321–28.
8. Malchaire J. Assessment of the Risks of Heat Disorders En-counterred During Work in Hot Conditions. Proceedings. Evalua-tion and Control of Warm Working Conditions. Ed. prof. J. Mal-chaire Biomed «Heat Stress» research project. Barselona Confer-ence. June 14–15; 1999: 2–4.
9. SanPiN 2.2.4. 548–96 «Hygienic requirements to the micro-climate of industrial premises». Moscow, 1996.
10. Manual on hygienic assessment of factors of the working environment and labor process. *Criterion and klassifikatziya usloviyi truda*. P 2.2.2006–05.
11. SanPiN 2.2.4.3359–16 «Sanitary and epidemiological re-quirements for physical factors in the workplace» introduced from 01.01.2017; UTV. 21.07.2016 g.
12. Ajaev A.N. Physiological and hygienic aspects of effects of high and low temperatures. Moscow: Nauka; 1979.
13. Vadkovskaya Yu.V., Mironova A.A. Hygienic requirements for clothing in the desert regions of Turkmenistan. In the book: «*Voprosyi communalnoi gigienii v usloviyah jarkogo klimata Srednei Asii*». Under. Ed., Medgiz; 1954: 142–61.
14. Gorodinsky S.M. *Means of individual protection for works with radioactive substances*. Moscow: Atomizdat; 1979.
15. Koscheyev V.S., Smith E.I. *Physiology and hygiene personal protection of the person in conditions of high temperatures*. Moscow: Meditsina; 1986.
16. Chvirev V.G., Ajaev A.N., Novozhilov G.N. *Heat stress*. Mos-cow: Medicina; 2000: 295.
17. Hanson M. A new British standard: The assessment of heat strain for workers wearing personal protective equipment. In book: *Ergonomics of Protective Clothing. Proceeding of NOKOBETEF 6 and 1st European Conference on Protective Clothing held in Stockholm*. Swe-den. May 7–10; 2000: 159–62.
18. Marszalek A., Konarska M., Smolander J. et al. Radiation protective clothing in hot environment and heat strain in men of different ages. In book: *Ergonomics of Protective Clothing. Proceeding of NOKOBETEF 6 and Ist European Conference on Protective Clothing held in Stockholm, Sweden*. May 7–10; 2000: 38–40.
19. Dell R.A., Afanasyeva R. F., Chubarova Z.S. Hygiene of clothes. M., Legprombytizdat, 1991. — 149 p.
20. Schennikov V.P., Afanasyeva R.F., Mashkova E.N. Hygienic assessment of materials for clothing (Teoreticheskaya osnova raz-rabotki). M., Lespromizdat, 1985.
21. Golubev I.G. Overalls for hospitals-cotton or mixed fabric? J. *Tehnika bezopasnosti. Sredstva individualnoi zaschiti*. 2007; 2: 1–6.
22. Xu A. Zhang et al. Dynamic gating of infrared radiation in a textile. *Science*. 2019; 363(6427): 619–23. DOI: 10.1126/sci-ence.aau1217.
23. Afanasyeva R.F., Prokopenko L.V., Bessonova N.A., Burmis-trova O.V., Antonov A.G., Bobrov A.F. Microclimate for the worker. J. «Ohrana truda. Sredstva zaschiti» 2015; 12: 14–30.
24. Mironkina Yu.N., Bobrov A.F. Information technology of statistical synthesis of criteria and algorithms for assessing the functional state of a person in applied biomedical research. *Informacionnyie tehnologii*. 1998; 3: 41–7.
25. NIOSH [2016] NIOSH criteria for a recommended stan-dard: occupational exposure to heat and hot environments. By Jacklitsch B, Williams WJ, Musolin K, Coca A, Kim J-H, Turner N. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication 2016–106.
26. GOST 12.4.176–89 SSBT «Special Clothing for protection from thermal radiation. Requirements to protective properties and a method of determination of a thermal condition of the person». Izdatelstvo standartov, 1989.
27. TR CU 019/2011 «On the safety of personal protective equipment» Utv. Resheniem Komissii Tamojennogo Souza ot 09.12.2011 No. 878.

Дата поступления / Received: 28.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.12.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019

ДИСКУССИИ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1020-1024>

УДК:613.69:347.764

© Бойко И.В., Андрееенко О.Н., 2019

Бойко И.В.^{1,2}, Андрееенко О.Н.¹**Критический анализ признания профессионального заболевания не страховым случаем на основании особенностей процедуры расследования**¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», 2-я Советская ул., 4, Санкт-Петербург, Россия, 191036;²ФГБОУ ВПО «Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова», ул. Кирочная, 41, Санкт-Петербург, Россия, 191015

Действующее законодательство однозначно декларирует гарантированность страхового возмещения работнику в связи с установлением профессионального заболевания. Между тем, в последние годы появились прецеденты признания со стороны фонда социального страхования установленных случаев профессиональных заболеваний не страховыми в связи с претензиями к корректности процедуры их расследования.

Проанализированы судебные дела, в которых больные с установленным профессиональным заболеванием оспаривали отказ страховщика (фонда социального страхования) в назначении страховых выплат, мотивируя ссылкой на нарушения установленного порядка расследования профессиональных заболеваний.

Страховщик мотивировал свой отказ в назначении страховых выплат больным следующими аргументами:

- обращения больного к врачам на момент предварительного установления профессионального заболевания не заносились в реестры оказания медицинских услуг;
- санитарно-гигиеническая характеристика условий труда больного не была основана на должных документах;
- экспертиза связи заболевания с профессией проведена по личному заявлению больного без оформления направления от медицинской организации;
- экспертиза связи заболевания с профессией была проведена в отделении профессиональной патологии медицинской организации, которая не является профцентром;
- кадровый состав отделения профессиональной патологии не соответствовал требованиям нормативных документов;
- допущено нарушение правил оформления извещения об установлении заключительного диагноза хронического профессионального заболевания;
- представитель фонда социального страхования не был включен в состав комиссии, составлявшей акт о случае профессионального заболевания.

В подавляющем большинстве случаев нарушения, если и были, носили характер технических ошибок и не влияли на суть экспертного заключения о наличии связи заболевания с профессией. В такой ситуации категорический отказ в назначении страховых выплат больному представляется необоснованным. Претензии фонда социального страхования при конструктивном подходе могли быть урегулированы без суда путем обращения страховщика в медицинские организации и органы управления здравоохранением.

Необходима коррекция нормативных актов по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Нормы права не должны допускать категорического отказа в назначении страховых выплат больному, у которого диагноз профессионального заболевания, повлекшего снижение трудоспособности, установлен по существу дела правильно. Претензии страховщика к процедуре расследования случая профессионального заболевания наиболее рационально рассматривать в досудебном порядке в диалоге фонда социального страхования с местными органами управления здравоохранением.

Ключевые слова: профессиональное заболевание; страхование; экспертиза связи заболевания с профессией

Для цитирования: Бойко И.В., Андрееенко О.Н. Критический анализ признания профессионального заболевания не страховым случаем на основании особенностей процедуры расследования. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1020-1024>

Для корреспонденции: Бойко Иван Васильевич, проф. каф. медицины труда ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», д-р мед. наук, доц. E-mail: boiko_i@mail.ru.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Ivan V. Boiko^{1,2}, Oleg N. Andreenko¹**Critical analysis of attempts to recognize an occupational disease as a non-insured event on the basis of the peculiarities of the disease investigation procedure**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

The current legislation clearly declares the guarantee of insurance compensation to the employee in connection with the diagnosis of occupational disease. Meanwhile, in recent years there have been precedents of recognition by the Social Insurance Fund of established cases of occupational diseases not insured in connection with claims to the correctness of the procedure of their investigation.

The article analyzes court cases in which patients with an established diagnosis of occupational disease challenged the refusal of the insurer (Social Insurance Fund) in the appointment of insurance payments, motivated by a reference to violations of the established procedure for the investigation of occupational diseases.

The insurer motivated its refusal to assign insurance payments to patients with the following arguments:

- appeals of the patient to doctors at the time of establishment of the preliminary diagnosis of occupational disease were not entered in registers of rendering medical services;
- sanitary and hygienic characteristics of working conditions of the patient was not based on proper documents;
- examination of the connection of the disease with the profession was carried out on the personal application of the patient without registration of the direction from the medical organization;
- examination of the connection of the disease with the profession was carried out in the Department of professional pathology of a medical organization that is not a vocational center;
- the staff of the Department of professional pathology did not meet the requirements of normative documents;
- violation of rules of registration of the notice on establishment of the final diagnosis of chronic occupational disease is allowed;
- the representative of the Social Insurance Fund was not included in the commission that drew up the act on the case of occupational disease.

In the vast majority of cases, the violations, if any, were of the nature of technical errors and did not affect the essence of the expert opinion on the existence of a connection between the disease and the profession. In such a situation, the categorical refusal to appoint insurance payments to the patient seems unreasonable. The claims of the Social Insurance Fund, with a constructive approach, could be settled without a court by contacting the insurer to medical organizations and health authorities.

It is necessary to correct the regulations on compulsory insurance against accidents at work and occupational diseases. The rules of law should not allow categorical refusal in the appointment of insurance payments to the patient, whose diagnosis of occupational disease, which led to a decrease in working capacity, is established on the merits correctly. Claims of the insurer to the procedure of investigation of a case of occupational disease are most rationally considered in the pre-trial procedure within the framework of the dialogue of the Social Insurance Fund with local health authorities.

Keywords: occupational disease; insurance; examination of the connection of the disease with the profession

For citation: Boyko I.V., Andreenko O.N. Critical analysis of attempts to recognize an occupational disease as a non-insured event on the basis of the peculiarities of the disease investigation procedure. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1020-1024>

For correspondence: Ivan V. Boiko, professor of occupational health department of Mechnikov North-Western State Medical University, Dr. of Sci. (Med.), assoc. prof. E-mail: boiko_i@mail.ru.

Funding. The study had no funding.

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

Введение. Статья 4 Федерального закона №125 от 24.06.1998 года «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» (далее ФЗ №125) однозначно декларирует, что «основными принципами обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний являются гарантированность права застрахованных на обеспечение по страхованию». Аналогично п. 5 постановления Правительства РФ от 15.12.2000 г. №967 «Об утверждении Положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний» (Постановление 967) подтверждает, что «профессиональное заболевание, возникшее у работника, подлежащего обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, является страховым случаем». Эти гарантии очень важны, так как в реабилитации, оплачиваемой из средств фонда социального страхования (ФСС), нуждаются около 98% больных с профессиональными заболеваниями (ПЗ) [1].

При таких обстоятельствах логично было бы ожидать, что отказов в назначении больным с ПЗ страховых выплат со стороны страховщика (ФСС) практически не будет. Но они встречаются ежегодно. По материалам докладов главного внештатного профпатолога Министерства здравоохранения РФ речь идет о нескольких сотнях случаев в год.

Публикаций с подробным анализом масштабов и причин возникновения таких ситуаций практически нет. В аналитических материалах Роспотребнадзора по вопросам профессиональной заболеваемости [2,3] и аналогичных публикациях Минтруда России [4] последствия установления у больных ПЗ прослеживаются только в плане определения инвалидности. Встречаются публикации с анализом возможности отказа в страховом возмещении по последствиям производственных травм [5–7], но при производственных травмах процедура доказательства связи повреждения здоровья с профессией отличается от таковой при ПЗ [8]. В других публикациях [9,10] в качестве обоснования страхового случая излагается, по сути, доказательство связи заболевания с профессией, что не идентично признанию права больного на обеспечение по страховому случаю.

В предыдущих публикациях рассматривались лишь отказы ФСС в назначении страховых выплат больным с ПЗ, которым бюро медико-социальной экспертизы не была определена степень утраты профессиональной трудоспособности [11]. ФСС в ряде писем декларировал свое право отказывать в страховых выплатах работникам, у которых ПЗ развились в период до 2000 г., или ссылаясь на возможность признания не страховыми случаями ПЗ, по которым отмечались нарушения процедуры учета и расследования¹.
1 Письма ФСС от 03.05.2005 N 02-18/06-3884 и 29.04.2005 г. N 02-18/06-3810.

Однако конкретные обстоятельства отказов по последнему поводу в этих документах также не анализировались.

В практике за последние 3 года встретилось более 15 случаев отказа в назначении страховых выплат больным с ПЗ из-за претензий страховщика к проведению процедуры расследования ПЗ.

Цель исследования — обоснование системы мероприятий по предупреждению возникновения описанной ситуации с помощью анализа причин, которые приводят к признанию ряда случаев ПЗ не страховыми из-за претензий страховщика к процедурным моментам расследования.

Проанализированы судебные дела, в которых больные с установленным диагнозом ПЗ оспаривали отказ ФСС в назначении страховых выплат, мотивировавшийся страховщиком ссылкой на нарушения установленного порядка расследования ПЗ.

Страховщик основывал свое право отказать больным в страховых выплатах следующей формулировкой из ст. 3 ФЗ №125: «страховой случай — подтвержденный в установленном порядке факт повреждения здоровья или смерти застрахованного вследствие несчастного случая на производстве или профессионального заболевания, который влечет возникновение обязательства страховщика осуществлять обеспечение по страхованию». Из этой формулировки сотрудниками ФСС сделан вывод о возможности квалификации случая ПЗ как не страхового, если ими были усмотрены нарушения в процедуре расследования случая ПЗ.

Наглядным примером в этом плане является следующий случай. Пациент Ч-в после обучения на ветеринарном факультете высшего учебного заведения приступил к работе ветеринарным врачом в районной ветеринарной станции. Перед поступлением на работу он прошел предварительный медицинский осмотр и был признан здоровым. В период работы Ч-ва ветеринаром из-за регулярного отсутствия на ветеринарной станции моющих и дезинфицирующих средств, а также горячей воды стирка спецодежды производилась работниками на дому. Резиновые перчатки сотрудникам не выдавались, что создавало возможность для контакта с кровью больных животных. Число коров с признаками бруцеллеза, проходивших за год обследование в ветеринарной станции, доходило до 300. В период работы в таких условиях у Ч-ва был выявлен бруцеллез, впоследствии квалифицированный отделением профпатологии как ПЗ, так как бытовой путь заражения бруцеллезом эпидемиологами Роспотребнадзора был исключен. По последствиям перенесенного бруцеллеза бюро медико-социальной экспертизы больному было определено 40% утраты профессиональной трудоспособности.

В данном случае описано развитие ПЗ, при котором больной имеет очевидное право на страховое обеспечение. Однако ФСС отказал больному в назначении страховых выплат, не выдвигая принципиальных аргументов против связи бруцеллеза с профессией. Доводы страховщика были акцентированы на том, что в процедуре расследования случая ПЗ у больного сотрудниками ФСС были выявлены многочисленные нарушения, поэтому случай ПЗ должен квалифицироваться как нестраховой.

Анализ этого и подобных дел позволил обобщить претензии ФСС к процедуре расследования случаев ПЗ и проанализировать их обоснованность. Страховщик мотивировал свой отказ в назначении страховых выплат следующими аргументами, которые перечислены в порядке хронологии основных этапов расследования случая ПЗ:

- обращения больного к врачам на момент установления предварительного диагноза ПЗ не заносились в реестры оказания медицинских услуг;

- санитарно-гигиеническая характеристика условий труда больного не была основана на должных документах;

- экспертиза связи заболевания с профессией была проведена по личному заявлению больного без оформления направления от медицинской организации;

- экспертиза связи заболевания с профессией была выполнена в отделении профессиональной патологии медицинской организации, которая не является профцентром;

- число врачей профпатологов в штате отделения профессиональной патологии было недостаточно для проведения экспертизы связи заболевания с профессией;

- в состав врачебной комиссии медицинского учреждения, проводившего экспертизу связи заболевания с профессией, были включены врачи, не состоявшие в штате данной организации;

- допущено нарушение правил оформления извещения об установлении заключительного диагноза хронического ПЗ;

- представитель ФСС не был включен в состав комиссии, составлявшей акт о случае ПЗ.

Во всех случаях линия поведения страховщика состояла в том, чтобы составить максимально подробный список из вышеприведенных формулировок, и, не добиваясь исправления заявленных недостатков, отказать больному в назначении страховых выплат, ссылаясь на выявленные многочисленные нарушения процедуры расследования случая ПЗ.

Проведен подробный критический анализ аргументов экспертов ФСС в их вышеприведенном порядке. В случае выявления признаков ПЗ при активном обращении больного за медицинской помощью первая по хронологии событий претензия ФСС состояла в том, что прием врача, на котором были выявлены признаки ПЗ, не подтверждается реестрами оказанных медицинских услуг. Оценивая данную претензию, следует учитывать, что ни в одном действующем нормативном акте реестры оказания медицинских услуг не указаны в числе документации, которая используется для проведения экспертизы связи заболевания с профессией. Указанные реестры являются вспомогательной документацией, для уточнения стоимости работ во взаиморасчетах между медицинским учреждением и страховой организацией. Их содержание не имеет прямого отношения к экспертизе связи заболевания с профессией.

Следующая претензия страховщика была основана на критике санитарно-гигиенических характеристик условий труда в том плане, что они «не основаны на необходимых документах». Она встречалась в случаях, когда в упомянутых характеристиках освещались условия труда на ликвидированных много лет назад предприятиях, где какие-либо исследования параметров вредных производственных факторов никогда не проводились. Но в таких обстоятельствах составление характеристик по показаниям свидетелей, данным по условиям труда на аналогичных рабочих местах, является вполне корректной практикой.

Дальнейшая претензия ФСС относилась к факту обращения больного на экспертизу связи заболевания с профессией по личному заявлению без направления от медицинского учреждения. Такие случаи отмечались в ситуации, когда больным амбулаторными учреждениями по месту жительства устанавливался предварительный диагноз хронического ПЗ, в установленном порядке запрашивалась санитарно-гигиеническая характеристика условий труда. Но далее направление на экспертизу связи заболевания с профессией не выдавалось, в связи с чем больной для проведения данной экспертизы обращался в отделение профпатологии самостоятельно.

Необходимо отметить, что главным нарушением здесь является факт невыдачи медицинским учреждением больному в установленный месячный срок направления для проведения экспертизы связи заболевания с профессией. Логичнее было бы добиваться прекращения такой практики со стороны учреждений здравоохранения, чем принимать решения, ущемляющие интересы пациентов. Что же касается вынужденных самостоятельных действий больного, то регламентирующие порядок расследования ПЗ нормативные акты не оговаривают право больного на такие поступки, но и не запрещают их.

Возможностей для оспаривания организации экспертизы связи заболевания с профессией в рассматриваемой ситуации становится больше после вступления в силу приказа Минздрава России №36н от 31.01.2019 «Об утверждении Порядка проведения экспертизы связи заболевания с профессией и формы медицинского заключения о наличии или об отсутствии профессионального заболевания». Согласно п. 6 этого «Порядка...», «для экспертизы связи хронического профессионального заболевания с профессией гражданин направляется в центр профессиональной патологии врачом-профпатологом медицинской организации по месту жительства или пребывания...». Во-первых, из перечня медицинских организаций, направляющих работников на указанную экспертизу, «выпали» медико-санитарные части предприятий, оказывающие помощь трудящимся по месту их работы. Ведь одной из основных задач ведомственной медицинской службы является выявление ранних признаков ПЗ. Что касается медицинских учреждений (обычно муниципальных) по месту жительства или пребывания больных работников, то в них крайне трудно найти профпатологов, так как в штатном расписании подобных учреждений ставки профпатологов не предусмотрены.

Вышеуказанный нормативный акт прибавил потенциальных возможностей для придирок и по иным процедурным моментам. Вот одна из них: согласно п. 2 данного «Порядка...» экспертиза связи заболевания с профессией проводится в отношении «работников, выполняющих работу по трудовому договору (контракту)». Но если признаки ПЗ выявлены уже у прекратившего работу человека, то формально получается, что проведение данной экспертизы противоречит приказу Минздрава России.

В этой связи уместно отметить, что федеральный закон №323 от 21.11.2011 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» предусматривает такие основные принципы здравоохранения, как доступность и качество медицинской помощи, недопустимость отказа в оказании медицинской помощи. А согласно п. 6 ст. 15 ФЗ №125 застрахованный имеет право на самостоятельное обращение в лечебно-профилактические учреждения государственной системы здравоохранения по вопросам медицинского освидетельствования. Таким образом, жесткая привязка права больного на проведение экспертизы связи заболевания с профессией к наличию направления от медицинского учреждения по месту жительства или пребывания не соответствует предписаниям федерального законодательства.

Ряд дальнейших претензий ФСС относились к специфике работы отделения профпатологии, проводившего экспертизу связи заболевания с профессией. Регулярно встречавшиеся нами в судебной практике утверждения некоторых филиалов ФСС о том, что устанавливать ключевой диагноз ПЗ может только центр профессиональной патологии, несостоятельны, так как по специфике терминологии Постановления №967 под центром профпатологии понимается и клиника (отделение) профпатологии:

«Учреждение здравоохранения, установившее предварительный диагноз — хроническое профессиональное заболевание (отравление), в месячный срок обязано направить больного на амбулаторное или стационарное обследование в специализированное лечебно-профилактическое учреждение или его подразделение (центр профессиональной патологии, клинику или отдел профессиональных заболеваний медицинских научных организаций клинического профиля) (далее именуется — центр профессиональной патологии)...» (п. 13 Постановления №967). Возможность проведения экспертизы связи заболевания с профессией в отделении профпатологии оговаривается также в приказе Министерства здравоохранения РФ №911н от 13 ноября 2012 г. «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи при острых и хронических профессиональных заболеваниях» (Приказ №911). Поэтому решающим критерием правомочности проведения указанной экспертизы следует рассматривать не наличие у медицинской организации статуса профцентра, а оформленную должным образом лицензию на право проведения экспертизы связи заболевания с профессией.

В отношении претензий ФСС к включению в состав врачебной комиссии (подкомиссии) по экспертизе связи заболевания с профессией специалистов, не являющихся штатными работниками медицинской организации, проводившей экспертизу, считаем уместным привести следующее указание приказа Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 05.05.2012 г. №502н «Об утверждении порядка создания и деятельности врачебной комиссии медицинской организации»: «В своей деятельности врачебная комиссия руководствуется ... федеральными законами, указами и распоряжениями Президента Российской Федерации ... и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации». В порядок организации и работы врачебной комиссии могут быть внесены изменения и дополнения правовыми актами в виде приказов Министерства здравоохранения субъекта РФ.

В рассматривавшихся нами случаях именно подобными приказами Министерства здравоохранения субъекта РФ в состав комиссии по экспертизе связи заболевания с профессией были включены сотрудники из других организаций, такие как главные специалисты министерства здравоохранения и заведующие кафедрами профпатологии местных медицинских ВУЗов. Оценивая такую практику по существу дела, следует отметить, что усиление экспертных комиссий высококвалифицированными специалистами сторонних организаций является положительным явлением, так как ведет к повышению уровня работы коллегиальных органов, рассматривающих сложные и потенциально конфликтные ситуации.

Претензии к слишком малому числу профпатологов в составе врачебной комиссии обосновывались ссылками ФСС на то, что согласно приказу Минздрава России от 23.03.2011 года №233н («Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи при острых и хронических профессиональных заболеваниях»), в штате профцентра должно быть не менее 7 врачей-профпатологов, а в штате отделения профпатологии не менее 2 врачей-профпатологов. Следует отметить, что упомянутый приказ Минздрава на момент выдвижения замечаний страховщика (2015–2017 гг.), был уже отменен Приказом №911. Кроме того, нормативы штатного расписания для отделений профпатологии из этого и последующего приказов Минздрава по данной тематике (Приказ №911) носят рекомендательный (не обязательный для всеобщего исполнения) характер.

В проанализированных судебных делах отмечались единичные случаи оформления извещения об установлении заключительного диагноза хронического ПЗ с ошибками, например, не указывался пол больного, или извещение подписывал не главный врач, а профпатолог. При таких обстоятельствах наиболее уместной реакцией страховщика было бы обращение в медицинское учреждение, допускавшее такие ошибки, с целью их исправления, чем вынесение решения об отказе больному в назначении страховых выплат.

Претензии страховщика к тому, что составление акта о случае ПЗ было проведено без участия представителя ФСС, возникали в ситуации, когда расследование случая ПЗ проводилось уже после ликвидации работодателя. Действительно, п. 4.8 инструкции «О порядке применения положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний, утвержденного постановлением Правительства РФ от 15.12.2000 №967» (утверждена Приказом Минздрава РФ № 176 от 28.05.2001), предусматривает в таком случае включение в состав комиссии, проводящей расследование случая ПЗ, представителя ФСС. В данной ситуации уместнее было обратиться в Роспотребнадзор с предложением составить акт должным образом, чем категорически отказывать больному в страховых выплатах, рекомендуя ему в случае несогласия с таким решением оспаривать его в суде.

Выводы. Необходима коррекция нормативных актов по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и ПЗ. Нормы права не должны допускать категорического отказа в назначении страховых выплат больному, у которого диагноз профессионального заболевания, повлекшее снижение трудоспособности, установлен правильно. Претензии страховщика к процедуре расследования случая ПЗ наиболее рационально рассматривать в досудебном порядке в рамках диалога ФСС с местными органами управления здравоохранением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измеров Н.Ф., Прокопенко Л.А., Измерова Н.И. и др. Медико-социальная экспертиза и реабилитация больных с профессиональными заболеваниями. В кн.: Профессиональная патология. Национальное руководство. Под ред. Н.Ф. Измерова. М.; 2011: 107–23.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2017.
3. 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.
4. Министерство труда и социальной защиты РФ. Доклад о результатах мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2016 году. М.: 2017.
5. Батурова Е.А. Односторонний отказ от выплаты страхового возмещения в обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве. *Современное право*. 2013; 10: 83–7.
6. Вахрушева Ю. Споры по возмещению ущерба здоровью от условий труда. *Трудовое право*. 2014; 4: 41–54.
7. Галаева Л.А. Несчастный случай на производстве: всегда ли он является страховым. *Вопросы трудового права*. 2010; 2: 63–73.
8. Галаева Л.А. Анализ правовой регламентации установления юридического факта профессионального заболевания и его квалификация как страхового случая в свете действующего трудового и социального-обеспечительного законодательства.

Мир науки и образования. 2017; 2(10). [http://www.mgirm.ru/World_of_science_and_education/2\(10\)_2017/Galaeva.pdf](http://www.mgirm.ru/World_of_science_and_education/2(10)_2017/Galaeva.pdf).

9. Прохоров Н.И., Смирнов С.В. Проблема подтверждения страхового случая пневмокониоза у газоэлектросварщика (случай из практики). *Здоровье населения и среда обитания*. 2011; 11 (224): 46–7.

10. Совершенствование организационных принципов и методологии экспертизы страховых случаев в системе страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний, связанными с производственными травмами и профессиональными заболеваниями лиц пенсионного возраста, прекратившими трудовую деятельность: отчет о НИР/ ГУ НИИ медицины труда РАМН; рук. Субботин В.В. Москва; 2005.

11. Бойко И.В. Виноградова Е.В. Характеристика типичных нарушения прав больных, пострадавших от профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве. *Главный врач: хозяйство и право*. 2012; 1: 45–51.

REFERENCES

1. Izmerov N.F., Prokopenko L.A., Izmerova N.I. et al. Medical and social expertise and rehabilitation of patients with occupational diseases. In: Professional pathology. National leadership. Izmerov N.F. (ed.). Moscow; 2011: 107–123.
2. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2016: State report. Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare; 2017.
3. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017: State report. Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare; 2018.
4. Ministry of Labor and Social Protection. Report on the results of monitoring the conditions and labor protection in the Russian Federation in 2016. Moscow; 2017.
5. Baturova E.A. Unilateral refusal to pay insurance indemnity in compulsory social insurance against industrial accidents. *Sovremennoe pravo*. 2013; 10: 83–7.
6. Vakhrusheva J. Disputes on compensation for damage to health from working conditions. *Trudovoe pravo*. 2014. №4. С. 41–54.
7. Galaeva L.A. Accident at work: is it always insurance? *Voprosy trudovogo prava*. 2010; 2: 63–73.
8. Galaeva L.A. Analysis of the legal regulation of the establishment of the legal fact of an occupational disease and its qualification as an insured event in the light of the current labor and social security legislation. *Mir nauki i obrazovaniia*. 2017; 2 (10). [http://www.mgirm.ru/World_of_science_and_education/2\(10\)_2017/Galaeva.pdf](http://www.mgirm.ru/World_of_science_and_education/2(10)_2017/Galaeva.pdf)
9. Prokhorov N.I., Smirnov S.V. The problem of confirming an insured event of pneumoconiosis in a gas-electric welder (a case study). *Zdorove naseleniia i sreda obitaniia*. 2011; 11 (224): 46–47.
10. Improvement of organizational principles and expert examination procedures for insured cases in the insurance system of occupational accidents and diseases among retired workers: research report/ GU NII mediciny truda RAMN; ruk. Subbotin V.V. Moscow; 2005.
11. Boiko I.V., Vinogradova E.V. Characteristics of typical violations of the rights of patients affected by occupational diseases and accidents at work. *Glavnyi vrach khoziaistvo i pravo*. 2012; 1: 45–51.

Дата поступления / Received: 31.05.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.12.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1025-1027>

УДК 613.644: 613.62: 613.6.06: 616.21

© Коллектив авторов, 2019

Панкова В.Б.^{1,2,3}, Таварткиладзе Г.А.², Дайхес Н.А.³, Федина И.Н.^{3,4}**К вопросу терминологии потерь слуха от шума**¹ФГУП «Всероссийский НИИ железнодорожной гигиены» Роспотребнадзора, Пакгаузное ш., 1, Москва, Россия, 125438;²ФГБУ «Российский научно-клинический центр аудиологии и слухопротезирования» ФМБА России, пр-т Ленинский, 123, Москва, Россия, 117513;³ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии» ФМБА России, Волоколамское ш., 30/2, Москва, Россия, 123182;⁴ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ул. Семашко, 2, Мытищи, Московской обл., Россия, 141014

Рассмотрены вопросы терминологии потерь слуха от воздействия производственного шума. В современных регламентирующих документах приказах и клинических рекомендациях Минздрава России, Минздрава России, регулирующих работу по диагностике, экспертизе связи заболевания органа слуха с профессией и профпригодности для работы в условиях воздействия шума, имеются терминологические несоответствия и расхождения, затрудняющие работу практических врачей. Сложившаяся ситуация приводит к принятию спорных решений и возникновению конфликтов, имеющих не только медицинское, но и социально-деонтологическое значение и обуславливает необходимость обсуждения терминологических аспектов потерь слуха от шума.

Ключевые слова: потеря слуха от воздействия шума; сенсоневральная тугоухость; терминологические синонимы и расхождения

Для цитирования: Панкова В.Б., Таварткиладзе Г.А., Дайхес Н.А., Федина И.Н. К вопросу терминологии потерь слуха от шума. *Мед труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1025-1027>

Для корреспонденции: Панкова Вера Борисовна, зав. отделением клинических исследований и профпатологии ФГУП «Всероссийский НИИ железнодорожной гигиены» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: pankova@vniijg.ru; ORCID: 0000-0002-3035-4710

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Vera B. Pankova^{1,2,3}, Georgy A. Tavartkiladze², Nikolay A. Daykhes³, Irina N. Fedina^{3,4}**On the issue of terminology of hearing loss from noise**¹The All-Russian Scientific Research Institute of Railway Hygiene, 1, Pakgauznoe highway, Moscow, Russia, 125438;²Russian scientific and clinical center of audiology and hearing aid, 123, Leninsky Ave., Moscow, Russia, 117513;³Clinical Centre of Otorhinolaryngology, 30/2, Volokolamskoye highway, Moscow, Russia, 123182;⁴Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, 2, Semashko str., Mytishchi town, Russia, 141014

The article discusses the terminology of hearing loss from the effects of industrial noise. In modern regulatory documents — orders and clinical recommendations of the Ministry of health of the SR of the Russian Federation, the Ministry of health of the Russian Federation regulating work on diagnostics, examination of communication of disease of hearing with a profession and professional suitability for work in the conditions of influence of noise, there are terminological discrepancies and divergences complicating work of practical doctors. The current situation causes controversial decisions and conflicts that have not only medical, but also social and deontological significance. There is an urgent need to discuss the terminological aspects of hearing loss from noise.

Keywords: hearing loss from noise exposure; sensorineural hearing loss; terminology synonyms and differences

For citation: Pankova V.B., Tavartkiladze G.A., Daykhes N.A., Fedina I.N. On the issue of terminology of hearing loss from noise. *Med. труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1025-1027>

For correspondence: Vera B. Pankova, Head of Department of clinical research and occupational pathology of the Federal state unitary enterprise «All-Russian research Institute of railway hygiene, Prof., Dr. of Sci. (Med.) E-mail: pankova@vniijg.ru

Funding. The study had no funding.

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

Потеря слуха от воздействия шума — профессиональная тугоухость — наряду с медицинскими аспектами имеет существенное социально-экономическое значение, не уменьшающееся в нашей стране в течение нескольких десятилетий. Безусловно, это связано с наличием высокого профессионального риска повреждения органа слуха ра-

ботников многих ведущих отраслей экономики России [1]. Так, число заболеваний профессиональной тугоухостью среди всех заболеваний, вызванных физическими факторами производственной среды в 2018 г. (в свою очередь занимающих первое место в структуре профзаболеваний работников РФ) по-прежнему превышает 55%, что отме-

чается на протяжении последнего десятилетия, и не имеет тенденции к снижению¹.

В работе по данной проблеме большое значение имеют унифицированные приемы диагностики, экспертизы трудоспособности и профпригодности, определяемые регламентами Министерства Здравоохранения Российской Федерации и отраслевыми приказами. К сожалению, в ныне действующих директивных документах имеются существенные расхождения, касающиеся не только критериев оценки степени тяжести потери слуха, но и используемой терминологии.

Прежде всего, следует остановиться на названии нозологической формы патологии потерь слуха от воздействия шума. В клинических рекомендациях (КР) МЗ РФ «Потеря слуха от воздействия шума» (№609 Рубрикатора клинических рекомендаций МЗ РФ, 2018) в разделе «Термины и определения» используется термин профессиональная *сенсоневральная (нейросенсорная) тугоухость*, обозначенная как хроническое заболевание внутреннего уха, возникающее исключительно или преимущественно при воздействии на организм производственного шума, превышающего ПДУ. Далее уточняется: «Потеря слуха, вызванная шумом (профессиональная сенсоневральная тугоухость) — медленно развивающееся нарушение слуха, причиной которого является воздействие производственного шума, превышающего предельно допустимый уровень (80 дБА), представляющее собой поражение звуковоспринимающего отдела слухового анализатора (нейроэпителиальных структур внутреннего уха), проявляющееся клинически в виде хронической двусторонней *сенсоневральной тугоухости*» [2]. Синонимами этого названия являются: *нейросенсорная тугоухость*, *перцептивная тугоухость*, *кохлеарный неврит* [3].

Следует заметить, что КР отражают усилия правительства страны и руководства отрасли здравоохранения, направленные на повышение качества медицинской помощи населению. Понятие КР входит в федеральные законы Российской Федерации, описывающих организацию оказания медицинской помощи наряду со стандартами, положениями и порядком оказания медицинской помощи. С 01.2019 г. КР в обязательном порядке должны учитываться при создании стандартов и критериев качества медицинской помощи, следовательно, необходимо применять терминологию, представленную в КР^{2,3}.

Термин «сенсоневральная тугоухость», представленный в КР «Потеря слуха от воздействия шума», является более обоснованным и предпочтительным чем «нейросенсорная тугоухость», т. к. отражает патогенез негативного действия шума на орган слуха — повреждение сенсорных элементов улитки — наружных и внутренних волосковых клеток нейроэпителиального отдела внутреннего уха [3–5].

В современной зарубежной литературе, в том числе в документах ВОЗ, касающихся обсуждения проблем тугоухости у населения и классификации потерь слуха, также используется термин «сенсоневральная тугоухость» — *sensorineural hearing loss (SNHL)* [6–10]. В новой Между-

народной классификации болезней — МКБ–11, применяется терминология «Воздействие шума на внутреннее ухо (Noise effects on inner ear)» и «Приобретенная сенсорная потеря слуха (Acquired sensory hearing loss)» [11].

Вместе с тем, в Перечне профессиональных заболеваний МЗСР РФ используется термин «нейросенсорная тугоухость», при этом, к профессиональным заболеваниям органа слуха отнесены, цитата: «...Заболевания, связанные с воздействием производственного шума (проявления: шумовые эффекты внутреннего уха, нейросенсорная тугоухость двусторонняя Н83.3; Н90.6)»⁴.

В категорию «шумовые эффекты внутреннего уха» включена также акустическая травма — острое состояние, как правило, являющаяся следствием несчастного случая на производстве, что не может расцениваться как профессиональное заболевание, так же, как и код «Н90.6», означающий тугоухость смешанного генеза, которая в настоящее время не рассматривается как профессиональное заболевание. К профессиональному заболеванию отнесена тугоухость от воздействия инфразвука, являющаяся составной частью симптомокомплекса общего поражения организма, не имеющая четко выраженных клинико-этиологических критериев, не позволяющих расценивать эти нарушения как самостоятельное заболевание.

Приказом МЗСР РФ от 12.04.2011 №801н⁵ внесены уточнения в приказ МЗСР РФ от 12.04.2011 №302н⁶ о дополнительных противопоказаниях для работы в условиях шума по состоянию органа слуха, однако не указана конкретная классификация потери слуха и не обозначены количественные критерии степени тяжести слуховых нарушений, что позволяет специалистам, проводящим ПМО, выносить необъективные решения.

В ряде отраслевых регламентирующих документов, например, для работников гражданской авиации, железнодорожного транспорта до сих пор используются критерии профессиональной пригодности по слуху, базирующиеся на устаревших классификациях количественной оценки потери слуха.^{7, 8, 9}

⁴ Приказ Минздравсоцразвития России от 27.04.2012 №417н «Об утверждении Перечня профессиональных заболеваний». <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minzdravsootsravitija-rossii-ot-27042012-n-417n>

⁵ Приказ Минздравсоцразвития России от 05.12.2014 №801н «О внесении изменений в Приложения №1 и №2 к Приказу МЗСР РФ от 12.04.2011 №302н...». <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minzdrava-rossii-ot-05122014-n-801n>

⁶ Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 №302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования) и порядка проведения обязательных периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда». https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_120902

⁷ Федеральные авиационные правила. Медицинское освидетельствование летного, диспетчерского состава, борпроводников, курсантов и кандидатов, поступающих в учебные заведения гражданской авиации (ФАП МО ГА-2002). Приказ Минтранса России от 22.04.2002 №50 с изменениями и дополнениями (в редакции приказов Минтранса России: от 28.04.2004 №125; от 01.11.2004 №27; от 28.11.2014 №325).

⁸ Приказ МЗСР РФ от 19.12.2005 №796 «Об утверждении Перечня медицинских противопоказаний к работам, непосредственно связанным с движением поездов и маневровой работой».

⁹ Методические рекомендации МЗ РФ от 06.11.2012 №14-1/10/2-3508. «Диагностика, экспертиза трудоспособности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости (Заболевания, связанные с воздействием производственного шума: шумовые эффекты внутреннего уха (Н83.3), нейросенсорная тугоухость двусторонняя (Н90.6))».

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019.

² Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации. Федеральный закон №323-ФЗ от 21.11.2011. Актуальная редакция закона 323-ФЗ от 27.12.2018 с изменениями, вступившими в силу с 07.01.2019.

³ О внесении изменений в статью 40 Федерального закона «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации» и Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» по вопросам клинических рекомендаций» Федеральный закон №489-ФЗ от 25.12.2018.

Медицинские специалисты, осуществляющие медицинское сопровождение работников названных отраслей, вынуждены использовать оценку слуха при приеме на работу в «шумовые» профессии, а также при периодических медицинских осмотрах работающих лиц, совокупно по федеральным и отраслевым регламентам, имеющим существенные различия.

Изложенные противоречия и расхождения обуславливают несогласованные решения диагностических и экспертных вопросов, приводят к конфликтам и судебным ситуациям, сопровождающиеся деонтологическими аспектами [5, 12–14].

Таким образом, наиболее целесообразно использовать термин «сенсоневральная тугоухость», тем не менее, правомерным остается использование и терминологического синонима – «нейросенсорная тугоухость», поскольку этот термин содержится, практически, во всех нормативно-регламентирующих документах, касающихся органа слуха, хотя и является менее современным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яцына И.В., Попова А.Ю., Сааркопель Л.М., Серебряков П.В., Федина И.Н. Показатели профессиональной заболеваемости в Российской Федерации. *Мед. труда и пром. экол.* 2015; 10: 1–4.
2. Дайхес Н.А., Бухтияров И.В., Бушманов А.Ю., Панкова В.Б., Прокопенко Л.В., Аденинская Е.Е., Федина И.Н., Преображенская Е.Е., Таварткиладзе Г.А., Курьеров Н.Н., Бомштейн Н.Г., Волохов Л.А., Скрябина Л.Ю., Серебряков П.В. Потеря слуха, вызванная шумом. *Клинические рекомендации (второй пересмотр)*. 2018; ID: KP609.
3. Левина Ю.В. Нейросенсорная тугоухость. В кн.: *Оториноларингология: национальное руководство. 2-е изд., перераб. и доп.* М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016: 712–23.
4. Таварткиладзе Г.А. *Руководство по клинической аудиологии*. М.: Медицина; 2013.
5. Дайхес Н.А., ред. *Нейросенсорная тугоухость: диагностика, профилактика, экспертиза трудоспособности*. М.: Дашков и К°; 2017.
6. Multi-country assessment of national capacity to provide hearing care. WHO. 2013. http://www.who.int/pbd/publications/WHO_Report_Hearing_Care_Englishweb.pdf.
7. Millions of people in the world have hearing loss that can be treated or prevented – awareness is the key to prevention. WHO. 2013. <http://www.who.int/pbd/deafness/news/Millionslivewithhearingloss.pdf>.
8. Olusanya B.O., Neumann K.J., Saunders J.E. The global burden of disabling hearing impairment: a call to action. *Bulletin of the World Health Organization*. 2014; 92(5): 367–73.
9. Hoppe U., Hocke T., Digeser F. Bimodal benefit for cochlear implant listeners with different grades of hearing loss in the opposite ear. *Acta Otolaryngol.* 2018; 138 (8): 713–21.
10. Childhood hearing loss. Strategies for prevention and care. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. *World Health Organization*; 2016.
11. МКБ–11 (Международная классификация болезней 11 пересмотра). Заболевания с нарушениями слуха. 11 Болезни уха и сосцевидного отростка. <http://icd11.ru/zabolevaniya-narushen-sluha-mkb11/> дата обращения 18.07.2019.
12. Панкова В.Б., Мухамедова Г.Р., Родионов О.Н. Основные экспертно-диагностические ошибки при рассмотрении связи заболевания органа слуха с воздействием шума. *Вестник оториноларингологии*. 2009; 2: 10–3.
13. Федина И.Н., Преображенская Е.А., Серебряков П.В., Панкова В.Б. Сложные вопросы оценки потерь слуха от производственного шума. *Клиническая больница*. 2017; 4(22): 42–5.
14. Панкова В.Б. Значение количественной оценки потерь слуха у лиц, работающих в условиях воздействия повышенной шумовой нагрузки. *Вестник оториноларингологии*. 2018; 3: 33–6.

REFERENCES

1. Yatsyna I.V., Popova A.Yu., Saarkoppel L.M., Serebryakov P.V., Fedina I.N. Occupational morbidity rates in the Russian Federation. *Medicina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015; 10: 1–4. (in Russian)
2. Daikhes N.A., Bukhtiyarov I.V., Bushmanov A.Yu., Pankova V.B., Prokopenko L.V., Adeninskaya E.E., Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Tavartkiladze G.A., Kur'ero N.N., Bomstein N.G., Volokhov L.L., Skryabina L.Yu., Serebryakov P.V. Hearing loss, noise induced. Federal Clinical Guidelines (second revision). Rubricator CG 609; 2018. (in Russian)
3. Levina Yu.V. Sensorineural hearing loss. In the book: *Otorhinolaryngology: National Guide*. M.: GEOTAR-Media; 2016; 712–23. (in Russian)
4. Tavartkiladze G.A. *Guide of clinical audiology*. M.: Medicine; 2013. (in Russian)
5. Daikhes N.A., ed. *Sensorineural Hearing Loss: Diagnosis, Prevention, Examination of Work Capacity*. M.: Dashkov i Ko; 2017. (in Russian)
6. Multi-country assessment of national capacity to provide hearing care. WHO; 2013. http://www.who.int/pbd/publications/WHO_Report_Hearing_Care_Englishweb.pdf.
7. Millions of people in the world have hearing loss that can be treated or prevented – awareness is the key to prevention. WHO. 2013. <http://www.who.int/pbd/deafness/news/Millionslivewithhearingloss.pdf>.
8. Olusanya B.O., Neumann K.J., Saunders J.E. The global burden of disabling hearing impairment: a call to action. *Bulletin of the World Health Organization*. 2014; 92(5): 367–73.
9. Hoppe U., Hocke T., Digeser F. Bimodal benefit for cochlear implant listeners with different grades of hearing loss in the opposite ear. *Acta Otolaryngol.* 2018; 138 (8): 713–21.
10. Childhood hearing loss. Strategies for prevention and care. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. *World Health Organization*; 2016.
11. ICD–11 (international classification of diseases 11 revisions) / Diseases with hearing impairment / 11 Diseases of the ear and mastoid process open. <http://icd11.ru/zabolevaniya-narushen-sluha-mkb11/> date of application 18.07.2019.
12. Pankova V.B., Mukhamedova G.R., Rodionov O.N. The main expert-diagnostic errors when considering the relationship of the disease of the hearing with the impact of noise. *Vestnik otorinolaringologii*. 2009; 2: 10–3 (in Russian).
13. Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Serebryakov P.V., Pankova V.B. Complex issues of estimation of hearing loss from industrial noise. *Klinicheskaya bol'nica*. 2017; 4(22): 42–5 (in Russian).
14. Pankova V.B. The value of quantitative assessment of hearing loss in persons working under the influence of increased noise load. *Vestnik otorinolaringologii*. 2018; 3: 33–6 (in Russian).

Дата поступления / Received: 09.11.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 11.12.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019

Способ прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия электромагнитных полей промышленной частоты¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Красный пр-т, 52, Новосибирск, Россия, 630091;²ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница №1», ул. Залесского, 6, Новосибирск, Россия, 630047;³ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора, ул. Пархоменко, 7, Новосибирск, Россия, 630108;⁴Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Б. Богаткова, 175/1, Новосибирск, Россия, 630089

Актуальна проблема изучения развития инсульта у мужчин трудоспособного возраста, работающих в условиях высокого профессионального риска.

Цель исследования — разработка способа прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия электромагнитных полей промышленной частоты.

Обследованы 98 мужчин, имевшие профессиональный контакт с фактором электромагнитного излучения (ЭМИ) промышленной частоты, в возрасте от 30 до 65 лет, со стажем работы 5 и более лет. Выделены две группы: первая группа — 56 больных инсультом, вторая группа — 42 мужчины с диагнозом «хроническая церебральная ишемия». С помощью метода последовательного включения изучаемых факторов риска (ForwardStepwise) были отобраны те, которые вносили независимый значимый вклад в развитие инсульта. На основании полученных результатов была создана формула логистической регрессии, определяющая вероятность возникновения инсульта у больных, работающих по установке, ремонту, обслуживанию электрических сетей и электрооборудования.

Установлено наличие влияния на развитие инсульта следующих факторов: возраст больного (β -коэффициент = $-0,112$, $p=0,013$), уровень общего холестерина (β -коэффициент = $0,782$, $p=0,009$), наличие в анамнезе фактора курения (β -коэффициент = $-2,8$, $p=0,001$), фактора злоупотребления алкоголем (β -коэффициент = $3,84$, $p=0,0001$), наличие артериальной гипертензии 2–3 степеней (β -коэффициент = $2,63$, $p=0,002$). У больного определяются значения указанных 5 параметров, затем эти значения подставляются в соответствующую формулу для вычисления значения $p(X)$. Значение $p(X)$, превышающее 0,32, свидетельствует о высоком риске развития инсульта. Чувствительность предлагаемого способа составила 71,4%, специфичность — 73,8%.

Предложенный способ прогнозирования развития инсульта у мужчин, чья профессиональная деятельность связана с установкой, ремонтом, обслуживанием электрических сетей и электрооборудования, может быть использована в практике врача: у больного определяется значение 5 параметров (возраст больного, уровень общего холестерина, наличие в анамнезе фактора курения, фактора злоупотребления алкоголем, артериальной гипертензии 2–3 степеней), затем эти значения подставляются в соответствующую формулу. Вычисление значения $p(X)$ может быть реализовано в табличном процессоре Excel.

Ключевые слова: инсульт; мужчины; электромагнитные поля промышленной частоты; риск развития инсульта

Для цитирования: Яшникова М.В., Потеряева Е.А., Доронин Б.М., Максимов В.Н. Способ прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия электромагнитных полей промышленной частоты. *Мед. труда и пром. экол.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1028-1032>

Для корреспонденции: Потеряева Елена Леонидовна, проректор по лечебной работе, зав. каф. неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФПК и ППВ ФГБОУ ВО «НГМУ» Минздрава России, рук. отдела медицины труда и промышленной экологии ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора, д-р мед. наук, проф. E-mail: sovmedin@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Maria V. Yashnikova^{1,2}, Elena L. Poteriyaeva^{1,3}, Boris M. Doronin¹, Vladimir N. Maximov^{1,4}

A method for predicting stroke development in men working under the influence of electromagnetic fields of industrial frequency

¹Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Ave., Novosibirsk, Russia, 630091;

²City clinical hospital No. 1, 6, Zaleskogo str., Novosibirsk, Russia, 630047;

³Novosibirsk Research Institute of Hygiene, 7, Parkhomenko str., Novosibirsk, Russia, 630108

⁴Research Institute of Therapy and Preventive Medicine — branch of the “Federal Research Center of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences”, 175/1, Bogatkova str., Novosibirsk, Russia, 630089

The problem of studying the development of stroke in men of working age working in conditions of high occupational risk is relevant.

The aim of the study was to develop a method for predicting the development of stroke in men working under the influence of electromagnetic fields of industrial frequency.

We examined 98 men who had professional contact with the factor of electromagnetic radiation (EMI) of industrial frequency, aged 30 to 65 years, with work experience of 5 years or more. Two groups were identified: the first group — 56 stroke patients, the second group — 42 men diagnosed with chronic cerebral ischemia. Using the method of sequential inclusion of the studied risk factors (ForwardStepwise), those that made an independent significant contribution to the development of stroke were selected. Based on the results obtained, a logistic regression formula was created that determines the probability of stroke in patients working on installation, repair, maintenance of electrical networks and electrical equipment.

The presence of influence on stroke development of the following factors was established: patient's age (β -coefficient= $-0,112$, $p=0,013$), total cholesterol level (β -coefficient= $0,782$, $p=0,009$), smoking factor (β -coefficient= $-2,8$, $p=0,001$), alcohol abuse factor (β -coefficient= $3,84$, $p=0,0001$), presence of arterial hypertension of 2–3 degrees (β -coefficient= $2,63$, $p=0,002$). In the patient, the values of these 5 parameters are determined, then these values are substituted into the appropriate formula to calculate the value of $p(X)$. A $p(X)$ value greater than 0.32 indicates a high risk of stroke. The sensitivity of the proposed method was 71.4%, specificity—73.8%.

The proposed method for predicting the development of stroke in men whose professional activity is associated with the installation, repair, maintenance of electrical networks and electrical equipment, can be used in medical practice: the patient is determined by the value of 5 parameters (patient's age, total cholesterol, a history of exposure to smoke, factors alcohol abuse, arterial hypertension of 2–3 degrees), then these values are substituted into the appropriate formula. The calculation of the $p(X)$ value can be implemented in the Excel table processor.

Keywords: stroke; men; electromagnetic fields of industrial frequency; risk of stroke

For citation: Yashnikova M.V., Poteryaeva E.L., Doronin B.M., Maksimov V.N. A method for predicting stroke development in men working under the influence of electromagnetic fields of industrial frequency. *Med. truda i prom. ekol.* 2019; 59 (12). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-12-1028-1032>

For correspondence: Elena L. Poteryaeva, Dr. of Sci. (Med.), prof., vice-rector for medical work, Head of emergency therapy department with endocrinology and occupational pathology of Novosibirsk State Medical University, Head of occupational health and industrial ecology department of Novosibirsk Research Institute of Hygiene. E-mail: sovetmedin@yandex.ru

Funding. The study had no funding.

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

Введение. В настоящее время в мире сохраняется высокая актуальность проблемы инсульта, обусловленная прогрессирующим увеличением числа людей, перенесших это заболевание [1]. Эта проблема актуальна и для Российской Федерации в связи с сохраняющимся высоким уровнем заболеваемости инсультом, смертности и инвалидизации населения при данном заболевании [2]. В этой связи особую значимость приобретает прогнозирование развития инсульта в различных профессиональных группах трудоспособного населения.

В доступной литературе описаны защищенные патентами способы прогнозирования развития и течения инсульта (база патентных документов ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности»): способ прогнозирования течения геморрагического инсульта [3]; способ прогнозирования риска развития ишемического инсульта [4]; способ прогнозирования риска развития ишемического инсульта в определенной возрастной категории населения [5]. В то же время крайне мало исследований, характеризующих инсульт и способы его прогнозирования у работников с высоким профессиональным риском, в том числе у лиц, чья профессиональная деятельность связана с установкой, ремонтом, обслуживанием электрических сетей и электрооборудования и характеризуется воздействием электромагнитного излучения (ЭМИ) промышленной частоты.

Отдаленными последствиями хронического воздействия вышеуказанных факторов может быть развитие раннего атеросклероза, а также ишемической болезни сердца и гипертонической болезни [6].

Цель исследования — разработка способа прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия электромагнитных полей промышленной частоты.

В исследование включены 98 мужчин в возрасте от 30 до 65 лет, работавших 5 и более лет в профессиях электрика, мастера электрооборудования, электромонтера, электромеханика, электромонтажника в условиях, связанных с установкой, ремонтом, обслуживанием электрических сетей и электрооборудования, ремонтом действующих электроустановок с напряжением 42 В и выше переменного тока, 110 В и выше постоянного тока, а также монтажных и наладочных работ, испытаниях и измерениях в этих электроустановках. Во всех наблюдаемых случаях условия труда по фактору ЭМИ были отнесены к допустимому (класс условия труда 2.0).

Все обследованные были разделены на две группы. Первую группу составили 56 мужчин с диагнозом «инсульт», госпитализированных в неврологическое отделение ГБУЗ НСО «ГКБ № 1» города Новосибирска. Диагноз был поставлен в соответствии с Международной классификацией болезней X пересмотра. Верификация диагноза инсульта проводилась на основании данных комплексного клинико-функционального и инструментального обследования. Средний возраст больных первой группы составил 57,4 года ($m=\pm 0,9$, $\sigma=\pm 6,9$). Средний стаж работы в контакте с ЭМИ на момент развития инсульта составил 31,4 года ($m=\pm 1,0$, $\sigma=\pm 7,1$).

Вторую группу обследованных составили 42 мужчины, работавшие в контакте с фактором ЭМИ и проходившие профилактическое лечение в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора с диагнозом «хроническая церебральная ишемия» (ХЦИ). Средний возраст больных второй группы составил 56,2 года ($m=\pm 0,8$, $\sigma=\pm 5,4$). Средний стаж работы в контакте с ЭМИ — 29,1 года ($m=\pm 1,2$, $\sigma=\pm 6,5$). Таким образом, исследуемые группы были сопоставимы по возрасту и стажу.

У больных первой и второй групп изучались следующие показатели: наличие артериальной гипертензии (АГ), степень АГ; наличие в анамнезе ишемической болезни сердца (ИБС), фибрилляции предсердий (ФП), уровень общего холестерина, дислипидемии (ДЛП), сахарного диабета

Общая регрессионная модель оценки риска развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия электромагнитных полей промышленной частоты**General regression model of stroke risk assessment in men working in conditions of exposure to electromagnetic fields of industrial frequency**

Фактор риска	β -коэффициент	χ^2 Вальда	p	Относительный риск	95%-ный доверительный риск
Возраст (полных лет)	-0,112	6,2	0,013	0,9	0,8–0,9
Уровень общего холестерина (ммоль/л)	0,782	6,7	0,009	2,18	1,2–3,9
Наличие фактора курения	-2,8	10,6	0,001	0,061	0,01–0,32
Наличие фактора злоупотребления алкоголем	3,84	16,63	0,0001	46,5	7,3–294,05
АГ 2–3 ст.	2,63	9,52	0,002	13,82	2,6–73,3

(СА), факторов курения и злоупотребления алкоголем. Впоследствии из изучаемых показателей для построения прогностической модели были выбраны: возраст больного, уровень общего холестерина, наличие в анамнезе курения, злоупотребление алкоголем, наличие АГ 2–3 степеней (табл. 1).

К больным с наличием АГ, согласно рекомендациям ВОЗ, были отнесены пациенты, у которых при трехкратном измерении АД регистрировалось систолическое артериальное давление (САД) 140 мм рт. ст. и более, диастолическое артериальное давление (ДАД) 90 мм рт. ст. и более, а также больные с АГ в анамнезе, принимавшие на момент инсульта антигипертензивные препараты.

Наличие инфаркта миокарда в анамнезе подтверждалось соответствующими медицинскими документами (амбулаторные карты, выписные эпикризы).

Исследование глюкозы производилось на момент госпитализации глюкооксидантным методом на аппарате «One Touch» (США). При необходимости исследовался гликемический профиль. Диагноз «сахарный диабет» (тип, степень тяжести, стадия компенсации), наличие ангиопатий устанавливались при наличии соответствующих клинических и параклинических данных с участием врача-эндокринолога.

Исследование уровня общего холестерина (ОХС), триглицеридов проводилось у госпитализированных больных утром натощак ферментативными методами на автоанализаторе «AU 480» фирмы «Bachman Coulter» (Япония), липопротеиды низкой плотности определялись методом Бурнштейна, липопротеиды высокой плотности — расчетным и прямым методами. Гиперхолестеринемия диагностировалась при уровне ОХС более 6,5 ммоль/л, гиперлипотеинемия — при уровне липопротеидов низкой плотности более 50 усл. ед.

Наличие фактора курения признавалось у лиц, выкуривавших, по крайней мере, одну сигарету (папиросу) в день в течение трех последних месяцев до развития инсульта у пациентов первой группы и до момента обследования у пациентов второй группы [7].

Злоупотребление алкоголем устанавливалось в случае систематического его приема (не реже одного раза в 7 дней) в объеме не менее 200 граммов в переводе на этиловый спирт в неделю, несмотря на рецидивирующие отрицательные последствия, а также при наличии сведений из медицинской документации (наблюдение у нарколога, диагноз алкогольной эпилепсии, хронического алкоголизма) [8]. DSM-IV (стандарт диагностики в психиатрии и физиологии) определяет злоупотребление алкоголем как повторяющееся употребление, несмотря на рецидивирующие отрицательные последствия [9].

Статистический анализ проводился с использованием пакета программ SPSS 11.5. Для проверки на нормальность распределения признаков использовался критерий Колмогорова — Смирнова. Для анализа качественных признаков использован критерий Фишера. Для определения достоверности различий независимых выборок при нормальном распределении использован Т-критерий Стьюдента для независимых наблюдений. Данные представлены в виде «среднего арифметического» (M), его ошибки ($m \pm$), среднего квадратичного отклонения ($\sigma \pm$). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимался равным 0,05.

Разработка математической модели прогнозирования развития инсульта у мужчин, чья профессия связана с установкой, ремонтом, обслуживанием электрических сетей и электрооборудования, состояла из ряда этапов. Для определения достоверности различий признаков использован анализ таблиц сопряженности (критерий χ^2 Пирсона, а также двусторонний точный тест Фишера в случае, если ожидаемое значение хотя бы в одной ячейке таблицы сопряженности было меньше 5). Использована бинарная логистическая регрессия для построения прогностической модели, состоящей из факторов риска, вносящих независимый значимый вклад в развитие инсульта у больных, работающих по установке, ремонту, обслуживанию электрических сетей и электрооборудования. Вычислялись относительный риск (ОР) развития инсульта и его 95% доверительный интервал (ДИ).

При построении модели логистической регрессии был использован метод последовательного включения переменных (Forward Stepwise). С его помощью из изучаемых показателей были отобраны те, которые вносят наибольший вклад в развитие инсульта у мужчин исследуемой производственной группы (табл. 1). Ими оказались возраст больного, уровень общего холестерина, наличие в анамнезе курения, злоупотребление алкоголем, наличие АГ 2–3 степеней.

На основании проведенного анализа была получена следующая формула логистической регрессии, определяющая вероятность возникновения инсульта:

$$P(X) = 1 / (1 + e^{-z(x)}) \quad (1)$$

$$Z(X) = -0,112 \times X_1 + 0,782 \times X_2 - 2,8 \times X_3 + 3,84 \times X_4 + 2,63 \times X_5 + 0,89, \quad (2)$$

где X_1 — возраст (количество полных лет); X_2 — уровень общего холестерина в ммоль/л; X_3 — наличие или отсутствие в анамнезе курения (при наличии X_3 принимает значение «1», при отсутствии — «0»); X_4 — наличие или отсутствие в анамнезе злоупотребления алкоголем (при наличии злоупотребления X_4 принимает значение «1»,

при отсутствии — «0»); X_5 — наличие или отсутствие у пациента диагноза «АГ 2–3 ст.» (при наличии диагноза X_5 принимает значение — «1», при отсутствии — «0»); 0,89 — константа.

Предложенная модель прогнозирования просто реализуется на практике: у больного определяется значение указанных 5 параметров, а затем эти значения подставляются в соответствующую формулу. Вычисление значения $P(X)$ может быть реализовано в табличном процессоре Excel.

Значение $P(X)$, превышающее 0,32, свидетельствует о высоком риске развития инсульта. Эта отрезная точка дает оптимальное соотношение (наиболее высокое) чувствительности и специфичности. Чувствительность предлагаемого способа составила 71,4%, специфичность — 73,8%.

Примеры осуществления предлагаемого способа:

Пример №1. Больной К., 61 год. Работает электриком 36 лет. Поступил в неврологическое отделение с диагнозом «ишемический инсульт». Диагноз был верифицирован при выполнении мультиспиральной компьютерной томографии головного мозга. В анамнезе — повышение АД в течение 10 лет до 190/100 мм рт. ст. АД на момент развития инсульта — 170/100 мм рт. ст. Гипотензивные препараты больной принимал не регулярно. Был осмотрен кардиологом, поставлен диагноз — гипертоническая болезнь 3 степени, АГ 2 степени, риск 4. В анамнезе больного присутствует фактор курения и злоупотребления алкоголем. Уровень общего холестерина — 5,5 ммоль/л (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Значения параметров X_{1-5} , Z и $P(X)$ у больного инсультом из примера №1

The values of the parameters X_{1-5} , Z and $p(X)$ in a patient with a stroke from example No. 1

Параметр	Значение
Возраст (лет) — X_1	61
Уровень общего холестерина (ммоль/л) — X_2	5,5
Фактора курения — X_3	1
Фактор злоупотребления алкоголем — X_4	1
Артериальная гипертензия 2–3 ст — X_5	1
Z	2,024
P	0,88329

Для данного пациента $P(X)$ составило 0,88329. Полученное значение $P(X)$ превышает 0,32, что свидетельствует о высоком риске развития инсульта у данного пациента. Этот пример подтверждает работоспособность предлагаемого способа, т. к. вывод, сделанный на основании данного способа, совпадает с реальной ситуацией — развитием инсульта у больного.

Пример №2. Больной П., 49 лет. Работает электро-монтажником 27 лет. Поступил в неврологическое отделение с диагнозом «геморрагический инсульт». Диагноз был верифицирован при выполнении мультиспиральной компьютерной томографии головного мозга. В анамнезе больного — повышение АД в течение 9 лет. АД на момент развития инсульта — 160/100 мм рт. ст. Гипотензивные препараты регулярно не принимал. Был осмотрен кардиологом, поставлен диагноз — гипертоническая болезнь 3 степени, АГ 2 степени, риск 4. В анамнезе присутствует фактор злоупотребления алкоголем. Уровень общего холестерина — 5,2 ммоль/л (табл. 3).

Таблица 3 / Table 3

Значения параметров X_{1-5} , Z и $P(X)$ больного инсультом из примера №2

The values of the parameters X_{1-5} , Z and $P(X)$ in a patient with a stroke from example No. 2

Параметр	Значение
Возраст (лет) — X_1	49
Уровень общего холестерина (ммоль/л) — X_2	5,2
Фактора курения — X_3	0
Фактор злоупотребления алкоголем — X_4	1
Артериальная гипертензия 2–3 ст — X_5	1
Z	5,9354
P	0,99737

Значение $P(X)$ у данного пациента составила 0,99737. Полученный результат превышает 0,32, что свидетельствует о высоком риске развития инсульта у данного пациента и совпадает с реальной ситуацией — развитием инсульта у больного.

Пример №3. Больной К., 51 год. Стаж работы электро-монтажником — 26 лет. Находился на лечении в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены». Был осмотрен неврологом. На основании жалоб, данных анамнеза, неврологического осмотра был поставлен диагноз «хроническая церебральная ишемия». На момент осмотра АД составляет 130/80 мм рт. ст. Повышение АД не отмечает. Был осмотрен кардиологом, данных о наличии АГ нет. Отсутствует в анамнезе фактор курения и злоупотребления алкоголем. Уровень общего холестерина — 3,6 ммоль/л (табл. 4).

Таблица 4 / Table 4

Значения параметров X_{1-5} , Z и $P(X)$ больного с диагнозом «хроническая церебральная ишемия» из примера №3

The values of the parameters X_{1-5} , Z and $P(X)$ of the patient with a diagnosis of chronic cerebral ischemia from example No. 3

Параметр	Значение
Возраст (лет) — X_1	51
Уровень общего холестерина (ммоль/л) — X_2	3,6
Фактора курения — X_3	0
Фактор злоупотребления алкоголем — X_4	0
Артериальная гипертензия 2–3 ст — X_5	0
Z	-2,0038
P	0,1188

Значение $P(X)$ — 0,1188, что меньше 0,32, что свидетельствует о невысоком риске развития инсульта у пациента. Вывод, сделанный на основании расчетов, совпадает с реальной ситуацией — отсутствием инсульта у данного пациента.

Пример №4. Больной Ж., 60 лет. Стаж работы электро-монтажником — 39 лет. Находился на лечении в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены». Был осмотрен неврологом. На основании жалоб, данных анамнеза, неврологического осмотра был выставлен диагноз — «хроническая церебральная ишемия». На момент осмотра АД — 140/80 мм рт. ст. Повышение АД в течение 6 лет до 160/100 мм рт. ст. Принимает гипотензивные препараты регулярно. Был осмотрен кардиологом, поставлен диагноз — гипертоническая болезнь 2 степени, АГ 2 степени, риск 2. В анамнезе присутствует фактор курения. Уровень общего холестерина — 6,7 ммоль/л (табл. 5).

Таблица 5 / Table 5

Значения параметров X_{1-5} , Z и P(X) больного с диагнозом «хроническая церебральная ишемия» из примера №4

The values of the parameters X_{1-5} , Z and P(X) of the patient with a diagnosis of chronic cerebral ischemia from example No. 4

Параметр	Значение
Возраст (лет) — X_1	60
Уровень общего холестерина (ммоль/л) — X_2	6,7
Фактора курения — X_3	1
Фактор злоупотребления алкоголем — X_4	0
Артериальная гипертензия 2–3 ст — X_5	1
Z	–0,7646
P	0,31765

Значение P (X) — 0,31765, что составляет меньше 0,32 и свидетельствует о невысоком риске развития инсульта у пациента. Результат совпадает с реальной ситуацией — отсутствием инсульта у пациента.

Выводы:

1. Для лиц, работающих в условиях воздействия ЭМИ промышленной частоты, установлены прогностически значимые факторы риска развития инсульта: возраст больного (β -коэффициент=–0,112, $p=0,013$), уровень общего холестерина (β -коэффициент=0,782, $p=0,009$), наличие в анамнезе фактора курения (β -коэффициент=–2,8, $p=0,001$), наличие в анамнезе злоупотребление алкоголем (β -коэффициент=3,84, $p=0,0001$), наличие артериальной гипертензии 2–3 степеней (β -коэффициент=2,63, $p=0,002$).

2. Предложенный способ прогнозирования развития инсульта у мужчин, чья профессиональная деятельность связана с установкой, ремонтом, обслуживанием электрических сетей и электрооборудования, и, соответственно, влиянием ЭМИ промышленной частоты, рекомендована к практическому использованию в рамках профилактических и периодических медицинских осмотров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Салдина И.Ю., Клочихина О.А., Шпрах В.В., Стаховская Л.В. Эпидемиология инсульта в Иркутске по данным территориально-популяционного регистра. *Журнал неврологии и психиатрии*. 2015; 9(2): 15–19.
2. Клочихина О.А., Стаховская Л.В. Анализ эпидемиологических показателей инсульта по данным территориально-популяционных регистров 2009–2012 гг. *Журнал неврологии и психиатрии*. 2014; 114(6): 63–9.
3. Антипина Ю.В., Герасимова М.М. Способ прогнозирования течения геморрагического инсульта: пат. 2195667 Рос. Федерация: МПК G01N33/53, G01N33/48; №2012131948/14.
4. Щукин Ю.В., Рубаненко А.О. Способ прогнозирования риска развития ишемического инсульта у пациентов с ишемической болезнью сердца и постоянной формой фибрилляции предсердий: пат. 2481058 Рос. Федерация: МПК A61B 5/00; №2011150456/14.
5. Николаев В.И., Денисенко Н.П., Брега А.В., Глазунова Г.М. Способ прогнозирования риска развития острого ишемического инсульта у пациентов не старше 50 лет с впервые выявленной артериальной гипертензией: пат. 2648532 Рос. Федерация: МПК A 61B 5/02; №2017113347.

ского инсульта у пациентов не старше 50 лет с впервые выявленной артериальной гипертензией: пат. 2648532 Рос. Федерация: МПК A 61B 5/02; №2017113347.

6. Рубцова Н.Б., Перов С.Ю., Богачева Е.В. и др. Исследование возможной связи магнитной составляющей электромагнитного поля с удельной поглощенной мощностью в ближней зоне. В кн.: Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В. ред. *Актуальные проблемы медицины труда (сборник трудов института)*. М.: Мелга; 2015: 194–204.

7. Олейников С.П., Глазунов И.С., Чазова Л.В. Курение среди мужчин и женщин различных возрастных групп. *Терапевтический архив*. 1981; 2: 5–28.

8. Агibalova Т.В., Шустов Д.И., Тучина О.Д., Мухин А.А. Стратегия снижения потребления алкоголя как новая возможность в терапии алкогольной зависимости. *Социальная и клиническая психиатрия*. 2015; 25(3): 61–8.

9. Gary R. Vanden Bos. *APA Dictionary of Psychology, 1st ed.* Washington: American Psychological Association; 2007.

REFERENCES

1. Saldina I. V., Klochihina O.A., Shprakh V.V., Stakhovskaya L.V. The Epidemiology of stroke in Irkutsk according to the territorial-population register. *Journal of neurology and psychiatry*. 2015; 9(2): 15–9 (in Russian).
2. Klochihina O.A., Stakhovskaya L.V. Analysis of epidemiological indices of stroke according to territorial population registers 2009–2012. *Journal of neurology and psychiatry*. 2014; 114(6): 63–9. (in Russian).
3. Antipina Y.U., Gerasimova M.M. Method of prognostication of flow of hemorrhagic stroke. Patent No. 2195667; 2012 (in Russian).
4. Shchukin Y.U., Rubanenko A.O. The method of predicting the risk of ischemic stroke in patients with coronary heart disease and permanent form of atrial fibrillation. Patent No. 2481058; 2011 (in Russian).
5. Nikolaev V.I., Denisenko N.P., Brega A.V., Glazunov G. M. Method for predicting the risk of acute ischemic stroke in patients under 50 years of age with newly diagnosed arterial hypertension. Patent No. 2648532; 2017 (in Russian).
6. Rubtsova N.B., Perov S.Yu., Bogacheva E.V. et al. Investigation of the possible connection of the magnetic component of the electromagnetic field with the specific absorbed power in the near zone. In the book.: Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V. ed. *Actual problems of labor medicine (proceedings of the Institute)*. M.: Melga; 2015: 194–204. (in Russian).
7. Oleynikov S.P., Glazunov I.S., Chazova L.V. Smoking among men and women of different age groups. *Therapeutic archive*. 1981; 2:5–28. (in Russian).
8. Agibalova T.V., Shustov D.I., Tuchina O.D., Mukhin A.A. The Strategy of reducing alcohol consumption as a new opportunity in the treatment of alcohol dependence. *Social and clinical psychiatry*. 2015; 25 (3): 61–8 (in Russian).
9. Gary R. Vanden Bos. *APA Dictionary of Psychology, 1st ed.* Washington: American Psychological Association; 2007.

Дата поступления / Received: 12.04.2019

Дата принятия к печати / Accepted: 02.12.2019

Дата публикации / Published: 16.12.2019