

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 Министерстве печати
и информации Российской
Федерации. Свидетельство
о регистрации № 0110362
от 2 марта 1993 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: zumiiimtp@yandex.ru
Сайт редакции:
<http://journal-irioh.ru>
Зав. редакцией А.В.Серебренникова

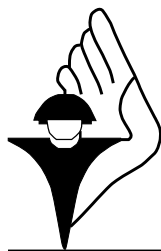
Подписной индекс по каталогу
«Роспечать»:

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

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

Подписано в печать 18.01.2019.
Формат издания 60x84 1/8.
Объем 8 п.л. Печать офсетная.

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



МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

ISSN 1026-9428 (print)

ISSN 2618-8945 (online)

№ 1, 2019

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1957 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
БУХТИЯРОВ И.В.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

Заместитель главного редактора
ПРОКОПЕНКО Л.В.

д-р мед. наук, проф., Москва

Ответственный секретарь журнала

КИРЬЯКОВ В.А.

д-р мед. наук, проф., г. Мытищи,
Московская обл.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

АТЬКОВ О.Ю.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

БЕЛЯЕВ Е.Н.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

БОНИТЕНКО Е.Ю.

д-р мед. наук, проф., Москва

БУШМАНОВ А.Ю.

д-р мед. наук, проф., Москва

БЫКОВ И.Ю.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

ГОЛОВКОВА Н.П.

д-р мед. наук, Москва

ИЗМЕРОВА Н.И.

д-р мед. наук, проф., Москва

КАПЦОВ В.А.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Москва

КОСЯЧЕНКО Г.Е.

д-р мед. наук, доцент, Минск

КУЗЬМИНА Л.П.

д-р биол. наук, проф., Москва

ПАЛЬЦЕВ Ю.П.

д-р мед. наук, проф., Москва

ПОПОВА А.Ю.

д-р мед. наук, проф., Москва

ПОТЕРЯЕВА Е.Л.

д-р мед. наук, проф., академик РАЕН,
Новосибирск

РЫЖОВ А.Я.

д-р биол. наук, проф., Тверь

СИДОРОВ К.К.

д-р мед. наук, Москва

СТРИЖАКОВ Л.А.

д-р мед. наук, Москва

ТИХОНОВА Г.И.

д-р биол. наук, Москва

УШАКОВ И.Б.

д-р мед. наук, проф., академик РАН, Москва

ФИЛИМОНОВ С.Н.

д-р мед. наук, проф., Новокузнецк

ЭГЛИТЕ М.Э.

д-р медицины, хабилированный доктор
медицины, проф., Рига, Латвия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

АМИРОВ Н.Х.

д-р мед. наук, проф., академик РАН, Казань,
Татарстан

БАКИРОВ А.Б.

д-р мед. наук, проф., академик АН РБ, Уфа,
Башкортостан

ГУРВИЧ В.Б.

д-р мед. наук, проф., Екатеринбург

ДАНИЛОВ А.Н.

д-р мед. наук, доцент, Саратов

КАСЫМОВ О.Т.

д-р мед. наук, проф., академик РАЕН,
Бишкек, Киргизия

КОЛОСИО К.

канд. мед. наук, доцент, Милан, Италия

МАЛЮТИНА Н.Н.

д-р мед. наук, проф., Пермь

МЕЛЬЦЕР А.В.

д-р мед. наук, проф., Санкт-Петербург

МИЛУШКИНА О.Ю.

д-р мед. наук, доцент, Москва

НИУ Ш.

д-р, Женева, Швейцария

ПАУНОВИЧ Э.

независимый эксперт, Белград, Сербия

ПОПОВ В.И.

д-р мед. наук, проф., Воронеж

РАХМАНОВ Р.С.

д-р мед. наук, проф., Нижний-Новгород

РУКАВИШНИКОВ В.С.

д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, Ангарск

ТКАЧЕВА Т.А.

д-р мед. наук, Москва

ФИЛИМОНОВ С.Н.

д-р мед. наук, проф., Новокузнецк

ШПАГИНА Л.А.

д-р мед. наук, проф., академик РАЕН,
Новосибирск

ЭЛЬГАРОВ А.А.

д-р мед. наук, проф., академик РАЕН, Нальчик,
Кабардино-Балкария

FOUNDER OF THE JOURNAL

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

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

Journal was registered in Russian
Federal Ministry for press
and information.

Registration certificate 0110362
on 2nd March 1993.

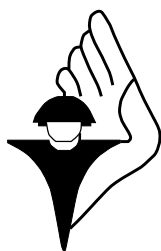
The Journal is included into a list
recommended by Russian Certification
Board and covering scientific and
scientific technological periodicals
published in Russian Federation. This
list contains main results of dissertations
for PhD and Doctor of Science degrees.
The Journal is included into Russian
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, Russian Federation, 105275,
FSBSI RIOH

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

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



MEDITSINA TRUDA i PROMYSHLENNAYA EKOLOGIYA

Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology

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

1, 2019

MONTHLY SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL
founded in 1957

EDITORIAL BOARD**Editor-in-chief****BUKHTIYAROV I.V.**

Dr. of Med. Sci., Prof., RAS Corresponding
Member, Moscow, Russia

Deputy Editor-in-chief**PROKOPENKO L.V.**

Dr. of Med. Sci., Prof., Moscow, Russia

Executive secretary of journal**KIR'YAKOV V.A.**

Dr. of Med. Sci., Prof., Mytishi, Russia

MEMBERS OF EDITORIAL BOARD**AT'KOV O.Yu.**

Dr. of Med. Sci., Prof., RAS Corresponding
Member, Moscow, Russia

BELIAEV E.N.

Dr. of Med. Sci., Prof., RAS Corresponding
Member, Moscow, Russia

BONITENKO E.Yu.

Dr. of Med. Sci., Prof., Moscow, Russia

BUSHMANOV A.Yu.

Dr. of Med. Sci., Prof., Moscow, Russia

BYKOV I.Yu.

Dr. of Med. Sci., Prof., RAS Corresponding
Member, Moscow, Russia

GOLOVKOVA N.P.

Dr. of Med. Sci., Moscow, Russia

IZMEROVA N.I.

Dr. of Med. Sci., Prof., Moscow, Russia

KAPTSOV V.A.

Dr. of Med. Sci., Prof., RAS Corresponding
Member, Moscow, Russia

KOSYACHENKO G.E.

Dr. of Med. Sci., Associate Professor,
Minsk, Belarus

KUZMINA L.P.

Dr. Biol. Sci., Prof., Moscow, Russia

PAL'TSEV Yu.P.

Dr. of Med. Sci., Prof., Moscow, Russia

POPOVA A.Yu.

Dr. of Med. Sci., Prof., Moscow, Russia

POTERYAEVA E.L.

Dr. of Med. Sci., Prof., Academician of Russian
Academy of Natural Sciences, Novosibirsk, Russia

RYZHOV A.Ya.

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

SIDOROV K.K.

Dr. of Med. Sci., Moscow, Russia

STRIZHAKOV L.A.

Dr. of Med. Sci., Moscow, Russia

TIKHONOVA G.I.

Dr. Biol. Sci., Moscow, Russia

USHAKOV I.B.

Dr. of Med. Sci., Prof., Academician of RAS,
Moscow, Russia

FILIMONOV S.M.

Dr. of Med. Sci., Prof., Novokuznetsk, Russia

EGLITE M.E.

MD, Prof., Dr. med. Habil, Riga, Latvia

EFENDIEV E.N.

Associate professor, Baku, Azerbaijan

EDITORIAL COUNCIL**AMIROV N.Kh.**

Dr. of Med. Sci., Prof., Academician of RAS,
Kazan', Russia

BAKIROV A.B.

Dr. of Med. Sci., Prof., Academician of Academy of
Sciences of the Republic Bashkortostan, Ufa, Russia

GURVICH V.B.

Dr. of Med. Sci., Prof., Ekaterinburg, Russia

DANILOV A.N.

Dr. of Med. Sci., Associate Professor, Saratov, Russia

KASYMOV O.T.

Dr. of Med. Sci., Prof., Academician of Russian Academy
of Natural Sciences, Bishkek, Kyrgyzstan

COLOSIO C.

Cand. of Med. Sci., Associate Professor, Milan, Italy

MALYUTINA N.N.

Dr. of Med. Sci., Prof., Perm', Russia

MEL'TSER A.V.

Dr. of Med. Sci., Prof., St. Petersburg, Russia

MILUSHKINA A.Yu.

Dr. of Med. Sci., Associate Professor, Moscow, Russia
MD, Geneva, Switzerland

NIU Sh.

Dr. of Med. Sci., Prof., Voronezh, Russia

POPOV V.I.

Dr. of Med. Sci., Prof., Nizhny Novgorod, Russia

RAKHMANOV R.S.

Dr. of Med. Sci., Prof., RAS Corresponding Member,

RUKAVISHNIKOV V.S.

Angarsk, Russia

TKACHEVA T.A.

Dr. of Med. Sci., Moscow, Russia

SHPAGINA L.A.

Dr. of Med. Sci., Prof., Academician of European
Academy of Natural Sciences, Novosibirsk, Russia

EL'GAROV A.A.

Dr. of Med. Sci., Prof., Academician of European
Academy of Natural Sciences, Nal'chik, Russia

Бухтияров И.В., Хамитов Т.Н., Смагулов Н.К., Костенко Н.А., Сальников А.А. Оценка информативности уровня работоспособности по анкетам WAI (Work Ability Index)

4

Поленок Е.Г., Мун С.А., Гордеева Л.А., Глушков А.А., Костянюк М.В., Вафин И.А. Особенности образования антител против бензо[а]пирена у работников угольных шахт и теплоэлектростанций

9

Ачкасов Е.Е., Мельников А.И., Белозёров Б.Г., Ярославская М.А., Осадчук М.А., Асанов А.Ю., Кузнецов Н.А. Психологические аспекты реабилитации медицинских работников при синдроме эмоционального выгорания

15

Карамова Л.М., Башарова Г.Р., Гайнуллина М.К., Власова Н.В. Врожденные пороки развития в различных промышленных регионах Республики Башкортостан

20

Алпаев Д.В., Сериков В.В., Ситович Д.В., Чернов О.Э. Профессиональные расстройства суточного биоритма локомотивных бригад

25

Засядько К.И., Богомолов А.В., Солдатов С.К., Вонаришенко А.П., Борейчук А.Ф., Язлык М.Н. Динамика показателей интонационной структуры речи в профессиональной деятельности операторов управления воздушным движением

31

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Гарипова Р.В., Стрижаков Л.А., Архипов Е.В. Профессиональные поражения почек от воздействия физических и биологических факторов

38

Зюбина Л.Ю., Паначева Л.А., Шпагина Л.А., Карева Н.П., Котова О.С., Зуева М.А., Горобей А.М., Камнева Н.В. Эволюционные особенности гематологических синдромов заболеваний крови от воздействия вредных производственных факторов

45

ДИСКУССИИ

Павловская Н.А. Значение выбора информативных лабораторных биомаркеров для ранней диагностики профессиональных заболеваний

51

ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

Дружинин В.Н., Артемова Л.В., Тройняков С.Н., Тухтаев У.Т. Возможности рентгеновской компьютерной денситометрии в диагностике профессионального гиперчувствительного пневмонита

55

Разинкин С.М., Дворников М.В., Артамонова И.А., Петрова В.В., Киш А.А., Зорин М.Ю., Коновалов Д.П., Брагин М.А. Эффективность специальной охлаждающей жидкости на тепловое состояние спортсменов в условиях высоких температур

60

ЮБИЛЕИ

Иван Михайлович Чиж (к 70-летию со дня рождения)

64

Bukhtiyarov I.V., Khamitov T.N., Smagulov N.K., Kostenko N.A., Salnikov A.A. Evaluating informativeness of work capacity level via WAI (Work Ability Index) questionnaires

Polenok Ye.G., Mun S.A., Gordeeva L.A., Glushkov A.A., Kostyanko M.V., Vafin I.A. Features of antibodies against benzo[a]pyrene formation in workers of coal mines and thermal power plants

Achkasov E.E., Melnikov A.I., Belozarov B.G., Yaroslavskaya M.A., Osadchuk M.A., Asanov A.Yu., Kuznetsov N.A. Psychological rehabilitation of medical workers with emotional burnout syndrome

Karamova L.M., Basharova G.R., Gaynullina M.K., Vlasova N.V. Congenital anomalies in various industrial regions of Bashkortostan Republic

Alpaev D.V., Serikov V.V., Sitovich D.V., Chernov O.E. Occupational disorders of diurnal biorhythms of locomotive crew workers

Zasyadko K.I., Bogomolov A.V., Soldatov S.K., Vonarshenko A.P., Borejchuk A.F., Yazlyuk M.N. Changes in indicators of intonation structure of speech in occupational activity of air traffic control operators

REVIEW OF LITERATURE

Garipova R.V., Strizhakov L.A., Arkhipov E.V. Occupational kidney disorders from physical and biologic factors

Zyubina L.Yu., Panacheva L.A., Shpagina L.A., Kareva N.P., Kotova O.S., Zueva M.A., Gorobey A.M., Kamneva N.V. Evolutionary peculiarities of hematological syndromes and blood diseases from exposure to occupational hazards

DISCUSSIONS

Pavlovskaya N.A. Importance of selecting informative laboratory biomarkers for the early diagnosis of occupational diseases

FOR THE PRACTICAL MEDICINE

Druzhinin V.N., Artemova L.V., Troyniyakov S.N., Tukhtaev U.T. Possibilities of X-ray computer densitometry in diagnosis of occupational hypersensitivity pneumonitis

Rasinkin S.M., Dvornikov M.V., Artamonova I.A., Petrova V.V., Kish A.A., Zorin M.Y., Konovalov D.P., Bragin M.A. Efficiency of special cooling liquid on thermal state of athletes at high temperatures

JUBILEE

To the 70th birthday of Ivan Mikhailovich Chizh

УДК 613.06.02-64

Бухтияров И.В.¹, Хамитов Т.Н.², Смагулов Н.К.², Костенко Н.А.³, Сальников А.А.⁴**ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ УРОВНЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПО АНКЕТАМ
«WORK ABILITY INDEX»**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275;²Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний», ул. Мустафина, 15, Караганда, Казахстан, 100027;³Министерство здравоохранения Российской Федерации, ул. Неглинная, 25, Москва, Россия, 127994;⁴ООО УК «Металлоинвест», Рублевское ш., 28, Москва, Россия, 121609

Введение. При оценке функционального состояния рабочих на производстве с неблагоприятными условиями среды исследователи, наряду с традиционными объективными методами исследования, используют субъективные показатели, включающие социологический опрос рабочих, с субъективной оценкой характера трудового процесса, степени утомляемости, длительности во временном аспекте, образа жизни и т. д.

Цель исследования — дать сравнительную оценку информативности интегрального критерия работоспособности по анкетам WAI (Work Ability Index) с традиционно используемыми методами в физиологии труда.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись рабочие листопрокатного производства АО «Арселор Миттал — Темиртау». Были использованы физиологические и статистические методы исследования.

Результаты. Сопоставительный анализ индекса работоспособности по WAI с традиционно используемыми методами в физиологии труда показал, что динамика WAI полностью соответствует динамике работоспособности центральной нервной системы (ЦНС), менее выражено — динамике функционального напряжения сердечно-сосудистой системы (ССС), минимально — на активность нервно-мышечного аппарата. Индекс WAI может косвенно свидетельствовать об уровне резистентности организма, оцениваемой по показателям заболеваемости с ВУТ.

Выводы: Динамику индекса работоспособности по WAI можно на прямую экстраполировать на уровень функционального напряжения ЦНС и резистентности организма рабочих (по заболеваемости с временной утратой работоспособности), т. к. выявленные корреляционные зависимости полностью соответствуют динамике индекса работоспособности по WAI. Со стороны СССР и нервно-мышечного аппарата подобной динамики не отмечалось.

Ключевые слова: WAI — Work Ability Index; рабочие; работоспособность; функциональное напряжение; резистентность

Для цитирования: Бухтияров И.В., Хамитов Т.Н., Смагулов Н.К., Костенко Н.А., Сальников А.А. Оценка информативности уровня работоспособности по анкетам «Work Ability Index». *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 4–8. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-4-8>

Для корреспонденции: Смагулов Нурлан Кемелбекович, д-р мед. наук, проф., рук. испыт. лаб. эколого-гигиенических и медико-биологических исследований. E-mail: msmagulov@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Igor V. Bukhtiyarov¹, Tulegen N. Khamitov², Nurlan K. Smagulov², Natalya A. Kostenko³, Andrey A. Salnikov⁴
EVALUATING INFORMATIVENESS OF WORK CAPACITY LEVEL VIA «WORK ABILITY INDEX»
QUESTIONNAIRES

¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275;

²National Center of Labor Hygiene and Occupational Diseases, 15, Mustafina str., Karaganda, Kazakhstan, 100027;

³Ministry of Health of the Russian Federation, 25, Neglinnaya str., Moscow, Russia, 127994;

⁴LLC «Metalloinvest», 28, Rublyovskoye Highway, Moscow, Russia, 121609

Introduction. Evaluating functional state of workers engaged into hazardous work conditions, researchers use not only traditional objective study methods, but also subjective parameters including sociologic polls of workers, with subjective evaluation of working process character, fatigue degree, time dimension, lifestyle, etc.

Objective. To compare informativeness of integral criteria of work capacity according to WAI (Work Ability Index) questionnaires with other methods traditionally used in occupational physiology.

Materials and methods. The study covered workers of plate rolling production in JSC «Arselor Mittal-Temirtau». Physiologic and statistical methods were used.

Results. Comparative analysis of work capacity index via WAI with other methods traditionally used in occupational physiology demonstrated that WAI dynamics completely corresponds to central nervous system capacity dynamics, partially corresponds to cardiovascular functional strain dynamics, minimally corresponds to neuromuscular apparatus activity. WAI index can indirectly outline body resistance level assessed by transitory disablement morbidity parameters.

Conclusions. Work capacity index by WAI could be directly extrapolated to levels of central nervous system strain and workers' resistance (evaluated by transitory disablement morbidity), because the correlation dependences revealed completely correspond to dynamics of work capacity index by WAI. Such correspondence was not seen for cardiovascular system and neuromuscular apparatus.

Key words: WAI — Work Ability Index; workers; work capacity; functional strain; resistance

For citation: Bukhtiyarov I.V., Khamitov T.N., Smagulov N.K., Kostenko N.A., Salnikov A.A. Evaluating informativeness of work capacity level via «Work Ability Index» questionnaires. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 1: 4–8. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-4-8>

For correspondence: Nurlan K. Smagulov, Dr. Med. Sci., Professor, Director of Test Laboratory for ecologic, hygienic and medical biologic research. E-mail: msmagulov@yandex.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Проблема утомления является одной из актуальных в гигиене и физиологии труда и неразрывно связана с представлениями об адаптации, работоспособности, восстановлении и функциональных резервах организма. При оценке функционального состояния рабочих на производстве с неблагоприятными условиями среды используются субъективные показатели, включающие социологический опрос рабочих с субъективной оценкой характера трудового процесса, степени утомляемости, длительности во временном аспекте, образ жизни и т. д. [1]. Одним из таких показателей может быть индекс работоспособности (WAI — Work Ability Index) [2], который был разработан в 1998 г. рабочей группой, состоящей из членов FIOH (Finnish Institute of Occupational Health) и The Finnish Post Ltd [3] и до сих пор является признанным и широко используемым инструментом для проведения исследований.

Цель исследования — дать сравнительную оценку информативности интегрального критерия работоспособности по анкетам WAI (Work Ability Index) с традиционно используемыми методами в физиологии труда.

Материалы и методы. Объектами исследования были рабочие листопрокатного производства АО «Арселор Миттал — Темиртау» основных профессий (операторы, вальцовщики, аппаратчики, термисты, резчики металла), 119 человек.

Оценка работоспособности проводилась с помощью анкеты WAI (Work Ability Index) [4], которая охватывает 7 исследований: 1) сравнение работоспособности на сегодняшний день с максимальной работоспособностью; 2) сравнение работоспособности относительно требований к трудовой деятельности; 3) число болезней, наиболее распространенных в последнее время, которые диагностированы врачами; 4) оценка снижения работоспособности из-за различного рода заболеваний; 5) заболеваемость за прошедшие 12 месяцев; 6) оценка собственной работоспособности через два года; 7) психические функциональные резервы. По каждому вопросу предлагается один или несколько ответов.

Результат WAI рассчитывается путем сложения баллов. Сумма баллов приводит к конечному результату — определению уровня работоспособности. Результаты: 44–49 баллов — очень хорошая работоспособность; 37–43 балла — хорошая; 28–36 баллов — средняя (неудовлетворительная); 2–27 баллов — плохая.

Физиологические исследования включали: 1) измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС); 2) систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления; 3) ручную динамометрию с определением максимальной мышечной силы (кг) и мышечной (статической) выносливости (сек.) [5]; 4) изучение умственной работоспособности с помощью корректурной пробы (кольца Ландольта) с вычислением показателей — количество переработанной информации (Q), количество переработанной информации на 1 знак (q), время, затраченное на выполнение теста (t) [5].

Анализ заболеваемости проводился по номенклатуре согласно «Международной классификации болезней, травм и причин смерти X пересмотра» методом полицейского учета

и обработки копий справок о временной нетрудоспособности работающих. Всего было выкопировано и изучено 6745 справок о временной нетрудоспособности работающих за 2010–2012 гг. Показатели заболеваемости анализировались с учетом контингента работающих (круглогодичные за 3-летний период — 2468 человек) в соответствии с методикой Н.В. Догле, А.Я. Юркевич [6].

В соответствии с предложенной методикой вычислялось общее число болевших лиц, случаев и дней нетрудоспособности, по ним были высчитаны показатели болевших лиц, случаев и дней нетрудоспособности на 100 работающих, а также количество случаев и дней нетрудоспособности на 1 болевшего, средняя длительность 1 случая нетрудоспособности и процент нетрудоспособности в процентах (%). Весь комплекс показателей был рассчитан в зависимости от производственного стажа.

Математическая обработка проводилась при помощи стандартного пакета программ статистики «Statistica 8» [7]. Полученные данные обрабатывались общепринятыми методами с определением математического ожидания, среднеквадратического отклонения, ошибки среднего и достоверности различия (по Стьюденту). Достоверными считались сдвиги при $p < 0,05$. Корреляционный анализ проводился между физиологическими показателями и значениями WAI по стандартной программе с вычислением коэффициента корреляции (r) и критерия достоверности — $t = r / ((1 - r^2) / \sqrt{n})$, учитывались только достоверные значения ($p < 0,05$). Также высчитывался коэффициент определения ($R = 100 \times r^2$), показывающий какой процент изменений у физиологических показателей вызван изменениями WAI [8].

Результаты и обсуждение. Как показали результаты исследования (табл. 1), у рабочих листопрокатного производства различных стажевых групп отмечались достоверные изменения индекса работоспособности (WAI). Наиболее высокий уровень WAI отмечался в первой стажевой группе (до 5 лет) — $39,7 \pm 1,18$ балла и по количественной градации соответствовал уровню «хорошая работоспособность» (37–43 балла) [4]. Далее отмечалось достоверное снижение во второй стажевой группе (5–9,9 года) до $32,9 \pm 1,39$ балла ($p < 0,05$), что соответствовало уровню «неудовлетворительная работоспособность» (28–36 баллов). В третьей стажевой (10–14,9 года) группе вновь отмечалось увеличение уровня WAI до $37,1 \pm 1,38$ балла — «хорошая работоспособность». У остальных стажевых групп отмечалось достоверное снижение работоспособности до уровня «неудовлетворительная работоспособность»: в четвертой (15–19,9 года) и пятой (20–24,9 года) возрастных группах — $34,8$ – $35,1$ балла ($p < 0,05$), в шестой стажевой группе (25 лет и более) значительное снижение WAI до $31,2 \pm 1,26$ балла ($p < 0,05$).

Таким образом, по анкетным данным WAI выявлено достоверное снижение индекса работоспособности во 2- и 4–6-х стажевых группах и несколько менее выраженное в 4–5-х группах.

Для оценки достоверности полученного с помощью анкеты WAI индекса работоспособности был проведен со-

поставительный анализ с результатами традиционных методов оценки работоспособности, включая ССС и ЦНС, нервно-мышечный аппарат.

Динамика работоспособности в зависимости от стажа, оцениваемая по индексу WAI, имеет схожую картину с динамикой отдельных показателей ССС (рис. 1), таких как САД и ДАД. Однако смысловая оценка динамики WAI с САД и ДАД выявила обратно пропорциональную трактовку уровня функционального напряжения. Отмечаемые снижения значений САД/ДАД во 2-й и 5-й стажевых группах свидетельствуют о снижении функционального напряжения ССС в процессе трудовой деятельности, в то время как снижение значений WAI у данных стажевых групп свидетельствуют об обратном — снижении работоспособности у рабочих. Об этом свидетельствует и данные корреляционного анализа, коэффициент которого указывает на наличие обратной зависимости между ДАД и WAI ($r=-0,38$). Коэффициент корреляции соответствует слабой степени взаимосвязи. На это указывает и коэффициент определения, где лишь 14,4% изменений ДАД будут соответствовать изменениям WAI.

Следовательно, можно предположить, что увеличение индекса работоспособности будет протекать на фоне незначительного функционального напряжения со стороны ССС.

Со стороны нервно-мышечного аппарата отмечалась несколько иная динамика изменений в зависимости от результатов WAI (рис. 1). Здесь высокие значения мышечной силы и мышечной выносливости, при исходных их значениях $62,9 \pm 2,18$ кг и $39,1 \pm 2,65$ секунды, отмечались во 2-й ($68,4 \pm 1,72$ кг и $42,2 \pm 2,89$ секунды соответственно), 4-й (только у мышечной силы — $68,6 \pm 3,69$ кг) и 5-й ($67,9 \pm 3,87$ кг и $47,6 \pm 3,28$ секунды) стажевых группах. Низкие значения мышечной силы и мышечной выносливости в 1-й стажевой группе ($62,9 \pm 2,18$ кг и $39,1 \pm 2,65$ секунды соответственно) можно объяснить процессом профессионального становления; снижения в 3-й и 6-й стажевых группах можно объяснить только активацией процессов утомляемости у рабочих под воздействием производственного процесса. В тоже время высокие значения во 2-й (5–9,9 года), 4-й (15–19,9 года) и 5-й (20–24,9 года) группах характеризуются устойчивой работоспособностью и полной адаптиро-

Таблица 1

Динамика работоспособности по показателям WAI у рабочих в зависимости от производственного стажа
Work capacity dynamics according to WAI parameters in workers, depending on length of service

Показатель		Стаж работы, лет					
		до 5	5–9,9	10–14,9	15–19,9	20–24,9	25 и более
WAI, балл	$M \pm m$	$39,7 \pm 1,18$	$32,9 \pm 1,39^*$	$37,1 \pm 1,38$	$34,8 \pm 1,09^*$	$35,1 \pm 1,21^*$	$31,2 \pm 1,26^*$

Примечание: * — разница достоверна по сравнению с 1-й стажевой группой ($p < 0,05$).

Note: * — reliable differences, in comparison with first length of service group ($p < 0,05$)

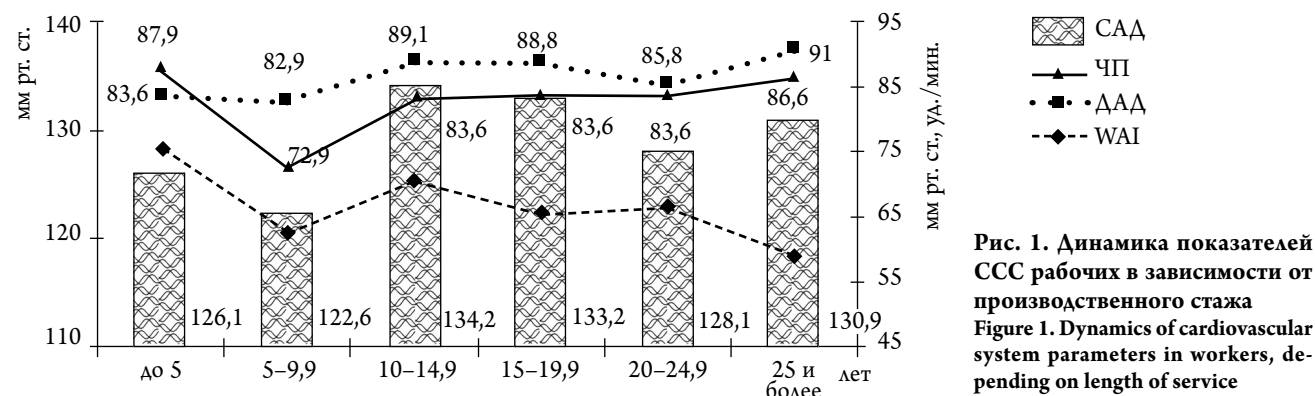


Рис. 1. Динамика показателей ССС рабочих в зависимости от производственного стажа
Figure 1. Dynamics of cardiovascular system parameters in workers, depending on length of service

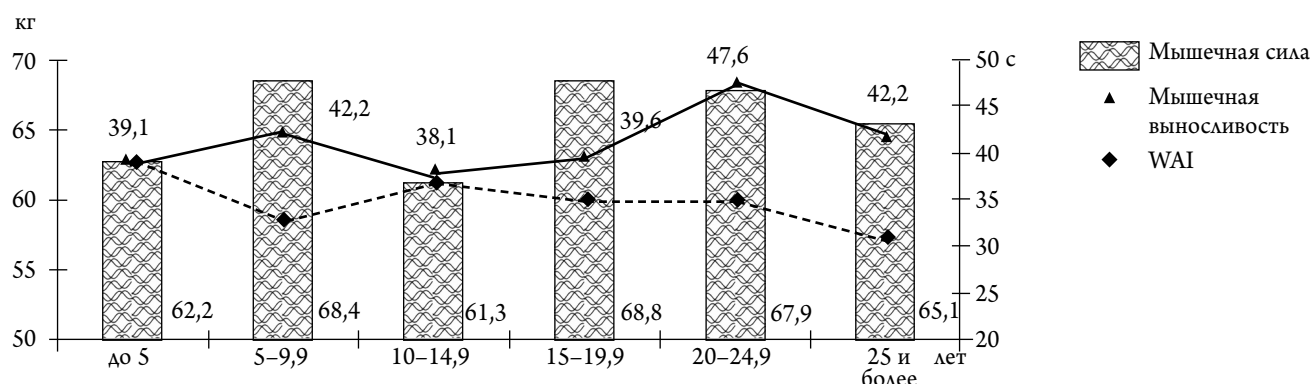


Рис. 2. Динамика показателей мышечной силы и мышечной выносливости рабочих в зависимости от производственного стажа
Figure 2. Dynamics of muscular strength and muscular endurance parameters in workers, depending on length of service

ванностью организма рабочих к физическому компоненту трудового процесса (рис. 2).

Следовательно, динамику индекса работоспособности WAI нельзя напрямую экстраполировать на активность нервно-мышечного аппарата. Об этом свидетельствует и данные корреляционного анализа, коэффициенты которого указывает на наличие обратной зависимости между мышечной силой и мышечной выносливостью и WAI ($r = -0,56$ и $-0,42$ соответственно). Коэффициент определения показывает, что лишь треть изменений мышечной силы будет обратно пропорционально соответствовать изменениям WAI ($R = 31,3\%$). У показателя мышечной выносливости коэффициент соответствия — $17,4\%$.

Со стороны работоспособности ЦНС, его отдельных сторон, таких как внимание, его переключаемость, выявлена зависимость от профессионального стажа. Эта зависимость имела на рисунке S-образный вид: снижение основных параметров во 2-й стажевой группе, затем подъем и относительная стабильность в 3-й и 4-й стажевых группах, после чего опять снижение (5-я стажевая группа). Если провести детальный анализ динамики показателей внимания, то они четко разделяются на этапы адаптационного процесса (рис. 3). В первый период — профессионального становления — отмечалось достоверное снижение количества переработанной информации (на 1 знак) в 1-й стажевой группе (до 5 лет) с $210,3 \pm 6,04$ ($1,12 \pm 0,061$) знака до $159,5 \pm 4,51$ ($0,8 \pm 0,087$) знака ($p < 0,05$). Подобная динамика отмечалась и у показателя, характеризующего скорость выполнения теста. В 3-й и 4-й стажевых группах (10–19 лет) среднее значение показателя Q (q) было в диапазоне

189,3–191,1 ($0,96–0,98$) знака, время выполнения теста в среднем составляло 3,21–3,31 секунды. В 5-й стажевой группе (20–24,9 года) наблюдалось достоверное снижение работоспособности ЦНС, о чем свидетельствует достоверное снижение в данной группе количества переработанной информации ($159,7 \pm 5,66$ знака, $p < 0,05$), в том числе и на 1 знак ($0,74 \pm 0,089$, $p < 0,05$). В 6-й стажевой группе (25 лет и более) вновь отмечался рост показателей выполнения теста с кольцами Ландольта. Однако столь выраженных изменений по сравнению с предыдущими группами не отмечалось. Следовательно, основными стажевыми группами, в которых отмечается резкое снижение работоспособности ЦНС, функции внимания, его переключаемости, являются 2-я (5–9,9 года) и 5-я (20–24,9 года) стажевые группы. То есть, полностью соответствуют динамике индекса работоспособности, оцениваемой по WAI.

Об этом свидетельствует и данные корреляционного анализа, коэффициенты которого указывает на наличие прямой зависимости между показателями работоспособности ЦНС и WAI ($r_Q = -0,69$, $r_q = 0,8$ и $r_t = 0,75$). Коэффициенты определения были в диапазоне 47,6–64,0%.

Уровень заболеваемости характеризует, прежде всего, степень резистентности организма рабочих, их способность сопротивляться воздействию неблагоприятных факторов производственной среды. Поскольку в анкете WAI имеются два вопроса, относящиеся к заболеваемости, был проведен сопоставительный анализ индекса работоспособности по WAI и заболеваемости с ВУТ.

Как видно из табл. 2, отмечается схожая динамика отдельных показателей заболеваемости с ВУТ по стажевым

Таблица 2

Динамика заболеваемости с ВУТ в зависимости от стажевого диапазона
Transitory disablement morbidity dynamics, depending on length of service range

Показатель	Производственный стаж, лет					
	До 5	5–9,9	10–14,9	15–19,9	20–24,9	25 и более
Болевшие лица (на 100 круглогодичных рабочих)	74,8	78,5	70,1	73,4	72,0	66,3
Случаи (на 100 круглогодичных рабочих)	155,4	159,2	133,7	146,6	124,8	121,8
Дни нетрудоспособности (на 100 круглогодичных рабочих)	1395,2	1550,8	1349,4	1543,3	1258,7	1388,1
Случаи — общий показатель кратности (на 1 болевшего)	2,08	2,03	1,91	2,00	1,73	1,84
Средняя длительность дней нетрудоспособности болевших лиц (на 1 болевшего)	18,7	19,8	19,2	21,0	17,5	20,9
Средняя длительность 1 случая нетрудоспособности	8,98	9,74	10,1	10,5	10,1	11,4
Процент нетрудоспособности	18	20	18	20	16	18

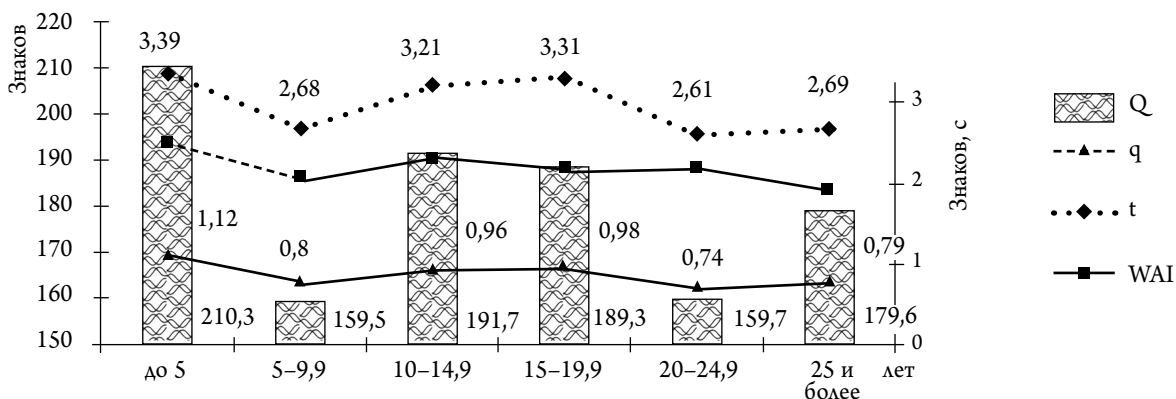


Рис. 3. Динамика показателей внимания и переключаемости рабочих в зависимости от производственного стажа
Figure 3. Dynamics of attention and switchability of workers, depending on length of service

группам и работоспособности WAI. И несмотря на то, что эти зависимости имеют обратно пропорциональное соотношение, они имеют единую смысловую трактовку: снижению индекса работоспособности по WAI соответствует снижение показателей, характеризующих резистентность организма. У показателей «случаи» и «дни нетрудоспособности» это более выражено. Так, если высокие значения у показателей «случаи» и «дни нетрудоспособности» были у 2-й (159,2 случая и 1395,2 дня нетрудоспособности), 4-й (146,6 и 1543,3 соответственно) и 6-й (121,8 и 1388,1) стажевых групп, что интерпретировалось как снижение резистентности, то у показателя WAI, как отмечалось выше, в этих стажевых группах отмечалось снижение работоспособности. Однако корреляционный анализ показал низкую связь между этими показателями ($r=0,36$ и $-0,27$ соответственно, $p<0,05$). Общие показатели заболеваемости, вычисленные в целом для изучаемого прокатного производства, показали низкую корреляционную взаимосвязь с индексом работоспособности изучаемого контингента рабочих. Однако специальные (частные) коэффициенты показали более высокую информативность в данном аспекте. Так, у показателей, характеризующих общую среднюю длительность нетрудоспособности болевших лиц (на одного болевшего) и среднюю длительность одного случая нетрудоспособности (дни нетрудоспособности/случаи), была выявлена средняя и высокая корреляционная зависимость с показателем WAI ($r=-0,54$ и $-0,79$ соответственно, $p<0,05$). Коэффициенты определения были 29,2% и 62,4% соответственно. Следовательно, индекс работоспособности по WAI может косвенно свидетельствовать об уровне резистентности организма, в частности, показатель средней длительности одного случая нетрудоспособности, т. к. тесно взаимосвязан с показателем WAI.

Таким образом, полученные комплексные результаты свидетельствуют о негативном влиянии условий труда в листопрокатном производстве на организм рабочих, и при этом, несмотря на имеющиеся признаки адаптированности организма, на отдельных его этапах наблюдается снижение резервных возможностей.

Выводы:

1. По анкетным данным WAI, у рабочих листопрокатного производства в процессе трудовой деятельности индекс работоспособности в 1-й (до 5 лет) и 3-й (10–14,9 лет) стажевых группах соответствует уровню «хорошая», у остальных стажевых групп — «неудовлетворительная» работоспособность.

2. Динамику индекса работоспособности WAI нельзя на прямую экстраполировать на уровень функционального напряжения CCC. Хотя динамика работоспособности рабочих по индексу WAI и имела схожую картину с динамикой отдельных показателей CCC (САД и ДАД), однако смысловая оценка выявила обратно пропорциональную трактовку уровня функционального напряжения по сравнению с WAI. Со стороны работоспособности ЦНС, ее отдельных сторон, таких как внимание, его переключаемость, выявленная зависимость полностью соответствует динамике работоспособности по WAI.

3. У показателей заболеваемости с ВУТ была обратно пропорциональная зависимость с индексом работоспособ-

ности по WAI, но они имели единую смысловую трактовку — снижение работоспособности WAI соответствует снижению показателей, характеризующих резистентность организма. Частные коэффициенты, характеризующие общую среднюю длительность нетрудоспособности болевших лиц (на одного болевшего) и среднюю длительность одного случая нетрудоспособности, показали более высокую информативность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаркин Е.К., Кириллова Е.В. Функциональное состояние и проблема управления им в реальном времени. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2004; 90 (8): 335.
2. Myriam J. The Importance of Chronotype in Shift Work Research. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität. MQnchen; 2010.
3. Tuomi K., Ilmarinen J., Jahkola A., Katajarinne L., Tulkki A. Work ability index. 2nd edition. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health; 1998.
4. Juhani Ilmarinen. *The Work Ability Index (WAI)*. *Occupational Medicine*. 2007; 57: 160.
5. Горшков С.И., Золина З.М., Мойкин Ю.В. Методики исследований в физиологии труда. М.: Медицина; 1974.
6. Догле Н.В., Юркевич А.А. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности. М.; 1984.
7. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М., МедиаСфера; 2006.
8. Сепетлиев Д. Статистические методы в научных медицинских исследованиях. М., Изд-во «Медицина»; 1968.

REFERENCES

1. Aidarkin E.K., Kirillova E.V. Functional state and problem of its real-time management. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*. 2004; 90 (8): 335 (in Russian).
2. Myriam J. The Importance of Chronotype in Shift Work Research. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität. MQnchen; 2010.
3. Tuomi K., Ilmarinen J., Jahkola A., Katajarinne L., Tulkki A. Work ability index. 2nd edition. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health; 1998.
4. Juhani Ilmarinen. *The Work Ability Index (WAI)*. *Occupational Medicine*. 2007; 57: 160.
5. Gorshkov S.I., Zolina Z.M., Moikin Iu.V. Study methods in occupational physiology. Moscow: Meditsina; 1974 (in Russian).
6. Dogle N.V., Iurkevich A.Ia. Transitory disablement morbidity. Moscow; 1984 (in Russian).
7. Rebrova O.Iu. Statistical analysis of medical data. Application of Statistica software package. Moscow, MediaSfera; 2006 (in Russian).
8. Sepetliev D. Statistic methods in scientific medical studies. Moscow, Izd-vo «Meditsina»; 1968 (in Russian).

Дата поступления 04.12.2017

Дата принятия к печати 07.09.2018

Дата публикации 18.01.2019

УДК 616-097.3:613.62

Поленок Е.Г.¹, Мун С.А.¹, Гордеева Л.А.¹, Глушков А.А.², Костянко М.В.³, Вафин И.А.⁴**ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ АНТИТЕЛ ПРОТИВ БЕНЗО[А]ПИРЕНА У РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ И ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии» СО РАН, Ленинградский пр-т, 10, Кемерово, Россия, 650065;²ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Институт медицины и психологии, ул. Пирогова, 1, Новосибирск, Россия, 630090;³ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Красная ул., 6, Кемерово, Россия, 650000;⁴ГКУЗ «Кемеровский областной центр крови», пр-т Октябрьский, 22, Кемерово, Россия, 650066

Введение. Угольная пыль и продукты сжигания угля содержат большое количество канцерогенных веществ (в частности бензо[а]пирен), которые по-разному воздействуют на работников угольных шахт и угольных теплоэлектростанций. Следовательно, и специфические иммунные реакции на бензо[а]пирен у этих категорий рабочих могут иметь свои характерные особенности.

Цель исследования — выявить особенности образования антител (АТ), специфичных к бензо[а]пирену, у работников угольных шахт и теплоэнергетиков.

Материалы и методы. Исследованы АТ классов А и G против бензо[а]пирена (IgA-Bp и IgG-Bp) в сыворотке крови у 705 мужчин: 213 доноров Кемеровского центра крови (1 группа, контроль); 293 шахтеров (2 группа) и 199 теплоэнергетиков (3 группа) с помощью иммуноферментного анализа, при использовании конъюгата Bp с бычьим сывороточным альбумином в качестве адсорбированного антигена.

Результаты. Уровни IgA-Bp у шахтеров ($M=2,7$) не отличались от таковых в контрольной группе ($M=2,9$), а у теплоэнергетиков ($M=3,7$) статистически значимо превышали таковые у здоровых мужчин и у шахтеров ($p<0,0001$). Уровни IgG-Bp у шахтеров ($M=5,0$) оказались ниже, чем в контрольной группе ($M=6,4$; $p=0,005$). Содержание IgG-Bp у теплоэнергетиков ($M=7,4$) превышало показатели здоровых доноров и шахтеров ($p<0,0001$). Непроизводственные факторы (возраст и курение) не влияли на специфические иммунные реакции против Bp у шахтеров и теплоэнергетиков.

Выводы: Специфические иммунные реакции на Bp у шахтеров и теплоэнергетиков имеют присущие им особенности: для шахтеров характерно снижение уровней сывороточных АТ класса А к Bp; для теплоэнергетиков характерно повышение уровней сывороточных АТ класса G к Bp. Эти особенности обусловлены только принадлежностью к указанным профессиям и не зависят от таких факторов, как возраст, курение и стаж работы во вредном производстве. Целесообразно исследовать особенности специфических иммунных реакций на Bp у работников угольных шахт и теплоэлектростанций при возникновении злокачественных опухолей для оценки индивидуальных онкорисков.

Ключевые слова: антитела; бензо[а]пирен; работники угольных шахт и теплоэлектростанций

Для цитирования: Поленок Е.Г., Мун С.А., Гордеева Л.А., Глушков А.А., Костянко М.В., Вафин И.А. Особенности образования антител против бензо[а]пирена у работников угольных шахт и теплоэлектростанций. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 9–14. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-9-14>

Для корреспонденции: Мун Стелла Андреевна, ст. науч. сотр. лаб. иммуногенетики Института экологии человека ФГБНУ «ФИЦ УУХ» СО РАН, канд. мед. наук. E-mail: ihe@list.ru

Финансирование. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №16-15-00034.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Yelena G. Polenok¹, Stella A. Mun¹, Lyudmila A. Gordeeva¹, Anton A. Glushkov², Mikhail V. Kostyanko³, Ilgiz A. Vafin⁴
FEATURES OF ANTIBODIES AGAINST BENZO[A]PYRENE FORMATION IN WORKERS OF COAL MINES AND THERMAL POWER PLANTS

¹Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry, 10, Leningradsky Ave., Kemerovo, Russia, 650065;

²Novosibirsk State University, 1, Pirogova str., Novosibirsk, Russia, 630090;

³Kemerovo State University, 6, Krasnaya str., Kemerovo, Russia, 650000;

⁴Kemerovo regional blood Center, 22, Oktyabr'sky Ave., Kemerovo, Russia, 650066

Introduction. Coal dust and coal firing products contain large amounts of carcinogenic chemicals (specifically benz[a]pyrene) that are different in influence on workers of coal mines and thermal power plants. Specific immune reactions to benz[a]pyrene therefore in these categories of workers can have specific features.

Objective. To reveal features of antibodies specific to benz[a]pyrene formation in workers of coal mines and thermal power plants.

Materials and methods. The study covered A and G class antibodies against benz[a]pyrene (IgA-Bp and IgG-Bp) in serum of 705 males: 213 donors of Kemerovo blood transfusion center (group 1, reference); 293 miners (group 2) and 199 thermal power plant workers (group 3). Benz[a]pyrene conjugate with bovine serum albumin as an adsorbed antigen was subjected to immune-enzyme assay.

Results. IgA-Bp levels in the miners ($M = 2.7$) did not differ from those in the reference group ($M = 2.9$), but in the thermal power plant workers ($M = 3.7$) were reliably higher than those in healthy men and in the miners ($p<0.0001$). Levels of IgG-Bp in the miners ($M = 5.0$) appeared to be lower than those in the reference group ($M = 6.4$; ($p = 0.05$)).

IgG-Bb level in the thermal power plant workers ($Me = 7.4$) exceeded the parameters in the healthy donors and the miners ($p < 0.0001$). Non-industrial factors (age and smoking) appeared to have no influence on specific immune reactions against benz[a]pyrene in the miners and the thermal power plant workers.

Conclusions. Specific immune reactions against benz[a]pyrene in the miners and the thermal power plant workers are characterized by peculiarities: the miners demonstrate lower levels of class A serum antibodies to benz[a]pyrene; the thermal power plant workers present increased serum levels of class G antibodies to benz[a]pyrene. These peculiarities result from only the occupational features, but do not depend on such factors as age, smoking and length of service at hazardous production. It is expedient to study specific immune reactions to benz[a]pyrene in workers of coal mines and thermal power plants, to evaluate individual oncologic risk and if malignancies occur.

Key words: antibodies; benz[a]pyrene; workers of coal mines and thermal power plants

For citation: Polenok Ye.G., Mun S.A., Gordeeva L.A., Glushkov A.A., Kostyanko M.V., Vafin I.A. Features of antibodies against benzo[a]pyrene formation in workers of coal mines and thermal power plants. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 1: 9–14. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-9-14>

For correspondence: Stella A. Mun, Senior Researcher of Immune Genetics Laboratory in Human Ecology Institute, Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry, Cand. Med. Sci. E-mail: ihe@list.ru

Sponsorship: The study had sponsorship by grant RNF N16-15-00034.

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

Введение. Известно, что иммунизация животных против химических канцерогенов приводит к образованию специфических АТ. При этом секреторные АТ связывают канцерогены окружающей среды, препятствуют их проникновению в эпителий бронхов и желудочно-кишечного тракта и способствуют их экскреции из организма [1–3], в то время как сывороточные АТ способны увеличивать содержание канцерогенов во внутренних органах [4]. Эксперименты *in vitro* подтверждают эти результаты. Моноклональные АТ, имитирующие «секреторные», препятствуют проникновению канцерогенов в монослой эпителиальных клеток и угнетают образование генотоксических метаболитов, в то время как АТ, имитирующие «сывороточные», стимулируют эти процессы [5,6].

Индукторами синтеза АТ против химических канцерогенов в естественных условиях у человека являются аддукты канцерогенов с макромолекулами организма — ДНК и белками [7,8]. Были обнаружены слабые ассоциации сывороточных АТ, специфичных к ДНК аддуктам бензо[а]пирен-диолэпоксида, с бытовым и профессиональным воздействием бензо[а]пирена (Вр) у курильщиков табака [9,10], у полицейских-уличных регулировщиков и у работников алюминиевой промышленности [11], у пациентов с обструктивной болезнью легких и раком легкого [12]. Аналогичные взаимосвязи не были выявлены у рабочих-коксохимиков [13,14]. Высокие уровни АТ к Вр были обнаружены у больных раком легкого по сравнению со здоровыми мужчинами [15].

Уголь и продукты его сжигания содержат большое количество канцерогенных факторов, в том числе Вр [16]. Очевидно, что Вр в угольной пыли и в летучих продуктах его сжигания по-разному воздействует на работников угольных шахт и угольных теплоэлектростанций. Можно предположить, что специфические иммунные реакции на Вр у этих категорий промышленных рабочих могут иметь свои характерные особенности.

Цель исследования — изучить особенности образования АТ, специфичных к Вр, у работников угольных шахт и теплоэлектростанций.

Материалы и методы. В обследовании приняли участие 705 мужчин. В первую исследуемую группу были включены 199 рабочих основных цехов Кемеровской ГРЭС и Ново-Кемеровской ТЭЦ, средний возраст мужчин — $50,6 \pm 7,7$ года. Среди них было 93 (47%) курящих и 106 (53%) некурящих. Стаж работы в теплоэнергетике — не менее 10 лет (11–49 лет). Во вторую исследуемую группу были включены 293 мужчины — работники угольных шахт

Кемеровской области (Первомайской и Березовской), средний возраст — $48,3 \pm 9,1$ года. Стаж работы в угольной отрасли — не менее 10 лет (11–43 года). Среди них было 145 (49%) курящих и 147 (51%) некурящих. В группу сравнения были включены 213 условно здоровых мужчин Кемеровского центра крови, не работающих в угольной отрасли и теплоэнергетике, средний возраст которых составлял $48,8 \pm 6,4$ года. Среди них было 87 (41%) курящих и 126 (59%) некурящих.

Забор периферической крови осуществлялся согласно этическим стандартам в соответствии с Хельсинской декларацией 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ №266 от 19.06.2003 г. Все лица, участвовавшие в исследовании, дали информированное письменное согласие на участие в нем.

Иммуноанализ АТ к Вр (IgA-Bp, IgG-Bp) проводился с помощью неконкурентного иммуноферментного анализа, подробная методика описана в работе [17]. В качестве антигена на полистирольные иммунологические планшеты был иммобилизован конъюгат Вр с бычьим сывороточным альбумином (BSA). Иммунологические планшеты сенсibilizировались конъюгатом Вр-BSA в концентрации 2 мкг/мл в течение ночи при комнатной температуре. Образцы сыворотки крови в разведении 1:20 для определения АТ класса А и 1:100 для определения АТ класса G вносились по 100 мкл в лунки планшета в дублях, инкубировались 1 ч. при 37 °C на шейкере. Связавшиеся АТ выявлялись с помощью козыих АТ против IgA человека, меченных пероксидазой хрена (Novex, США), разведение конъюгата 1:10000, инкубировались 1 ч. при 37 °C на шейкере. Регистрация адсорбированных на планшете АТ проводилась с помощью субстратного буфера, содержащего тетраметилбензидин (ТМБ, США), на фотометре (Пикон, Россия) при длине волны 450 нм. Уровни АТ выражались в относительных единицах и вычислялись по формуле:

$$\text{IgA(G)-Bp} = (\text{OD}_{\text{Bp-BSA}} - \text{OD}_{\text{BSA}}) / \text{OD}_{\text{BSA}} \quad (1)$$

где $\text{OD}_{\text{Bp-BSA}}$ — связывание АТ с конъюгатом Вр-BSA; OD_{BSA} — фоновое связывание с BSA.

Статистический анализ полученных результатов проводился с помощью пакета статистических программ Statistica 6.0 (StatSoft Inc., USA). Ненормальный характер распределения количественных показателей определен с помощью критерия Шапиро-Уилка, и в дальнейшем статистически значимые различия между группами выявились с помощью U-критерия Манна-Уитни для независимых выборок

и непараметрического критерия χ^2 с поправкой Йейтса на непрерывность вариации. При расчете критерия χ^2 исследуемые показатели группировались в четырехпольную таблицу (d.f.=1). За критический уровень значимости принималось значение $p < 0,05$. Для выявления пороговых значений уровней АТ (cut-off) был проведен ROC-анализ [18]. Сила ассоциации АТ оценивалась с помощью величины отношения шансов (odds ratio, OR) с доверительным интервалом (CI) при 95% уровне значимости, полученными на основе логистического регрессионного анализа. Для оценки взаимосвязей между уровнями специфичных АТ и различными факторами (возраст, курение, стаж работы на вредном производстве) использовалась ранговая корреляция по Спирмену.

Результаты и обсуждение. Сопоставление уровней исследуемых АТ, специфичных к Bp, в сравниваемых группах выявило данные, представленные в табл. 1.

Медиана уровней IgA-Bp у шахтеров (2,7) не отличалась значимо от таковой в контрольной группе (Me=2,9). Содержание IgA-Bp в сыворотке крови теплоэнергетиков (Me=3,7) статистически значимо превышало показатели в контрольной группе и у шахтеров ($p < 0,0001$).

Медиана уровней IgG-Bp у шахтеров (Me=5,0) оказалась ниже, чем в контрольной группе (Me=6,4). Содержание IgG-Bp в сыворотке крови теплоэнергетиков (Me=7,4) статистически значимо превышало показатели в контрольной группе и у шахтеров ($p < 0,0001$).

Для подтверждения полученных результатов рассчитались пограничные значения уровней исследуемых АТ, по которым различия между контрольной и исследуемыми группами были наиболее значительными (cut-off), с помощью ROC-анализа. С помощью критерия Пирсона (χ^2) была определена статистическая значимость между сравниваемыми группами и рассчитано отношение шансов

Таблица 1

Медианы уровней АТ классов А и G, специфичных к бензо[а]пирену (IgA-Bp и IgG-Bp), в сыворотке крови здоровых доноров центра крови (контроль), работников угольных шахт и теплоэлектростанций
Median levels of A and G class antibodies specific to benz[a]pyrene (IgA-Bp and IgG-Bp) in serum of healthy donors of blood transfusion center (reference), workers of coal mines and thermal power plants

Группа	n	IgA-Bp	IgG-Bp
		Me ($Q_{25} - Q_{75}$)	Me ($Q_{25} - Q_{75}$)
Контроль	213	2,9 (1,9–4,1)	6,4 (3,6–9,7)
Шахтеры	293	2,7 (1,7–4,1)	5,0 (3,2–8,0)
Теплоэнергетики	199	3,7 (2,5–5,7)	7,4 (4,8–12,3)
p^{1-2}		0,56	0,005
p^{1-3}		<0,0001	<0,0001
p^{2-3}		<0,0001	<0,0001

Таблица 2

Число (n) и частота случаев (%) с низкими ($\leq$) и высокими ($>$) уровнями АТ классов А и G, специфичных к бензо[а]пирену (IgA-Bp и IgG-Bp), в сыворотке крови здоровых доноров Центра крови (контроль), работников угольных шахт и теплоэлектростанций

Number (n) and incidence (%) of cases with low ($\leq$) and high ($>$) levels of A and G class antibodies specific to benz[a]pyrene (IgA-Bp and IgG-Bp) in serum of healthy donors of blood transfusion center (reference), workers of coal mines and thermal power plants

АТ	Шахтеры (n=293), n/%	Контроль (n=213), n/%	χ^2 (p)	OR (95% CI)
1.1. IgA-Bp ≤ 3 >3	162/55,3 131/44,7	112/52,6 101/47,4	0,3 (0,61)	– –
1.2. IgG-Bp ≤ 7 >7	199/67,9 94/32,1	117/54,9 96/45,1	8,3 (0,004)	1,7 (1,2–2,5) 0,6 (0,4–0,8)
	Теплоэнергетики (n=199)	Контроль (n=213)	χ^2 (p)	OR (95% CI)
2.1. IgA-Bp ≤ 3 >3	70/35,2 129/64,8	112/52,6 101/47,4	11,9 (0,0005)	0,5 (0,3–0,7) 2,0 (1,4–3,0)
2.2. IgG-Bp ≤ 7 >7	90/45,2 109/54,8	117/54,9 96/45,1	3,5 (0,06)	
	Теплоэнергетики (n=199)	Шахтеры (n=293)	χ^2 (p)	OR (95% CI)
3.1. IgA-Bp ≤ 3 >3	70/35,2 129/64,8	162/55,3 131/44,7	18,4 (<0,0001)	0,4 (0,3–0,6) 2,3 (1,6–3,03)
3.2. IgG-Bp ≤ 7 >7	90/45,2 109/54,8	199/67,9 94/32,1	24,3 (<0,0001)	0,4 (0,3–0,6) 2,6 (1,8–3,7)

Примечание: OR — отношение шансов слабого и сильного образования АТ к Bp (с низким и высоким уровнями) в профессиональных группах по сравнению с контролем

Note: OR — ratio of chances for weak and strong production of antibodies to Bp (with low and high levels) in occupational groups vs. the reference group

Таблица 3

Отношения шансов (OR) высокого содержания АТ к бензо[а]пирену (IgA-Bp и IgG-Bp) в профессиональных группах по сравнению с контролем и между собой с учетом факторов возраста и курения (log-регрессия)
Ratio of chances (OR) for high level of antibodies to benz[a]pyrene (IgA-Bp and IgG-Bp) in occupational groups vs. the reference group, and between the groups, with consideration of age and smoking factors (log-regression)

Профессиональная группа, АТ	OR (95% CI) без учета возраста и курения	OR (95% CI) без учета возраста	OR (95% CI) без учета курения	OR (95% CI) с учетом возраста и курения
Шахтеры (контроль)				
1.1 IgA-Bp >3	–	–	–	–
1.2 IgG-Bp >7	0,6 (0,4–0,8); $p=0,003$	0,6 (0,4–0,8); $p=0,004$	0,6 (0,4–0,8); $p=0,003$	0,6 (0,4–0,8); $p=0,003$
Теплоэнергетики (контроль)				
2.1 IgA-Bp >3	2,0 (1,4–3,0); $p=0,0005$	2,0 (1,3–2,9); $p=0,0007$	2,0 (1,4–3,0); $p=0,0006$	1,9 (1,3–2,9); $p=0,0009$
2.2 IgG-Bp >7	–	–	–	–
Теплоэнергетики (шахтеры)				
3.1 IgA-Bp >3	2,3 (1,6–3,3); $p<0,0001$	2,2 (1,5–3,2); $p<0,0001$	2,3 (1,6–3,3); $p<0,0001$	2,2 (1,5–3,2); $p<0,0001$
3.2 IgG-Bp >7	2,6 (1,8–3,7); $p<0,0001$	2,5 (1,7–3,7); $p<0,0001$	2,6 (1,8–3,7); $p<0,0001$	2,5 (1,7–3,7); $p<0,0001$

(OR) снижения или повышения уровней исследуемых АТ у шахтеров и теплоэнергетиков по сравнению со здоровыми донорами Центра крови (табл. 2).

Выяснилось, что по частоте случаев с низкими и высокими уровнями IgA-Bp шахтеры не отличаются от контрольной группы ($p=0,61$). В то же время частота обнаружения высоких уровней IgG-Bp оказалась статистически ниже у шахтеров, чем контроле (32,1% против 45,1%; $p=0,004$). Отношение шансов повышенного содержания IgG-Bp в сыворотке крови шахтеров по сравнению с контролем оказалось меньше единицы (OR=0,6).

У теплоэнергетиков по сравнению с контролем не обнаружено значимой разницы по частоте низких и высоких уровней IgG-Bp ($p=0,06$). В то же время высокие уровни IgA-Bp у них выявлялись значимо чаще (64,8%), чем в контроле (47,4%; $p=0,0005$) и значение OR составляло 2,0.

Выявленные различия каждой из исследуемых профессиональных групп по сравнению с контролем оказались еще более выраженными при сравнении между собой. У теплоэнергетиков, по сравнению с шахтерами, высокие уровни и IgA-Bp, и IgG-Bp встречались значительно чаще ($p<0,0001$; со значениями OR=2,3 и OR=2,6 соответственно).

Результаты расчетов OR высокого содержания АТ к Bp в сравниваемых группах с учетом влияния факторов возраста и курения представлены в табл. 3.

Установлено, что такие непродуцированные факторы, как возраст и курение (по отдельности и в совокупной оценке) не влияют на специфические иммунные реакции на Bp у шахтеров и теплоэнергетиков по сравнению с контрольной группой. Рассчитанные значения OR без учета этих факторов (OR=0,6 для IgG-Bp >7 у шахтеров и OR=2,0 для IgA-Bp у теплоэнергетиков) не отличались от таковых, рассчитанных с учетом возраста и курения с помощью метода log-регрессии. Также возраст и курение не влияли на шансы повышения уровней IgA-Bp (OR=2,2) и IgG-Bp (OR=2,5) у теплоэнергетиков по сравнению с шахтерами.

Корреляционный анализ показал отсутствие каких-либо взаимосвязей между стажем работы в угольных шахтах и на тепловых электростанциях с одной стороны и уровнями исследуемых АТ к Bp в сыворотке крови у работников — с другой.

Таким образом, выявленные особенности специфических иммунных реакций на Bp у шахтеров и теплоэнергетиков обусловлены спецификой условий труда и не зависят от таких факторов, как возраст, курение и производственный стаж. Остается открытым вопрос об участии исследуемых АТ в возникновении злокачественных опухолей под воздействием производственных факторов при добыче и сжигании угля, тем более что результаты популяционных исследований онкологической заболеваемости среди рабочих указанных производств противоречивы. Только в отдельных работах удавалось выявить повышенные риски возникновения раков легкого, мочевого пузыря и лейкемии [19–24].

Вместе с тем, большинство авторов считают необходимым продолжать поиски доказательств влияния производственных факторов на возникновение злокачественных опухолей у работников угольных шахт и тепловых электростанций. В этой связи целесообразно оценить возможности иммуноанализа АТ, специфических к Bp, в определении индивидуальных онкологических рисков в этих профессиональных группах.

Выводы:

1. Специфические иммунные реакции на Bp у шахтеров и теплоэнергетиков имеют присущие им характерные особенности: для шахтеров характерно снижение уровней сывороточных АТ класса А к Bp; для теплоэнергетиков характерно повышение уровней сывороточных АТ класса G к Bp.

2. Полученные особенности обусловлены принадлежностью только к указанным профессиям и не зависят от таких факторов, как возраст, курение и стаж работы во вредном производстве.

3. Целесообразно исследовать особенности специфических иммунных реакций на Bp у работников угольных шахт и тепловых электростанций при возникновении злокачественных опухолей для оценки индивидуальных онкологических рисков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Moolten F.L., Capparel N., Boger E. Reduction of respiratory tract binding of benzo(a)pyrene in mice by immunization. *J. Natl. Cancer Inst.* 1978; 61(5): 1347–9. [DOI 10.1093/jnci/61.5.1347].

2. Silbart L.K., Keren D.F. Reduction of intestinal carcinogen absorption by carcinogen-specific immunity. *Science*. 1989; 243 (4897): 1462–4. [DOI 10.1126/science.2928780].
3. Rasmussen M.V., Silbart L.K. Peroral administration of specific antibody enhances carcinogen excretion. *J. Immunother.* 1998; 21(6): 418–26.
4. Grova N., Prodhomme E.J., Schellenberger M.T., Farinelle S., Muller C.P. Modulation of carcinogen bioavailability by immunisation with benzo[a]pyrene — conjugate vaccines. *Vaccine*. 2009; 27(31): 4142–4151. [DOI 10.1016/j.vaccine.2009.04.052].
5. De Buck S.S., Muller C.P. Immunopropylactic approaches against chemical carcinogenesis. *Vaccine*. 2005; 23(17–18): 2403–06. [DOI 10.1016/j.vaccine.2005.01.020].
6. De Buck S.S., Schellenberger M.T., Ensich C., Muller C.P. Effects of antibodies induced by a conjugate vaccine on 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone absorptive transport, metabolism, and proliferation of human lung cells. *Int. J. Cancer*. 2010; 1, 127(3): 513–20. [DOI 10.1002/ijc.25073].
7. Boysen G., Hecht S.S. Analysis of DNA and protein adducts of benzo[a]pyrene in human tissues using structure-specific methods. *Mutat. Res.* 2003; 543(1): 17–30. [DOI 10.1016/S1383–5742(02)00068–6].
8. Vineis P., Perera F. Molecular epidemiology and biomarkers in etiologic cancer research: the new in light of the old. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 2007; 16(10): 1954–65. [DOI 10.1158/1055–9965.EPI-07–0457].
9. Lerà N., Retruzzelli S., Celi A., Puntoni R., Fornai E., Säwe U. et al. Presence and persistence of serum anti-benzo[a]pyrene diol epoxide-DNA adduct antibodies in smokers: effects of smoking reduction and cessation. *Int. J. Cancer*. 1997; 70(2): 145–9. [DOI 10.1002/(SICI)1097–0215(19970117)70:2<145::AID-IJCI>3.0.CO;2-X].
10. Petruzzelli S., Celi A., Pulerà N., Baliva F., Viegi G., Carrozzi L. et al. Serum antibodies to benzo[a]pyrene diol epoxide-DNA adducts in the general population: effects of air pollution, tobacco smoking, and family history of lung diseases. *Cancer Res.* 1998; 58(18): 4122–6.
11. Galati R., Zijno A., Crebelli R., Falasca G., Tomei F., Iecher F. et al. Defection of antibodies to benzo[a]pyrene diol epoxide-DNA adducts in sera from individuals exposed to low doses of polycyclic aromatic hydrocarbons. *J. Exp. Clin. Cancer Res.* 2001; 20(3): 359–64.
12. Pauk N., Klimesova S., Kara J., Topinka J., Labaj J. The relevance of monitoring of antibodies against polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) and PAH-DNA adducts in serum in relation to lung cancer and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Neoplasma*. 2013; 60(2): 182–7. [DOI 10.4149/neo_2013_024].
13. Harris C.C., Vahakangas K., Newman M.J., Trivers G.E., Shamsuddin A., Sinopoli N. et al. Detection of benzo[a]pyrene diol epoxide-DNA adducts in peripheral blood lymphocytes and antibodies to the adducts in serum from coke oven workers. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1985; 82(19): 6672–6.
14. Santella R.M., Perera F.P., Young T.L., Zhang Y.J., Chiampasert S., Tang D. et al. Polycyclic aromatic hydrocarbon-DNA and protein adducts in coal tar patients and controls and their relationship to glutathione S-transferase genotype. *Mutat. Res.* 1995; 334(2): 117–24. [DOI 10.1016/0165–1161(95)90001–2].
15. Глушков А.Н., Поленок Е.Г., Костянко М.В., Титов В.А., Вафин И.А., Рагожина С.Е. Взаимное влияние антител к бензо[а]пирену, эстрадиолу и прогестерону на риски возникновения рака легкого. *Российский иммунологический журнал*. 2015; 9(18): 343–9.
16. Худoley В.В. *Канцерогены: характеристики, закономерности, механизмы действия*. НИИ Химии СПбГУ, Санкт-Петербург; 1990.
17. Глушков А.Н., Поленок Е.Г., Аносова Т.П., Савченко Я.А., Баканова М.Л., Минина В.И. и др. Сывороточные антитела к бензо[а]пирену и хромосомные aberrации в лимфоцитах периферической крови у рабочих углеперерабатывающего предприятия. *Российский иммунологический журнал*. 2011; 5(14): 39–44.
18. Hajian-Tilaki K. Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve Analysis for Medical Diagnostic Test Evaluation. *Caspian J. Intern. Med.* 2013; 4(2): 627–35.
19. Attfield M.D., Kuempel E.D. Mortality among U.S. underground coal miners: a 23-year follow-up. *Am J. Ind. Med.* 2008; 51(4): 231–45. [DOI 10.1002/ajim.20560].
20. Hosgood HD III, Chapman RS, Wei H, He X, Tian L, Liu LZ et al. Coal mining is associated with lung cancer risk in Xuanwei, China. *Am J Ind Med*. 2012; 55(1): 5–10. [DOI 10.1002/ajim.21014].
21. Jenkins W.D., Christian W.J., Mueller G., Robbins K.T. Population cancer risks associated with coal mining: a systematic review. *PLoS One*. 2013; 8(8): e71312. [DOI 10.1371/journal.pone.0071312].
22. Laney A.S., Weissman D.N. Respiratory diseases caused by coal mine dust. *J. Occup. Environ. Med.* 2014; 10: 18–22. [DOI 10.1097/JOM.0000000000000260].
23. Taeger D., Pesch B., Kendzia B., Behrens T., Jöckel K.H., Dahmann D. et al. Lung cancer among coal miners, ore miners and quarrymen: smoking-adjusted risk estimates from the synergy pooled analysis of case — control studies. *Scand. J. Work Environ Health*. 2015; 41(5): 467–77. [DOI 10.5271/sjweh.3513].
24. Collarile P., Bidoli E., Barbone F., Zanier L., Del Zotto S., Fuser S. et al. Residence in Proximity of a Coal-Oil-Fired Thermal Power Plant and Risk of Lung and Bladder Cancer in North-Eastern Italy. A Population-Based Study: 1995–2009. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017; 14(8). pii: E860. [DOI 10.3390/ijerph14080860].

REFERENCES

1. Moolten F.L., Capparel N., Boger E. Reduction of respiratory tract binding of benzo(a)pyrene in mice by immunization. *J. Natl. Cancer Inst.* 1978; 61(5): 1347–9. [DOI 10.1093/jnci/61.5.1347].
2. Silbart L.K., Keren D.F. Reduction of intestinal carcinogen absorption by carcinogen-specific immunity. *Science*. 1989; 243 (4897): 1462–4. [DOI 10.1126/science.2928780].
3. Rasmussen M.V., Silbart L.K. Peroral administration of specific antibody enhances carcinogen excretion. *J. Immunother.* 1998; 21(6): 418–26.
4. Grova N., Prodhomme E.J., Schellenberger M.T., Farinelle S., Muller C.P. Modulation of carcinogen bioavailability by immunisation with benzo[a]pyrene — conjugate vaccines. *Vaccine*. 2009; 27(31): 4142–51. [DOI 10.1016/j.vaccine.2009.04.052].
5. De Buck S.S., Muller C.P. Immunopropylactic approaches against chemical carcinogenesis. *Vaccine*. 2005; 23(17–18): 2403–2406. [DOI 10.1016/j.vaccine.2005.01.020].
6. De Buck S.S., Schellenberger M.T., Ensich C., Muller C.P. Effects of antibodies induced by a conjugate vaccine on 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone absorptive transport, metabolism, and proliferation of human lung cells. *Int. J. Cancer*. 2010; 1, 127(3): 513–20. [DOI 10.1002/ijc.25073].
7. Boysen G., Hecht S.S. Analysis of DNA and protein adducts of benzo[a]pyrene in human tissues using structure-specific methods. *Mutat. Res.* 2003; 543(1): 17–30. [DOI 10.1016/S1383–5742(02)00068–6].
8. Vineis P., Perera F. Molecular epidemiology and biomarkers in etiologic cancer research: the new in light of the old. *Can-*

- cer Epidemiol. Biomarkers Prev. 2007; 16(10): 1954–65. [DOI 10.1158/1055-9965.EPI-07-0457].
9. Lerà N., Retruzzelli S., Celi A., Puntoni R., Fornai E., Säwe U. et al. Presence and persistence of serum anti-benzo[a]pyrene diol epoxide-DNA adduct antibodies in smokers: effects of smoking reduction and cessation. *Int. J. Cancer*. 1997; 70(2): 145–9. [DOI 10.1002/(SICI)1097-0215(19970117)70:2<145::AID-IJC1>3.0.CO;2-X].
10. Petruzzelli S., Celi A., Pulerà N., Baliva F., Viegi G., Carrozzi L. et al. Serum antibodies to benzo[a]pyrene diol epoxide-DNA adducts in the general population: effects of air pollution, tobacco smoking, and family history of lung diseases. *Cancer Res*. 1998; 58(18): 4122–6.
11. Galati R., Zijno A., Crebelli R., Falasca G., Tomei F., Iecher F. et al. Defection of antibodies to benzo[a]pyrene diol epoxide-DNA adducts in sera from individuals exposed to low doses of polycyclic aromatic hydrocarbons. *J. Exp. Clin. Cancer Res*. 2001; 20(3): 359–64.
12. Pauk N., Klimesova S., Kara J., Topinka J., Labaj J. The relevance of monitoring of antibodies against polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) and PAH-DNA adducts in serum in relation to lung cancer and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Neoplasma*. 2013; 60(2): 182–7. [DOI 10.4149/neo_2013_024].
13. Harris C.C., Vahakangas K., Newman M.J., Trivers G.E., Shamsuddin A., Sinopoli N. et al. Detection of benzo[a]pyrene diol epoxide-DNA adducts in peripheral blood lymphocytes and antibodies to the adducts in serum from coke oven workers. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1985; 82(19): 6672–6.
14. Santella R.M., Perera F.P., Young T.L., Zhang Y.J., Chiamprasert S., Tang D. et al. Polycyclic aromatic hydrocarbon-DNA and protein adducts in coal tar patients and controls and their relationship to glutathione S-transferase genotype. *Mutat. Res*. 1995; 334(2): 117–24. [DOI 10.1016/0165-1161(95)90001-2].
15. Glushkov A.N., Polenok E.G., Kostyanko M.V., Titov V.A., Vafin I.A., Ragozhina S.E. Mutual effects of antibodies to benzo[a]pyrene, estradiol and progesterone on the lung cancer risks. *Rossiiskij immunologicheskij zhurnal*. 2015; 9(18): 343–9 (in Russian).
16. Hudolej V.V. Carcinogens: characteristics, patterns, mechanisms of action. NII Himii SPbGU, St. Petersburg; 1990 (in Russian).
17. Glushkov A.N., Polenok E.G., Anosova T.P., Savchenko YA.A., Bakanova M.L., Minina V.I. et al. Serum antibodies to benzo[a] pyrene and chromosomal aberrations in lymphocytes peripheral blood at the workers of the coal processing enterprise. *Rossiiskij immunologicheskij zhurnal*. 2011; 5(14): 39–44 (in Russian).
18. Hajian-Tilaki K. Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve Analysis for Medical Diagnostic Test Evaluation. *Caspian J. Intern. Med*. 2013; 4(2): 627–35.
19. Attfield M.D., Kuempel E.D. Mortality among U.S. underground coal miners: a 23-year follow-up. *Am J. Ind. Med*. 2008; 51(4): 231–45. [DOI 10.1002/ajim. 20560].
20. Hosgood HD III, Chapman RS, Wei H, He X, Tian L, Liu LZ et al. Coal mining is associated with lung cancer risk in Xu-anwei, China. *Am J Ind Med*. 2012; 55(1): 5–10. [DOI 10.1002/ajim. 21014].
21. Jenkins W.D., Christian W.J., Mueller G., Robbins K.T. Population cancer risks associated with coal mining: a systematic review. *PLoS One*. 2013; 8(8): e71312. [DOI 10.1371/journal.pone. 0071312].
22. Laney A.S., Weissman D.N. Respiratory diseases caused by coal mine dust. *J. Occup. Environ Med*. 2014; 10: 18–22. [DOI 10.1097/JOM. 0000000000000260].
23. Taeger D., Pesch B., Kendzia B., Behrens T., Jöckel K.H., Dahmann D. et al. Lung cancer among coal miners, ore miners and quarrymen: smoking-adjusted risk estimates from the synergy pooled analysis of case — control studies. *Scand. J. Work Environ Health*. 2015; 41(5): 467–77. [DOI 10.5271/sjweh. 3513].
24. Collarile P., Bidoli E., Barbone F., Zanier L., Del Zotto S., Fuser S. et al. Residence in Proximity of a Coal-Oil-Fired Thermal Power Plant and Risk of Lung and Bladder Cancer in North-Eastern Italy. A Population-Based Study: 1995–2009. *Int. J. Environ Res. Public Health*. 2017; 14(8). pii: E860. [DOI 10.3390/ijerph14080860].

Дата поступления 04.12.2017

Дата принятия к печати 07.09.2018

Дата публикации 18.01.2019

УДК 613.86+616.057+159.94

Ачкасов Е.Е.¹, Мельников А.И.², Белозеров Б.Г.³, Ярославская М.А.³, Осадчук М.А.¹, Асанов А.Ю.¹, Кузнецов Н.А.³**ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАБИЛИТАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ ПРИ СИНДРОМЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ**¹ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава РФ, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991;²ГАУЗ психиатрическая больница №22 Московской области, ул. Пожарского, 8, г. Химки, Московская область, Россия, 141406;³Центральная клиническая психиатрическая больница Московской области, ул. 8 Марта, 1, Москва, РФ, 127083

Введение. Сохранение здоровья кадрового ресурса сферы здравоохранения при помощи внедрения психореабилитационных программ по управлению стрессом в медицинских учреждениях является актуальной медико-психологической и экономической задачей.

Цель исследования — изучить уровни эмоционального истощения, деперсонализации и редукции личностных достижений как факторов психологического выгорания у сотрудников первичного звена здравоохранения в зависимости от занимаемой должности и уровня образования с разработкой программы психологической реабилитации и оценкой ее эффективности.

Материал и методы. Обследованы 137 женщин — медицинских работников поликлиник г. Москвы с синдромом эмоционального выгорания (СЭВ) и стажем работы не менее 5 лет. Оценка СЭВ проводилась с помощью опросника «Профессиональное выгорание», состоящего из трех шкал: «Эмоциональное истощение» (1), «Деперсонализация» (2) и «Редукция персональных достижений» (3). Выделены 3 группы обследуемых: I группа — руководители (15 человек), II группа — врачи (40 человек), III группа — средний и младший медицинский персонал (82 человека). Всем работникам проведена 8-недельная психологическая реабилитация на основе тренингов, направленных на повышение стрессоустойчивости, раскрытие личностных ресурсов и обучение методам релаксации.

Результаты. В I и II группах отмечен средний (шкалы 1 и 3) и высокий уровень (шкала 2) выраженности СЭВ, а в III группе — средний (шкала 3) и низкий уровень (шкалы 1 и 2). Во всех группах работников выявлена положительная динамика на фоне психологической реабилитации, в результате которой снизилось эмоциональное истощение, увеличилась ответственность по отношению к своим рабочим обязанностям, произошло повышение и стабилизация самооценки.

Выводы. Проявления СЭВ зависят от специфики деятельности медицинского работника, занимаемой должности и уровня образования. Эмоциональное истощение и деперсонализация более выражены у руководителей и врачей, чем у среднего и младшего медицинского персонала, в то время как оценка своей профессиональной компетентности и деятельности одинакова для всех категорий медицинских работников. Психологическая реабилитация позволяет уменьшить проявления СЭВ и является важным компонентом программ по сохранению кадрового потенциала медицинских организаций.

Ключевые слова: синдром эмоционального выгорания; реабилитация; медицинские работники; управление стрессом

Для цитирования: Ачкасов Е.Е., Мельников А.И., Белозеров Б.Г., Ярославская М.А., Осадчук М.А., Асанов А.Ю., Кузнецов Н.А. Психологические аспекты реабилитации медицинских работников при синдроме эмоционального выгорания. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 15–19. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-15-19>

Для корреспонденции: Ярославская Мария Александровна, мед. психолог Центральной клинической психиатрической больницы Московской области, канд. псих. наук. E-mail: visiteuse@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Evgeny E. Achkasov¹, Alexander I. Melnikov², Boris G. Belozеров³, Marija A. Yaroslavskaya³, Mikhail A. Osadchuk¹, Aliy Yu. Asanov¹, Nicholay A. Kuznetsov³

PSYCHOLOGICAL REHABILITATION OF MEDICAL WORKERS WITH EMOTIONAL BURNOUT SYNDROME

¹Sechenov First Moscow State Medical University, 8/2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991;

²Psychiatric Hospital №22 of the Moscow region, 8, Pozharsky str., Khimki, Moscow region, Russia, 141406;

³Central Clinical Psychiatric Hospital of the Moscow Region, 8/1, March Str., Moscow, Russia, 127083

Introduction. Health preservation for public health care workers, by means of psycho-rehabilitation programs managing stress in medical establishments, is a topical medical, psychologic and economic task.

Objective. To study levels of emotional exhaustion, depersonalization and personal achievements reduction as psychologic burnout factors in workers of primary health care, depending on position and educational level, with specification of psychologic rehabilitation program and evaluation of its efficiency.

Materials and methods. The study covered 137 female medical workers of outpatient departments in Moscow, with emotional burnout syndrome and length of service at least 5 years. Emotional burnout syndrome was assessed via a questionnaire «Occupational burnout» including 3 scales: «Emotional exhaustion» (1), «Depersonalization» (2) and «Personal achievements reduction» (3). 3 groups of the examinees were identified: group 1 — senior officers (15), group 2 — doctors (40), group 3 — nurses and paramedical personnel (82). All the examinees underwent 8 weeks of psychologic rehabilitation based on training of stress-resistance, personality development and relaxation methods.

Results. Groups 1 and 2 demonstrated medium (scales 1 and 3) and high (scale 2) levels of emotional burnout syndrome, and the group 3 presented medium (scale 3) and low (scales 1 and 2) levels. All the groups responded positively on

psychologic rehabilitation that decreased emotional exhaustion, increased responsibility for daily duties, improved and stabilized self-esteem.

Conclusions. Manifestations of emotional burnout syndrome depend on peculiarities of medical workers' occupational activities, position and educational level. Emotional exhaustion and depersonalization are more marked in senior officers and in doctors, than in nurses and paramedical personnel. Self-evaluation of occupational competence and activities is the same among all categories of the medical workers. psychologic rehabilitation enables to decrease symptoms of emotional burnout syndrome and is an important component of programs preserving working potential of medical establishments.

Key words: emotional burnout syndrome; rehabilitation; medical workers; stress management

For citation: Achkasov E.E., Melnikov A.I., Belozarov B.G., Yaroslavskaya M.A., Osadchuk M.A., Asanov A.Yu., Kuznetsov N.A. Psychological rehabilitation of medical workers with emotional burnout syndrome. *Med. truda i prom. ecol.* 2019. 1: 15–19. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-15-19>

For correspondence: Maria A. Yaroslavskaya, medical psychologist of Central Clinical Psychiatric Hospital in Moscow suburb, Cand. Psy. Sci. E-mail: visiteuse@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Стресс является предметом междисциплинарных исследований в области медицины и клинической психологии, поскольку он оказывает существенное влияние на здоровье человека и его психосоциальное благополучие [1–6]. Общими стресс-факторами на рабочем месте для всех профессий являются: неграмотное управление руководителем персоналом, межличностные конфликты с коллегами, нарушение субординации, удлинённый рабочий день [4,7,8]. По данным Международной организации труда, адекватность условий труда, соответствующая ожиданиям работников, способствует улучшению их психического и физического аспектов здоровья [9,10]. СЭВ является результатом воздействия хронических стрессовых факторов на рабочем месте, характеризующийся эмоциональным истощением, дегуманизацией отношений с другими людьми, занижением собственных достижений [11]. Всемирная организация здравоохранения определяет СЭВ как физическое, эмоциональное или мотивационное истощение, характеризующееся нарушением продуктивности в работе, усталостью, бессонницей, повышенной подверженностью соматическим заболеваниям, употреблению психоактивных веществ и суицидальному поведению [12]. В Международной классификации болезней 10-го пересмотра СЭВ классифицирован как диагностический таксон Z 73–«проблемы, связанные с трудностями поддержания нормального образа жизни» под рубрикой Z 73.0–«переутомление» (МКБ–10). СЭВ наиболее распространён среди работников в сфере здравоохранения [13,14]. Распространённость СЭВ среди врачей различных специальностей находится в пределах 30–50% [15]. У анестезиологов-реаниматологов симптомы эмоционального истощения наблюдаются в 7 раз чаще, чем у других специалистов. Более высокая частота суицидальных попыток отмечена только у психиатров [16]. СЭВ у медицинских работников оказывает негативное влияние на качество предоставляемой профессиональной помощи пациентам [17], что в свою очередь повышает риск угрозы безопасности их жизни [18]. Летальность пациентов отделений интенсивной терапии, получающих «недостаточную заботу» от медицинских работников, колеблется от 10% до 29% [18]. К факторам, повышающим риск развития СЭВ у медицинских работников, относят: молодой возраст, женский пол, сменную работу, низкий уровень удовлетворённости работой, невысокую заработную плату [19], а также принятие этически сложных решений [20]. Таким образом, сохранение здоровья кадрового ресурса сферы здравоохранения при помощи внедрения психореабилитационных программ по управлению стрессом в медицинских учреждениях является актуальной медико-психологической и экономической задачей.

Цель исследования — изучить уровень эмоционального истощения, деперсонализации и редукции личностных достижений как факторов эмоционального выгорания на примере сотрудников первичного звена здравоохранения в зависимости от занимаемой должности и уровня образования с разработкой программы психологической реабилитации и оценкой ее эффективности.

Проанализированы результаты обследования и реабилитации 137 медицинских работников поликлиник г. Москвы женского пола, имеющих синдром эмоционального выгорания и стаж работы не менее 5 лет.

Материалы и методы. Все обследуемые распределены на 3 группы. I группу составили 15 руководителей с высшим медицинским образованием (главные врачи, заместители главного врача, заведующие отделениями), средний возраст составил $45,8 \pm 2,7$ года; во II группу включены 40 врачей (высшее медицинское образование), средний возраст — $45,6 \pm 5,7$ года; в III группу — 82 человека из среднего и младшего медицинского персонала, средний возраст — $48,4 \pm 8,7$ года. Данное распределение обосновано улучшением качества проводимой программы по проблемам эмоционального выгорания, связанным с однородным контингентом группы, что позволяло полностью добиться вовлечения всех сотрудников в психопрофилактическую работу (при неоднородных группах полного вовлечения сотрудников в психологическую работу достичь не удавалось).

В исследование не были включены медицинские работники, имеющие в анамнезе психические заболевания и злоупотребление психоактивными веществами.

Психодиагностика была направлена на оценку параметров СЭВ, проводившуюся по российской версии опросника (теста) «Профессиональное выгорание» («ПВ») Н. Водопьянова, Е. Старченкова [11], разработанного на основе трехфакторной модели выгорания С. Maslach и S.E. Jackson [10], где СЭВ оценивается по трем шкалам: «Эмоциональное истощение» (шкала 1), «Деперсонализация» (шкала 2) и «Редукция персональных достижений» (шкала 3). 1. «Эмоциональное истощение» — ощущение физической и психологической усталости, прогрессирующая потеря энергетического потенциала, которые генерируются вследствие непрерывного межличностного взаимодействия с пациентами. Это основной компонент стресс-синдрома. 2. «Деперсонализация» — обезличивание, формализация контактов, субъект воспринимается личностью как объект. 3. «Редукция личных достижений» — негативная оценка своей профессиональной компетентности и деятельности. Опросник «Профессиональное выгорание» содержит 22 утверждения о переживаниях

и чувствах, связанных с рабочей деятельностью. Оценка ответов производится по 7-балльной шкале. О наличии высокого уровня выгорания свидетельствуют высокие оценки по шкалам «Эмоциональное истощение» и «Деперсонализация», и низкие — по шкале «Редукция персональных достижений» (табл. 1).

Психологическая реабилитация включала специализированные тренинги, направленные на повышение стрессоустойчивости, раскрытие личностных ресурсов, обучение методам релаксации. Тренинги, направленные на повышение стрессоустойчивости, были сосредоточены на обучении сотрудников распознаванию симптомов выгорания и их преодолению путем использования разнообразных форм стресс-преодолевающего поведения. В тренингах, способствующих раскрытию личностных ресурсов, использовались техники арт- и гештальт-терапии. При обучении методам релаксации были использованы аутогенная тренировка, прогрессирующая мышечная релаксация Джейкобсона.

Все медицинские работники I, II и III групп прошли полный психореабилитационный 8-недельный курс. Занятия проводились 1 раз в неделю, продолжительностью 1,5 часа. Использовались помещения поликлиники, что позволило в полном объеме охватить персонал, с минимальными временными затратами для работников.

При статистической обработке результатов по зависимым выборкам рассчитывались среднеарифметические значения, стандартные отклонения, достоверность различий внутри и между группами. Последний показатель рассчитывался по непараметрическому U-критерию Манна — Уитни. Для установления корреляционных связей использовался непараметрический коэффициент ранговой корреляции Спирмена. При обработке результатов использовалась компьютерная программа «Statistica 6.0». Расчет производился с достоверностью $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение. Психозмоциональный статус медицинских работников до начала психологической реабилитации. В начале эксперимента по шкале «Эмоциональное истощение» средние значения в I группе (у руководителей) составили $18,3 \pm 0,45$ балла, во II группе — $18,4 \pm 0,54$

балла, что соответствует среднему уровню. Достоверно ($p < 0,05$) более низкие значения по «эмоциональному истощению» выявлены в III группе у среднего и младшего медицинского персонала ($14,2 \pm 0,34$ балла), соответствующие низкому уровню по данной шкале (табл. 2). Сниженный эмоциональный тонус, ощущение «приглушенности» эмоций, усталости у лиц с высшим медицинским образованием в I и II групп могут быть обусловлены большой эмоциональной и когнитивной насыщенностью от общения как с самими пациентами, так и с их родственниками, сложностями в постановке точного диагноза, повышенной ответственностью за состояние здоровья и жизни пациентов, повышенными административными нагрузками. Более низкие значения по параметру «эмоционального истощения» у среднего и младшего медицинского персонала III группы, в сравнении с руководителями медицинских подразделений и врачами, могут быть связаны с возможностью меньшей эмоциональной вовлеченности в проблемы пациентов, более лояльными требованиями к их профессиональной деятельности.

В группах медицинских работников с высшим образованием выявлен высокий уровень деперсонализации по шкале «Деперсонализация»: руководители (I группа) — $17,1 \pm 0,12$ балла, врачи (II группа) — $14,2 \pm 0,23$ балла. Причем в I группе (руководители) этот показатель был достоверно выше, чем во II группе (врачи) ($p < 0,05$). Для среднего и младшего медицинского персонала была характерен низкий уровень «деперсонализации» ($4,2 \pm 0,32$ балла); значение этого показателя было достоверно меньше ($p < 0,05$) чем в обеих группах с высшим медицинским образованием. «Деперсонализация» у лиц с высшим медицинским образованием может выступать в качестве механизма психологической защиты: в виде попытки сохранения оставшихся внутренних потенциалов, проявляющейся в эмоциональной отстраненности. Более высокие значения у руководителей могут быть связаны с тенденцией к сверхконтролю в управлении проблемными ситуациями.

Таблица 1.

Оценка синдрома эмоционального выгорания (в баллах) [11] Evaluation of emotional burnout syndrome, scores [11]

Шкала	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Эмоциональное истощение	0–15	16–24	25–54
Деперсонализация	0–5	6–10	11–30
Редукция личных достижений	37–48	36–31	30–0

Таблица 2

Результаты исследования «СЭВ» у сотрудников первичного звена здравоохранения при помощи опросника «Профессиональное выгорание»

Results of emotional burnout syndrome study in primary health care workers, with questionnaire «Occupational burnout»

Оценочная шкала и срок исследования	Исследуемая группа		
	I (руководители)	II (врачи)	III (средний и младший персонал)
Эмоциональное истощение (до реабилитации)	$18,3 \pm 0,45$	$18,4 \pm 0,54$	$14,2 \pm 0,34$
Эмоциональное истощение (через 8 недель)	$13,7 \pm 0,51^*$	$12,2 \pm 0,45^*$	$12,1 \pm 0,32^*$
Деперсонализация (до реабилитации)	$17,1 \pm 0,12$	$14,2 \pm 0,23$	$4,2 \pm 0,32$
Деперсонализация (через 8 недель)	$10,4 \pm 0,14^*$	$6,6 \pm 0,31^*$	$3,1 \pm 0,34^*$
Редукция персональных достижений (до реабилитации)	$31,2 \pm 0,46$	$31,1 \pm 0,65$	$31,0 \pm 0,54$
Редукция персональных достижений (через 8 недель)	$31,8 \pm 0,44$	$32,92 \pm 0,56^*$	$32,5 \pm 0,43^*$

Примечание: * — $p < 0,05$ — достоверность различий по сравнению с исходными показателями.

Note: * — $p < 0,05$ — reliable differences in comparison with initial values.

Если по двум предыдущим шкалам для лиц с высшим медицинским образованием было характерно более выраженное проявление СЭВ по сравнению с III группой, то по шкале «Редукция персональных достижений» для всех трех групп медицинских работников характерен средний уровень проявления СЭВ при отсутствии достоверных различий между группами ($p>0,05$): руководители (I группа) — $31,2\pm0,46$ балла, врачи (II группа) — $31,1\pm0,65$ балла, средний и младший медицинский персонал (III группа) — $31\pm0,54$ балла. То есть оценка своих возможностей и достижений, компетентности, самореализации в профессиональной сфере у всех медицинских работников была удовлетворительной.

Психоэмоциональный статус медицинских работников после психологической реабилитации. Во всех группах медицинских работников (руководители, врачи, средний и младший медицинский персонал) после курса специализированных психологических тренингов отмечено улучшение по всем компонентам СЭВ. В результате психореабилитационных мероприятий у медицинских работников значительно снизилось эмоциональное истощение, увеличилась ответственность по отношению к своим рабочим обязанностям, произошло повышение и стабилизация самооценки, подтвержденные динамикой показателей теста «ПВ» с достоверным уменьшением выраженности в баллах по шкалам «эмоциональное истощение», «деперсонализация» ($p<0,05$) и достоверным увеличением — по шкале «редукция персональных достижений» ($p<0,05$).

По шкалам «Эмоциональное истощение» и «Деперсонализация» во всех трех группах обследуемых после психореабилитации отмечено достоверное ($p<0,05$) уменьшение показателя, т. е. снижение выраженности СЭВ. При этом в обеих группах лиц с высшим образованием (I и II группа) по шкале «Эмоциональное истощение» уровень выраженности признака уменьшился со среднего до низкого, а по шкале «Деперсонализация» с высокого до среднего уровня. В группе среднего и младшего медицинского персонала по двум данным шкалам, несмотря на уже исходный низкий уровень, также достигнуто уменьшение проявления СЭВ. В целом, по шкале «Эмоциональное истощение» тенденция к более высоким значениям сохраняется в I группе, в сравнении со II и III группами, где получены примерно одинаково более низкие результаты. По шкале «Деперсонализация» среди трех выборок I группа снова заняла лидирующую позицию по более высоким значениям, в то время как наилучшие результаты достигнуты в III группе.

По шкале «Редукция персональных достижений» положительная динамика была менее выражена и имела лишь тенденцию к снижению проявлений СЭВ, сохраняющихся на среднем уровне: I группа — $31,8\pm0,44$ балла ($p>0,05$), II группа — $32,92\pm0,56$ балла ($p<0,05$); III группа — $32,5\pm0,43$ балла ($p<0,05$) (табл. 2). Наименьшее улучшение отмечено у руководителей и было недостоверным ($p>0,05$). Большую удовлетворенность своим статусом, в сравнении с I и III группами, демонстрирует II группа.

Можно предположить, что проведение таких мероприятий, как психологическое диагностическое обследование персонала и специализированные психологические тренинги высококвалифицированными специалистами в области психологии и психотерапии, а также налаживание выездной работы для сотрудников первичного звена здравоохранения может не только способствовать снижению частоты обращаемости за больничными листами среди персонала,

но и повысить эффективность работы всего коллектива учреждения в целом.

Выводы:

1. Проявления СЭВ зависят от специфики деятельности медицинского работника, занимаемой должности и уровня его образования.

2. Эмоциональное истощение и деперсонализация наиболее выражены у руководителей и врачей, чем у среднего и младшего медицинского персонала, в то время как оценка своей профессиональной компетентности и деятельности одинакова для всех категорий медицинских работников вне зависимости от занимаемой должности и уровня образования.

3. Психологическая реабилитация позволяет уменьшить проявления СЭВ у медицинских работников, что проявляется в уменьшении психической напряженности, дегуманизации отношений, усилении самооценки в сфере профессиональных достижений.

4. В программы комплексной психологической реабилитации медицинских работников целесообразно включать специализированные тренинги, направленные на повышение стрессоустойчивости, раскрытие личностных ресурсов, обучение методам релаксации, что представляется важным и перспективным для сохранения кадрового потенциала организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич К.Г., Анищенко А.П., Архангельская А.Н., Рогозная Е.В., Игнатов Н.Г. Здоровый образ жизни и здоровьесберегающая среда. *Университетская медицина Урала*. 2016; 2 (1 (4)): 9–11.
2. Линде Е.В., Дегтярева Е.А., Линяева В.В. Прогнозирование развития стресс-индуцированных повреждений миокарда у юных спортсменов. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2016; 6 (2 (23)): 16–22. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2016.2.16
3. Балыкова Л.А., Ивянский С.А., Шекина Н.В., Урязева А.Н., Родина Е.И., Маркелова И.А. Итоги и перспективы метаболической коррекции стресс-опосредованных нарушений в детском спорте препаратом Элькар®. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2014; 1: 48–55.
4. Сирота Н.А., Ярославская М.А. Психологические особенности адаптации медицинских и социальных работников в проблемных ситуациях. [Электронный ресурс]. *Медицинская психология в России: электрон. науч. журн.* 2010; 2. URL: <http://medpsy.ru>
5. Харламов Е.В., Ачкасов Е.Е., Калмыкова Е.М. Профессионально-психологическая направленность студентов, ориентированных на работу в спортивной медицине. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2011; 4: 33–6.
6. Ярославская М.А. Общие сведения и взаимосвязь феноменов адаптации, стресса и совладающего поведения. *Вестник Академии Медико-технических наук*. 2012; 1(6): 48–51.
7. Kleinubing R.E., Goulart C.T., Silva R.M., Umann J., Guido L.A. Estresse e coping em enfermeiros de terapia intensiva adulto e cardiológica. *Rev Enferm UFSM*. 2013; 3 (2): 335–44.
8. Theme Filha M.M., Costa M.A.S., Guilam M.C.R. Estresse ocupacional e autoavaliação de saúde entre profissionais de enfermagem. *Rev Latinoam Enferm*. 2013; 21 (2): 475–83.
9. Пфаф В.Ф. Риск-ориентированная модель сбережения жизни, здоровья и продления профессионального долголетия работников железнодорожного транспорта (на примере сердечно-сосудистых заболеваний): автореф. дис. док. мед. наук. Пфаф В.Ф.; НУЗ «Научно-клинический центр ОАО «РЖД». М.; 2016.

10. International Labour Office. *Stress prevention at work checkpoints: practical improvements for stress prevention in the workplace*. Geneva: International Labour Office; 2011.

11. Maslach C., Jackson S.E. The measurement of experienced burnout. *J Occup Behav*. 1981; 2 (2): 99–113.

12. Современные проблемы исследования синдрома выгорания у специалистов коммуникативных профессий: коллективная монография. Под редакцией Лукьянова В.В., Водопьяновой Н.Е., Орла В.Е. и др.; Курск. гос. мед. ун-т — Курск: Курск. ун-т; 2008.

13. International Labour Office. *Stress prevention at work checkpoints: practical improvements for stress prevention in the workplace*. Geneva: International Labour Office; 2011.

14. Maslach C., Jackson S.E. The measurement of experienced burnout. *J Occup Behav*. 1981; 2 (2): 99–113.

15. Сазонов В.Я. Профессиональное выгорание у врачей-онкологов, особенности его формирования и психопрофилактика: автореф. дис. канд. мед. наук. Сазонов В.Я.; Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. В.М. Бехтерева. СПб; 2012.

16. Назаров И.П., Волошина Н.В. Синдром эмоционального выгорания персонала отделений анестезиологии и реаниматологии. Современные проблемы анестезиологии и интенсивной терапии. Красноярск; 2011: 92–8.

17. Reader T.W., Cuthbertson B.H., Decruyenaere J. Burnout in the ICU: potential consequences for staff and patient well-being. *Intensive Care Med*. 2008; 34: 4–6.

18. Laschinger H.K.S., Leiter M.P. The impact of nursing work environments on patient safety outcomes: the mediating role of burnout engagement. *J Nurs Adm*. 2006; 36: 259–67.

19. Amofo E., Hanbali N., Patel A., Singh P. What are the significant factors associated with burnout in doctors? *Occup. Med*. 2015; 65(2): 117–21.

20. Бойко В.В. Синдром «эмоционального выгорания» в профессиональном общении. СПб.: Питер; 1999: 105.

REFERENCES

1. Gurevich K.G., Anishchenko A.P., Arkhangelskaia A.N., Rogoznaia E.V., Ignatov N.G. Healthy lifestyle and health-preserving environment. *Universitetskaia med. Urala* 2016; 2 (1 (4)): 9–11 (in Russian).

2. Linde E.V., Degtiareva E.A., Liniaeva V.V. Forecasting stress-induced injuries of myocardium in young sportsmen. *Sportivnaia meditsina: nauka i praktika*. 2016; 6 (2 (23)): 16–22. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2016.2.16 (in Russian).

3. Balykova L.A., Ivianskii S.A., Shchekina N.V., Urziaeva A.N., Rodina E.I., Markelova I.A. Results and prospects of Elkar® preparation in metabolic correction of stress-related disorders in childhood sports. *Sportivnaia meditsina: nauka i praktika*. 2014; 1: 48–55 (in Russian).

4. Sirota N.A., Iaroslavskaiia M.A. Psychologic features of medical and social workers' adaptation in problem situations. [electronic resource]. *Meditsinskaia psikhologiya v Rossii: elektron. nauch. zhurn*. 2010; 2. URL: <http://medpsy.ru> (in Russian).

5. Kharlamov E.V., Achkasov E.E., Kalmykova E.M. Occupational and psychologic position of students oriented to

work in sports medicine. *Sportivnaia meditsina: nauka i praktika*. 2011; 4: 33–6 (in Russian).

6. Iaroslavskaiia M.A. General data and relations of adaptational phenomena, stress and controlling behavior. *Vestnik Akademii Mediko-tehnicheskikh nauk*. 2012; 1(6): 48–51 (in Russian).

7. Kleinubing R.E., Goulart C.T., Silva R.M., Umann J., Guido L.A. Estresse e coping em enfermeiros de terapia intensiva adulto e cardiológica. *Rev Enferm UFSM*. 2013; 3 (2): 335–44.

8. Theme Filha M.M., Costa M.A.S., Guilam M.C.R. Estresse ocupacional e autoavaliação de saúde entre profissionais de enfermagem. *Rev Latinoam Enferm*. 2013; 21 (2): 475–83.

9. Pfaf V.F. Risk-oriented model of preserving life, health and longer occupational activity in railway transport workers (exemplified by cardiovascular diseases): diss. Pfaf V.F.; NUZ «Nauchno-klinicheskii tsentr OAO «RZhD». Moscow; 2016 (in Russian).

10. International Labour Office. *Stress prevention at work checkpoints: practical improvements for stress prevention in the workplace*. Geneva: International Labour Office; 2011.

11. Maslach C., Jackson S.E. The measurement of experienced burnout. *J Occup Behav*. 1981; 2 (2): 99–113.

12. Lukianov V.V., Vodopianova N.E., Orel V.E. et al, eds. Contemporary problems of burnout syndrome in communication occupational specialists. Kursk. gos. med. un-t — Kursk: Kursk. un-t; 2008 (in Russian).

13. Carlotto M.S., Camara S.G. Características psicométricas do Maslach Burnout Inventory Student Survey (MBI-SS) em estantes universitários brasileiros. *Psico USF*. 2006; 11 (2): 167–73.

14. Zanatta A.B., Lucca S.R. Prevalence of burnout syndrome in health professionals of an onco-hematological pediatric hospital. *Rev Esc Enferm USP*. 2015; 49 (2): 253–60.

15. Sazonov V.Ia. Occupational burnout in oncologists, peculiarities of its formation and psychoprophylaxis: diss. Sazonov V.Ia.; Sankt-Peterburgskii nauchno-issledovatel'skii psikhonevrologicheskii institut im. V.M. Bekhtereva. SPb; 2012 (in Russian).

16. Nazarov I.P., Voloshina N.V. Emotional burnout syndrome in workers of anesthesiology and resuscitation departments. *Sovremennye problemy anesteziologii i intensivnoi terapii*. Krasnoarsk; 2011: 92–8 (in Russian).

17. Reader T.W., Cuthbertson B.H., Decruyenaere J. Burnout in the ICU: potential consequences for staff and patient well-being. *Intensive Care Med*. 2008; 34: 4–6.

18. Laschinger H.K.S., Leiter M.P. The impact of nursing work environments on patient safety outcomes: the mediating role of burnout engagement. *J Nurs Adm*. 2006; 36: 259–67.

19. Amofo E., Hanbali N., Patel A., Singh P. What are the significant factors associated with burnout in doctors? *Occup. Med*. 2015; 65(2): 117–21.

20. Boiko V.V. «Emotional burnout» syndrome in occupational communication. St-Petersburg: Piter; 1999: 105 (in Russian).

Дата поступления 01.06.2018

Дата принятия в печать 05.09.2018

Дата публикации 18.01.2019

УДК 618.17:613.63(470.50)

Карамова Л.М.¹, Башарова Г.Р.², Гайнуллина М.К.¹, Власова Н.В.¹**ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ РАЗВИТИЯ ПЛОДА В РАЗЛИЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**¹ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека» Минздрава России, ул. Степана Кувыкина, 94, Уфа, Россия, 450106;²ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Ленина, 3, Уфа, Россия, 450008

Введение. Нарушения функций репродуктивной системы, по мнению многих авторов, считаются одним из интегральных показателей санитарно-гигиенического неблагополучия территорий и отражают степень агрессивности окружающей среды. Эколого-гигиенические исследования репродуктивного здоровья, выполненные в ряде субъектов Российской Федерации, показали, что в присутствующих в окружающей среде веществ, обладающих мутагенной и репротоксикантной активностью, распространенность врожденных пороков развития (ВПР) плода в 1,4–1,8 раза выше контроля. За 2000–2010 гг. в России частота ВПР находится в пределах 30,0–30,9‰.

Цель исследования — выявить эпидемиологические особенности формирования ВПР в условиях экологической обстановки, сформированной различными отраслями экономики.

Материалы и методы. Проведена эколого-гигиеническая оценка репродуктивного здоровья женщин, проживающих в экологически неблагоприятных регионах. В работу включена информация о санитарно-гигиеническом состоянии окружающей среды и состоянии здоровья населения из официальных и публикационных материалов Роспотребнадзора и Минздрава по Республике Башкортостан за 2009–2016 гг.

Результаты. Отмечается рост частоты ВПР плода. В 2015 г. на 1000 детей 1-го года жизни зарегистрировано 21,4 врожденного порока развития. Высокие уровни ВПР за все годы (2000–2015 гг.) наблюдения регистрировались в регионах добычи и переработки разных горных руд, характеризующихся высоким содержанием тяжелых металлов-репротоксикантов (медь, хром, цинк, кадмий, кобальт, никель, ртуть, свинец, марганец и т. п.), в которых частота ВПР в 3,78 раза выше республиканских уровней.

Выводы: Показатели ВПР наглядно характеризуют репродуктивный риск экологической ситуации, могут являться критерием санитарно-эпидемиологического неблагополучия и быть использованы в качестве показателя социально-гигиенического мониторинга.

Ключевые слова: химический фактор; вредные вещества; врожденные пороки развития

Для цитирования: Карамова Л.М., Башарова Г.Р., Гайнуллина М.К., Власова Н.В. Врожденные пороки развития в различных промышленных регионах республики Башкортостан. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 20–24. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-20-24>

Для корреспонденции: Власова Наталья Викторовна, канд. биол. наук, ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека». E-mail: vnv.vlasova@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Lena M. Karamova,¹ Guzel' R. Basharova², Makhmuza K. Gaynullina¹, Natalya V. Vlasova¹

CONGENITAL ANOMALIES IN VARIOUS INDUSTRIAL REGIONS OF BASHKORTOSTAN REPUBLIC

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

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

Introduction. Reproductive system disorders, according to many authors, are among integral indicators of sanitary hygienic ill-being of territories and reflect an environmental aggression degree. Ecologic and hygienic studies of reproductive health, conducted in some entities of Russian Federation, demonstrated that environmental substances with mutagenic and reproductivity compromising activity increase prevalence of congenital anomalies 1.4–1.8 times over the reference values. During 2000–2010, prevalence of congenital anomalies in Russia varies within 30.0–30.9‰.

Objective. To reveal epidemiologic features of congenital anomalies development in ecologic situation formed by various economy branches.

Materials and methods. Ecologic and hygienic evaluation covered reproductive health of women residents in ecologically unfavorable regions. The work contained also information on sanitary and hygienic state of environment and public health state, taken from official and public materials of Rospotrebnadzor and Health Ministry of Bashkortostan Republic over 2009–2016.

Results. Congenital anomalies in fetus increased. In 2015, 21.4 congenital anomalies were registered per 1,000 children aged under 1 year. High levels of congenital anomalies over 2000–2015 were seen in regions of ores mining and extraction, with high content of heavy metals affecting reproductivity (copper, chromium, zinc, cadmium, cobalt, nickel, lead, mercury, manganese, etc.) — in these regions, incidence of congenital anomalies was 3.78 times higher than general level in the Republic.

Conclusions. Congenital anomalies levels obviously characterize reproductive risk of ecologic situation, can be a criterion of sanitary epidemiologic ill-being and serve as an indicator in social hygienic monitoring.

Key words: chemical factor; chemical hazards; congenital anomalies

For citation: Karamova L.M., Basharova G.R., Gaynullina M.K., Vlasova N.V. Congenital anomalies in various industrial regions of Bashkortostan Republic. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 1: 20–24. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-20-24>

For communication: Natalia V. Vlasova, Dr. Biol. Sci., Ufa Research Institute for occupational medicine and human ecology.

E-mail: vnv.vlasova@yandex.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Широкий спектр токсикантной и ксенобиальной нагрузки формируется под влиянием выбросов промышленных предприятий и автотранспорта, содержит вещества, обладающие эмбриотоксическим, тератогенным, мутагенным и репротоксическим действием. Это тяжелые металлы, различные углеводороды, формальдегид, диоксид азота, бенз(а)пирен и другие химические вещества, загрязняющие окружающую среду населенных пунктов. Нарушения функций репродуктивной системы по мнению многих авторов считаются одним из интегральных показателей санитарно-гигиенического неблагополучия территорий и отражают степень агрессивности окружающей среды [1–7]. Эколого-гигиеническая оценка репродуктивного здоровья выполнена в ряде субъектов Российской Федерации (в Томской, Омской, Пермской, Оренбургской областях, Приморском крае, Республиках Карелия, Тыва, Татарстан и др.). Эти регионы характеризуются своим спектром загрязнителей окружающей среды, степенью их выраженности, сочетанием и т. д. В каждом из них определяются свои особенности в частоте и структуре репродуктивных нарушений. Практически в каждом из этих районов авторы отмечают рост частоты ВПР. В Татарстане с 2000 по 2010 гг. число ВПР удвоилось (с 1,2 до 2,4‰), в Белгороде за 1986–2000 гг. возросло в 4,5 раза (с 12,5 до 56,2‰), в Омске за 1990–2003 гг. росло с темпом прироста в 1,3% в год [3,4,8,9]. В Приморском крае в зоне критической экологической ситуации выявляется 900,3 ВПР на 100 тыс. населения, что в 2,5 раза выше, чем в благоприятной экологической зоне [10]. В условиях присутствия в окружающей среде веществ, обладающих мутагенной и репротоксикантной активностью распространенность ВПР в 1,4–1,8 раза выше контроля [2,4,11–15]. По итогам реализации национального проекта «Здоровье» [8] за 2000–2010 гг. видно, что частота ВПР находится в пределах 30,0–30,9‰, но этот уровень заметно вырос по сравнению с 1996 г. (18,8‰). Таким образом, в условиях всевозрастающей частоты ВПР идентификация, параметризация рисков, выяснение особенностей формирования этой патологии в конкретных экологических ситуациях являются чрезвычайно актуальными для региональной конкретизации программ социально-гигиенического мониторинга и разработки мероприятий по их снижению.

Цель исследования — выявить эпидемиологические особенности формирования ВПР в условиях экологической обстановки, сформированной в промышленных регионах.

Материалы и методы. В работу включена информация о санитарно-гигиеническом состоянии окружающей среды из официальных и публикационных материалов Роспотребнадзора по Республике Башкортостан за 2009–2016 гг. «Государственного доклада о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан» Министерства охраны природных ресурсов и окружающей среды РБ за 1989, 2002, 2007, 2011, 2015 гг.; статистических материалов годовых отчетов Минздрава Республики «Состояние здоровья и деятельность учреждений здравоохранения Республики Башкортостан за период 2000–2015» и результаты собственных исследований сотрудников Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека. Выполнен сбор материала, проведена эпидемиологическая, са-

нитарно-гигиеническая, статистическая и аналитическая оценка полученных материалов, установлены взаимосвязи показателей состояния окружающей среды и частоты ВПР в различных промышленных регионах республики в динамике 2000–2005 гг.

Результаты и обсуждение. В Республике Башкортостан с ее высокой многоотраслевой промышленностью и агропромышленным комплексом, можно выделить 5 регионов с преимущественным развитием той или иной отрасли экономики: нефтедобывающей, нефтехимической, горнорудной, металлургической и сельскохозяйственной. Каждый регион, его объекты окружающей среды испытывают приоритетное влияние выбросов ведущих в них промышленных предприятий.

По данным официальных документов Роспотребнадзора, Министерства охраны природных ресурсов и окружающей среды и научно-исследовательских работ Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека установлено:

Нефтедобывающие предприятия в основном сконцентрированы в Западных регионах республики. Основными загрязнителями атмосферного воздуха в этих регионах являются природный газ (предельные и непредельные углеводороды), сероводород, диоксид углерода и азота, концентрации которых в целом не превышали ПДК. В водоемах выше ПДК обнаружены сырая нефть, нефтепродукты, сульфаты, оксиды азота и серы хлориды (до 2–3 ПДК), фенол (до 5 ПДК), поверхностно-активные вещества (5–8 ПДК), нитраты, соединения меди, железа (до 8 ПДК), марганца (до 10 ПДК). Среди основных загрязнителей природной среды в этом регионе неблагоприятным влиянием на репродуктивную функцию обладают хлориды, фенол, соединения меди, железа, марганца.

В регионах с развитой нефтехимической промышленностью предприятия сконцентрированы в крупных городах (Уфа, Стерлитамак, Салават) и в основном расположены в центральной части республики. Ведущими загрязнителями окружающей среды являются выбросы предприятий нефтепереработки, нефтехимии и химии, в компонентах которых присутствуют различные углеводороды (предельные, непредельные и ароматические), фенолы, сероводород и др. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит формальдегид (8 ПДК), бенз(а)пирен (4–5 ПДК), этилбензол (6 ПДК), диоксид азота. Воды рек в створе этих городов загрязнены высокими концентрациями марганца (до 14 ПДК), сульфатов (6–8 ПДК), нефтепродуктов (3–4 ПДК), нитратов (5–7 ПДК), железа (10–12 ПДК), меди (до 15 ПДК), фенолов (до 15 ПДК), хлоридов. Наиболее значимой репротоксичностью среди них обладают бенз(а)пирен, формальдегид, этилбензол и соли тяжелых металлов.

Горнорудная промышленность развита в основном в Зауралье (город Сибай, Баймакский, Учалинский районы). Открытый и подземный способы добычи руд, отходы производства, отвалы, особенности технологии добычи и переработки руд сопровождаются интенсивным загрязнением окружающей среды комплексом тяжелых металлов. Атмосферный воздух населенных пунктов также загрязняется выбросами ТЭЦ и транспортных средств. Наибольшее гигиеническое значение в этом регионе имеет загрязнение водоемов, подземных вод и почвы ионами и соединениями тяжелых металлов. В почвах обнаруживаются высокие

концентрации соединений никеля (3–6 ПДК), ртути (до 4 ПДК), меди (от 36 до 132 ПДК), цинка (от 3 до 31 ПДК) и кадмия (до 4 ПДК), в пределах ПДК до 1,5–2 ПДК — хрома, кобальта, марганца, свинца, железа и других металлов. Водные объекты загрязнены высокими концентрациями марганца (до 12 ПДК), железа (до 10 ПДК), меди (3–5 ПДК), нефтепродуктов (до 3 ПДК), фенолов (до 5 ПДК). Наиболее приоритетными токсикантами репродуктивной функции организма среди них являются бенз(а)пирен, формальдегид, этилбензол, соединения марганца, меди, никеля, кадмия, хрома, свинца.

Металлургическую промышленность представляет Белорецкий район и город Белорецк. В составе выбросов металлургического комбината в атмосферу присутствуют сернистый ангидрид, диоксид азота, оксид углерода, углеводороды и т. д. Состав пыли в атмосферном воздухе характеризуется повышенным содержанием в 2–4 раза относительно фоновых показателей марганца, хрома, меди, цинка, свинца. Почва загрязнена тяжелыми металлами заметно выше фоновых показателей по свинцу (в 1,4 раза), цинку (в 1,7 раза), никелю (в 1,3 раза), железу (в 2 раза), меди (в 2 раза); по цинку и железу уровень загрязнения достигал 3,9 ПДК. Особенно много тяжелых металлов обнаруживается в водных объектах региона, причем приоритетным загрязнителем среди них является марганец — до 43 ПДК. Как видно из представленных данных, большинство присутствующих здесь соединений тяжелых металлов обладают репротоксическим эффектом воздействия на организм.

В регионах с сельскохозяйственным производством и отдаленных от крупных промышленных городов (Балтачевский, Еремеевский, Зиянчуринский районы) наибольший вред окружающей среде наносит загрязнение водных объектов и почвы отходами животноводческих ферм, бытовыми и хозяйственными отходами, удобрением, пестицидами. Основными загрязнителями являются соединения азота, сульфаты, хлориды, пестициды, регулярного контроля за содержанием которых в объектах окружающей среды не ведется.

Все перечисленные регионы имеют свои экологические особенности по составу комплекса химических веществ, загрязняющих объекты окружающей среды и представ-

ляющие угрозу репродуктивным функциям организма. Наиболее ярким показателем репродуктивного риска являются врожденные пороки развития плода. Достаточно убедительным представляется учет ВПР детей первого года жизни.

Согласно данным официальных отчетов Минздрава Республики, число ВПР среди детей 1-го года жизни в республике за последние 15 (2000–2015 гг.) лет постепенно снижается от 28,5 до 21,4 случая на 1000 детей соответствующего возраста (рис. 1).

Как видно из представленных на рис. 1 данных, картина по регионам по частоте ВПР неоднозначна. На территориях, где развита добыча и переработка нефти, этот показатель снизился в 6 раз (с 58,6‰ в 2000 г. до 9,3‰ в 2015 г.); в регионе нефтехимии — в 2,5 раза (с 39,3‰ в 2000 г. до 17,6‰ в 2015 г.). В других же экономических регионах показатели ВПР снижались до 2010 г., но резко возросли в 2015 г. Так, в горнорудном регионе показатель ВПР вырос в 1,5 раза (с 29,3‰ до 43,6‰), в металлургическом — в 1,8 раза (с 45,5‰ до 81,9‰), в сельскохозяйственном, где увеличение частоты ВПР началось еще с 2005 г., — в 1,7 раза (с 12,6‰ до 35,0‰).

Чтобы исключить случайность единичного показателя за один отчетный год был проведен анализ по всем годам с 2000 по 2015 гг. включительно и рассчитаны суммарные усредненные по пятилетиям показатели (рис. 2).

Тенденция динамики показателей ВПР, отраженная в рисунке 1, практически повторилась и при сгруппированных показателях динамического ряда. Следует сказать, что во всех регионах за 2000–2015 гг. экологическая ситуация практически мало изменилась. Причем в регионах добычи и переработки руд уровень ВПР всегда был выше, чем в республике. Такое резкое увеличение частоты ВПР в горнорудном, металлургическом, сельскохозяйственном регионах за 2015 г., возможно, вызвано так называемой оптимизацией здравоохранения, главным признаком которой является закрытие лечебно-профилактических учреждений, что сильно отразилось на сельском населении. Свой вклад, вероятно, вносит также фактор снижения качества жизни за последние годы. Благоприятная положительная динамика показателей в регионах, где добывается и перерабатывается нефть, отмечено единичное присутствие репротоксикантов, население имеет более благоприятный уровень жизни и более качественное медицинское обслуживание (особенно в городах Уфа, Стерлитамак, Салават). Особое внимание на себя обращает высокий уровень распростра-

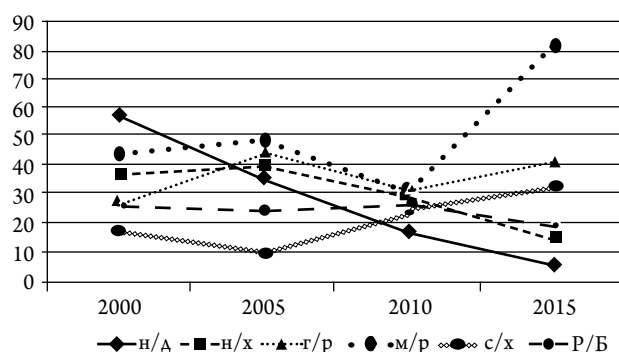


Рис. 1. ВПР в регионе с различной ведущей отраслью производства за 2000–2015 гг. (на 1000 детей).

Figure 1. Congenital anomalies in region with various leading industries over 2000–2015 (per 1,000 children)

Приращения к рис. 1–2: н/д — нефтедобыча; н/х — нефтехимия; г/р — горнорудный регион; м/р — металлургический регион; с/х — сельскохозяйственный регион; РБ — показатели по Республике Башкортостан.

Note fig. 1–2: o/e — oil extraction; p/c — petrochemistry; o/m — ore mining; m/r — metallurgy region; a/r — agricultural region; RB — values in Bashkortostan Republic.

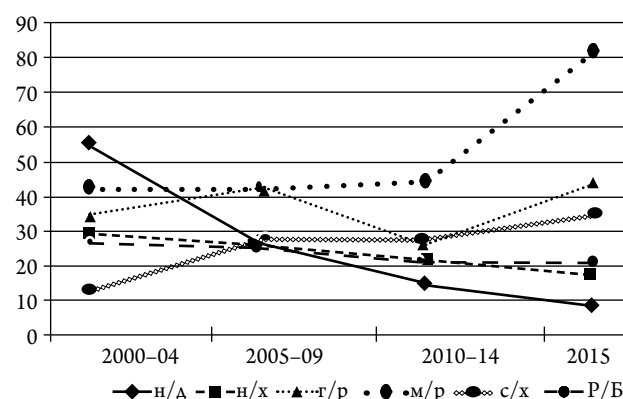


Рис. 2. Усредненные по пятилетиям показатели ВПР среди детей 1-го года жизни (на 1000 детей).

Figure 2. Averaged through 5 years, incidences of congenital anomalies among children aged under 1 year (per 1,000 children).

ненности ВПР в регионе с металлургической промышленностью, который все годы наблюдения оказывается выше, чем у всех остальных. В Белорецке и Белорецком районе с развитой промышленностью, хорошей инфраструктурой и высокотехнологичным уровнем медицинского обслуживания четырехкратное превышение частоты ВПР, по сравнению с республиканской популяцией, можно объяснить присутствием большого количества веществ, обладающих репротоксикантной активностью в комплексе загрязняющих среду обитания химических агентов.

По данным ФГУ Федерального медицинского биофизического центра имени А.И. Бурназяна ФМБА [12], частота ВПР за 2000–2004 гг., рассчитанная по 36 регионам России, составляет 6,14 на 1000 рождений. Этот уровень является фоновым для России. В Башкортостане в 2000–2004 гг. показатель составил 27,8 на 1000 детей первого года жизни, что свидетельствует о наличии серьезных рисков нарушения репродуктивной функции в республике.

Сложившиеся ситуация обуславливает необходимость разработки целенаправленной региональной конкретизированной системы мер по идентификации и контролю вредных веществ, обладающих негативным влиянием на репродуктивную функцию мужчин и женщин.

Выводы:

1. В Республике Башкортостан в 2015 г. на 1000 детей 1-го года жизни зарегистрировано 21,4 ВПР. Разница в показателях частоты в разных регионах республики в значительной степени определяется присутствием веществ, обладающих репротоксичной активностью, в комплексе сформированной промышленными выбросами местных предприятий.

2. Высокие уровни ВПР за все годы (2000–2015 гг.) наблюдения регистрировались в регионах добычи и переработки разных горных руд. Экологическая обстановка в этих регионах характеризуется высоким содержанием большого количества тяжелых металлов репротоксикантов (медь, хром, цинк, кадмий, кобальт, никель, ртуть, свинец, марганец и т. п.). В регионе добычи и обогащения серно-колчедановых, медно-пиритовых и медно-цинковых руд частота ВПР (81,9%) в 3,78 раза выше республиканских уровней.

3. Показатели ВПР наглядно характеризуют репродуктивный риск экологической ситуации, могут быть критерием санитарно-эпидемиологического неблагополучия и использованы в качестве показателя социально-гигиенического мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айламазян Э.К. Основные проблемы и прикладное значение экологической репродуктологии. *Журнал акушерства и женские болезни*. 2005; 1: 7–13.
2. Алексеев В.Б. Факторы риска перинатальных потерь и врожденных пороков развития на промышленно развитых территориях Пермской области. Автореф. дисс. к.м.н. Уфа; 2012.
3. Антонов О.В., Ширинский В.А., Антонова И.В. Гигиенические факторы риска формирования врожденных пороков развития. *Гигиена и сан.* 2008; 5: 20–2.
4. Верзилина И.Н. Эколого-гигиеническая оценка репродуктивного здоровья женского населения Белгородской области. Автореф. дисс. д.м.н. Оренбург; 2013.
5. Вдовенко И.В., Сетко Н.П., Константинова О.Д. Экологические проблемы репродуктивного здоровья. *Гигиена и сан.* 2013; 4: 24–6.
6. Онищенко Г.Г. Экологически обусловленные ущербы здоровью: Методология, значение и перспективы оценки. *Матер.*

Пленума Научного Совета и экологии человека и гигиены окружающей среды РАМН и МЗ Соцразвития РФ. М. 2005: 3–8.

7. Сивочалова О.В., Фесенко М.А., Гайнуллина М.К., и др. Профессиональный риск репродуктивных нарушений. Проблемы и принципы прогнозирования их у работников при воздействии химических факторов. *Материалы всероссийской научно-практической конференции с Международным участием «Современные проблемы гигиены и медицины труда»*. Под ред. А.Ю. Поповой. Уфа, 2015: 422–9.

8. Суханова Л.П. Родовспоможение в России в условиях реализации национального проекта «Здоровье». *Здравоохранение Российской Федерации*. 2012; 5: 32–6.

9. Фролова О.А., Уткельбаева Р.И., Сафиуллина З.Ф., Сабирзянова Г.Е. Медико-демографические показатели как индикаторы репродуктивного здоровья. *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2012; 1: 5–8.

10. Кикун П.Ф., Воронин П.В., Гельцер Б.И., Ананьев В.Ю. Эколого-гигиенические аспекты распространения врожденных аномалий в Приморском крае. *Гигиена и сан.* 2011; 5: 81–3.

11. Грицинская В.А., Омзар О.С. Врожденные пороки развития в структуре младенческой смертности в республике Тыва. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2012; 5: 40–42.

12. Ижевский П.В. Мониторинг врожденных пороков развития в учреждениях ФМБА России. *Гигиена и сан.* 2011; 5: 78–80.

13. Лазовая Е.В., Гайнуллина М.К., Каримова Л.К. Горно-обогатительные фабрики — фактор риска развития нарушений репродуктивного здоровья. *Медицинский Вестник Башкортостана*. 2012; 3: 8–11.

14. Карамова Л.М., Бакиров А.Б., Башарова Г.Р., Сулейманов Р.А. *Экология и здоровье населения: монография*. Уфа: Изд-во Диалог 2017.

15. Якупова А.Х. Особенности репродуктивного здоровья работниц современных производств органического синтеза. Автореф. дисс. к.м.н. Москва; 2011.

REFERENCES

1. Ailamazian E.K. Main problems and applied value of ecologic reproductology. *Zhurnal akusherstva i zhenskie bolezni*. 2005; 1: 7–13 (in Russian).
2. Alekseev V.B. Risk factors of perinatal losses and congenital anomalies on industrial territories of Perm region. diss. Ufa; 2012 (in Russian).
3. Antonov O.V., Shirinskii V.A., Antonova I.V. Hygienic risk factors of congenital anomalies formation. *Gigiena i san.* 2008; 5: 20–2 (in Russian).
4. Verzilina I.N. Ecologic and hygienic evaluation of female reproductive health in Belgorod region. diss. Orenburg; 2013 (in Russian).
5. Vdovenko I.V., Setko N.P., Konstantinova O.D. Ecologic problems of reproductive health. *Gigiena i san.* 2013; 4: 24–6 (in Russian).
6. Onishchenko G.G. Ecologically related health damage: methodology, importance and prospects of evaluation. In: *Materials of Scientific Council Session on human ecology and environmental hygiene with RAMS and Health Ministry*. Moscow, 2005: 3–8 (in Russian).
7. Sivochalova O.V., Fesenko M.A., Gainullina M.K. et al. Occupational risk of reproductive disorders. Problems and principles of forecasting them in workers exposed to chemical hazards. In: A.Iu. Popova, ed. *Materials of all-Russian scientific and practical conference with international participation «Contemporary problems of hygiene and occupational medicine»*. Ufa, 2015: 422–9 (in Russian).
8. Sukhanova L.P. Midwifery in Russian Federation in implementation of “Health” National project. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii*. 2012; 5: 32–6 (in Russian).

9. Frolova O.A., Utkelbaeva R.I., Safullina Z.F., Sabirzianova G.E. Medical and demographic parameters as indicators of reproductive health. *Obshchestvennoe zdorove i zdravookhranenie*. 2012; 1: 5–8 (in Russian).
10. Kiku P.F., Voronin P.V., Geltser B.I., Ananov V.Iu. Ecologic and hygienic aspects of congenital anomalies prevalence in Primorsky area. *Gigiena i san.* 2011; 5: 81–3 (in Russian).
11. Gritsinskaia V.A., Omzar O.S. Congenital anomalies in infant mortality structure in Tyva republic. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii*. 2012; 5: 40–42 (in Russian).
12. Izhevskii P.V. Congenital anomalies monitoring in FMBA of Russia. *Gigiena i san.* 2011; 5: 78–80 (in Russian).
13. Lazovaia E.V., Gainullina M.K., Karimova L.K. Coal processing factories — risk factor of reproductivity disorders. *Medit-sinskii Vestnik Bashkortostana*. 2012; 3: 8–11 (in Russian).
14. Karamova L.M., Bakirov A.B., Basharova G.R., Suleimanov R.A. *Ecology and public health: monograph*. Ufa: Izd-vo Dialog; 2017 (in Russian).
15. Iakupova A.Kh. Features of reproductive health of female workers engaged into contemporary organic synthesis production. diss. Moscow; 2011 (in Russian).

Дата поступления 03.02.2018

Дата принятия в печать 09.02.2018

Дата публикации 01.2019

УДК 613.6.027

Алпаев Д.В., Сериков В.В., Ситович Д.В., Чернов О.Э.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РАССТРОЙСТВА СУТОЧНОГО БИОРИТМА ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

НУЗ «Научный клинический центр ОАО «РЖД», ул. Часовая, 20, Москва, Россия, 125315

Введение. Работа локомотивных бригад (машинистов и помощников машинистов) на железнодорожном транспорте сопряжена с воздействием комплекса неблагоприятных производственных факторов, к которым, наряду с шумом и вибрацией, относятся психоэмоциональное напряжение и сменный график работы — работа с ночными сменами.

Цель исследования — изучение влияния сменного графика работы (работы с неупорядоченным чередованием дневных и ночных смен) на возникновение десинхронизации у работников локомотивных бригад (РЛБ).

Материалы и методы: анкетирование, моделирование профессиональной деятельности с использованием тренажерного комплекса «Кабина машиниста ЭП1М»; суточное мониторирование артериального давления (АД), статистическая обработка данных с помощью программы SPSS-20.

Результаты. Установлено, что 953 РЛБ — 94% испытывали ощущения временной дезориентации, легкой огушенности, сонливости, интерпретируемые как состояния монотонии и сенсорной депривации; у 61% опрошенных отмечались признаки фрустрации; у 30 % случаев отмечены отдельные признаки психического неблагополучия — повышенная раздражительность, утомляемость, усталость, рассеянность, тревожность; 27,2% респондентов испытывали различные нарушения сна; 13,8% работников — «чуткий сон»; 2,0% — беспокойный сон; 0,6% — страдает бессонницей. Находясь в состоянии производственного десинхронизации, организм «претерпевает» производственную адаптацию, частично перестраиваясь под нетипичный режим сна и бодрствования.

Выводы: Для сохранения здоровья необходимо разрабатывать механизмы адаптации к условиям сменной операторской деятельности с применением препаратов-адаптогенов безопасного профиля; низкокалорийные рационы питания для лиц, работающих с неупорядоченным сменным графиком; создать условия для достаточной междусменной физической активности работников. Необходимы установление индивидуальных нормативов для параметров АД работников операторского профиля с ночным графиком работы и разработка схем антигипертензивной терапии для пациентов, работающих по неупорядоченному сменному графику.

Ключевые слова: работники локомотивных бригад; сменный график работы; ночные смены; суточная (циркадная) ритмика

Для цитирования: Алпаев Д.В., Сериков В.В., Ситович Д.В., Чернов О.Э. Профессиональные расстройства суточного биоритма локомотивных бригад. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 25–30. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-25-30>

Для корреспонденции: Сериков Василий Васильевич, зав. лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики ФГБНУ «НИИ». E-mail: vasiliy_serikov@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Alpaev D.V., Serikov V.V., Sitovich D.V., Chernov O.E.

OCCUPATIONAL DISORDERS OF DIURNAL BIORHYTHMS OF LOCOMOTIVE CREW WORKERS

Scientific Clinical Center of JSC «Russian Railways», 20, Chasovaya str., Moscow, Russia, 125315

Introduction. Work of locomotive crew members (engine drivers and engine driver assistants) in railway transport is associated with exposure to complex of occupational hazards including psychoemotional stress and shift work (with night shifts) along with noise and vibration.

Objective. To study influence of shift work (with irregular alternation of day and night shifts) on biorhythms disturbances in locomotive crew workers.

Materials and methods. Polls, simulators of occupational activities with training complex «Cabin of engine driver EP1M», daily monitoring of blood pressure, statistic data processing by SPSS-20 software.

Results. Findings are that 953 locomotive crew workers (94%) experienced sensations of temporary disorientation, slight dizziness, sleepiness, interpreted as monotony and sensor deprivation. 61% of the examinees demonstrated frustration signs, in 30% of the cases there were certain manifestations of mental ill-being — irritability, fatigue, weariness, absent-mindedness, anxiety; 27.2% of the testees experiences various sleep disorders; 13.8% of the workers complained of «light sleep», 2% of those — restless sleep, 0.6% — sleeplessness. In occupationally related biorhythms disturbance, the body undergoes occupational adaptation, with partial transformation for atypical schedule of sleep and wakefulness.

Results. To preserve health, efforts should be aimed at adaptation to shifted occupational activities with safe adaptogenic medications, low-caloric diet for individuals working at irregular shifts, create conditions for adequate physical activity of the workers between shifts. Necessities also are individual norms for blood pressure parameters in engine drivers with night shift work, specification of antihypertensive treatment for patients with irregular shifted work.

Key words: locomotive crew workers; shifted work schedule; night shifts; daily rhythms

For citation: Alpaev D.V., Serikov V.V., Sitovich D.V., Chernov O.E. Occupational disorders of diurnal biorhythms of locomotive crew workers. *Med. труда i prom. ekol.* 2019. 1: 25–30. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-25-30>

For correspondence: Vasily V. Serikov, Chief of laboratory for occupational physiology and prophylactic ergonomics Scientific Clinical Center of JSC «Russian Railways». E-mail: vasiliy_serikov@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Работа локомотивных бригад (машинистов и помощников машинистов) на железнодорожном транспорте сопряжена с воздействием комплекса неблагоприятных производственных факторов, к которым, наряду с шумом и вибрацией, относятся психоэмоциональное напряжение и сменный график работы — работа с ночными сменами.

Цель исследования — определить влияние сменного графика на возникновение десинхронизации у РЛБ.

Материалы и методы. Обзор литературы, оценка официальных статистических данных. Анализ транспортных происшествий по вине РЛБ. Анкетирование. Моделирование поездной деятельности с использованием тренажерного комплекса «Кабина машиниста ЭП1М». Суточное мониторирование АД, статистическая обработка данных с помощью программы spss.

Результаты и обсуждение. Со сменным графиком работы, который обычно носит характер неупорядоченной ротации дневных и ночных смен, занято от 15 до 20% лиц операторских профессий, среди РЛБ — до 70%.

Ротационный график работы с хаотичной ротацией часов выхода на смену может рассматриваться как частный, усугубленный неоднократным повторением на протяжении рабочей недели случай профессионального циркадного десинхронизации, определяемого как социальный джетлаг [1,2]. «Титульные» нарушения преимущественно обусловлены расстройствами сна, однако последними отнюдь не исчерпываются. Проявления сменного десинхронизации носят системный характер. При длительном стаже работы возникают расстройства функции и усугубляется течение уже существующих заболеваний сердечно-сосудистой, нейроэндокринной, пищеварительной, мочеполовой систем. Повышается риск возникновения злокачественных новообразований. Меняются процессы развития утомления, что в ряде случаев сказывается на качестве производственной деятельности работающих [3,4].

Рассмотрено комплексное влияние ротационного (сменного) графика с ночными сменами на состояние здоровья и рабочий статус РЛБ. При представлении информации использовались как оригинальные данные, так и материалы литературного обзора.

Проведены исследования по субъективной оценке предполагаемой степени неблагоприятного воздействия профессионального джетлага на состояние психической сферы практически здоровых РЛБ. Выяснено, что наибольшее отрицательное влияние оказывает работа в ночное время в сочетании с существенными перегрузками, обусловленными выполнением сверхурочных работ, недостаточным временем отдыха перед рейсами, неудовлетворительной организацией профессиональной деятельности. Так, продолжительность рабочих смен зачастую превышала 12 часов, время междусменного отдыха составляло менее 16 часов, допускались «сдвоенные» рабочие смены с непродолжительным отдыхом между ними и другие нарушения.

По результатам анонимного анкетирования 953 стажированных РЛБ выяснилось, что 94% из них испытывали когда-либо ощущения временной дезориентации, легкой огушенности, сонливости, интерпретируемые как состояния монотонии и сенсорной депривации. У 61% опрошенных отмечались недовольство, досада, злость на себя, переживания в связи с возможным наказанием за допущенные ошибки и брак в работе.

Индивидуальные психопрофилактические беседы с РЛБ позволили более подробно изучить проявления указанных неблагоприятных психических состояний. В целом

для них были характерны адекватность эмоциональных проявлений, устойчивость психических процессов, ровное настроение, доброжелательная готовность к контакту, быстрая сообразительность, склонность к юмору и критическому отражению психотравмирующих моментов. Вместе с тем, по результатам бесед и психологического обследования у многих РЛБ без существенных отклонений в состоянии здоровья были выявлены изменения черт личности в сторону тревожности, невротизации, переживаний со сниженной самооценкой личности. Более чем в 30% случаев были отмечены отдельные признаки психического неблагополучия — повышенная раздражительность, утомляемость, усталость, рассеянность, тревожность, сочетание указанных симптомов, что в свою очередь, провоцировало повышенную конфликтность на работе и в быту (частота встречаемости — 24%), злоупотребление курением и алкоголем (26%) у изучаемого контингента [5].

Нарушения сна, обусловленные сменным рабочим графиком (shift work sleep disorder (SWSD, SWD)), постоянно возникают у РЛБ, занятых с ночными сменами [6]. В группе машинистов локомотивов и их помощников отмечается дефицит сна. Междусменный и внутрисменный отдых РЛБ как в качественном, так и в количественном отношении обычно неполноценен. Согласно данным опроса, проведенного в 2011 г., среди РЛБ 3 депо железных дорог Европейской части России (филиалы ОАО «РЖД») при достаточной высокой удовлетворенности рабочим графиком (76%) различные нарушения сна отмечены у четверти опрошенных [7]. Наиболее часто респондентами отмечались чуткий сон и затруднение при засыпании (каждым десятым опрошенным), а также частые пробуждения (табл. 1).

Таблица 1

Оценка качества сна РЛБ (n=348)
Evaluation of sleep quality in locomotive crew workers (n=348)

Вид нарушения сна	Удельный вес, %
Различные нарушения сна	27,2
Чуткий сон	13,8
Затруднение при засыпании	9,2
Частые пробуждения	3,2
Беспокойный сон	2,0
Бессонница	0,6

Совокупную группу опрошенных составили 348 РЛБ со стажем работы не менее 1 года (средний стаж $8,4 \pm 7$ лет) — мужчины в возрасте от 19 до 57 лет (средний возраст $33,9 \pm 8$ лет).

Установлено, что в выходной день менее 6 часов спит лишь каждый десятый опрошенный, в сутки с дневной сменой — каждый четвертый, в сутки с ночной рабочей сменой этот показатель достигает почти 42%. Как показывают исследования М.С. Буниатяна [8], выполненные с использованием специального сомнологического комплекса, сон в сутки с ночной сменой (послесменный сон) характеризуется повышенной частотой пробуждений после засыпания, снижением общей и интрасомнической эффективности сна, аномальной цикличностью фаз сна, снижением продолжительности периода глубокого сна. Недостаточным является также сон в пунктах оборота.

Следствием дефицита сна и работы в нетипичное для бодрствования время становится повышенная сонливость, которая развивается на фоне рабочей монотонии. Сонливости во время рейсов вне зависимости от времени суток

отмечали 43% респондентов, причем почти каждый четвертый боролся с засыпанием только во время ночной смены.

Таблица 2

Основные способы преодоления сонливости работающими со сменным графиком

Main ways to overcome sleepiness in workers with shift work

Способ преодоления сонливости	Удельный вес, %
Употребление чая	49,1
Физические упражнения	34,5
Табакокурение	25,6
Употребление кофе	25,0
Употребление пищи	16,4
Не борется	6,0
Другие меры (прослушивание музыки, использование жевательной резинки, волевое усилие, прочее)	4,3
Точечный массаж	3,7

Как видно из табл. 2, для борьбы с сонливостью каждый четвертый опрошенный прибегал к использованию мягких стимуляторов ЦНС (кофеинсодержащие напитки), свыше четверти опрошенных с этой целью курили ночью. Свыше 16% респондентов для борьбы с засыпанием принимали пищу. Причем среди потребляемых продуктов высок удельный вес продуктов питания, содержащих простые углеводы (бутерброды — 49,3%, шоколад — 22,4 %). Об этом свидетельствуют и результаты интерактивного опроса работников ОАО «РЖД», занятых с ночными сменами, проведенного нами в 2016 г. Операторская деятельность локомотивных бригад относится к легкому физическому

труду (энерготраты в процессе операторской деятельности РЛБ — 100 ккал/час. (2400 ккал/сут.), калораж пищи, в среднем, у машинистов — 3590 ккал/сут. (цит. по Цфасман А.З., 1998 [9]), режим физической активности потенцируют развитие избыточного веса. Признаки вероятного наличия избыточной массы тела (индекс массы тела $\geq 25,0$) регистрируются немногим менее, нежели у половины работников (47,1%), из них признаки ожирения (индекс массы тела $\geq 30,0$) имеются у каждого десятого (11,0%).

На фоне сменного десинхроноза в 3–4 раза возрастает риск развития желудочно-кишечной патологии (язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки, желудочно-кишечные диспепсии) в сравнении с адекватными группами работающих только днем. В качестве дополнительных причин обычно указываются некомфортные условия для приема пищи, потребление кофеинсодержащих напитков и шоколада, употребление избыточного количества пищи [10].

Табакокурение РЛБ отнюдь не является лишь способом борьбы с засыпанием. Удельный вес курящих РЛБ, активно приверженных к курению, составляет почти 60% и видимо, существенно превосходит показатель у мужской популяции россиян (табл. 2) (прямое сопоставление группы железнодорожников и соответствующей когорты мужской популяции россиян невозможно вследствие несоответствия по возрасту сравниваемых когорт [7]. Высок и уровень потребления табака — свыше 40% работающих выкуривает более пачки сигарет сутки. Особенностью курения среди РЛБ является то обстоятельство, что пагубная привычка распространяется с дневных на ночные часы, причем каждый десятый работник ночью курит более активно, нежели днем.

Безусловно важными являются особенности продукции мелатонина, вырабатываемого гипофизом, — регуля-

Таблица 3

Соотношение усредненного количества 6-сульфатоксимелатонина (6-MS) в дневное и ночное время в сутки с работой в кабине-тренажере и при депривации ночного сна в условиях клиники

Ratio of averaged quantity of 6-sulfatoxymelatonin (6-MS) at daytime and night in working on training cabin and in deprivation from night sleep in clinic

Режим работы/бодрствования	В дневной порции, нг	В ночной порции, нг
Сутки с депривацией ночного сна в клинике	7371	8298
Сутки с работой в ночную смену	3164	11335
Сутки с работой в дневную смену	5262	10168

Таблица 4

Параметры суточной ритмики АД РЛБ, постоянно занятых с ночной сменной работой

Daily rhythms parameters of blood pressure in locomotive crew members continuously engaged into night shift work

Артериальное давление	САД, мм рт. ст., $\mu\pm\sigma$	Суточный индекс САД, %	ДАД, мм рт. ст., $\mu\pm\sigma$	Суточный индекс ДАД, %
Суточный профиль АД, сформированный по результатам множественных предсменных измерений (n=30566)				
среднее дневное	120,6 $\pm$ 1,7	+2,5	70,6 $\pm$ 2,0	-0,08
среднее ночное	117,6 $\pm$ 2,1		70,7 $\pm$ 1,8	
среднее суточное	119,6 $\pm$ 2,3		70,6 $\pm$ 1,9	
СМАД при моделировании сменной работы — сутки с дневной сменой (n=34)				
среднее дневное	128	+10	80	+12
среднее ночное	112		69	
среднее суточное	119		75	
СМАД при моделировании сменной работы — сутки с ночной сменой (n=34)				
среднее дневное	122	-1	74	-9
среднее ночное	123		81	
среднее суточное	122		77	

тора системы суточных биоритмов. Для лиц, работающих в условиях сменной ротации, наиболее существенны следующие эффекты мелатонина: регуляция процесса «сон-бодрствование» и циркадной активности сердечно-сосудистой, нейроэндокринной систем, желудочно-кишечного тракта. Важными являются также антипролиферативные эффекты мелатонина, поскольку сменный график работы относится к факторам риска возникновения злокачественных новообразований. Продукция мелатонина (уровень секреции отражает, в частности, присутствующий в моче метаболит 6-сульфатоксимелатонин) зависит от ряда факторов и, прежде всего, от интенсивности освещения. Под действием света продукция мелатонина снижается вплоть до полного ее прекращения. Как следствие, при нормальном образе жизни с ночным сном в обычные часы ночная продукция мелатонина в разы превосходит дневную — в ночное время, в темноте, синтезируется порядка 70% суточного количества мелатонина [11].

При проведении исследований по депривации ночного сна в зависимости от световых условий ночного бодрствования были отмечены два возможных варианта суточной продукции мелатонина (табл. 3).

В случае депривации ночного сна в клинике (по аналогии с офисной ночной работой — работа пультовых операторов) при интенсивности искусственного освещения 150–400 лк ночная продукция мелатонина существенно не отличается от дневной (лишь несколько превышает ее). Моделирование реальных производственных условий в кабине-тренажере электровоза с соблюдением реальных уровней освещенности кабины (4–70 лк) во время ночной смены не приводило к снижению ночной продукции мелатонина: соотношение уровня дневной экскреции 6-MS к ночному — 1:3,3. Ночная работа локомотивных бригад, протекающая в условиях характерного для Европейской части России естественного светового режима, позволяет сохранить условия для достаточной ночной продукции мелатонина, что ведет к снижению уровня бодрствования, особенно в условиях производственной монотонии. С другой стороны — способствует сохранению обычной суточной ритмики организма, в частности суточной ритмики сердечно-сосудистой системы. Это иллюстрируют данные

прохождения предсменного освидетельствования — предрейсовых медицинских осмотров РЛБ, где контролируются частота сердечных сокращений (ЧСС) и уровень АД [12,13].

При сохранении ЧСС в границах нормальных значений циркадная ритмика показателя в сутки с ночной работой характеризуется снижением циркадного индекса (соотношение средней ЧСС дневных часов к аналогичному показателю за ночной период) при сохранении фазовой циркадной структуры, что может являться одним из элементов адаптации к ночному рабочему бодрствованию [14].

Суточная ритмика АД в представленной когорте РЛБ ($n=30566$), преимущественно нормотоников, оцениваемая согласно результатам множественных предсменных измерений (всего 4 971 227 измерений), распределенных по часам суток, также свидетельствует о сохранении типичных колебаний суточных показателей АД — как систолического (САД), так и диастолического (ДАД).

Вместе с тем, моделируемый суточный профиль АД характеризуется недостаточным ночным снижением САД (+2,5%) и ДАД (–0,08%) на фоне нормальных величин АД (табл. 4). Для лиц с нормальным уровнем АД, при образе жизни со сном в ночные часы характерно снижение ночного АД не менее чем на 10% [15].

В исследование были включены 34 испытуемых — машинистов локомотивов: все мужчины в возрасте от 24 до 54 лет (средний возраст $34,9 \pm 9,5$ года), измерений у которых по результатам предсменных регистрировались нормальные уровни АД.

При моделировании натуральных условий сменной работы в сутки с дневной и ночной сменами, а также выполнением стандартного суточного мониторинга АД в кабине-тренажере электровоза ЭП–1М было установлено (по средним групповым значениям), что работа в условиях ночного бодрствования, равно как и работа в дневные часы, протекает на фоне нормотонии по САД и при умеренном повышении уровней средненочного ДАД. Среднесуточный уровень АД по САД и по ДАД сохранялся в пределах нормальных величин. Суточный профиль по САД и по ДАД в сутки с ночной сменой, в

Таблица 5

Распределение по времени суток транспортных инцидентов, произошедших по вине РЛБ в 2007–2017 гг.
Transport accidents distribution throughout a day, through the fault of locomotive crew members in 2007–2017

Год	Число происшествий	Ночь	День	В пересчете на 1 час
2007	21	8	13	1/0,8
2008	21	4	17	0,5/1,1
2009	24	8	16	1/1
2010	19	5	14	0,6/0,9
2011	16	7	9	0,9/0,6
2012	20	5	15	0,6/0,9
2013	13	3	10	0,4/0,6
2014	25	10	15	1,3/0,9
2015	32	2	30	0,3/1,8
2016	17	4	13	0,5/0,8
2017	26	4	22	0,5/1,4
Итого	234	60	174	0,7/0,98*

Примечания: * — $p=0,039$. Пересчет инцидентов на 1 час проводился следующим образом: ночной 8-часовой сменой считается работа с 22:00 до 06:00, следовательно, транспортные инциденты в ночное время делились на 8 часов, дневные — на 16 часов.

Notes: * — $p=0,039$. Converting accidents per 1 hour: night shift of 8 hours is a work from 22:00 to 6:00, thus transport accidents at night were divided by 8 hours, at daytime — by 16 hours.

отличие от дневных рабочих суток, характеризовался преобладанием средних ночных значений над средними дневными (суточный профиль АД в сутки с ночной рабочей сменой носит характер night-peaker. ЧНС САД = -1%, ДАД = -9%. ДАД более динамично, нежели САД реагировало на проявление рабочей активности испытуемых (табл. 4).

Недостаточное снижение ночного АД у лиц с нормальным режимом сна и бодрствования расценивается как неблагоприятный фактор, ассоциированный с поражением органов-мишеней. В условиях ночного бодрствования факту инверсии суточного ритма АД трудно дать однозначную оценку. С одной стороны, во время ночного рабочего бодрствования повышение АД до нормальных дневных величин (как это и происходит у лиц с нормотонией) является проявлением процесса адаптации к ночной работе, с другой — отсутствие ночного снижения АД у лиц с артериальной гипертонией может рассматриваться как дополнительный фактор прогрессирования заболевания. Профессия РЛБ имеет «прогипертоническую» направленность: гипертоническая болезнь диагностируется у 21,5% РЛБ. Удельный вес лиц, страдающих артериальной гипертензией, увеличивается пропорционально возрасту и стажу работы [9,12].

Учитывая отсутствие статистически достоверных данных собственных наблюдений, необходимо отметить, что сменная работа с неупорядоченным чередованием дневных и ночных смен в мужской когорте потенцирует развитие и утяжеляет течение сахарного диабета II типа, метаболического синдрома, ишемической болезни сердца, онкопатологии мочевого пузыря — рака предстательной железы [16–18].

В процессе работы в режиме ротационного графика с ночными сменами, видимо, достигается достаточно высокая степень «профессиональной» адаптации. Анализ числа транспортных происшествий по вине РЛБ на сети дорог, совершенных в дневные и ночные часы суток за 11-летний период, не свидетельствует о снижении качества операторской деятельности во время ночных смен. Напротив, почасовое распределение транспортных происшествий свидетельствует о более частой инцидентности в дневное время при сопоставимой интенсивности движения (табл. 5).

Выводы:

1. Комплекс производственных фактов свидетельствует о существовании баланса между качеством профессиональной деятельности, которую следует считать в целом приемлемой, и состоянием здоровья работающего. Находясь в состоянии производственного десинхроноза, организм «переносит» производственную адаптацию, частично перестраиваясь под нетипичный режим сна и бодрствования.

2. Для сохранения здоровья необходимо разрабатывать механизмы адаптации к условиям сменной операторской деятельности с применением препаратов-адаптогенов безопасного профиля для стимуляции процессов ночного рабочего бодрствования, улучшения качества междуменного (по возможности, и внутрисменного) сна; разработать низкокалорийные рационы питания для лиц, работающих с неупорядоченным сменным графиком; создать условия для достаточной междуменной физической активности работников (по аналогии с ранее существовавшими физкультурно-оздоровительными центрами).

3. Необходимы установление индивидуальных нормативов для параметров АД работников операторского профиля с ночным графиком работы и разработка схем антигипертензивной терапии для пациентов, работающих по неупорядоченному сменному графику с учетом возможного

неблагоприятного влияния препаратов на профессионально значимые функции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузунов Р.В., Царева Е.В. Джетлаг: новый термин — новые подходы. *Российский медицинский журнал*. 2013; 16: 831–37.
2. Wittmann M., Dinich J., Mellow M., Roenneberg T. Social jetlag: misalignment of biological and social time. *Chronobiol. Int.* 2006; 23 (1–2): 497–509. [DOI: 10.1080/07420520500545979]
3. *Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма*. М.: Издательство «Весь Мир»; 2004: 94–95.
4. Sherry P. *Managing Fatigue in The Railroad Industry*. Denver; 2007.
5. Чернов О.Э., Алексеев С.А., Колягин В.Я. Медико-психологическое обеспечение безопасности профессиональной деятельности работников локомотивных бригад. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; 7: 3–9.
6. Bercz P.A., Jaffe F. Adverse health effects of shift work and shift work sleep disorder. *Dialogue and Diagnosis*. 2012; 2: 13–20.
7. Кульбачинский В.В., Горохов В.Д., Алпаев Д.В., Сериков В.В. Вопросы сна у работников локомотивных бригад при работе с ночными сменами. *Железнодорожная медицина*. 2011; 17–18: 16–25.
8. Буниатян М.С. Влияние Мелаксена на качество дневного сна после ночной смены. *Железнодорожная медицина и профессиональная биоритмология*. 2014; 25: 37–41.
9. Цфасман А.З. *Кардиология*. М.; 1998.
10. Caruso C., Lusk S., Gillespie B. Relationship of work schedules to gastrointestinal diagnoses, symptoms, and medication use in auto factory workers. *Am. J. Industr. Med.* 2004; 46: 586–98. [DOI: 10.1002/ajim. 20099].
11. *Глобальный опрос взрослого населения о пользовании табачными изделиями*. Российская Федерация. 2009 г. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare/.
12. Dumont M., Lanctôt V., Cadieux-Viau R., Paquet J. Melatonin Production and Light Exposure of Rotating Night Workers. *Chronobiol. Intern.* 2012; 29: 203–10. [DOI: 10.3109/07420528.2011.647177].
13. Ефимов Н.В., Краевой С.А. ред. *Вопросы экспертизы профессиональной пригодности лиц, непосредственно связанных с движением поездов и маневровой работой: справочное пособие*. М.; 2007.
14. Цфасман А.З. *Клиническая биоритмология*. М.: Издательство «Репроцентр-М»; 2016.
15. Алпаев Д.В. Особенности циркадной и сезонной ритмики частоты сердечных сокращений при работе со сменным графиком. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; 7: 13–7.
16. Алпаев Д.В. Суточный профиль артериального давления у работающих с ночными сменами при нормотонии и гипотонии. *Железнодорожная медицина*. 2011; 19: 61–8.
17. Conlon M., Lightfoot N., Krieger N. Rotation shift work and risk of prostate cancer. *Epidemiology*. 2007; 18(1): 182–3. [DOI: 10.1097/01.ede. 0000249519.33978.31].
18. Karatsoreos I. Effects of Circadian Disruption on Mental and Physical Health. *Cur. Neurol. and Neuroscience Rep.* 2012; 12: 218–25. [DOI: 10.1007/s11910–012–0252–0].
19. Parent M.-É., El-Zein M., Rousseau M.-C. et al. Night Work and the Risk of Cancer Among Men. *Am. J. Epidemiol.* 2012; 176(9): 751–59. [DOI:10.1093/aje/kws318].

REFERENCES

1. Buzunov R.V., Tsareva E.V. Jetlag: new term — new approaches. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal*. 2013; 16: 831–37. (in Russian).
2. Wittmann M., Dinich J., Mellow M., Roenneberg T. Social jetlag: misalignment of biological and social time. *Chronobiol. Int.* 2006; 23 (1–2): 497–509. [DOI: 10.1080/07420520500545979]
3. *World Report on Road Traffic Injury Prevention*. M.: Izdatel'stvo «Ves' Mir»; 2004: 94–95. (in Russian).
4. Sherry P. *Managing Fatigue in The Railroad Industry*. Denver; 2007.
5. Chernov O.EH., Alekseev S.A., Kolyagin V.YA. Medical and psychological security of professional activities of employees of locomotive brigades. *Med. truda i prom. ekol.* 2017; 7: 3–9. (in Russian).
6. Bercz P.A., Jaffe F. Adverse health effects of shift work and shift work sleep disorder. *Dialogue and Diagnosis*. 2012; 2: 13–20.
7. Kul'bachinskiy V.V., Gorokhov V.D., Alpaev D.V., Serikov V.V. Sleep issues in locomotive crews when working with night shifts. *Zheleznodorozhnaya meditsina*. 2011; 17–18: 16–25 (in Russian).
8. Buniatyan M.S. The effect of Melaxen on the quality of daytime sleep after a night shift. *Zheleznodorozhnaya meditsina i professional'naya bioritmologiya*. 2014; 25: 37–41 (in Russian).
9. Tsfasman A.Z. *Cardiology*. M.; 1998 (in Russian).
10. Caruso C., Lusk S., Gillespie B. Relationship of work schedules to gastrointestinal diagnoses, symptoms, and medication use in auto factory workers. *Am. J. Industr. Med.* 2004; 46: 586–98. [DOI: 10.1002/ajim. 20099].
11. *Global Adult Survey on Tobacco Use. Russian Federation*. 2009. Stranovoy otchet. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare/ (in Russian).
12. Dumont M., Lanctôt V., Cadieux-Viau R., Paquet J. Melatonin Production and Light Exposure of Rotating Night Workers. *Chronobiol. Intern.* 2012; 29: 203–10. [DOI: 10.3109/07420528.2011.647177].
13. Efimov N.V., Kraevoy S.A. red. *Examination issues of professional suitability of persons directly connected with train traffic and shunting work: spravocnoe posobie*. M.; 2007 (in Russian).
14. Tsfasman A.Z. *Clinical Biorhythmology*. M.: Izdatel'stvo «Reprintsentr-M»; 2016 (in Russian).
15. Alpaev D.V. Features of circadian and seasonal rhythm of heart rate when working with a shift schedule. *Meditsina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2017; 7: 13–7 (in Russian).
16. Alpaev D.V. Daily blood pressure profile in night-shift workers with normotonia and hypotension. *Zheleznodorozhnaya meditsina*. 2011; 19: 61–8 (in Russian).
17. Conlon M., Lightfoot N., Krieger N. Rotation shift work and risk of prostate cancer. *Epidemiology*. 2007; 18(1): 182–3. [DOI: 10.1097/01.ede. 0000249519.33978.31].
18. Karatsoreos I. Effects of Circadian Disruption on Mental and Physical Health. *Cur. Neurol. and Neuroscience Rep.* 2012; 12: 218–25. [DOI: 10.1007/s11910-012-0252-0].
19. Parent M.-É., El-Zein M., Rousseau M.-C. et al. Night Work and the Risk of Cancer Among Men. *Am. J. Epidemiol.* 2012; 176(9): 751–59. [DOI:10.1093/aje/kws318].

Дата поступления 27.08.2018

Дата принятия к печати 05.09.2018

Дата публикации 18.01.2019

УДК 612.852

Засядько К.И.^{1,2}, Богомолов А.В.², Солдатов С.К.², Вонаршенко А.П.¹, Бореичук А.Ф.¹, Язлюк М.Н.¹**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНТОНАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ РЕЧИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**¹Государственный центр подготовки авиационного персонала и войсковых испытаний Министерства обороны Российской Федерации им. В.П. Чкалова, ул. Гагарина, 61а, Липецк, Россия, 398002;²Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил Минобороны России, аллея Петровско-Разумовская, 12А, Москва, Россия, 127083

Введение. Проведенное исследование направлено на определение возможности использования анализа речевого сигнала для диагностики функциональных состояний (ФС) операторов управления воздушным движением (УВД) с обоснованием набора информативных показателей интонационной структуры речи.

Материалы и методы. В эксперименте на полунатурном моделирующем комплексе с участием 16 диспетчеров УВД мужского пола моделировалась профессиональная деятельность диспетчера УВД при умеренной (6 воздушных судов на управлении) и интенсивной (7–12 воздушных судов на управлении) рабочей нагрузке. Продолжительность моделируемой рабочей смены составляла 6 часов.

Регистрировались характеристики основного тона речи испытуемого и рассчитывались восемь джиттер-факторов, отражающих микроизменчивость кривой основного тона речевого сигнала, а также два индекса тремора, отражающих наличие в речевом сигнале периодических волн частотой 4–16 Гц в кривой частоты основного тона.

Динамика изменений ФС операторов определялась по показателям кардиоритма.

О надежности и работоспособности оператора судили по правильности ведения радиообмена, изменению рубежа приема и передачи управления ВС количеством допускаемых опасных сближений ВС, времени обнаружения вводимых отклонений ВС от заданной линии полета.

Результаты и обсуждение. Результаты анализа материалов экспериментов позволили установить, что ряд показателей основного тона имели явные изменения как в первой (при моделировании умеренной рабочей нагрузки), так и во второй серии (при моделировании интенсивной рабочей нагрузки) экспериментов.

Полученные данные свидетельствуют о снижении уровня психической регуляции профессиональной деятельности операторов в период с 3-го по 5-й час «рабочей смены» в первой серии экспериментов и со 2-го по 4-й час во второй серии экспериментов, обусловленном уменьшением их психофизиологических резервов и развитием утомления.

Выводы: Исследование динамики показателей интонационной структуры речи в профессиональной деятельности операторов УВД показало, что использование таких показателей обеспечивает адекватную диагностику ФС. В качестве наиболее информативных выделены среднее значение, асимметрия гистограммы и эксцесс частоты основного тона речи, длительность пауз между словами команд операторов и пятый джиттер-фактор.

Ключевые слова: функциональное состояние оператора; обработка речевой информации; интонационная структура речи; оператор управления воздушным движением; обработка речевой информации; диагностика функциональных состояний

Для цитирования: Засядько К.И., Богомолов А.В., Солдатов С.К., Вонаршенко А.П., Бореичук А.Ф., Язлюк М.Н. Динамика показателей интонационной структуры речи в профессиональной деятельности операторов управления воздушным движением. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 31–37. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-31-37>

Для корреспонденции: Солдатов Сергей Константинович, вед. науч. сотр. ЦНИИ ВВС Минобороны России, д-р мед. наук, проф. E-mail: gniiivm-s@ya.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Konstantin I. Zasad'ko^{1,2}, Aleksey V. Bogomolov², Sergej K. Soldatov², Aleksandr P. Vonarshenko¹, Anatolij F. Borejchuk¹, Maksim N. Jazljuk¹

CHANGES IN INDICATORS OF INTONATION STRUCTURE OF SPEECH IN OCCUPATIONAL ACTIVITY OF AIR TRAFFIC CONTROL OPERATORS

¹State Training Center for Aviation Personnel and Military Tests of the Ministry of Defense of the Russian Federation named after V.P. Chkalov, 61a, Gagarina str., Lipetsk, Russia, 398002;

²Central Research Institute of the Air Force of the Ministry of Defense of Russia, 12A, Petrovsko-Razumovskaya alley, Moscow, Russia, 127083

Introduction. The study is aimed to determine possible use of vocal signal analysis for diagnosis of functional states in air traffic control operators, with justifying selection of informative parameters of intonation structure of speech.

Materials and methods. Experiments on semi-natural simulator complex with participation of 16 air traffic male dispatchers modelled occupational activity of air traffic dispatcher with moderate (6 aircrafts controlled) and intense (7–12 aircrafts controlled) work load. Duration of simulated working shift was 6 hours. Registration covered characteristics of main vocal tone of the examinees, with calculation of 8 jitter-factors that portrayed micro-changes of main vocal tone curve and 2 tremor indices disclosing periodic waves of 4–16 Hz in main vocal tone curve.

Functional state of the dispatchers was assessed via cardiac rhythm parameters.

Reliability and work capacity of the dispatchers corresponded to correct radio traffic, changes in threshold of reception and transfer of aircrafts in number of allowable dangerous approach of aircrafts, time to detection of input aircraft's deviation from preset flight line.

Results and discussion. According to analysis of the experiments results, some parameters of the main vocal tone carried significant changes both in first (simulated moderate work load) and second (simulated intense work load) experimental series. The data obtained prove lower level of psychic regulation of the dispatchers' occupational activity during 3rd to 5th hours of "working shift" in the first experimental series and from 2nd to 4th hours of the second experimental series, due to decreased psychophysiological resources and developing fatigue.

Conclusion. *Studies of changes in indicators of intonation structure of speech in occupational activity of air traffic dispatchers demonstrated that using such indicators provides adequate diagnosis of the functional state. The most informative indicators are average value, histogram asymmetry and excessive frequency of main vocal tone, duration of pauses between words of the dispatchers' commands and fifth jitter-factor.*

Key words: operator's functional state; processing of vocal information; intonation structure of speech; air traffic control operator; diagnosis of functional states

For citation: Zasyadko K.I., Bogomolov A.V., Soldatov S.K., Vonarshenko A.P., Borejchuk A.F., Yazlyuk M.N. Changes in indicators of intonation structure of speech in occupational activity of air traffic control operators. *Med. truda i prom. ecol.* 2019. 1: 31–37. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-31-37>

For correspondence: Sergej K. Soldatov, leading researcher of Central Research Institute of Russian Defence Ministry, Dr. Med. Sci. E-mail: gniiivm-s@ya.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Проблема диагностики функциональных состояний (ФС) авиационных специалистов, будучи одной из наиболее актуальных для обеспечения безопасности полетов, является составной частью общей проблемы повышения надежности человеческого звена в системе «пилот — наземный пункт управления» [1]. При этом кажущаяся простота сенсорного действия диспетчера управления воздушным движением (УВД) сопровождается выраженным стрессом, обусловленным высокой ответственностью за результаты деятельности [2]. В этой связи важной задачей является своевременное распознавание неблагоприятных изменений ФС операторов для своевременного принятия надлежащих мер по обеспечению их профессиональной работоспособности.

Существует большое число методик и способов диагностики ФС, основанных на показателях активности функциональных систем организма, задействованных в выполнении задач профессиональной деятельности. Однако трудности регистрации таких показателей без помех осуществлению деятельности и необходимость дополнительных каналов связи для регистрации показателей ФС ограничивают возможности диагностики ФС.

С учетом того, что речевая деятельность непосредственно входит в структуру профессиональной деятельности оператора УВД, для диагностики его ФС предпочтительно использовать методы диагностики ФС, основанные на результатах обработки речи.

К настоящему времени обоснован набор характеристик речевого сигнала, информативных для распознавания эмоциональных состояний человека [3–12]. Однако исследования по разработке методик диагностики ФС оператора УВД по показателям интонационной структуры речи не проводились.

Цель исследования — изучение динамики изменения показателей интонационной структуры речи при радиообмене в звене «наземный пункт управления — экипаж воздушного судна (ВС)» в зависимости от продолжительности рабочей смены и операционной нагрузки на оператора УВД; исследование связи изменений показателей речи с показателями нервно-эмоционального напряжения оператора, самооценки операторами своего самочувствия, показателями качества и надежности деятельности; определение возможности использования анализа речевого

сигнала для диагностики ФС операторов УВД с обоснованием набора информативных показателей интонационной структуры речи.

Материалы и методы. Для определения динамики изменения интонационных характеристик речевого сигнала в зависимости от величины рабочей нагрузки на оператора проведены две серии исследований.

В эксперименте на тренажере (полунатурном моделирующем комплексе, полностью соответствующем реальному командно-диспетчерскому пункту УВД) моделировалась профессиональная деятельность диспетчера УВД при умеренной (6 ВС на управлении) и интенсивной (7–12 ВС на управлении) рабочей нагрузке. Продолжительность моделируемой рабочей смены составляла 6 часов.

В эксперименте приняли участие 16 профессионалов — диспетчеров УВД мужского пола (11 человек — II класса, 5 человек — I класса), имеющих допуск к УВД. Средний возраст испытуемых составил 36±3 года. Стаж работы по специальности составил от 11 до 16 лет. Все операторы прошли врачебную комиссию, не имели противопоказаний к профессиональной деятельности, в том числе нарушений и заболеваний голосового аппарата. Перед участием в эксперименте испытуемые проходили врачебный осмотр в объеме, определенном соответствующими руководящими документами и признаны здоровыми (предсменный осмотр).

В ходе экспериментов регистрировалась аудиограмма радиообмена; мониторно регистрировалась ЭКГ по Небу; с помощью аппаратуры «Авионикс» выполнялась самооценка самочувствия по методикам «Утомление» [13] и «Возбуждение-сонливость» [13], определялась выраженность эмоционального напряжения и оценивались поведенческие реакции операторов [13]. Кроме того, оценивалось качество профессиональной деятельности и ее надежность: вводились особые ситуации в виде незапланированные отклонения ВС от заданной траектории полета.

Для определения вариативности интонационных характеристик речи исследовались фонограммы радиопереговоров оператора УВД на протяжении «рабочей смены»: для анализа выбирались фрагменты репортажей продолжительностью 1,5–5 с, содержащие, как правило, позывной летчика и краткий запрос или команду.

Акустический анализ речи проводился с использованием компьютерной программы «Система идентификации

дикторов», разработанной группой компаний «Центр речевых технологий».

Для регистрации показателей ФС, исходя из данных литературы [7–17] и особенностей обработки материалов исследований, были выбраны следующие характеристики основного тона речи испытуемого: средняя частота основного тона (ЧОТ), медиана ЧОТ, среднеквадратичное отклонение ЧОТ, минимальное и максимальное значение ЧОТ, асимметрия гистограммы, эксцесс, средняя длительность участков убывания и возрастания, средняя длительность участков стабильности, длительность пауз.

Рассчитывались также восемь джиттер-факторов, отражающих микроизменчивость кривой основного тона речевого сигнала, а также два индекса тремора, отражающих наличие в речевом сигнале периодических волн частотой 4–16 Гц в кривой частоты основного тона [18–20].

Динамика изменений ФС операторов определялась на основании анализа показателей кардиоритма: математическое ожидание, стресс-индекс, вегетативный показатель ритма — с учетом самооценки утомления/возбуждения (сонливости) и латентного времени ответа на запросы «летчиков» [1,21,22].

О надежности и работоспособности оператора судили по правильности ведения радиообмена, изменению рубежа приема и передачи управления ВС, количеству допускаемых опасных сближений ВС, времени обнаружения вводимых отклонений ВС от заданной линии полета [1,23].

Все обследуемые были ознакомлены с условиями и рисками проводимых тестов и дали информированное согласие на их проведение.

Обработка полученных данных проводилась методами статистической обработки: отсутствие выбросов в анализируемых выборках подтверждено с помощью непараметрического критерия Смирнова-Граббса, рассчитывались оценки средних арифметических значений и оценки асимметрии гистограмм. Расчет оценок чувствительности и специфичности показателей интонационной структуры речи проводился с помощью стандартных методов обработки таблиц сопряженности (контингентности) [24].

Результаты и обсуждение. Результаты анализа материалов экспериментов позволили установить, что ряд показателей основного тона имели явные изменения как в первой (при моделировании умеренной рабочей нагрузки), так и во второй серии (при моделировании интенсивной рабочей нагрузки) экспериментов (рис. 1).

Так, период уменьшения среднего значения частоты основного тона во второй серии экспериментов был короче (до 2 часа), чем в первой серии (до 3,5 часа), а его увеличение возникало раньше, чем в первой серии. Во второй серии экспериментов, в отличие от первой серии, не наблюдалось периода повышения величины этого показателя после 5 часа работы (рис. 1б).

Длительность пауз в первой серии экспериментов увеличилась в промежутке с 3 по 5 час «рабочей смены» с пиком на 4 часа работы. Во второй серии экспериментов увеличение отмечалось с 2 по 4 час «смены», с пиком на 3 часа работы (рис. 1в).

Асимметрия гистограммы частоты основного тона в первой серии экспериментов уменьшалась на 3 часе «рабочей смены» и вновь увеличилась к концу «смены». Во второй серии экспериментов асимметрия гистограммы имела тенденцию к увеличению после 2,5 часов работы и к концу смены имела явные различия с исходными значениями (рис. 1г).

Эксцесс значений основного тона в первой серии экспериментов имел тенденцию к снижению на 3 часе «рабочей смены» с последующей тенденцией к увеличению к концу «смены». Во второй серии экспериментов прослеживалась аналогичная тенденция (рис. 1д).

Пятый джиттер-фактор в двух сериях исследований возрастал у операторов в ходе деятельности, и его значения к концу «рабочей смены» были выше исходных величин. Кроме того, прослеживается связь этого показателя с профессиональной загруженностью оператора как в первой, так и во второй сериях эксперимента (рис. 1е).

Наряду с этим выявлены характерные изменения в ряде показателей ФС операторов, показателей качества и надежности их профессиональной деятельности. Анализ динамики физиологических показателей регуляции сердечного ритма выявил усиление парасимпатического влияния на операторов после 3 час. деятельности в первой, после 2,5 час. деятельности во второй серии экспериментов, которое связывается с развитием утомления.

Обращает на себя внимание динамика активации и торможения вегетативной нервной системы. В первую половину эксперимента ввод особого случая (1 час. 30 мин., 2 час., 3 час.) приводил к активации вегетативной нервной системы. Через 3,5 часа работы наблюдались изменения вариабельности кардиоритма, что обусловлено снижением симпатического влияния в вегетативной регуляции кардиоритма. Величина стресс-индекса постепенно снижалась на протяжении всей рабочей смены (как в первой, так и во второй серии экспериментов), однако во время ввода летных инцидентов отмечено его увеличение (рис. 1ж).

Латентное время ответа оператором на запросы пилотов также претерпевало определенные изменения. В первой серии экспериментов в период 3,5–5 часов наблюдалось его уменьшение: команды в этот период носили менее обдуманный характер, причем в этот период отмечалось наибольшее число случаев перепутывания позывных, ухудшалась рабочая взаимосвязь с руководителем дальней зоны и зоны посадки в ущерб безопасности полетов. Во второй серии уменьшение латентного времени ответа оператора на запросы «летчиков» наблюдалось после 2,5 часа работы, причем в период со 2 по 4 час не отмечалась (также, как в период 3,5–5 часов работы в первой серии) цикличность его изменения. Наибольшее число случаев опасных сближений, перепутанных позывных, потерь управления во второй серии наблюдалось на 2 и 4 часах работы (рис. 1з).

Анализ самооценки операторами своего состояния в первой серии экспериментов выявил снижение возбуждения и нарастания усталости после двух часов работы. Во второй серии экспериментов до четвертого часа работы превалировал сдвиг самооценки в сторону возбуждения, однако нарастание усталости отмечалось операторами после двух часов работы (таблица).

Рубеж приема и передачи управления в первой серии экспериментов ко 2 часу работы снижался с 60–75 км до 40–50 км, во второй серии — после 1 часа работы до 30–40 км.

Время обнаружения вводимых отклонений ВС от заданной линии полета в первой серии экспериментов через 1,5–2 часа работы увеличивалось вдвое (во второй серии — почти втрое); а к третьему часу — почти втрое (во второй серии — в 4 раза).

Полученные данные свидетельствуют о снижении уровня психической регуляции профессиональной деятельности операторов в период с 3 по 5 час «рабочей смены» в первой серии экспериментов и со 2 по 4 час во второй се-

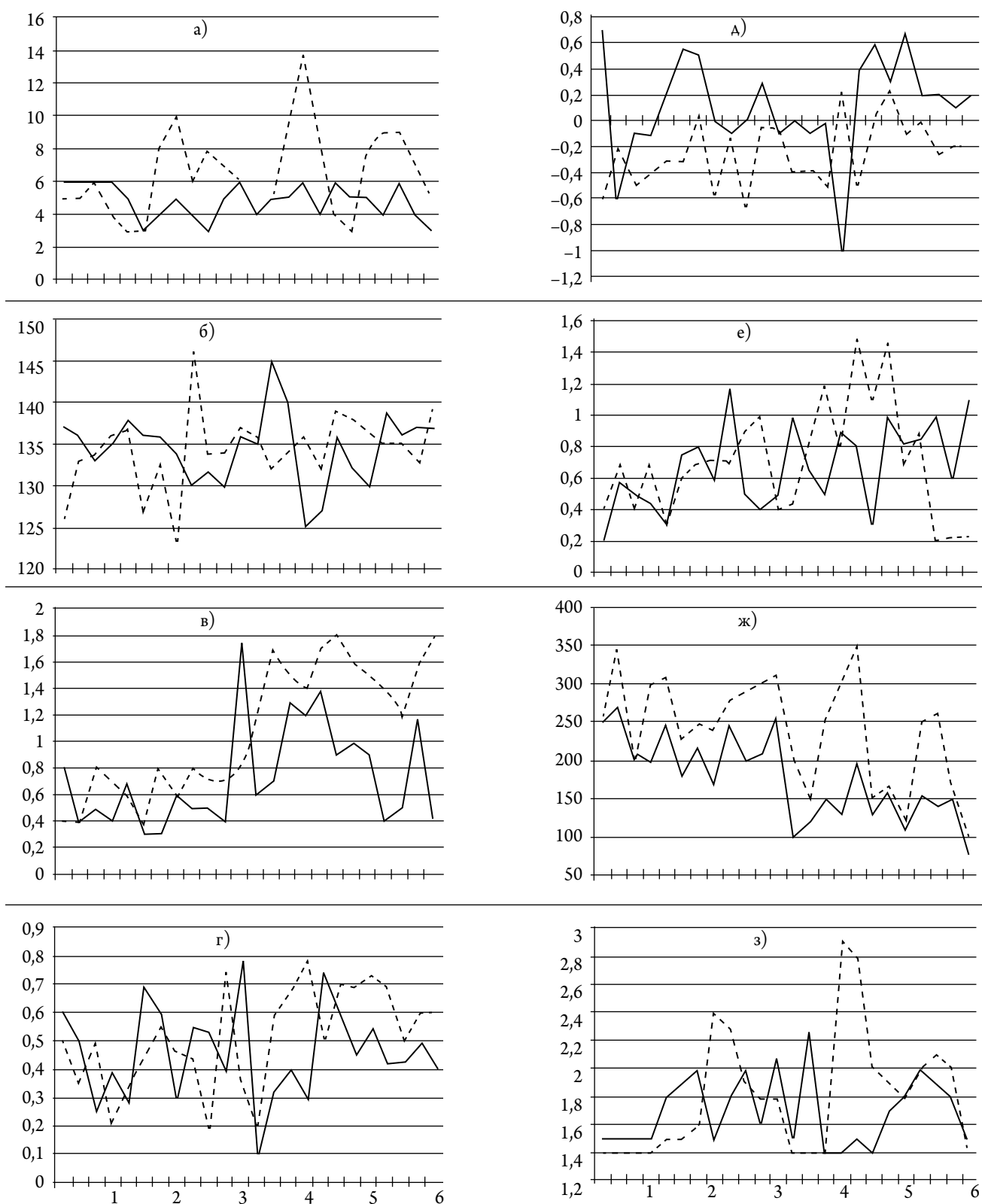


Рисунок. Динамика показателей в ходе эксперимента (первая серия — сплошная линия, вторая серия — пунктирная линия; по оси абсцисс — время эксперимента, ч.; по осям ординат: а) рабочая нагрузка, шт. ВС; б) частота основного тона, Гц; в) длительность пауз, с; г) асимметрия гистограммы основного тона речи, усл. ед.; д) эксцесс основного тона, усл. ед.; е) джиттер-фактор, сдвиг по фазе между идеальным и действительным сигналами, с; ж) индекс напряжения, усл. ед., з) латентное время ответов операторов на запросы, с)
Figure. Changes in indicators during experiment (first series — solid line, second series — dotted line; X-axis — experiment time, hours; Y-axis — a) working load, aircrafts number; б) main tone frequency, Hz; в) duration of pauses, sec; г) histogram asymmetry of main vocal tone, units; д) main tone excess, units; е) jitter-factor (voice transmission delay in IP-networks), phase shift between ideal and actual signals, sec; ж) tension index, units; з) latent time of dispatcher's answer to call, sec)

Таблица

Результаты самооценки операторами утомления (доля самооценок, %)
Results of fatigue self-evaluation by operators (share, %)

Время эксперимента, ч	Первая серия эксперимента			Вторая серия эксперимента		
	Усталости нет	Некоторая усталость	Значительная усталость	Усталости нет	Некоторая усталость	Значительная усталость
0,5	80	20	0	80	20	0
1	80	20	0	80	20	0
1,5	75	25	0	80	20	0
2	75	25	0	75	20	5
2,5	70	30	0	70	25	5
3	65	30	5	65	25	10
3,5	60	35	5	60	30	10
4	60	30	10	60	25	15
4,5	50	35	15	50	25	25
5	50	35	15	45	30	25
5,5	50	30	20	45	25	30
6	50	30	20	45	25	30

рии экспериментов, по-видимому, обусловленному уменьшением их психофизиологических резервов и развитием утомления, которое в первой серии после трех часов, а во второй — после двух часов непрерывной деятельности по УВД расценивается как стадия неустойчивой компенсации.

При этом, по мнению специалистов, изучающих нейрофизиологические механизмы стрессовых состояний (в том числе влияние эмоционального напряжения на динамику работоспособности и развитие утомления), происходит значительное возбуждение системы гипоталамуса, а через «гиппокампов круг» — и медиобазальных отделов височной области коры головного мозга, препятствующее дифференцированным действиям коры, необходимым для внимания и высших психических процессов, каковыми являются восприятие и воспроизведение речи [12,25–27].

Сопоставление направленности изменений исследователей речевого сигнала в первой и второй серии исследований позволяет сделать заключение в том, что они носят аналогичный характер и, таким образом, адекватно отражают динамику ФС операторов УВД.

Выводы:

1. Динамика интонационной структуры речи в профессиональной деятельности операторов УВД показала, что использование данных показателей обеспечивает адекватную диагностику ФС. В качестве наиболее информативных выделены среднее значение, асимметрия гистограммы и эксцесс частоты основного тона речи, длительность пауз между словами команд операторов и пятый джиттер-фактор.

2. Сопоставление направленности изменений показателей интонационной структуры речи, вегетативного состояния, а также качества и надежности деятельности оператора позволяет связать их динамику с развитием утомления (в стадии неустойчивой компенсации).

3. Правильная интерпретация изменений интонационной структуры речи при диагностике ФС требует установления их взаимосвязи с содержанием, условиями и качеством деятельности операторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков И.Б., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Физиология труда и надежность деятельности человека. М.: Наука; 2008.

2. Солдатов С.К., Засядько К.И., Богомолов А.В., Вонаршенко А.П., Соломка А.В. Профессионально важные качества операторов управления воздушным движением. *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2017; 51(1): 30–4.

3. Бурлак С. Происхождение языка: факты, исследования, гипотезы. М.: Астрель, CORPUS; 2012.

4. Рахманенко И.А., Мещеряков Р.В. Анализ идентификационных признаков в речевых данных с помощью GMM-UBM системы верификации диктора. *Труды СПИИРАН*. 2017. 52(3): 32–50.

5. Карпов А.А., Юсупов Р.М. Многомодальные интерфейсы человеко-машинного взаимодействия. *Вестник Российской академии наук*. 2018; 88 (2): 146–55.

6. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Психофизиологические механизмы формирования и развития функциональных состояний. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2014; 100 (10): 1130–7.

7. Галунов В.И., Манеров В.Х. Связь между психофизиологическим состоянием говорящего и характеристиками речевого сигнала. В кн.: «Автоматическое распознавание слуховых образов». Львов, 1974. С. 46–9.

8. Марьев А.А. Метод интерпретации результатов измерений параметров речевого сигнала в задачах диагностики психоэмоционального состояния человека по его речи. *Инженерный вестник Дона*. 2011; 4: 41–6.

9. Лебедева Н.Н., Каримова Е.Д., Казимирова Е.А. Анализ речевого сигнала в исследованиях функционального состояния человека. *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2015; 2: 3–12.

10. Величко А.Н., Будков В.Ю., Карпов А.А. Аналитический обзор компьютерных паралингвистических систем для автоматического распознавания лжи в речи человека. *Информационно-управляющие системы*. 2017. (90)5: 30–41.

11. Родькина О.Я., Никольская В.А. К проблеме распознавания психоэмоционального состояния человека по речи с использованием автоматизированных систем. *Информационные технологии*. 2016; (22)10: 728–33.

12. Витт Н.В. Информация об эмоциональных состояниях в речевой интонации. *Вопросы психологии*. 1965; 3: 89–103.

13. Бодров В.А. Профессиональное утомление: фундаментальные и прикладные проблемы. М.: ИП РАН; 2009.

14. Карпов А.А., Карпов А.В. Взаимосвязь психометрического интеллекта с организацией метакогнитивных процессов и качеств личности. *Психологический журнал*. 2016; (37)2: 69–78.

15. Червяков Н.И., Кучукова Н.Н. Проблемы автоматического распознавания слитной речи. методы обработки исходного речевого сигнала. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика.* 2016; 40(23): 148–55.
16. Савченко В.В., Акат'ев Д.Ю., Кривошеев Д.В. Экспериментальные исследования акустического качества речевого сигнала на основе его информационных коррелятов. *Телекоммуникации.* 2017; 7: 12–6.
17. Бессонов М.А., Фархадов М.П. Алгоритмы интерпретации просодических признаков речи при ее обработке низкоскоростными кодеками. *Управление большими системами.* 2017; 66: 6–24.
18. Тиунов С.Д., Мещеряков Р.В., Черных Д.В. Оптимизация вычисления одновременной маскировки речевого сигнала. *Труды СПИИРАН.* 2014; 32(1): 45–57.
19. Вольф Д.А., Мещеряков Р.В. Модель процесса сингулярного оценивания частоты основного тона речевого сигнала. *Акустический журнал.* 2016; (62)2: 2–16.
20. Басов О.О., Носов М.В., Шалагинов В.А. Исследование характеристик джиттера периода основного тона речевого сигнала. *Труды СПИИРАН.* 2014; (32)1: 27–44.
21. Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Method of synthesis of the psychophysiological stress index of operators. *Biomedical Engineering.* 2001; 35(4): 207–10.
22. Ушаков И.Б., Богомолов А.В. Информатизация программ персонализированной адаптационной медицины. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2014; (69)5–6: 124–8.
23. Крыжановский Г.А., Купин В.В. Обоснование способа экспериментальной оценки мотивационной готовности оператора при решении задач управления воздушным движением. *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации.* 2017; (15)2: 70–91.
24. Кукушкин Ю.А., Бухтияров И.В., Богомолов А.В. Обобщение результатов независимых экспериментальных исследований методом мета-анализа. *Информационные технологии.* 2001; 6: 48–56.
25. Симонов П.В. Динамический стереотип и физиология эмоций. В кн. «Восемнадцатый Международный психологический конгресс. Симпозиум 3: Целостные формы условно-рефлекторной деятельности». М., 1966: 97–110.
26. Фролов М.В., Милованова Г.Б. Речевой сигнал как показатель функционального состояния человека-оператора. *Биомедицинская радиоэлектроника.* 2009; 6: 49–53.
27. Фролов М.В., Милованова Г.Б. Особенности контроля состояния человека-оператора по параметрам основного тона и спектра речи. *Физиология человека.* 2009; (35)2: 136–8.
28. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Kukushkin Ju.A. Psychophysiological mechanisms of formation and development of functional states. *Rossiiskij fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sechenova.* 2014; 100(10): 1130–7 (in Russian).
29. Galunov V.I., Manerov V.H. Communication between the psychophysiological state of the speaker and the characteristics of the speech signal. In: *Avtomaticheskoe raspoznavanie sluhovykh obrazov.* L'vov, 1974: 46–9 (in Russian).
30. Mar'ev A.A. Method of interpreting the results of measurements of speech signal parameters in problems of diagnosing the psychoemotional state of a person from his speech. *Inzhenernyy vestnik Dona.* 2011. 4: 41–6 (in Russian).
31. Lebedeva N.N., Karimova E.D., Kazimirova E.A. Analysis of the speech signal in the study of a person's functional state. *Biomeditsinskaya radioelektronika.* 2015; 2: 3–12 (in Russian).
32. Velichko A.N., Budkov V.Ju., Karpov A.A. Analytical review of computer paralinguistic systems for automatic recognition of lies in human speech. *Informacionno-upravljajushhie sistemy.* 2017. 90(5): 30–41 (in Russian).
33. Rod'kina O.Ja., Nikol'skaja V.A. To the problem of recognition of a person's psychoemotional state by speech using automated systems. *Informacionnye tehnologii.* 2016; 22 (10): 728–33 (in Russian).
34. Vitt N.V. Information on emotional states in speech intonation. *Voprosy psihologii.* 1965; 3: 89–103 (in Russian).
35. Bodrov V.A. *Professional'noe utomlenie: fundamental'nye i prikladnye problemy.* Moscow: IP RAN, 2009 (in Russian).
36. Karpov A.A., Karpov A.V. Interrelation of psychometric intelligence with the organization of metacognitive processes and personality traits. *Psihologicheskij zhurnal.* 2016; 37(2): 69–78 (in Russian).
37. Chervjakov N.I., Kuchukova N.N. Problems of automatic recognition of speech. methods of processing the original speech signal. *Nauchnye ведомosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Jekonomika. Informatika.* 2016; 40(23): 148–55 (in Russian).
38. Savchenko V.V., Akat'ev D.Ju., Krivosheev D.V. Experimental studies of the acoustic quality of a speech signal on the basis of its information correlates. *Telekommunikacii.* 2017; 7: 12–6 (in Russian).
39. Bessonov M.A., Farhadov M.P. Algorithms for interpreting prosodic features of speech when it is processed by low-speed codecs. *Upravlenie bol'shimi sistemami.* 2017; 66: 6–24 (in Russian).
40. Tiunov S.D., Meshherjakov R.V., Chernyh D.V. Optimization of the calculation of simultaneous masking of the speech signal. *Trudy SPIIRAN.* 2014. 32(1): 45–57 (in Russian).
41. Vol'f D.A., Meshherjakov R.V. The model of the process of singular estimation of the pitch frequency of the speech signal. *Akusticheskij zhurnal.* 2016. 62(2): 2–16 (in Russian).
42. Basov O.O., Nosov M.V., Shalaginov V.A. The study of jitter characteristics of the pitch period of the speech signal. *Trudy SPIIRAN.* 2014; 32(1): 27–44 (in Russian).
43. Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Method of synthesis of the psychophysiological stress index of operators. *Biomedical Engineering.* 2001; 35(4): 207–10.
44. Ushakov I.B., Bogomolov A.V. Informatization of personalized adaptation medicine programs. *Vestnik Rossijskoj akademii medicinskih nauk.* 2014; 69(5–6): 124–8 (in Russian).
45. Kryzhanovskij G.A., Kupin V.V. The substantiation of the method of experimental evaluation of the operator's motivational readiness for solving air traffic control problems. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta grazhdanskoj aviacii.* 2017; 15(2): 70–91 (in Russian).

REFERENCES

24. Kukushkin Ju.A., Buhtijarov I.V., Bogomolov A.V. Generalization of the results of independent experimental studies by meta-analysis. *Informacionnye tehnologii*. 2001; 6: 48–56 (in Russian).

25. Simonov P.V. Dynamic stereotype and physiology of emotions. In: *Vosemnadcatyj Mezhdunarodnyj psihologicheskij kongress. Simpozium 3: Celostnye formy uslovno-reflektornoj dejatel'nosti*. Moscow; 1966: 97–110 (in Russian).

26. Vitt N.V. Informacija ob jemocional'nyh sostojanijah v rechevoj intonacii. *Voprosy psihologii*. 1965: 3: 89–103 (in Russian).

27. Frolov M.V., Milovanova G.B. Features of monitoring the state of the human operator in terms of the parameters of the fundamental tone and the spectrum of speech. *Fiziologija cheloveka*. 2009; 35(2): 136–8 (in Russian).

Дата поступления 01.10.2018

Дата принятия в печать 03.10.2018

Дата публикации 01.2019

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

УДК 616.61

Гарипова Р.В.¹, Стрижаков Л.А.², Архипов Е.В.²

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ПОРАЖЕНИЯ ПОЧЕК ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Бутлерова, 49; Казань, Россия, 420012;²ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России; ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991

Проанализированы патогенетические, клинико-эпидемиологические особенности профессиональных поражений почек от воздействия физических и биологических факторов, а также проблемы диагностики и профилактики. Представлен обзор отечественных и зарубежных литературных данных по профессиональным заболеваниям почек и мочевыводящих путей от контакта с различными факторами производственной среды.

Ключевые слова: профессиональные болезни; вредные производственные факторы; поражения почек; хроническая болезнь почек

Для цитирования: Гарипова Р.В., Стрижаков Л.А., Архипов Е.В. Профессиональные поражения почек от воздействия физических и биологических. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 38–44. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-38-44>

Для корреспонденции: Гарипова Раиля Валиевна, доц. каф. гигиены, медицины труда ФГБОУ ВО «Казанский ГМУ» Минздрава России, д-р мед. наук. E-mail: railyagaripova@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Garipova R.V.¹, Strizhakov L.A.², Arkhipov E.V.²

OCCUPATIONAL KIDNEY DISORDERS FROM PHYSICAL AND BIOLOGIC FACTORS

¹Kazan State Medical University, 49, Butlerov str., Kazan, Russia, 420012;²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8/2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991

The authors analyzed pathogenetic, clinical and epidemiologic features of occupational kidney disorders due to physical and biologic factors, and problems of diagnosis and prevention. The review presented covers national and foreign literature data on occupational diseases of kidneys and urinary tract due to contact with various occupational factors.

Key words: occupational diseases; occupational hazards; kidney disorders; chronic disease of kidneys

For citation: Garipova R.V., Strizhakov L.A., Arkhipov E.V. Occupational kidney disorders from physical and biologic factors. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 1: 38–44. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-38-44>

For correspondence: Railya V. Garipova, Associate Professor of Hygiene and Occupational medicine Department Kazan State Medical University, Dr. Med. Sci. E-mail: railyagaripova@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Причинами профессиональных поражений почек и мочевыводящих путей могут быть производственные факторы химической, физической и биологической природы.

Из физических факторов к развитию профессиональных нефропатий приводят радиационное поражение, воздействие высоких и низких температур производственной среды. Также среди профессиональных поражений почек и мочевыводящих путей значительное место занимают злокачественные новообразования мочевого пузыря (рак мочевого пузыря), которые могут быть вызваны ионизирующим излучением.

Перечень заболеваний, которые в Российской Федерации могут быть признаны профессиональными, утвержден приказом Минздравсоцразвития России от 27.04.2012 г. №417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний». В него, наряду с другими группами заболеваний, включены профессиональные поражения почек и мочевыводящих путей, возникающие при работе с химиче-

скими, физическими, а также биологическими факторами. Перечень ПЗ, характеризующихся поражением почек от воздействия физических и биологических факторов, небольшой (табл. 1).

Таким образом, поражения почек профессионального генеза согласно Приказу Минздравсоцразвития РФ 417н, могут быть только при воздействии повышенного давления окружающей газовой и водной среды (последствия баротравмы); злокачественные новообразования почек и мочевых путей — при контакте с ультрафиолетовым или ионизирующим излучениями. Перечень инфекционных и паразитарных заболеваний, характеризующихся поражением почек и мочевых путей, в приказе не представлен.

Согласно Приложению №2 к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. №33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о

проведении специальной оценки условий труда (СУОТ) и инструкции по ее заполнению» к физическим факторам относятся следующие (табл. 2).

Следовательно, при проведении СОУТ повышенное давление окружающей газовой и водной среды не оценивается, а возможные поражения почек могут возникнуть только как результат перенесенной баротравмы, то есть острого профессионального заболевания. Остаются только злокачественные новообразования согласно МКБ 10 – C64-C68: злокачественное новообразование почки, почечных лоханок, мочеточника, мочевого пузыря, других и неуточненных мочевых органов (уретры, парауретральных желез).

Однако анализ зарубежной литературы указывает на то, что и при профессиональном воздействии физических факторов могут диагностироваться различные поражения почек.

Представляет интерес изучение влияния размера патогенных твердых частиц (ТЧ) на развитие профессионального поражения почек (согласно табл. 2, АПФД отнесены к физическим факторам). Агентство по охране окружающей среды США выделяет 2 категории ТЧ: крупнозернистые с аэродинамическим диаметром $<10 \mu\text{m}$ (ТЧ₁₀) и мелкодисперсные частицы с аэродинамическим диаметром $<2,5 \mu\text{m}$ (ТЧ_{2,5}) [1]. Вдыхаемые частицы ТЧ₁₀ в альвеолах проникают в кровотоки через гематоаэродинамический барьер [2], при этом почки теоретически могут становиться прямой мишенью ТЧ. Состав ТЧ представлен металлами, газами, органическими веществами [3], что и определяет их токсичность.

Термин «твердые частицы» относится к смеси ТЧ и капель жидкости в воздухе. Как ТЧ₁₀, так и ТЧ_{2,5} состоят из ингаляционных частиц большого размера и форм, которые содержат сотни химических веществ, реагирующих друг с другом. ТЧ включают в себя неорганические ионы (сульфаты, нитраты, аммоний, натрий, кальций и хлорид), металлы (кадмий, медь, никель, ванадий и цинк), полициклические ароматические углеводороды и микробные компоненты.

Основными источниками ТЧ являются строительная пыль, грунтовые дороги, дымовые трубы, продукты промышленного горения, отходы деятельности электростанций, шинная промышленность и автомобильные выхлопы [4,5].

Природные ТЧ формируются во время извержения вулканов, пыльных бурь, лесных пожаров [6]. Определенное значение в генерации ТЧ имеют и такие повседневные источники, как кулинария, домашние животные, домашняя пыль, аэрозольные баллоны и оргтехника [7,8].

Ряд клинических исследований показали возможное влияние ТЧ₁₀ и ТЧ_{2,5} на функциональное состояние почек [9–14]. В качестве конечных точек в исследованиях рассматривались маркеры повреждения почек: соотношение креатинин/альбумин в моче, альбуминурия, расчетная скорость клубочковой фильтрации (СКФ). Впервые высказана возможность профессионального развития хронической болезни почек (ХБП).

В исследовании [10] показано, что наличие воздействия ТЧ менее $10 \mu\text{m}$, связанного с проживанием вблизи наземной части метрополитена, способствовало уменьшению функции почек по СКФ. В проспективном наблюдении отмечено [11] отрицательное влияние на функцию почек долгосрочной экспозиции ТЧ_{2,5} у лиц, проживающих в промышленных зонах. На основании анализа морфологического материала доказан повышенный риск развития мембранозной нефропатии при длительном воздействии высоких уровней ТЧ_{2,5} [12]. Эпидемиологическое исследование [13] также продемонстрировало, что повышенные концентрации ТЧ₁₀ могут быть причиной формирования ХБП у жителей промышленных зон. В ретроспективном когортном исследовании [14] по влиянию загрязнения воздуха выявлена тенденция к формированию повышенного риска развития рака почки, ассоциированного с ТЧ, хотя статистически значимой степени ассоциации достигнуто не было.

Результаты проведенных к настоящему времени немногочисленных исследований по изучению взаимосвязи между ТЧ и развитием заболеваний почек не позволяют

Таблица 1

Перечень профессиональных заболеваний (выдержка из Приказа Минздравсоцразвития России от 27 апреля 2012 г. №417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний»)

List of occupational diseases (extract from Order of Russian Ministry of Health and Social Development on 27 April 2012 No. 417n «On approval of occupational diseases list»)

II. Заболевания, их последствия, связанные с воздействием производственных физических факторов			
Заболевания, связанные с воздействием производственного неионизирующего излучения		Неионизирующие излучения	
Злокачественные новообразования соответствующих локализаций, связанные с воздействием УФ-излучения	C00-C96	УФ-излучение	Y96
Заболевания, связанные с воздействием повышенного давления окружающей газовой и водной среды			
Последствия баротравмы легких (проявления: нефросклероз, хроническая почечная недостаточность)	T70.8	Повышенное давление окружающей газовой и водной среды	Y96
Заболевания, связанные с воздействием производственного ионизирующего излучения			
Злокачественные новообразования соответствующих локализаций, связанные с воздействием ионизирующего излучения	C00-C96	Ионизирующее излучение	Y96
III. Заболевания, связанные с воздействием производственных биологических факторов			
Инфекционные и паразитарные заболевания, связанные с воздействием инфекционных агентов	T75.8	Возбудители инфекционных и паразитарных заболеваний, с которыми работники находятся в контакте во время работы	

Таблица 2

Перечень физических факторов
List of physical factors

№ п/п	Наименование вредного и (или) опасного фактора производственной среды и трудового процесса	№ п/п	Наименование вредного и (или) опасного фактора производственной среды и трудового процесса
1	Физические факторы	1.4.1	Освещенность рабочей поверхности*(4)
1.1	Микроклимат*(1)	1.4.2	Прямая блескость*(4)
1.1.1	Температура воздуха	1.4.3	Отраженная блескость*(4)
1.1.2	Относительная влажность воздуха	1.5	Неионизирующие излучения*(5)
1.1.3	Скорость движения воздуха	1.5.1	Переменное электромагнитное поле (промышленная частота 50 Гц)
1.1.4	Тепловое излучение	1.5.2	Переменное электромагнитное поле радиочастотного диапазона
1.2	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)*(2)	1.5.3	Электростатическое поле
1.3	Виброакустические факторы*(3)	1.5.4	Постоянное магнитное поле
1.3.1	Шум	1.5.5	Ультрафиолетовое излучение
1.3.2	Инfrasound	1.5.6	Лазерное излучение
1.3.3	Ультразвук воздушный	1.6	Ионизирующие излучения*(6)
1.3.4	Общая и локальная вибрация	1.6.1	Рентгеновское, гамма- и нейтронное излучение
1.4	Световая среда	1.6.2	Радиоактивное загрязнение производственных помещений, элементов производственного оборудования, средств индивидуальной защиты и кожных покровов

Примечания: *(1) Идентифицируется как вредный и (или) опасный фактор на рабочих местах, расположенных в закрытых производственных помещениях, на которых имеется технологическое оборудование, являющееся искусственным источником тепла и (или) холода (за исключением климатического оборудования, не используемого в технологическом процессе и предназначенного для создания комфортных условий труда).

*(2) Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых осуществляется добыча, обогащение, производство и использование в технологическом процессе пылящих веществ, относящихся к АПФД, а также эксплуатируется оборудование, работа на котором сопровождается выделением АПФД (пыли, содержащие природные и искусственные минеральные волокна, угольная пыль).

*(3) Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых имеется технологическое оборудование, являющееся источником указанных виброакустических факторов.

*(4) Идентифицируется как вредный и (или) опасный фактор только при выполнении прецизионных работ с величиной объектов различения менее 0,5 мм, при наличии слепящих источников света, при проведении работ с объектами различения и рабочими поверхностями, обладающими направленно-рассеянным и смешанным отражением, или при осуществлении подземных работ, в том числе работ по эксплуатации метрополитена.

*(5) За исключением рабочих мест, на которых работники исключительно заняты на персональных электронно-вычислительных машинах (персональных компьютерах) и (или) эксплуатируют аппараты копировально-множительной техники настольного типа, единичные стационарные копировально-множительные аппараты, используемые периодически для нужд самой организации, иную офисную организационную технику, а также бытовую технику, не используемую в технологическом процессе производства.

*(6) Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых осуществляется добыча, обогащение, производство и использование в технологическом процессе радиоактивных веществ и изотопов, а также при эксплуатации оборудования, создающего ионизирующее излучение.

Notes: *(1) Identified as hazardous and (or) jeopardy factor at workplaces situated in closed occupational chambers with technologic equipment being an artificial source of heat and (or) cold (exceptions are climate equipment not in use by technologic process and placed for comfortable work conditions).

*(2) Identified as hazardous and (or) jeopardy factors at workplaces that are for extraction, concentration, production and technologic use of dust-forming substances assigned to aerosols with mostly fibrogenic activity, and that contain equipment working with release of aerosols with mostly fibrogenic activity (dust containing natural and artificial mineral fibers, coal dust).

*(3) Identified as hazardous and (or) jeopardy factors only at workplaces with technologic equipment being a source of the stated vibroacoustic factors.

*(4) Identified as hazardous and (or) jeopardy factor only for performing precision work with discrimination objects dimensions under 0.5 mm, with presence of dazzling light sources, with working at discrimination objects and operating surfaces having directional diffuse and mixed reflection, or in underground works including those in subway exploitation.

*(5) Exceptions are workplaces where the workers use exclusively personal computers and (or) desktop copiers, solitary stationery copiers, inconstantly applied for requirements of the organization, or other office equipment and domestic appliances that are out of technologic process.

*(6) Identified as hazardous and (or) jeopardy factors only at workplaces with extraction, concentration, production and technologic use of radioactive substances and isotopes, and in exploitation of equipment creating ionizing irradiation.

сделать выводы относительно их причинно-следственной связи. Наиболее широко признанным механизмом влияния ТЧ на макроорганизм является эндотелиальное повреждение, прежде всего, кардиореспираторной системы. Предполагается, что ТЧ воздействуют на почки опосредованно.

Согласно этой гипотезе, повреждение сосудов, связанных с ТЧ, приводит к развитию артериальной гипертензии, а впоследствии — к поражению почек. Воздействие на эндотелий профессиональных факторов — один из механизмов почечного повреждения вследствие их высокой васкуляризации. Исследования воздействий ТЧ на систему кровообращения, проведенные за последние 10 лет, показали, что почечная дисфункция может быть одним из ранних маркеров сердечно-сосудистых нарушений. Предложено использовать расчетную СКФ в качестве определения ранних функциональных изменений почек у больных с профессиональной патологией, групп населения, испытывающих промышленные и экологические воздействия ТЧ.

Поражение почек может развиваться от профессионального воздействия нагревающего микроклимата и низких температур. Длительному воздействию холода и влажности подвержены рабочие, чья профессия связана с необходимостью проводить много часов на открытом воздухе и в воде в холодное время года (судовые рабочие, рабочие плотов и др.). Резкое охлаждение может способствовать развитию как острого, так и хронического тубулоинтерстициального нефрита. Также охлаждение может провоцировать пароксизмальную гемоглобинурию с характерной для нее лихорадкой и пониженной резистентностью эритроцитов [4].

Работа в условиях высокой температуры производственной среды приводит к перегревам и повышенному потоотделению. Такой микроклимат создается в помещениях, где технология (обжиг, прокаливание, спекание, плавка, варка, сушка) связана со значительными выделениями тепла в окружающую среду. Источниками тепла являются нагретые до высокой температуры поверхности оборудования и ограждений, обрабатываемые материалы, остывающие изделия, горячие пары и газы. Выделение тепла связано также с работой машин и станков, вследствие чего механическая и электрическая энергия переходит в тепловую. В условиях химического производства выделение тепла связано с экзотермическими химическими реакциями. Если выделение тепла в холодный период года превышает теплопотери здания за счет охлаждения и при этом составляет более 23 Вт/м³, то такие цеха традиционно называются «горячими».

К числу производств с нагревающим микроклиматом относятся: горячие цеха цветной и черной металлургии, машиностроительной, химической и текстильной промышленности, стекольных и сахарных заводов, добыча угля и руды в глубоких шахтах. Температура воздуха в горячих цехах может достигать 33–40°C, а в ряде случаев, в особенности в летнее время, и более высоких уровней. В условиях нагревающего микроклимата работают и люди, выполняющие свои профессиональные обязанности на открытом воздухе в летний период при значительной инсоляции.

Выделение солей и повышенная жажда вызывают потребность в приеме больших количеств жидкости и нарушают водно-солевой баланс организма. При кратковременных интенсивных перегревах в моче могут появляться белок, цилиндры, эритроциты за счет раздражения почечной паренхимы, вследствие выделения концентрированной мочи из-за повышенного потоотделения.

Интересными представляются данные исследований по выявлению и распространенности «мезоамериканской нефропатии» у сельскохозяйственных работников [15], преимущественно мужчин в возрасте от 30 до 60 лет, проживающих в низинных, плоских, тропических сухих зональных районах Никарагуа [16], Сальвадора [17] Коста-Рики [18]. Нефропатия протекает в основном бессимптомно до тех пор, пока функция почек не будет умеренно снижена; при этом хроническая болезнь почек (ХБП) определяется как ХБП многофакторного происхождения (CKDmfo) и не связана ни с диабетом, ни с артериальной гипертензией, как наиболее значимыми ее причинами [19–21]. «Мезоамериканская нефропатия» определена как хронический тубулоинтерстициальный нефрит [22]. CKDmfo выявлена у фермеров Шри-Ланки [20], Индии [23] и Египта [24]. Хотя ни один причинный фактор CKDmfo не определен, данные свидетельствуют о том, что определенные уровни неблагоприятного воздействия на окружающие среды (загрязненная почвенно-водная система, использование агрохимикатов, фитотоксины, соли тяжелых металлов), в том числе и работа в этих условиях, вероятно, способствуют развитию ХБП [23–28].

Что касается профессиональных инфекционных и паразитарных заболеваний, при которых могут развиваться поражения органов мочевыделительной системы, следует указать два: туберкулез, протекающий с поражением почек и мочевых путей, а также геморрагическая лихорадка с почечным синдромом (ГЛПС). Туберкулез, как правило, диагностируется у медицинских работников, в первую очередь, работающих в противотуберкулезных учреждениях [29]. Специфических симптомов туберкулезного поражения почек нет. В 25% случаев отмечается бессимптомное персистирование «стерильной» лейкоцитурии и безболевого гематурии [30]. У 25% больных с туберкулезным поражением почек наблюдается снижение функции почек, у 7,5% развивается почечная недостаточность [31]. Установление связи мочевого синдрома с эпидемиологическим, в т.ч. и профессиональным, анамнезом позволяет своевременно установить профессиональный характер заболевания.

Профессиональный характер ГЛПС может быть установлен у лиц, работающих в строительстве, нефтедобывающей отрасли, у занимающихся заготовкой леса, у работников сельского хозяйства во время посевных и уборочных работ и др. на территориях с природными очагами ГЛПС [32]. Несмотря на то, что ГЛПС — острая природно-очаговая хантавирусная инфекция, остается по-прежнему актуальной проблема стойкости нарушения функции почек и формирование ХБП у пациентов, перенесших ГЛПС. В 13–21% случаях у реконвалесцентов ГЛПС установлено формирование ХБП [33,34]. При этом в доступной литературе не было обнаружено ни одного исследования, которое бы рассматривало ГЛПС и ХБП с точки зрения профессионального заболевания. Более того, у определенной части реконвалесцентов ГЛПС констатируют повышение артериального давления, легочную гипертензию, функциональные и органические изменения сердечно-сосудистой системы [35,36]. Возникает своего рода «порочный» круг, в котором почки, с одной стороны являются «органом — мишенью» при артериальной гипертензии, с другой, — участвуют в поддержании и прогрессировании АГ [37]. Неизученным остается вопрос о формировании нефропатии и развитии ХБП вследствие профессионального характера ГЛПС. При установлении связи инфекционного заболевания с профессией обязательным документом является карта эпидемиологического обследования.

Таким образом, формирование ХБП у лиц, работающих в условиях воздействия профессиональных вредных факторов, в частности, физической и биологической природы, представляет собой научно-практический интерес. Эпидемиология ХБП от воздействия экологических и профессиональных факторов не изучена. Все случаи выявления ХБП, как правило, устанавливаются при умеренно сниженной функции почек и соответствующих ей клинических симптомах. Помимо воздействия профессионального фактора, нельзя исключать влияния на функциональное состояние почек и таких модифицируемых факторов, как образ жизни, характер питания (белковая нагрузка, пищевые добавки) и вредные привычки (табакокурение, наркотики, алкоголь). Без нозологического диагноза ХБП выявляется у 17% населения [37].

Увеличение частоты «профессиональной» ХБП в настоящее время, а также недостаточный контроль над безопасностью производств и соблюдением соответствующих технических регламентов, очевидно, в ближайшие годы будут способствовать увеличению числа новых случаев ХБП. Актуальным на сегодняшний день является необходимость внедрения лабораторных методов исследования в целях ранней диагностики поражений почек и выявления начальных признаков ХБП. Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 г. №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 предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» регламентировал на предварительных и периодических медицинских осмотрах всем обследуемым в обязательном порядке проводить клинический анализ мочи, включающий: удельный вес, белок, сахар, микроскопию осадка. К сожалению, не всегда на результат данного анализа врачом-терапевтом обращается внимание.

Заключение. Учитывая вышеизложенное, необходим пересмотр Приказа МЗ и СР РФ от 27 апреля 2012 г. №417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний» для приведения в соответствии кода профессионального заболевания по МКБ-10 нозологическому диагнозу, определяющему вовлеченность почек в патологический процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Esworthy R., Washington, DC: Library of Congress, Congressional Research Service; 2015. Dec 23, Air Quality: EPA's 2013 Changes to the Particulate Matter (PM) Standard. CRS report No. R42934. Available at: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42934.pdf>.
2. Valavanidis A, Fiotakis K, Vlachogianni T. Airborne particulate matter and human health: toxicological assessment and importance of size and composition of particles for oxidative damage and carcinogenic mechanisms. *Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev*. 2008; 26: 339–62. [DOI:10.1080/10590500802494538].
3. Brokamp C, Jandarov R, Rao MB, LeMasters G, Ryana P. Exposure assessment models for elemental components of particulate matter in an urban environment: A comparison of regression and random forest approaches. *Atmos Environ*. 2017; 151: 1–11. [DOI:10.1016/j.atmosenv.2016.11.066].
4. US Environmental Protection Agency. Washington, DC: US Environmental Protection Agency; 2016. Particulate matter (PM)

basics [Internet] [cited 2017 Jul 31]. Available at: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>.

5. Lee N, Lee BK, Jeong S, Yi GY, Shin J. Work environments and exposure to hazardous substances in Korean tire manufacturing. *Saf Health Work*. 2012; 3: 130–9. [DOI:10.5491/SHAW.2012.3.2.130].
6. Kim KH, Kabir E, Kabir S. A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environ Int*. 2015; 74: 136–143. [DOI:10.1016/j.envint.2014.10.005].
7. Cheung K, Daher N, Kam W, Shaferb MM, Ninga Z, Schauerb JJ et al. Spatial and temporal variation of chemical composition and mass closure of ambient coarse particulate matter (PM_{10-2.5}) in the Los Angeles area. *Atmos Environ*. 2011; 45: 2651–62. [DOI:10.1016/j.atmosenv.2011.02.066].
8. Madureira J, Paciência I, Fernandes Ede O. Levels and indoor-outdoor relationships of size-specific particulate matter in naturally ventilated Portuguese schools. *Jornal Toxicol Environ Health A*. 2012; 75: 1423–36. [DOI: 10.1080/15287394.2012.721177].
9. O'Neill MS, Diez-Roux AV, Auchincloss AH, et al. Airborne particulate matter exposure and urinary albumin excretion: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Occup Environ Med*. 2008; 65: 534–40. [DOI: 10.1136/oem.2007.035238].
10. Lue SH, Wellenius GA, Wilker EH, Mostofsky E, Mittleman MA. Residential proximity to major roadways and renal function. *J Epidemiol Community Health*. 2013; 67: 629–34. [DOI: 10.1136/jech-2012-202307].
11. Mehta AJ, Zanobetti A, Bind MA, Kloog I, Koutrakis P, Sparrow D, et al. Long-term exposure to ambient fine particulate matter and renal function in older men: The Veterans Administration Normative Aging Study. *Environ Health Perspect*. 2016; 124: 1353–60. [DOI: 10.1289/ehp.1510269].
12. Xu X, Wang G, Chen N, Lu T, Nie S., Xu G. et al. Long-term exposure to air pollution and increased risk of membranous nephropathy in China. *J Am Soc Nephrol*. 2016; 27: 3739–46. [DOI: 10.1681/ASN.2016010093].
13. Yang YR, Chen YM, Chen SY, Chan CC. Associations between long-term particulate matter exposure and adult renal function in the Taipei metropolis. *Environ Health Perspect*. 2017; 125: 602–7. [DOI: 10.1289/EHP302].
14. Raaschou-Nielsen O, Pedersen M, Stafoggia M, Weinmayr G, Andersen ZJ, Galassi C, et al. Outdoor air pollution and risk for kidney parenchyma cancer in 14 European cohorts. *Int J Cancer*. 2017; 140: 1528–37. [DOI: 10.1002/ijc.30587].
15. Correa-Rotter R, Wesseling C, Johnson RJ. CKD of Unknown Origin in Central America: The Case for a Mesoamerican Nephropathy. *Am J Kidney Dis*. 2014; 63(3): 506–20. [DOI: 10.1053/j.ajkd.2013.10.062].
16. Torres C, Aragón A, González M, López I, Jakobsson K, Elinder CG, et al. Decreased kidney function of unknown cause in Nicaragua: a community-based survey. *Am J Kidney Dis*. 2010; 55(3): 485–96. [DOI: 10.1053/j.ajkd.2009.12.012].
17. Peraza S, Wesseling C, Aragón A, Leiva R, García-Trabanino RA, Torres C, et al. Decreased kidney function among agricultural workers in El Salvador. *Am J Kidney Dis*. 2012; 59(4): 531–40. [DOI: org/10.1053/j.ajkd.2011.11.039].
18. Cerdas M. Chronic kidney disease in Costa Rica. *Kidney Int Suppl*. 2005; 97: S31–S33. [DOI:10.1111/j.1523-1755.2005.09705.x].
19. Orantes CM, Herrera R, Almaguer M, Brizuela EG, Núñez L, Alvarado NP, et al. Epidemiology of chronic kidney disease in adults of Salvadoran agricultural communities. *MEDICC Rev*. 2014; 16(2): 23–30.
20. Wimalawansa SJ. Escalating Chronic Kidney Diseases in Sri Lanka: Causes, Solutions and recommendations. *Environ Health*

Prev Med. 2014; 19(6): 375–94. [DOI: 10.1007/s12199-014-0395-5].

21. Lunyera J, Mohottige D, Isenburg MV, Jeuland M, Patel UD, Stanifer JW. CKD of Uncertain Etiology: A Systematic Review. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2016; 11(3): 379–85. [DOI: 10.2215/CJN.07500715].

22. Orantes-Navarro CM, Herrera-Valdes R, Almaguer-Lopez M, Lopez-Marin L, Vela-Parada XF, Hernandez-Cuchillas M, et al. Toward a Comprehensive Hypothesis of Chronic Interstitial Nephritis in Agricultural Communities. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2017; 24(2): 101–6. [DOI: 10.1053/j.ackd.2017.01.001]

23. Reddy DV, Gunasekar A. Chronic kidney disease in two coastal districts of Andhra Pradesh, India: role of drinking water. *Environ Geochem Health*. 2013; 35(4): 439–54. [DOI: 10.1007/s10653-012-9506-7].

24. El Minshawy O. End-stage renal disease in the El-Minia Governorate, upper Egypt: an epidemiological study. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2011; 22(5): 1048–54.

25. Wimalawansa SA, Wimalawansa SJ. Impact of changing agricultural practices on human health: Chronic kidney disease of multi-factorial origin in Sri Lanka. *Wudpecker J Agric Res*. 2014; 3(5): 110–24. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/284804894>.

26. Grollman AP, Jelakovic B. Role of environmental toxins in endemic (Balkan) nephropathy. *J Am Soc Nephrol*. 2007; 18(11): 2817–2823. [DOI: 10.1681/ASN.2007050537].

27. Brooks DR, Ramirez-Rubio O, Amador JJ. CKD in Central America: a hot issue. *Am J Kidney Dis*. 2012; 59(4): 481–4. [DOI: 10.1053/j.ajkd.2012.01.005].

28. Wimalawansa SJ. The role of ions, heavy metals, fluoride, and agrochemicals: Critical evaluation of potential aetiological factors of chronic kidney disease of multifactorial origin (CKD-mfo/CKDu) and recommendations for its eradication. *Environ Geochem Health*. 2015; 38(3): 639–78. [DOI: 10.1007/s10653-015-9768-y].

29. Амиров Н.Х., Берхеева З.М., Гарипова Р.В., Шакирова Л.В., Берхеев И.М. Профессиональная деятельность как основа формирования профпатологии у работников здравоохранения. *Казанский медицинский журнал*. 2004; 85(4): 305–8.

30. Wise GJ, Shteynshlyuger A. An update on lower urinary tract tuberculosis. *Curr Urol Rep*. 2008; 9(4): 305–313. [doi: 10.1007/s11934-008-0053-9].

31. Figueiredo AA, Lucon AM, Junior RF, Srougi M. Epidemiology of urogenital tuberculosis worldwide. *Int J Urol*. 2008; 15(9): 827–832. [doi: 10.1007/s11918-009-0024-8].

32. Инфекционные болезни: национальное руководство. Под редакцией. Н.Д. Ющука, Ю.Я. Венгерова. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2015.

33. Дударев М.В., Пименов А.Т. Отдаленные исходы и формирование хронической почечной недостаточности у перенесших геморрагическую лихорадку с почечным синдромом. *Терапевтический архив*. 2008; 80(6): 59–62.

34. Шутов А.М., Кузнецова Л.В., Потрашкова К.И. и др. Хроническая почечная недостаточность у перенесших геморрагическую лихорадку с почечным синдромом. *Нефрология и диализ*. 2004; 6(3): 262–6.

35. Пименов А.Т., Дударев М.В., Цыпляшова И.В. Кардиологические аспекты периода постгоспитальной реабилитации реконвалесцентов геморрагической лихорадки с почечным синдромом. *Кардиология*. 2005; 45(10): 54.

36. Makela S, Kokkonen L, Ala-Houhala I. et al. More than half of the patients with acute Puumala hantavirus infection have abnormal cardiac findings. *Scand J Infect Dis*. 2009; 41(1): 57–62. [DOI:10.1080/00365540802502629].

37. К/DOQI: Клинические практические рекомендации по Хроническому Заболеванию Почек: Оценка, Классификация и Стратификация. Available at: http://kdigo.org/wp-content/uploads/2017/02/Russian_KDIGO-CKD-Guideline.pdf.

REFERENCES

1. Esworthy R., Washington, DC: Library of Congress, Congressional Research Service; 2015. Dec 23, Air Quality: EPA's 2013 Changes to the Particulate Matter (PM) Standard. CRS report No. R42934. Available at: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42934.pdf>.

2. Valavanidis A, Fiotakis K, Vlachogianni T. Airborne particulate matter and human health: toxicological assessment and importance of size and composition of particles for oxidative damage and carcinogenic mechanisms. *Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev*. 2008; 26: 339–62. [DOI:10.1080/10590500802494538].

3. Brokamp C, Jandarov R, Rao MB, LeMasters G, Ryana P. Exposure assessment models for elemental components of particulate matter in an urban environment: A comparison of regression and random forest approaches. *Atmos Environ*. 2017; 151: 1–11. [DOI:10.1016/j.atmosenv.2016.11.066].

4. US Environmental Protection Agency. Washington, DC: US Environmental Protection Agency; 2016. Particulate matter (PM) basics [Internet] [cited 2017 Jul 31]. Available at: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>.

5. Lee N, Lee BK, Jeong S, Yi GY, Shin J. Work environments and exposure to hazardous substances in Korean tire manufacturing. *Saf Health Work*. 2012; 3: 130–9. [DOI:10.5491/SHAW.2012.3.2.130].

6. Kim KH, Kabir E, Kabir S. A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environ Int*. 2015; 74: 136–143. [DOI:10.1016/j.envint.2014.10.005].

7. Cheung K, Daher N, Kam W, Shaferb MM, Ninga Z, Schauerb JJ et al. Spatial and temporal variation of chemical composition and mass closure of ambient coarse particulate matter (PM10–2.5) in the Los Angeles area. *Atmos Environ*. 2011; 45: 2651–62. [DOI:10.1016/j.atmosenv.2011.02.066].

8. Madureira J, Paciência I, Fernandes Ede O. Levels and indoor-outdoor relationships of size-specific particulate matter in naturally ventilated Portuguese schools. *J Toxicol Environ Health A*. 2012; 75: 1423–36. [DOI: 10.1080/15287394.2012.721177].

9. O'Neill MS, Diez-Roux AV, Auchincloss AH, et al. Airborne particulate matter exposure and urinary albumin excretion: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Occup Environ Med*. 2008; 65: 534–40. [DOI: 10.1136/oem.2007.035238].

10. Lue SH, Wellenius GA, Wilker EH, Mostofsky E, Mittleman MA. Residential proximity to major roadways and renal function. *J Epidemiol Community Health*. 2013; 67: 629–34. [DOI: 10.1136/jech-2012-202307].

11. Mehta AJ, Zanobetti A, Bind MA, Kloog I, Koutrakis P, Sparrow D, et al. Long-term exposure to ambient fine particulate matter and renal function in older men: The Veterans Administration Normative Aging Study. *Environ Health Perspect*. 2016; 124: 1353–60. [DOI: 10.1289/ehp.1510269].

12. Xu X, Wang G, Chen N, Lu T, Nie S, Xu G. et al. Long-term exposure to air pollution and increased risk of membranous nephropathy in China. *J Am Soc Nephrol*. 2016; 27: 3739–46. [DOI: 10.1681/ASN.2016010093].

13. Yang YR, Chen YM, Chen SY, Chan CC. Associations between long-term particulate matter exposure and adult renal function in the Taipei metropolis. *Environ Health Perspect*. 2017; 125: 602–7. [DOI: 10.1289/EHP302].

14. Raaschou-Nielsen O, Pedersen M, Stafoggia M, Weinmayr G, Andersen ZJ, Galassi C, et al. Outdoor air pollution and risk for kidney parenchyma cancer in 14 European cohorts. *Int J Cancer*. 2017; 140: 1528–37. [DOI: 10.1002/ijc.30587].
15. Correa-Rotter R, Wesseling C, Johnson RJ. CKD of Unknown Origin in Central America: The Case for a Mesoamerican Nephropathy. *Am J Kidney Dis*. 2014; 63(3): 506–20. [DOI: 10.1053/j.ajkd.2013.10.062]
16. Torres C, Aragón A, González M, López I, Jakobsson K; Elinder CG, et al. Decreased kidney function of unknown cause in Nicaragua: a community-based survey. *Am J Kidney Dis*. 2010; 55(3): 485–96. [DOI: 10.1053/j.ajkd.2009.12.012].
17. Peraza S, Wesseling C, Aragón A, Leiva R, García-Trabanino RA, Torres C, et al. Decreased kidney function among agricultural workers in El Salvador. *Am J Kidney Dis*. 2012; 59(4): 531–40. [DOI: org/10.1053/j.ajkd.2011.11.039].
18. Cerdas M. Chronic kidney disease in Costa Rica. *Kidney Int Suppl*. 2005; 97: S31–S33. [DOI:10.1111/j.1523-1755.2005.09705.x].
19. Orantes CM, Herrera R, Almaguer M, Brizuela EG, Núñez L, Alvarado NP, et al. Epidemiology of chronic kidney disease in adults of Salvadoran agricultural communities. *MEDICC Rev*. 2014; 16(2): 23–30.
20. Wimalawansa SJ. Escalating Chronic Kidney Diseases in Sri Lanka: Causes, Solutions and recommendations. *Environ Health Prev Med*. 2014; 19(6): 375–94. [DOI: 10.1007/s12199-014-0395-5].
21. Lunyera J, Mohottige D, Isenburg MV, Jeuland M, Patel UD, Stanifer JW. CKD of Uncertain Etiology: A Systematic Review. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2016; 11(3): 379–85. [DOI: 10.2215/CJN.07500715].
22. Orantes-Navarro CM, Herrera-Valdes R, Almaguer-Lopez M, Lopez-Marin L, Vela-Parada XF, Hernandez-Cuchillas M, et al. Toward a Comprehensive Hypothesis of Chronic Interstitial Nephritis in Agricultural Communities. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2017; 24(2): 101–6. [DOI: 10.1053/j.ackd.2017.01.001].
23. Reddy DV, Gunasekar A. Chronic kidney disease in two coastal districts of Andhra Pradesh, India: role of drinking water. *Environ Geochem Health*. 2013; 35(4): 439–54. [DOI: 10.1007/s10653-012-9506-7].
24. El Minshawy O. End-stage renal disease in the El-Minia Governorate, upper Egypt: an epidemiological study. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2011; 22(5): 1048–54.
25. Wimalawansa SA, Wimalawansa SJ. Impact of changing agricultural practices on human health: Chronic kidney disease of multi-factorial origin in Sri Lanka. *Wudpecker J Agric Res*. 2014; 3(5): 110–24. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/284804894>.
26. Grollman AP, Jelakovic B. Role of environmental toxins in endemic (Balkan) nephropathy. *J Am Soc Nephrol*. 2007; 18(11): 2817–2823. [DOI: 10.1681/ASN.2007050537].
27. Brooks DR, Ramirez-Rubio O, Amador JJ. CKD in Central America: a hot issue. *Am J Kidney Dis*. 2012; 59(4): 481–4. [DOI: 10.1053/j.ajkd.2012.01.005].
28. Wimalawansa SJ. The role of ions, heavy metals, fluoride, and agrochemicals: Critical evaluation of potential aetiological factors of chronic kidney disease of multifactorial origin (CKD-mfo/CKDu) and recommendations for its eradication. *Environ Geochem Health*. 2015; 38(3): 639–78. [DOI: 10.1007/s10653-015-9768-y].
29. Amirov N. Kh., Berkheeva Z.M., Garipova R.V., Shakirova L.V., Berkheev I.M. Professional activity as the basis of formation of occupational pathology in health care workers. 2004; 85(4): 305–8 (in Russian).
30. Wise GJ, Shteynshlyuger A. An update on lower urinary tract tuberculosis. *Curr Urol Rep*. 2008; 9(4): 305–313. [doi.org/10.1007/s11934-008-0053-9].
31. Figueiredo AA, Lucon AM, Junior RF, Srougi M. Epidemiology of urogenital tuberculosis worldwide. *Int J Urol*. 2008; 15(9): 827–832. [doi.org/10.1007/s11918-009-0024-8].
32. Infekcionnye bolezni: natsional'noe rukovodstvo. Pod redaktsiej N.D. Yushchuka, Yu.Ya. Vengerova. Moskva: GEHOTAR-Media; 2009 (in Russian).
33. Dudarev M.V., Pimenov L.T. Long-term outcomes and formation of chronic disease of the kidneys in patients with a history of hemorrhagic fever with renal syndrome. *Terapevticheskij arhiv*. 2008; 80(6): 59–62 (in Russian.).
34. Shutov A.M., Kuznecova L.V., Potrashkova K.I. et al. Chronic renal failure after hemorrhagic fever with renal syndrome. *Nefrologiya i dializ*. 2004; 6(3): 262–6 (in Russian).
35. Pimenov L.T., Dudarev M.V., Cyplyashova I.V. Cardiological aspects of the post-hospital rehabilitation period for convalescents of hemorrhagic fever with renal syndrome. *Kardiologiya*. 2005; 45(10): 54 (in Russian).
36. Makela S, Kokkonen L, Ala-Houhala I. et al. More than half of the patients with acute Puumala hantavirus infection have abnormal cardiac findings. *Scand. J. Infect. Dis*. 2009; 41(1): 57–62. [DOI:10.1080/00365540802502629].
37. K/DOQI: Klinicheskie prakticheskie rekomendacii po Hronicheskomu Zabolevaniyu Pochechek: Ocenka, Klassifikaciya i Stratifikaciya. Available at: http://kdigo.org/wp-content/uploads/2017/02/Russian_KDIGO-CKD-Guideline.pdf. (in Russian).

Дата поступления 17.10.2018

Дата принятия к печати 23.11.2018

Дата публикации 18.01.2019

УДК 616-003.215

Зюбина Л.Ю., Паначева Л.А., Шпагина Л.А., Карева Н.П., Котова О.С., Зуева М.А., Горобей А.М., Камнева Н.В.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ СИНДРОМОВ ЗАБОЛЕВАНИЙ КРОВИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Красный пр-т, 52, Новосибирск, Россия, 630091

Представлены эволюционные изменения производственно-обусловленных неспецифических и специфических гематологических синдромов, профессиональных хронических интоксикаций и заболеваний системы крови, возникающих при контакте с различными вредными производственными факторами (ВПФ), преимущественно гематотропными, в зависимости от стажа работы. Дана гематологическая характеристика специфических производственно-обусловленных дисмикроэлементозов и профессиональных хронических интоксикаций во время первичной диагностики и в постконтактном периоде. Выявлено снижение профессиональных хронических химических интоксикаций и заболеваний крови от гематотропного производственного влияния.

Ключевые слова: эволюция; профессиональные заболевания крови; хроническая интоксикация органическими растворителями; анемический синдром; гематологические синдромы

Для цитирования: Зюбина Л.Ю., Паначева Л.А., Шпагина Л.А., Карева Н.П., Котова О.С., Зуева М.А., Горобей А.М., Камнева Н.В. Эволюционные особенности гематологических синдромов заболеваний крови от воздействия вредных производственных факторов. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 45–50. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-45-50>

Для корреспонденции: Зюбина Лариса Юрьевна, проф. каф. госпитальной терапии и медицинской реабилитации НГМУ, д-р мед. наук. E-mail: zyubinalarisa@ngs.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Larisa Yu. Zyubina, Lyudmila A. Panacheva, Lyubov A. Shpagina, Nina P. Kareva, Olga S. Kotova, Marina A. Zueva, Alena M. Gorobey

EVOLUTIONARY PECULIARITIES OF HEMATOLOGICAL SYNDROMES AND BLOOD DISEASES FROM EXPOSURE TO OCCUPATIONAL HAZARDS

Novosibirsk State Medical University, 52, Krasnyi ln, Russia, Novosibirsk, 630091

The article presents evolutionary changes in occupationally related nonspecific and specific hematologic syndromes, occupational chronic intoxications and blood diseases due to contact with various occupational hazards mostly hematotrophic ones, depending on length of service. The presented hematologic characteristics cover specific occupationally related microelement disorders and occupational chronic intoxications during primary diagnosis and in post-contact period. Findings are less occupational chronic chemical intoxications and blood disorders due to hematotrophic occupational influences.

Key words: evolution; occupational blood diseases; chronic intoxication with organic dissolvents; anemic syndrome; hematologic syndromes

For citation: Zyubina L.Yu., Panacheva L.A., Shpagina L.A., Kareva N.P., Kotova O.S., Zueva M.A., Gorobey A.M. Evolutionary peculiarities of hematological syndromes and blood diseases from exposure to occupational hazards. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 1: 45–50. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-45-50>

For correspondence: Larisa Yu. Zyubina, professor of inpatient therapy and medical rehabilitation of Novosibirsk State Medical University, Dr. Med Sci. E-mail: zyubinalarisa@ngs.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Своевременное выявление и эффективное лечение профессиональных (ПЗ) и производственно-обусловленных заболеваний (ПОЗ) являются ключевыми факторами снижения негативного влияния вредных условий труда на общественное здоровье и трудовые ресурсы РФ [1]. Об этом свидетельствует тенденция к снижению в 2014–2016 гг. показателей профессиональной заболеваемости от 1,74 до 1,47 на 10 тыс. работников. Тем не менее, эти цифры варьируются, достигая в 18 регионах РФ высоких показателей, например, в Кемеровской области — 13,2, в Республике Хакасии — 11,3, Республике Коми — 9,47 на 10 тыс. работающих. Последнее, вероятно, связано с указанным в Государственном докладе Роспотребнадзора за 2016 г. ростом на 1,97% числа предприятий с неудовлетворительной санитарно-эпидемиологической обстановкой при одновременном снижении производств с удовлетворительными и

крайне неудовлетворительными условиями труда [2]. В связи с этим профессиональный риск сохраняет свое отрицательное влияние на здоровье работающих.

Совершенствование технологических достижений, законодательных документов, гигиенических нормативов, совершенствование организации профслужбы в последние годы инициировало прекращение роста ПЗ. Увеличение числа отделений профилактики, позволяющих оптимизировать отбор лиц, поступающих на работу с ВПФ, проведение периодических медицинских осмотров (ПМО) работающих в этих условиях с обязательным участием в них специалистов, прошедших подготовку по медицине труда, согласно приказу МЗ РФ от 12.04.11г. №302н, повысило раннюю диагностику ПЗ до 61,6% по сравнению с таковой по обращаемости (38,4%). Некоторые отделения профилактики, наряду с профцентрами,

осуществляют необходимую диспансеризацию и лечение больных с ПЗ после их трудоустройства или выхода на пенсию, что улучшает состояние, качество жизни и повышает ее продолжительность. Примером такого преемственного медицинского обслуживания является отделение профилактики городского профцентра в составе ГБУЗ НСО МКБ №2, позволяющее успешно решать не только практические задачи (раннее выявление ПОЗ и ПЗ, динамическое наблюдение), но и научные, изучая особенности формирования и эволюционные изменения производственно-обусловленной и профессиональной патологии, что является одним из приоритетных направлений в области медицины труда [1].

Вместе с указанными достижениями следует обратить внимание на недостаточную осведомленность врачей-интернистов и профпатологов в вопросах эволюции патоморфоза ПОЗ и ПЗ в условиях распространенных современных факторов риска соматических заболеваний и новых производственных факторов (многофакторность, суммация малых доз и др.).

Данные исследования касаются преимущественно тех ВПФ, которые могут вызывать различные изменения со стороны системы гемопоэза: химические факторы гематотропного действия, ионизирующее излучение, электромагнитные излучения (ЭМИ). Согласно Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ в 2016 г.», распространенность «интоксикаций» в РФ, под которыми подразумеваются и заболевания от воздействия химических факторов, занимает 4-е место, составляя в структуре ПЗ 6,98%, при этом более 2/3 случаев, очевидно, приходятся на острые и, преимущественно, хронические интоксикации (на флюороз — 21,7% и 56,4% — на другие заболевания) [2]. За предыдущие годы в этих документах имеется подобная информация без особой динамики и, главное, без детализации ПЗ из категории «другие заболевания», что свидетельствует об отсутствии за последние годы эпидемиологической характеристики хронических интоксикаций по РФ, хотя в отдельные годы имеются сведения о распространенности хронических химических интоксикаций: в РФ в 2007 г. — 14,5%, в Ульяновской области в 2015 г. — 2,8% при общей профзаболеваемости от 1,71 до 4,91 на 10 тыс. населения [3,4].

Следует обратить внимание на то, что благодаря принятым законодательным документам в РФ, в последние десятилетия значительно ограничен контакт с особо опасными ВПФ (например, с бензолом и его гомологами) с практическим исключением женщин, которые составляют 57% контактирующих с ними. Однако, по данным исследования GBD [4], во всем мире уровень воздействия гематотропных токсикантов за период с 1990 по 2016г. не только не снизился, но даже увеличился [5]. Так, ВОЗ свидетельствует, что уровень бензола на производствах в среднем возрос на 24,5% (от 18,2% до 38,8%) с 0,77 до 0,76 SEVs (суммарный уровень экспозиции), мышьяка — на 12,94% (от 4,14% до 20,24%) с 0,91 до 1,02 SEVs [5]. По данным исследования G.D. Nielsen и соавторов [5] из Дании (страна с самой высокой профессиональной заболеваемостью (40%), по сравнению с США (25%), Финляндией (13%), Германией (3,5%) и РФ (1%) на 2014 г.), профессиональная экспозиция бензола обуславливает в среднем 83 870 (от 25 510 до 138 490) дней потерянной здоровой жизни (DALYs), а формальдегида, являющегося фактором риска лимфопролиферативных заболеваний, — 46 930 (от 38 810 до 56990) DALYs [6].

Учитывая совершенствование технологических процессов и улучшение обслуживания лиц, экспонированных к гематотропным ВПФ, не вызывает сомнения, что многие хронические ПОЗ и ПЗ проходят определенную эволюцию патоморфоза, течения, клинических и параклинических проявлений по сравнению с 1960–1980 гг. Возможно, с этим связано снижение в последние годы числа женщин, имеющих ПЗ (с 21,8% до 19,7% случаев), работавших на производствах с токсико-химическими факторами [3].

Изменения высокопролиферативной системы крови являются частью механизма взаимодействия организма с ВПФ и включают: 1) производственно-обусловленные неспецифические, не зависящие от характера химических веществ реакции; 2) производственно-обусловленные специфические реакции; 3) специфическое прямое гематотоксическое действие на те или иные звенья гемопоэза с формированием хронических интоксикаций и профессиональных гематологических заболеваний. Неспецифические, неустойчивые гематологические реакции периферической крови в виде транзиторно протекающего нейтрофильного лейкоцитоза с лимфопенией, эозинофилопенией, ретикулоцитоза характерны для раннего периода контакта (до 3–5 лет), являясь неотъемлемой частью адаптивных процессов под влиянием вредного производственного стресса. Одновременно с этим могут возникать функциональные изменения и со стороны нервной и эндокринной системы, что является важным при проведении дифференциального диагноза возникающих гематологических проявлений [7]. Неспецифические лейкомоидные реакции могут появляться от различных ВПФ и не обязательно связаны с производственным гематотропным влиянием. Например, вышеописанные изменения в лейкограмме могут возникать при контакте с вибрацией в 10–15% случаев, с перенапряжением — в 5%–7% [8], с производственной пылью — в 18–20% [3,8].

Сведения в литературе о неспецифических реакциях у рабочих вредных производств крайне немногочисленны. В то же время имеются указания на различные функциональные изменения в клетках периферической крови (меняется уровень внутриклеточного гликогена, миелопероксидазы, кислой и щелочной фосфатазы, перекисного окисления липидов (ПОЛ), антиоксидантных ферментов в нейтрофилах и лимфоцитах) у сельхозработников, рабочих нефтехимической промышленности (ароматические углеводороды) даже в ранний стажевой период (0–5 лет), усугубляясь по мере нарастания стажа, особенно после 10 лет [9–12]. Как утверждают авторы, эти неспецифические признаки «могут являться донозологическими критериями истощения компенсаторно-восстановительных процессов в организме и предпосылками для формирования» ПОЗ и ПЗ, что не могло не отразиться на морфологических (не указанных авторами) характеристиках периферической крови. Г.Г. Бадамшина и соавторы [12] выявили высокую органоу производственно-обусловленную патологию многих систем при стаже до 10 лет у рабочих, экспонированных к химическим ВПФ (ароматические углеводороды, оксиды олефинов — 2–3 класс опасности), что также не может не отразиться на гемопоэтической системе неспецифической или специфической реакцией [13].

Динамическое наблюдение за больными, имеющими неспецифические гематологические реакции в первые годы контакта с ВПФ, свидетельствует, что по характеру и частоте они менее всего претерпели эволюцию и часто описываются как изменения функционального состояния клеток периферической крови при цитохимическом исследовании

современными методами углубленного изучения содержания в них сукцинат-, лактатдегидрогеназы, кислой фосфатазы, ферментных и неферментных антиоксидантов, ПОА [3,13]. Несмотря на то, что выявляемые гематологические изменения носят неспецифический характер, каждый раз требуется тщательный дифференциальный диагноз с патологией, не обусловленной ВПФ, при которых возможны патогномичные качественные и количественные нарушения со стороны гемопоэза. Этим должны руководствоваться врачи при оценке состояния рабочих на всех этапах медицинского обслуживания (ПМО, профцентр, профотделение, районный профпатолог).

В более поздние периоды контакта с химическими гематотропными ВПФ (6–10 лет — период мнимого благополучия) и в период дезадаптации в условиях высокого профессионального риска ПЗ (спустя 10 лет) могут возникать специфические реакции в периферической крови, являясь производственно-обусловленными и соответствующими конкретному вредному фактору. Они чаще характеризуются наиболее стойкими лейкомоидными реакциями эозинофильного, нейтрофильного, лимфомоноцитарного типа. Известно, что профессиональные сенситизаторы типа хрома, никеля, формальдегида, урана, урсоло, пылегазовых, органических частиц (древесина, зерновые, шерсть, микробы, вирусы и др.), бензола, его гомологов и других ксенобиотиков, активизирующие макрофагально-лимфоцитарную систему приводят к развитию гематологических синдромов [3,8,10]. Многие из ВПФ органического состава вызывают сенсibilизацию и характеризуются лейкомоидным ответом эозинофильного ряда. Описаны лейкомоидные реакции миелоидного характера при контакте с промышленными аэрозолями раздражающего и фиброгенного действия, лимфомоноцитарного типа — при воздействии биологических факторов среди медицинских работников (инфекционистов, фтизиатров), биологов, лаборантов, дояров вследствие активации защитной иммунной системы [7,8,14]. Н.Ф. Кушнерова и соавторы [8] выявили у анестезиологов при стаже 7–10 лет лимфоцитопению, эозинофилопению и нейтрофилез с повышенным индексом интоксикации до $0,72 \pm 0,04$ при норме $0,49 \pm 0,05$ как специфические гематологические изменения под влиянием наркозной смеси, йода и других химических веществ в результате снижения защитных функций организма [12].

Среди наиболее значимых специфических производственно-обусловленных гематологических нарушений описана дисмикрорезлементная недостаточность, преимущественно, эссенциального железа. Следует отметить, что в последние годы в профпатологии эти изменения участились, что обусловлено высокой распространенностью дефицита железа (ДЖ) в организме в целом среди населения РФ (преимущественно у женщин репродуктивного возраста), независимо от места работы. Так, если в 1980–90-х гг. латентный дефицит железа (ЛДЖ) и железодефицитная анемия (ЖДА), по данным этих исследований и других авторов, в РФ составляли 17,6–19,7%, то в настоящее время число женщин с ЛДЖ в целом выросло до 24,7–28,5%, а с ЖДА от 7–12% до 11,5–18,6%, соответственно [8,15]. Это гипотетически не могло не отразиться на эпидемиологии дисмикрорезлементоза среди работающих женщин, особенно в условиях контакта с гематотропными факторами. В 80–90-х годах у обследованных 477 маляров-женщин промышленного предприятия г. Новосибирска в возрасте $38,8 \pm 3,5$ года, имеющих контакт с ароматическими углеводородами на протяжении 5–10 лет, ЛДЖ был выявлен в 25,1% случаев по

сравнению с 17,8% среди 258 женщин, контактирующих с ВПФ не гематотропного свойства (физический фактор, фактор перенапряжения), а ЖДА — у 35,8% и 3,3–5,8% соответственно.

К сожалению, при отборе в профессию не проводится исследование показателей феррокинетики (сывороточное железо (СЖ), общая железосвязывающая способность (ОЖСС), коэффициент насыщения трансферрина (КНТ), а тем более запасный фонд — ферритин), в связи с чем женщины с ЛДЖ начинают контактировать с ВПФ. На ПМО также не предусмотрена диагностика ЛДЖ и лишь когда снижается уровень гемоглобина и диагностируется анемия, тогда пациенты подвергаются углубленному обследованию и диагностируется, преимущественно, ЖДА. При динамическом исследовании практически у всех лиц с ЛДЖ на протяжении следующих 3–5-лет работы у 16,2% из 25,1% произошла трансформация в ЖДА, что было обусловлено наличием оккультного хронического кровотечения в виде гиперполименореи (у 84,2% женщин), которая имела место и до контакта с ВПФ, а в условиях токсико-химического влияния клинически становится более выраженной или возникает впервые. Доказано, что дисфункциональные маточные кровотечения или гиперполименорея связаны с одновременными изменениями в эндокринной системе, независимо от характера ВПФ (физический, химический, перенапряжения) [7,8]. Как ЛДЖ, так и ЖДА в период адаптации и стабилизации организма к ВПФ имели типичный клинко-гематологический характер с сидеропенией (извращением вкуса, ломкостью ногтей, астенизацией), гипохромией, анизо-пойкилоцитозом, микроцитозом за счет пониженного диаметра эритроцитов (Эр), норморегенерацией, снижением уровня общего СЖ, КНТ, ферритина и увеличением уровня ОЖСС.

По мере продолжающейся экспозиции с производственными факторами, при стаже более 6 лет ($10,6 \pm 2,3$ года) и при кратковременных гематологических ремиссиях ЖДА происходила патоморфоз анемии. При этом клинко-морфологические черты ЖДА сохранялись лишь у 37,4% обследованных, тогда как у остальных 62,6% женщин анемия приобретала новые клинко-морфологические черты — чаще становилась нормохромной, гипорегенераторной, нормоцитарной, со снижением функции трансферрина, что является патогномичным для картины токсического влияния на костный мозг. В итоге, спустя еще $5,6 \pm 1,8$ года (общий стаж 10–16 лет) работы на прежнем месте в 36,2% случаев ЖДА сочеталась с отдельными признаками токсической анемии и синдромом перераспределения железа (СПЖ) в запасный фонд с повышением уровня ферритина до $210,5 \pm 3,9$ нг/мл. У 10,8% женщин формировалась анемия с высоким риском токсического повреждения гемопоэза и у 15,8% — впервые хроническая интоксикация органическими растворителями.

Таким образом, у 15,8% наблюдаемых женщин на основании новых характеристик анемического синдрома (нормохромная, гипорегенераторная с наклоном к макроцитозу и увеличению числа уродливых форм эритроцитов, перераспределительный дефицит железа в запасный фонд, высокий уровень ферритина, сохраненная активация выработки эритропоэтина до $19,4 \pm 1,05$ мМЕ/л) в сочетании с транзитной лейкопенией (у 41,6% со средним уровнем лейкоцитов $3,5 \pm 2,1 \times 10^9$) и реже — тромбоцитопенией (у 32,1% женщин) и снижением клеточного состава костного мозга (и особенно клеток эритропоэза до 11,4%), была диагностирована хроническая интоксикация органическими растворителями (ХИОР) [8].

В 2009 г. по данным ПМО среди 225 женщин, находящихся в контакте с производственными химическими факторами разных производств (органическими и неорганическими углеводородами, свинцом, оловом, бензином, ртутью и др.), транзиторная ЖДА диагностирована и доказана несколько чаще — в 38,5% случаев с преобладанием легкой степени тяжести. Пролонгированное наблюдение в течение 8 лет, по результатами ПМО и обследования в условиях городского профцентра ГБУЗ НСО ГКБ№2 (185 женщин из 225), показало, что лишь из 115 женщин-малыров у 4-х диагностирована ХИОР (в 2014–2017 гг.), что составило 3,5% по сравнению с 15,8% в прежние годы. У остальных женщин, имеющих контакт со свинцом, оловом, бензином, классических признаков хронических интоксикаций не обнаружено. При этом постгеморрагическая ЖДА у работниц сохраняла свои классические клинко-морфологические признаки, чаще определялась в стадии ремиссии, что свидетельствует об оптимизации лечения железодефицитных состояний (ЖДС).

Таким образом, несмотря на рост ЖДА в женской популяции в целом и среди экспонированных с гематотропными ВПФ ее трансформация в токсическую анемию, свойственную для ХИОР, произошла реже в 4,5 раза. Эта положительная эволюция свидетельствует о своевременной, ранней диагностике и улучшении лечения ДЖ, позволившие компенсировать клинко-гематологические проявления ЖДС и предотвратить более частое формирование ХИОР. Следует отметить рост хронических профессиональных интоксикаций в РФ к 2007 г. до 8,04% случаев против 7,6% в 2006 г. и 8,1% — в 2005 г. [16].

Обращает на себя внимание то, что отсутствуют исследования, касающиеся эволюционных особенностей современного течения и гематологического синдрома у лиц с ХИОР, хронической свинцовой интоксикацией (ХСИ), хронической интоксикацией ионизирующим излучением, в частности, ураном (ХИУ) в постконтактном периоде. Проведенное впервые изучение клинко-морфологической характеристики у 74 больных с перечисленными выше интоксикациями позволяет описать эту динамику спустя $15,2 \pm 5,6$ года (15–25 лет) после первичной диагностики заболеваний с 30–70% утраты профессиональной деятельности, свидетельствующей о выраженных клинко-лабораторных изменениях и их не раннем выявлении. Трудовой стаж на период диагностики составил 15,7–23,0 года. Средний возраст постконтактных больных был $65,9 \pm 11,2$ года. После прекращения контакта пациенты неоднократно ежегодно госпитализировались в отделение профпатологии, получали санаторно-курортное лечение и, несмотря на это изменения гемограммы отражали нарушения практически во всех ростках кроветворения и носили транзиторный, но торпидный характер. У 21 больного с сатурнизмом в 63,2% случаев определялась норморегенераторная нормохромная анемия легкой степени (Эр. $3,5 \times 10^{12} \pm 0,55$; Нв $107 \pm 2,3$ г/л) с уровнем ретикулоцитов $1,3 \pm 0,06\%$ и эритроцитов с базофильной зернистостью $4,7 \pm 0,6 \times 10^4$ в сочетании с астено-невротическим синдромом и синдромом полинейропатии верхних и (реже) нижних конечностей. У остальных средний уровень гемоглобина соответствовал нижней границе нормы и составлял лишь $125,5 \pm 2,3$ г/л.

При ХИОР в 78% случаев (43 больных) также регистрировалась нормохромная анемия (1 раз в 1–2 года) со средним уровнем Эр. $3,2 \times 10^{12} \pm 0,3$ и Нв $107,0 \pm 1,7$ г/л, с низким костномозговым ответом (уровень ретикулоцитов $0,43 \pm 0,05\%$). У 51,0% больных отмечена склонность к лейкопении до $3,5 \pm 1,1 \times 10^9$ с клинкой иммунного дефицита, а

также тромбоцитопения на уровне $91,0 \pm 10,3 \times 10^9$ в 65,0% случаев без каких-либо геморрагических проявлений, что значительно чаще, чем на момент диагностики ПЗ. Остальные показатели гемограммы и данные обмена железа оставались в пределах нормативных значений, не определялся СПЖ, о чем свидетельствует средний уровень ферритина — $104,5 \pm 10,3$ нг/мл. Семи женщинам с панцитопенией с их добровольного согласия проведена трепанобиопсия, по результатам которой констатируется, по-прежнему, сужение клеточного субстрата, увеличение очагов жировой ткани, сужение красного ростка до $17,8 \pm 2,1\%$ и увеличение числа лимфоидных клеток до $15,1 \pm 2,1\%$. Отмечено также снижение уровня эритропоэтина до $9,2 \pm 1,02$ мМЕ/мл при среднем уровне скорости клубочковой фильтрации, равном 79,6 мл/мин, и наличии хронической болезни почек С2 в виде гипертонической нефропатии.

Для 10 человек, имеющих ХИУ, характерно также нестабильное состояние показателей периферической крови в виде периодического снижения тех или иных ее компонентов: у всех больных — гипорегенераторная нормогипохромная анемия (Эр. $3,2 \pm 0,95 \times 10^{12}$; Нв $98,5 \pm 10,3$ г/л, уровень ретикулоцитов $0,6 \pm 0,07\%$), склонность к лейкопении у 75,0% (от $3,6$ до $5,5 \times 10^9$) и тромбоцитопении (до $154,0 \pm 4,6 \times 10^9$). Диагностический поиск не позволил указанные изменения в гемограммах объяснить другими причинами и механизмами. При этом показатели СЖ оставались в пределах нормальных цифр. Указанные изменения расценены как проявления отдаленных последствий от воздействия соединений урана. Вместе с тем практически у всех обследованных больных с ХИУ в течение многих лет наблюдения сохранялся оссалгический, астенический, энцефалопатический синдромы с волнообразным течением [17,18]. У всех пациентов, контактирующих с гематотропными факторами на протяжении всего срока наблюдения, сохранялся первичный процент утраты трудоспособности, что свидетельствовало о стабилизации клинко-лабораторных нарушений.

Таким образом, приведенные исследования свидетельствуют не только о неблагоприятном влиянии на систему кроветворения в период экспозиции с ВПФ гематотропного характера, но и о долгосрочных нарушениях в ней спустя много лет после прекращения контакта [3,4]. При этом состояние депрессии кроветворения при ХИОР, очевидно, мало подвергается эволюции, сохраняя свой патогенез, тогда как при ХСИ в постконтактном периоде восстанавливается синтез порфиринов и гема, а имеющийся цитопенический синдром, очевидно, свидетельствует о пролонгированном, долгосрочном токсическом влиянии свинца на систему гемопоэза.

Впервые описанные болезни крови профессиональной этиологии в условиях контакта с бензолом и его гомологами [3,19] не утратили своего значения и в настоящее время, как и раскрытые патогенетические механизмы их формирования (депрессия и подавление пролиферации костного мозга). Сложившаяся эпидемиологическая ситуация, очевидно, является проявлением, с одной стороны, совершенствования условий труда, но с другой, — недостаточной настороженностью врачей в отношении изменений в гемопоэтических органах.

Согласно последним опубликованным данным, бензол подавляет пролиферацию костномозговых клеток-предшественников и вызывает депрессию кроветворения за счет дисрегуляции метилирования генов (общее гипометилирование и гиперметилирование отдельных генов-промоторов) и снижения уровня ряда микро-РНК (miRNA–

451a, miRNA-486-5p и miRNA-126-3p), участвующих в регуляции пролиферации клеток эритроидного ряда [20]. Метаболит бензола 1,4 — бензохинон — индуцирует апоптоз клеток, модифицируя активность регуляторных молекул. Ключевые механизмы этого эффекта — реакции, ассоциированные с полимеразой полиАДФ-рибозы-1, снижение экспрессии bcl-2 и увеличение miR-34a [9,10,12,13,21]. Онкогенное действие бензола связано с повреждением и нарушением процессов репарации и стабильности ДНК [14,17,18,22]. При воздействии даже низких доз бензола наблюдались гиперактивация систем репарации ДНК — увеличение триметилирования лизинов гистонов (H3K4me3-модификации) и последующее увеличение транскрипции генов ответа на повреждение ДНК (CRY1, ERCC2, TP53) [23].

Возвращаясь к клиническим аспектам медицины труда, гематологические ПЗ от воздействия гематотропных ВПФ не могут быть исключены из списка профпатологии. Более того, следует помнить, что производственные Гбл, АА, ГА, МДС, хроническая лучевая болезнь, ГБП характеризуются некоторыми особенностями, отличающимися от аналогичных непрофессиональных нозологий. Таковыми являются наличие продолжительного предлейкозного, предапластического периода в виде лейко- и/или эритро- и/или тромбоцитопении, что требует обязательного анализа амбулаторной карты с результатами ПМО или самообращения, малоклеточного костномозгового кроветворения с невысокой, не тотальной бластемией, периферической лейкопенией, также с умеренным числом бластных клеток в лейкограмме. В остальном клинико-лабораторной картина соответствует заболеваниям крови непрофессионального генеза.

Заключение. Таким образом, производственно-обусловленные неспецифические и специфические гематологические синдромы, хронические химические интоксикации от воздействия гематотропных факторов и профессиональные заболевания крови за последние 2–3 десятилетия приобрели эволюционные изменения. Они носят различный патогенетический характер и имеют свои клинико-морфологические особенности, знание которых необходимо для ранней диагностики и своевременного предупреждения формирования ПЗ. Положительная динамика профессиональных гематологических заболеваний в виде снижения профессиональных хронических интоксикаций и профзаболеваний крови (лейкозы, АА, МДС, ГА, ГБП и др.) свидетельствуют об улучшении медицинского обслуживания работающих во вредных производственных условиях. В тоже время необходимы серьезные научные исследования в области профессиональной гематологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измеров Н.Ф., Бухтияров И.В., Прокопенко Л.В., Шиган Е.Е. Реализация глобального плана действий ВОЗ по охране здоровья работающих в Российской Федерации. *Мед. труда и пром. экол.* — 2015; (9): 4–10.
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. Шаповал Н.С., Фомин М.Н., Лукьянчикова М.Н., Захарченко И.Ю. Состояние профессиональной заболеваемости в Ульяновской области (итог 20-летней работы Областного центра профпатологии). *Мед. труда и пром. экол.* 2015; 5: 43–8.
4. GBD 2016 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environ-

mental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet.* 2017; 390 (10100): 1345–422.

5. Nielsen G.D., Larsen S.T., Wolkoff P. Re-evaluation of the WHO (2010) formaldehyde indoor air quality guideline for cancer risk assessment. *Arch. Toxicol.* 2017; 91 (1): 35–61.

6. Ланин Д.В., Зайцева Н.В., Долгих О.В. и др. Состояние иммунной и эндокринной системы у женщин, работающих на производстве активированных углей. *Мед. труда и пром. экол.* 2013; 3: 11–5.

7. Зюбина Л.Ю., Шпагина Л.А., Паначева Л.А. Производственно-обусловленные гемопатии и профессиональные заболевания крови. *Мед. труда и пром. экол.* 2008; 11: 15–9.

8. Кушнерова Н.Ф., Мерзляков В.Ю., Фоменко С.Е. и др. Профилактика стрессовых нарушений у медицинских работников. *Мед. труда и пром. экол.* 2012; 6: 44–8.

9. Бакиров А.Б., Дубинина О.М., Хунсуддинова Н.Ю. *Токсикология продуктов нефтехимической промышленности.* Ч. 2. Ароматические углеводороды: пособие для врачей. Уфа; 2010.

10. Камилов Р.Ф., Ханов Т.В., Кудряев В.П. и др. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная защита при воздействии органических растворителей в производстве. *Клин. лаб. диагностика.* 2009; 1: 9–13.

11. Масыгутова Л.М., Бакиров А.Б., Бадамшина Г.Г., Гимранова Г.Г. Особенности внутриклеточного метаболизма у работников сельского хозяйства. *Мед. труда и пром. экол.* 2013; 3: 27–31.

12. Бадамшина Г.Г., Каримова Л.К., Ткачева Т.А. и др. Оценка комбинированного воздействия вредных веществ на состояние здоровья работников нефтехимических и химических производств. *Мед. труда и пром. экол.* 2013; 4: 5–10.

13. Павлов А.Д., Морщакова Е.Ф. *Регуляция эритропоэза.* М.: Медицина; 2016.

14. Егоров А.П., Бочкарев В.В. *Кроветворение и ионизирующая радиация.* М.: Государственное издательство медицинской литературы; 2014.

15. Зюбина Л.Ю., Паначева Л.А., Шпагина Л.А., Зуева М.А. Отдаленные гематологические синдромы у больных с профессиональными заболеваниями от воздействия вредных гематотропных факторов. *Сибирский медицинский журнал.* 2017; 2: 52–5.

16. Соркина Н.С., Измерова Н.И., Иванова Л.А. и др. *Профессиональные заболевания, вызываемые воздействием химических веществ. Профессиональная патология: национальное руководство.* Под ред. Н.Ф. Измерова. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011: 158–86.

17. Рашевская А.М., Зорина Л.А. *Профессиональные заболевания системы крови химической этиологии.* М.: Медицина; 1968.

18. Sun P., Guo X., Chen Y. et al. GaoAVNN3, a potential novel biomarker for benzenetoxicity, is involved in 1,4-benzoquinone induced cell proliferation. *Environ Pollut.* 2018; 233: 323–30.

19. Liang B., Chen Y., Yuan W. et al. Down-regulation of miRNA-451a and miRNA-486-5p involved in benzene induced inhibition on erythroid cell differentiation in vitro and in vivo. *Arch. Toxicol.* 2018; 92 (1): 259–72.

20. Xiong F., Li Q., Zhou B. et al. Oxidative Stress and Genotoxicity of Long-Term Occupational Exposure to Low Levels of BTEX in Gas Station Workers. *Int. J. Environ Res. Public Health.* 2016; 6: 13 (12).

21. Chen Y., Sun P., Guo X., Gao A. MiR-34a, a promising novel biomarker for benzene toxicity, is involved in cell apoptosis triggered by 1,4-benzoquinone through targeting Bcl-2. *Environ. Pollut.* 2017; 221: 256–65.

22. Lan Q., Zhang L., Shen M. et al. Large-scale evaluation of candidate genes identifies associations between DNA repair and genomic maintenance and development of benzene hematotoxicity. *Carcinogenesis.* 2009; 30 (1): 50–8.

23. Li J., Xing X., Zhang X. et al. Enhanced H3K4me3 modifications are involved in the transactivation of DNA damage responsive genes in workers exposed to low-level benzene. *Environ Pollut.* 2018; 234: 127–35.

REFERENCES

1. Izmerov N.F., Bukhtiarov I.V., Prokopenko L.V., Shigan E.E. Implementation of WHO global plan on health preservation of workers in Russian Federation. *Med. truda i prom. ecol.* 2015; (9): 4–10 (in Russian).

2. On sanitary epidemiologic well-being of population in Russian Federation in 2016. Governmental report. Moscow: Federalnaia sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteli i blagopoluchii cheloveka; 2017 (in Russian).

3. Shapoval N.S., Fomin M.N., Lukianchikova M.N., Zakharchenko I.Iu. Occupational morbidity state in Ulianovsk region (results of 20 years work of Regional occupational therapy center). *Med. truda i prom. ecol.* 2015; 5: 43–8 (in Russian).

4. GBD 2016 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet.* 2017; 390 (10100): 1345–422.

5. Nielsen G.D., Larsen S.T., Wolkoff P. Re-evaluation of the WHO (2010) formaldehyde indoor air quality guideline for cancer risk assessment. *Arch. Toxicol.* 2017; 91 (1): 35–61.

6. Lanin D.V., Zaitseva N.V., Dolgikh O.V. et al. State of immune and endocrine system in women engaged into activated carbons production. *Med. truda i prom. ecol.* 2013; 3: 11–5 (in Russian).

7. Ziubina L.Iu., Shpagina L.A., Panacheva L.A. Occupationally related hemopathies and occupational blood diseases. *Med. truda i prom. ecol.* 2008; 11: 15–9 (in Russian).

8. Kushnerova N.F., Merzliakov V.Iu., Fomenko S.E. et al. Prevention of stress disorders in medical workers. *Med. truda i prom. ecol.* 2012; 6: 44–8 (in Russian).

9. Bakirov A.B., Dubinina O.M., Khunsutdinova N.Iu. Toxicology of petrochemical industry products. Part 2. Aromatic hydrocarbons. Manual for doctors. Ufa; 2010 (in Russian).

10. Kamilov R.F., Khanov T.V., Kudriavtsev V.P. et al. Free radical oxidation and antioxidant defense under exposure to organic industrial solvents. *Klin. lab. diagnostika.* 2009; 1: 9–13 (in Russian).

11. Masiagutova L.M., Bakirov A.B., Badamshina G.G., Gimranova G.G. Features of intracellular metabolism in agricultural workers. *Med. truda i prom. ecol.* 2013; 3: 27–31 (in Russian).

12. Badamshina G.G., Karimova L.K., Tkacheva T.A. et al. Evaluation of combined influence of chemical hazards on health state of workers engaged into petrochemical and chemical industries. *Med. truda i prom. ecol.* 2013; 4: 5–10 (in Russian).

13. Pavlov A.D., Morshchakova E.F. Erythropoiesis regulation. Moscow: Meditsina; 2016 (in Russian).

14. Egorov A.P., Bochkarev V.V. *Hemopoiesis and ionizing radiation.* Moscow: Gosudarstvennoe izdatelstvo meditsinskoi literatury; 2014 (in Russian).

15. Ziubina L.Iu., Panacheva L.A., Shpagina L.A., Zueva M. A. Long-term hematologic syndromes in patients with occupational diseases due to hematotropic hazards. *Sibirskii meditsinskii zhurnal.* 2017; 2: 52–5 (in Russian).

16. Sorkina N.S., Izmerova N.I., Ivanova L.A. et al. Occupational diseases caused by chemicals. In: N.F. Izmerov, ed. Occupational diseases: national manual. M.: GEOTAR-Media; 2011: 158–86 (in Russian).

17. Rashevskaya A.M., Zorina L.A. *Occupational blood diseases caused by chemicals.* Moscow: Meditsina; 1968 (in Russian).

18. Sun P., Guo X., Chen Y. et al. GaoAVNN3, a potential novel biomarker for benzenetoxicity, is involved in 1, 4-benzoquinone induced cell proliferation. *Environ Pollut.* 2018; 233: 323–30.

19. Liang B., Chen Y., Yuan W. et al. Down-regulation of miRNA-451a and miRNA-486-5p involved in benzene induced inhibition on erythroid cell differentiation in vitro and in vivo. *Arch. Toxicol.* 2018; 92 (1): 259–72.

20. Xiong F., Li Q., Zhou B. et al. Oxidative Stress and Genotoxicity of Long-Term Occupational Exposure to Low Levels of BTEX in Gas Station Workers. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2016; 6: 13 (12).

21. Chen Y., Sun P., Guo X., Gao A. MiR-34a, a promising novel biomarker for benzene toxicity, is involved in cell apoptosis triggered by 1,4-benzoquinone through targeting Bcl-2. *Environ. Pollut.* 2017; 221: 256–65.

22. Lan Q., Zhang L., Shen M. et al. Large-scale evaluation of candidate genes identifies associations between DNA repair and genomic maintenance and development of benzene hematotoxicity. *Carcinogenesis.* 2009; 30 (1): 50–8.

23. Li J., Xing X., Zhang X. et al. Enhanced H3K4me3 modifications are involved in the transactivation of DNA damage responsive genes in workers exposed to low-level benzene. *Environ Pollut.* 2018; 234: 127–35.

Дата поступления 15.03.2018

Дата принятия в печать 01.06.2018

Дата публикации 18.01.2019

ДИСКУССИИ

УДК 613.62

Павловская Н.А.

ЗНАЧЕНИЕ ВЫБОРА ИНФОРМАТИВНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ БИОМАРКЕРОВ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

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

Разработан способ оценки информативности лабораторных биомаркеров (БМ) для раннего выявления вредного воздействия производственных факторов на организм человека: расчет диагностической чувствительности, донозологической значимости, патогномоничности в том случае, если средние значения лабораторных показателей находятся в границах референтных уровней. Предлагаемый способ позволяет существенно снизить погрешности при расчетах диагностических характеристик.

Ключевые слова: лабораторная диагностика; биомаркеры; стратегия; выбор; профессиональные заболевания

Для цитирования: Павловская Н.А. Значение выбора информативных лабораторных биомаркеров для ранней диагностики профессиональных заболеваний. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 51–54. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-51-54>

Для корреспонденции: Павловская Надежда Алексеевна, науч. консультант ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана», д-р биол. наук, проф. E-mail: n-pavlovskaya2014@yandex.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Pavlovskaya N.A.

IMPORTANCE OF SELECTING INFORMATIVE LABORATORY BIOMARKERS FOR THE EARLY DIAGNOSIS OF OCCUPATIONAL DISEASES

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, 2, Semashko str., Mytitschi, Moscow region, Russia, 141014

The authors specified a method to evaluate informativeness of laboratory biomarkers for early diagnosis of occupational factors' influence on human body: calculation of diagnostic sensitivity, prenosologic importance, pathognomonycity in the case if average laboratory values are within the reference intervals. The method suggested enables considerable decrease errors in calculation of diagnostic characteristics.

Key words: laboratory diagnosis; biomarkers; strategy; selection; occupational diseases

For citation: Pavlovskaya N.A. Importance of selecting informative laboratory biomarkers for the early diagnosis of occupational diseases. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 1: 51–54. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-51-54>

For correspondence: Nadezhda A. Pavlovskaya, scientific consultant of Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, professor, Dr. Biol. Sci. E-mail: n-pavlovskaya2014@yandex.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Одной из приоритетных задач стратегии развития медицинской науки в Российской Федерации является разработка и внедрение методов профилактики, диагностики, лечения и медицинской реабилитации. Большое внимание уделяется развитию молекулярной медицины, что способствует созданию прогностического и профилактического направлений, позволяющих проводить доклиническую диагностику, выявлять лиц с ранними признаками заболевания и осуществлять своевременные профилактические мероприятия [1].

В профессиональной патологии раннее выявление признаков воздействия вредных производственных факторов имеет существенное значение. Для снижения профзаболеваемости реабилитация должна начинаться еще до возникновения болезни [1–5]. Однако многие вопросы выбора информативных БМ для выявления ранних признаков профзаболеваний остаются нерешенными.

В большинстве случаев выбор лабораторных тестов в профессиональной патологии осуществляется только на оценке изменений средних значений показателей при действии вредных факторов. Способы оценки информативности БМ, рекомендуемые в общей патологии [6,8], не позволяют достаточно полно оценить диагностическую значимость лабораторных показателей в профессиональной патологии.

Цель исследования — разработка и усовершенствование стратегии выбора критериев информативных лабораторных тестов для раннего выявления вредного воздействия производственных факторов и диагностики профессиональных заболеваний.

При решении этих вопросов учитывались особенности изменений уровней лабораторных тестов в организме человека при действии вредных производственных факторов. Во-первых, изменение уровней различных

лабораторных тестов при воздействии вредных факторов в организме начинается на разных стадиях развития профессионального заболевания (ПЗ). Во-вторых, изменение уровней лабораторных тестов в большинстве случаев наблюдаются не у всех больных ПЗ. Частота встречаемости (ЧВ) пациентов, у которых уровни БМ выходят за пределы физиологической нормы, зависит от значимости молекулярного маркера в патогенезе. В-третьих, направленность изменений уровней разных тестов при воздействии вредных производственных факторов варьирует в широких пределах. В-четвертых, частота встречаемости изменений уровней лабораторных биомаркеров, как правило, увеличивается с возрастанием тяжести заболевания.

Поэтому при выборе информативных биомаркеров в профпатологии необходимо учитывать, на какой стадии воздействия вредного фактора начинается достоверно изменяться уровень лабораторного теста, частоту встречаемости работников, у которых уровень теста достоверно отличается от нормы на разных стадиях развития ПЗ, характер изменения средних значений показателей в зависимости от тяжести ПЗ, выраженность связи между изменениями уровней теста, частотой встречаемости и степенью воздействия вредного фактора(ов) [9,10].

Кроме этого, необходимо учитывать требования к аналитическим характеристикам методик, оценке безопасности пациентов при проведении лабораторной диагностики, которые подробно освещены в работе Меньшикова В.В. [11].

Диагностическая чувствительность (Дч) — очень важный показатель информативности биомаркера, характеризующий ЧВ больных определенным заболеванием или рабочих, у которых уровень лабораторного теста достоверно отличается от нормы, выраженную в процентах. В общей патологии расчет Дч был предложен Меньшиковым В.В. и соавт. [6–8]. Однако в этих работах не отмечается, что Дч зависит от тяжести и стадии заболевания. Поскольку в профессиональной патологии значение Дч существенно зависит от тяжести заболевания, то для установления диагностической значимости БМ эффекта возникает необходимость рассчитывать этот показатель на разных стадиях ПЗ. Для того чтобы выявить, на какой стадии воздействия вредного фактора начинается изменение уровня лабора-

торного теста, значение его необходимо определять не только у больных, но и у здоровых рабочих и работников с признаками ПЗ. Такая информация позволяет выбрать БМ для ранней или доклинической диагностики и оценить его диагностическую информативность [8,10].

Ключевое значение имеет определение связи изменений уровней лабораторных БМ с патогенезом ПЗ. Как правило, Дч возрастает с тяжестью заболевания.

Для расчета диагностической чувствительности (Дч) лиц, у которых значение показателя выходит за границы физиологической нормы, предлагаются формулы [8,9]:

$$Дч = [ИП / (ИП + ЛО)] 100, \quad (1)$$

где ИП — число истинно положительных результатов, ЛО — число ложно отрицательных результатов [8]. Или

$$Дч = (Q / Z) 100, \quad (1)$$

где Q — число пациентов в группе, у которых уровень лабораторного БМ достоверно отличается от референтных значений или контроля (если референтные значения не установлены); Z — общее число пациентов в группе. В качестве примера оценки диагностических характеристик лабораторных БМ приведены данные, полученные при обследовании рабочих, контактирующих с вибрацией, и больных вибрационной болезнью (ВБ) (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что, наиболее интенсивно изменяется уровень парциального давления кислорода крови (pO_2). У 86% рабочих с признаками воздействия вибрации значение pO_2 достоверно понижается при сравнении с референтными уровнями. При заболевании ВБ-1 и ВБ-2 уровень pO_2 понижен у всех рабочих. Интенсивно понижается и уровень α — ТК в сыворотке крови. Снижение антиоксиданта начинается у 25% здоровых рабочих и увеличивается до 75% у больных ВБ-2. Одновременно наблюдается повышение концентрации креатина в моче. Средние значения креатина повышаются почти в 3 раза у здоровых рабочих. Частота встречаемости рабочих, у которых повышены уровни креатина, достигает 45%. При вибрационной патологии концентрация креатина в моче увеличивается, а Дч достигает 89,4%. Однако активность ХЭ изменяется менее интенсивно. Она повышается только у 7% рабочих с признаками воздействия вибрации и лишь у 19% — у больных ВБ-2. Средние значения активности холинэстеразы

Таблица 1

Уровни лабораторных биомаркеров и частота встречаемости здоровых рабочих и лиц с вибрационной патологией, у которых концентрации тестов выходят за пределы нормы [9,12]

Table 1. Levels of laboratory biomarkers and frequency of healthy workers and individuals with vibration disorders, who have test concentrations outside normal values [9,12]

Биомаркер (Дч,%)	Здоровые рабочие	Рабочие с признаками действия вибрации	Больные ВБ-1*	Больные ВБ-2**	Контроль (референтные значения)
Креатин, мкмоль/сут (Дч, %)	1,32±0,38** (45%)	—	1,54±0,08*** (80%)°	2,55±0,24*** (89,4%)°	0,39±0,031 (0,06)
pO_2 , мм рт. ст. (Дч,%)	—	70,8±0,8*, (86%)°	66,2 ± 1,08** (100%)°	55,1±0,5*** (100%)°	— (83–108)
α — ТК, мкмоль/л (Дч,%)	3,96 ± 0,36* (25 %)	—	3,4±0,06* (50 %)	2,47±0,06* (75%)°	— 4,99±0,3
ХЭ, мкмоль/л (Дч,%)	—	65,7±7,8 (7 %)	74,7±7,9 (17%)	81,6±8,2 (19%)	— (45,4–94,5)

Примечание: ° — высокие значения диагностической чувствительности. ВБ-1 и ВБ-2 — вибрационная болезнь 1-й и 2-й стадий. *, **, *** — различие значений достоверно при $p=0,05$, $0,01$ и $0,001$ соответственно.

Note: ° — high values of diagnostic sensitivity. VB-1 and VB-2 — vibration disease of 1 and 2 stage. *, **, *** — the probability of differences is significant at $p = 0.05$, 0.01 , 0.001 , respectively.

Таблица 2

Изменение средних концентраций гормонов гипофизарно-надпочечникового звена у больных вибрационной болезнью и частота встречаемости рабочих и лиц контрольной группы, у которых значения тестов выходят за границы референтных уровней [13]

Change of average concentrations of pituitary-adrenal hormones in vibration disease patients and frequency of workers and reference group individuals, who have test values outside reference levels [13]

Показатель	Признаки воздействия вибрации	ВБ 1-й и ВБ 1–2-й стадии	ВБ 2-й стадии	Контроль (Референтные уровни)
АКТГ, нмоль/л (ЧВ, %*)	13,8±1,27 ↑28%	11,4±0,92 ↓32%	8,45±1,4*** ↓44%	12,00±1,1 (1,73–14,48), 16,9%
Кортизол, нмоль/л (ЧВ %*)	550,4±28,6, ↑26%	538,6±30,2 ↓29%	368,2±26,8*** ↓30%	552,4±32,6 (140–600) 15,4%

Примечания: ↑ — значение показателя повышается; ↓ — значение показателя понижается. АКТГ — аденокортикотропный гормон; * — различие значений гормонов у лиц контрольной группы и при ВБ 2-й стадии достоверно при $p=0,001$.

Notes: ↑ — increased value; ↓ — decreased value. АКТГ* — adrenocorticotropin. The probability of differences is significant at $p=0,001$.

Таблица 3

Диагностическая чувствительность гормонов гипофизарно-надпочечниковой системы у рабочих горнодобывающей промышленности и машиностроения при вибрационной патологии, %

Diagnostic sensitivity of pituitary-adrenal hormones in workers engaged into mining industry and machinery construction, having vibration disease, %

Показатель	Признак воздействия вибрации, %	ВБ 1-й и ВБ 1–2-й стадии, %	ВБ 2-й стадии, %
АКТГ	↑11,1	↓15,1	↓27,1
Кортизол	↑10,6	↓13,6	↓14,6

(ХЭ) даже у больных выраженной стадией ВБ не выходят за пределы референтных значений.

Для креатина в моче и pO_2 установлена высокая корреляционная зависимость между тяжестью заболевания и частотой встречаемости пациентов с измененными уровнями тестов ($r=0,78$ и $-0,89$ соответственно), что свидетельствует о сильной связи этих БМ с патогенезом заболевания.

Сравнение диагностических характеристик БМ позволяет выбрать наиболее информативные тесты для раннего выявления негативного воздействия вредных производственных факторов на организм рабочих. Из приведенных данных видно, что наиболее информативными являются определение концентрации креатина в моче и pO_2 , использование которых позволяет выявить как доклинические изменения в организме рабочего с высокой степенью достоверности, так и процессы, происходящие в организме при заболевании ВБ.

Однако приведенный выше способ оценки диагностической информативности БМ может быть использован не всегда. В ряде случаев средние значения БМ не выходят за границы референтных уровней, однако достоверно отличаются от контрольной группы. Можно ли считать изменения лабораторных показателей патологическим, если они находятся в пределах физиологической нормы? Очевидно, что положительно ответить невозможно. Лишь расчет процента обследованных лиц, у которых уровень теста выходит за границы референтных значений, позволяет однозначно установить, что у определенной доли рабочих или больных имеются патологические изменения. (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что средние значения уровней АКТГ и кортизола не выходят за границы физиологической нормы как при признаках воздействия вибрации, так и при заболевании ВБ, однако при ВБ–2 достоверно отличаются от контроля. Интерпретировать такие данные можно лишь как тенденцию к изменению гормонального статуса в пределах физиологической нор-

мы. В таком случае более объективной является оценка частоты встречаемости пациентов, у которых этот показатель выходит за пределы физиологической нормы. Частота встречаемости рабочих с признаками ВБ, у которых уровни гормонов выходят за пределы нормы, составляет 26–28%, следовательно, у четверти стажированных рабочих отмечается активация гипофизарно-надпочечниковой системы. При вибрационной патологии стадия активации переходит в стадию угнетения у 30–44% больных ВБ.

Из табл. 2 также следует, что у 15–17% лиц контрольной группы уровни гормонов выходят за границы физиологической нормы. Следовательно, изменение уровней гормонов у больных может быть обусловлено не только воздействием вибрации, но и вызвано другими причинами. При применении в таких случаях формулы (1) может быть допущена существенная ошибка. Поэтому, если частота встречаемости лиц контрольной группы, у которых уровень изучаемого теста выходит за границы референтных значений, превышает 5%, при расчете Дч целесообразно использовать формулу, в которой исключается изменение уровня БМ за счет посторонних факторов:

$$\text{Дч} = (\text{Qp}/\text{Zp} - \text{Qk}/\text{Zk})100, \quad (2)$$

где Qp — число обследуемых рабочих в группе, у которых уровни тестов выходят за границы нормы (референтных значений); Qk — число лиц в контрольной группе, у которых, значения тестов выходят за границы нормы (референтных значений); Zp — суммарное число лиц в группе обследуемых рабочих; Zk — суммарное число лиц в контрольной группе.

В табл. 3 приведены значения Дч АКТГ и кортизола в сыворотке крови больных ВБ и рабочих с признаками воздействия вибрации, при расчете которых исключено влияние посторонних факторов. При сравнении данных, приведенных в табл. 2 и 3 видно, что значения Дч, полученные по ф-лам 1 и 2, существенно различаются.

Например, при признаках воздействия вибрации частота встречаемости рабочих, у которых изменен уровень АКТГ, рассчитанная без учета влияния посторонних причин, составляет 28%, а если исключено влияние посторонних факторов, то в результате воздействия вибрации уровень АКТГ изменяется всего у 11,1% рабочих в доклинической стадии.

При этом ошибка при расчете Дч может достигать 50% и более. Использование формулы (2) позволяет исключить ошибку при расчете Дч биомаркера, обусловленную посторонними причинами, и выявить частоту изменений от воздействия вредных производственных факторов.

Заключение. Разработаны методические подходы к оценке диагностических характеристик лабораторных биомаркеров в профпатологии. Предложена формула расчета диагностической чувствительности. Показано, что если средние значения тестов находятся в пределах референтных уровней (физиологической нормы), то для получения объективной информации о диагностической значимости БМ не необходим расчет частоты встречаемости (доли) рабочих, у которых уровень его выходит за границы нормы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития медицинской науки. Распоряжение правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г., №2580.
2. Измеров Н.Ф. Глобальный план действия по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг.: пути и перспективы реализации. *Мед. труда и пром. ecol.* 2008; 6: 2–8.
3. Резолюция XII Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье» и V Всероссийского съезда врачей профпатологов. Москва. 27–30 ноября. 2013 г. *Мед. труда и пром. ecol.* 2014; 1: 5–8.
4. Bossuit P.M.M. Validity Definisanie Performansie Klini ke validnosti Biomarkera. *Journal of Medical Biochemistry.* 2011; 30: 193–200.
5. De Bord D.G., Burgoon L., Edwards S.W. Systems Biology and Biomarkers of Early Effects for Occupational Exposure Limit Setting. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene.* 2015; 12: 41–54.
6. Altman D.G., Bland G.M., Statistics Notes: Diagnostic Tests 1: Sensitivity and Specifcicity. *BMG.* 1994: 308; 1552–1553.
7. Altman D.G., Bland G.M., Statistics Notes: Diagnostic Tests 2: Predictive values. *BMG.* 1994: 309; 102–103.
8. Меньшиков В.В. Предлагаемые рекомендации. Стратегия совершенствования рационального применения лабораторных тестов. *Клин. лаб. диагностика.* 1996; 5: 49–52.
9. Клиническая лабораторная диагностика профессиональных заболеваний. Кирьяков В.А., Павловская Н.А., Антошина Л.И. и др. Москва-Ярославль: Канцлер; 2013.
10. Павловская Н.А. Методические подходы к выбору информативных лабораторных биомаркеров и их комплексов для раннего выявления действия вредных факторов на человека и диагностики профзаболеваний. *Клин. лаб. диагностика.* 2011; 4: 22–5.
11. Меньшиков В.В. Клиническая безопасность пациента и достоверность лабораторной информации. *Клин. лаб. диагностика.* 2013; 6: 29–36.
12. Антошина Л.И., Павловская Н.А., Яцына И.В. Информативные лабораторные биомаркеры при воздействии вибрации на организм. *Клин. лаб. диагностика.* 2015; 1: 19–22.
13. Лапко И.В. Состояние нейрогуморальной регуляции при вибрационной патологии. *Здравоохранение Российской Федерации.* 2013; 5: 41–3.

REFERENCES

1. Strategy of development of medical science. The government of the Russian Federation from December 28. 2012; №2580.
2. Izmerov N.F. The global plan of action for the protection of workers ' health for 2008–2017 gg: paths and prospects of realization. *Med. truda i prom. ecol.* 2008; 6: 2–8 (in Russian).
3. Resolution XII Russian Congress "Occupation and health" and the all-Russian Congress of Doctor of Occupational Medicine. Moscow. 27–30 November. 2013. *Med. truda i prom. ecol.* 2014; 1: 5–8 (in Russian).
4. Bossuit P.M.M. Validity Definisanie Performansie Klini ke validnosti Biomarkera. *Journal of Medical Biochemistry.* 2011; 30: 193–200.
5. De Bord D.G., Burgoon L., Edwards S.W. Systems Biology and Biomarkers of Early Effects for Occupational Exposure Limit Setting. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene.* 2015; 12: 41–54.
6. Altman D.G., Bland G.M., Statistics Notes: Diagnostic Tests 1: Sensitivity and Specificity. *BMG.* 1994: 308; 1552–1553.
7. Altman D.G., Bland G.M., Statistics Notes: Diagnostic Tests 2: Predictive values. *DMG.* 1994: 309; 102–103.
8. Men'shikov V.V. The Proposed guidelines. A strategy to improve the rational use of laboratory tests. *Klin. lab. diagnostika.* 1996; 5: 49–52 (in Russian).
9. Clinical laboratory diagnostics of occupational diseases. Kir'jakov V.A., Pavlovskaya N.A. Antoshina L.I. etc. Moscow-Yaroslavl. the Chancellor; 2013 (in Russian).
10. Pavlovskaya N. Methodological approaches to selection of informative laboratory biomarkers and their complexes for early detection of the action of harmful factors on the person and the diagnosis of occupational diseases. *Klin. lab. diagnostika.* 2011; 4: 22–5 (in Russian).
11. Men'shikov V.V. The Clinical patient safety and the reliability of laboratory information. *Klin. lab. diagnostika.* 2013. 6: 29–36 (in Russian).
12. Antoshina L.I., Pavlovskaya N.A. Jacyna I.V. Informative laboratory biomarkers in the effect of vibration on the human body. *Klin. lab. diagnostika.* 2015; 1: 19–22. (in Russian).
13. Lapko I.V. The Condition of neurohumoral regulation in vibration pathology. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii.* 2013; 5: 41–3 (in Russian).

Дата поступления 16.04.2018

Дата принятия к печати 28.05.2018

Дата публикации 18.01.2019

ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

УДК 616-073.75:616.24

Дружинин В.Н.¹, Артемова Л.В.¹, Тройняков С.Н.², Тухтаев У.Т.²**ВОЗМОЖНОСТИ РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДЕНСИТОМЕТРИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ГИПЕРЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПНЕВМОНИТА**¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Россия, 105275;²ГБУ «Инфекционная клиническая больница №2 Департамента здравоохранения», 8-я ул. Соколиной горы, 15, Москва, Россия, 105275

Представлены результаты определения плотности легочной паренхимы в рамках лучевого диагностического паттерна «Матовое стекло» у пациентов с наличием изменений, характерных для профессионального гиперчувствительного пневмонита (ПГП; 60 человек) и интерстициальной пневмонии (65 человек группы сравнения) относительно группы контроля (70 человек) с использованием модифицированной методики рентгеновской компьютерной томографии высокого разрешения. Использование количественных характеристик в виде нативного показателя (единицы HU), градиента плотности (IDG) с учетом степени однородности оцениваемой зоны интереса по величине SD позволило значительно объективизировать направленность изменений в мониторинге диагностики изучаемой легочной патологии.

Ключевые слова: компьютерная томография высокого разрешения; гиперчувствительный пневмонит; интерстициальная пневмония; паттерн «матовое стекло»

Для цитирования: Дружинин В.Н., Артемова Л.В., Тройняков С.Н., Тухтаев У.Т. Возможности рентгеновской компьютерной денситометрии в диагностике профессионального гиперчувствительного пневмонита. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 55–59. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-55-59>

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, Lyudmila V. Artemova¹, Sergey N. Troinyakov², Ulugbek T. Tukhtaev²**POSSIBILITIES OF X-RAY COMPUTER DENSITOMETRY IN DIAGNOSIS OF OCCUPATIONAL HYPERSENSITIVITY PNEUMONITIS**¹Izmerov Scientific Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275;²Infectious Clinical Hospital №2 of the Department of Health, 15, 8th str. Sokolinoy Gory, Moscow, Russia, 105275

The article presents results of assessing lung parenchyma density within X-ray diagnostic pattern “Opal glass” in patients with changes characteristic for occupational hypersensitivity pneumonitis (60 patients) and interstitial pneumonia (65 patients of reference group) vs. reference group (70 individuals), by modified method of X-ray computer tomography of high resolution. Quantitative characteristics as native parameter (HU units), density gradient (IDG), with consideration of homogeneity degree of the evaluated zone by SD value enabled considerable objectification of the changes direction in diagnostic monitoring of the studied lung disorders.

Key words: computer tomography of high resolution; hypersensitivity pneumonitis; interstitial pneumonia; “opal glass” pattern

For citation: Druzhinin V.N., Artemova L.V., Troinyakov S.N., Tukhtaev U.T. Possibilities of X-ray computer densitometry in diagnosis of occupational hypersensitivity pneumonitis. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 1: 55–59. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-55-59>

For correspondence: Valentin N. Druzhinin, Leading Researcher of the Department of X-ray Studies and Tomography of Izmerov Scientific Research Institute of Occupational Health, Dr. Med. Sci. E-mail: druzhinin@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Введение. Профессиональный гиперчувствительный пневмонит (ПГП) развивается в ответ на персистирующее ингаляционное воздействие промышленных аэрозолей с сенсибилизирующими свойствами и характеризуется иммунным и/или гранулематозным воспалением паренхимальных альвеолярных и интерстициальных структур легких с исходом в пневмофиброз. В настоящее время постулируется существенное ухудшение промышленной экологической обста-

новки, а производственная среда характеризуется комбинированным воздействием факторов сенсибилизирующего, раздражающего и фиброгенного воздействия на дыхательную систему работающих. Контингент лиц, подвергающихся воздействию химических производственных факторов, способных вызвать ПГП, в частности от аэрозоля неорганической природы в пределах близких или незначительно превышающих ПДК, достаточно широк и включает, например,

работников машиностроительной промышленности, черной и цветной металлургии (металлообработка, сварочные работы, литейное производство), производства стройматериалов, горнорудной промышленности и др. [1–4]. Среди этиологических факторов возникновения и развития ПГП большое значение придается группе промышленных металлов-сенситизаторов (хром, никель, кобальт, марганец, платина и др.) и редкоземельных металлов (бериллий, вольфрам, ванадий, молибден, медь и др.).

Диагностика ПГП базируется на взаимосвязи, времени возникновения общих и респираторных клинических симптомов с экспозицией профессиональных каузалных сенситизаторов и/или ирритантов, результатах лучевой диагностики, иммунологического и аллергологического тестирования, морфологических исследований БАЛ, бронхолегочных биоптатов и др.

«Золотым стандартом» лучевой диагностики изменений органов грудной клетки (легких) при подозрении на ПГП в настоящее время является рентгеновская компьютерная томография высокого разрешения (РКТВР), позволяющая точно воспроизвести детали изображений с широким признаками морфологической перестройки легочной ткани [5–7].

Своевременная адекватная диагностика и эффективное лечение интерстициальных заболеваний легких, к которым относится ПГП, ИП, ИЛФ и др. продолжают сегодня оставаться одной из важнейших проблем здравоохранения, поскольку они наносят значительный экономический ущерб, связанный с временной и стойкой утратой трудоспособности активной части населения планеты. В связи с этим поиски методов и методических подходов, улучшающих лучевую диагностику указанного заболевания, продолжают оставаться актуальными.

Анализ данных РКТВР предполагает выделение основных рентгеноморфологических признаков в различной сочетаемости и степени выраженности, характерных для ПГП и интерстициальной пневмонии (ИП), включающих в себя следующие диагностические паттерны: ретикулярный, линейный, кистозный, «матовое стекло» («МС»), альвеолярная консолидация [8–11].

Дифференциация от заболеваний со сходной рентгеноморфологической картиной (ИП, идиопатический легочный фиброз (ИЛФ/ИФА), саркоидоз, системная склеродермия и др.) [5,12,13], базируется на акцентуации ведущих рентгенологических симптомов, степени их выраженности и особенностях локализации выявленных на РКТВР изменений.

Так, у пациентов с диагнозом ПГП возможны характерные паттерны: ретикулярные изменения, «матовое стекло» (нередко в сочетании с так называемыми «воздушными ловушками»), кистозный («сотовое легкое»), консолидация, однако преобладают изменения по типу «МС» с преимущественной локализацией в средних и нижних отделах легких. Наоборот, при наличии подобных симптомов у пациентов с диагнозом ИЛФ преобладают ретикулярные изменения по типу «сотовое легкое» субплеврально в заднебазальных отделах [4,7,10,14,15].

При наличии ИП на томограммах в порядке частоты выявляемости расположение рентгенодиагностических паттернов выглядит следующим образом:

1. «МС», 2. Ретикулярные изменения, 3. «Сотовое легкое», 4. Консолидация. Заключение о наличии вышеописанных изменений строится, в основном, на визуальной оценке особенностей рентгеноморфологической картины. Прецизионная оценка плотности легочных структур осуществляется в основном для описания динамики онкопроцесса и в случаях необходимости для характеристики выраженности

эмфиземы по градиенту плотности в инспираторную и экспираторную фазы дыхательной экскурсии, как это очевидно из отдельных публикаций [6,7,13].

РКТВР можно использовать для объективизации регионарного и диффузного изменения плотности легочной паренхимы при различных заболеваниях, а также для оценки динамики паттернов консолидации и «МС». Однако методические аспекты особенностей ее применения для целей диагностики еще недостаточно разработаны.

Данные исследования были связаны с изучением возможности прецизионной оценки динамики плотности легочных структур при наличии изменений в рамках лучевого паттерна «МС», который встречался наиболее часто у пациентов с диагнозами ПГП, ИП, ИЛФ, являясь своеобразным индикатором положительной или отрицательной направленности морфологических изменений и, следовательно, эффективности лечебных мероприятий. Данный паттерн, как известно, является неспецифическим признаком заболеваний легких, отражающий различные патологические изменения на уровне альвеол, степень выраженности которых может указывать на прогресс или регресс воспалительной активности, а также может манифестировать застойные явления в микроциркуляторном русле.

Указанный признак визуально весьма схож с изменениями, характерными для инфильтрации и фиброза, может быть очаговым, диффузным, смешанным, однако в отличие от последних при истинном «матовом стекле» на фоне характерного снижения пневматизации легочной ткани в виде «молочной пелены» всегда отчетливо прослеживаются бронховаскулярные структуры. В связи с этим фактом все похожие изменения целесообразнее обозначать паттерном «псевдоматовое стекло», что позволяет более корректно оценить особенности патоморфологии изучаемого легочного процесса.

Цель исследования — оптимизация рентгенодиагностики ПГП на основе компьютерной томографической количественной динамической оценки плотности патологической перестройки легочных структур.

Материалы и методы. Работа выполнена на основе анализа результатов комплексного клинического обследования 60 больных с достоверным диагнозом профессионального гиперчувствительного пневмонита (ПГП), 65 больных (группа сравнения) внебольничной, среднетяжелого течения ИП с синдромом приобретенного иммунодефицита (СПИД) и 70 лиц контрольной группы (без наличия легочной патологии на момент обследования и в анамнезе), сопоставимых по возрасту и преморбидному фону. Исходная КТВР выполнялась всем обследуемым, а также пациентам с ПГП и ИП после завершения фазы лечения и спустя 6 месяцев, с оценкой рентгеноморфологической картины в режимах легочного, мягкотканного и костного «окон». Исследование органов грудной клетки выполнялось на высоте вдоха с помощью компьютерных томографов: «HI Spread CT/e Dual» фирмы GE Medical Systems на базе отделения рентгенологических исследований и томографии клиники ФГБНУ «НИИ МТ» и Aquilon 64 Toshiba на базе рентгенодиагностического отделения ГБУЗ «Инфекционная клиническая больница №2» г. Москвы при соблюдении следующих технических условий: напряжение рентгеновской трубки 120 кВ; экспозиция 100–101 мАс; толщина среза 1,0 мм; инкремент 5,0 мм. В отдельных случаях при наличии дыхательной недостаточности и одышки у пациентов применялось кластерное сканирование.

Для дифференциации зон физиологической гиповентиляции от патологических уплотнений с целью снижения эффекта гравитации кортикальных задненижних отделов

легких, исследования выполнялись в положении пациента на животе. Визуализация, обработка, анализ медицинских изображений и сопоставления результатов в динамике исследований осуществлялись с использованием программ «ЛИНС Махаон рабочая станция врача» и рабочей станции VITREA versia 6/3/2184/212. Для измерения оптических плотностей легочной паренхимы в единицах Хаунсвилда (HU) использовался инструмент ROI (зона интереса), позволяющий определять искомую величину на площадях различной размерности: 1 мм², 20 мм², ≥30 мм². Измерения выполнялись на сканах переднего, среднего и заднего секторов в прикорневых, срединных и латеральных (плащевых) отделах. При оценке среднего значения плотностей особое внимание придавалось величине стандартного отклонения (SD), косвенно характеризующего степень однородности или неоднородности оцениваемой структуры. Анализировались результаты определения нативного показателя (HU) и градиента плотности (Image density gradient — IDG) легочной паренхимы в зонах «МС» на трех последовательных аксиальных срезах в процессе динамического наблюдения за эффективностью терапии заболеваний.

Результаты и обсуждение. В легких изучаемой когорты пациентов паттерн «МС», как правило, сопровождался выявлением и других признаков интерстициального легочного процесса (главным образом линейные и ретикулярные изменения).

В настоящее время постулируется положение о том, что компьютерно-томографическая плотность легочной паренхимы (КТПАП), состоящей из легочного интерстиция, сосудов и бронхов представляется неоднородной и у здоровых людей находится в пределах — 700 HU — 900 HU. Передне-задний IDG колеблется от 50 HU до 100 HU, а апикально-базальный IDG достигает 40–120 HU. Градиенты плотности значительно изменяются при многих патологических процессах в легких.

Детальный анализ результатов определения КТПАП, полученных с использованием вышеописанного методического подхода, у лиц группы контроля (табл. 1), клинически свободных от какой-либо легочной патологии, показал различие степени выраженности IDG в зависимости от размеров оцениваемой структуры и топографии зоны интереса. Так, секторальный IDG медиального (прикорневого) отдела возрас-

тает по мере увеличения площади оценки от 6 ед. (S=1,0 мм²) до 39 ед. (S=20,0 мм²) и до 145 ед. (S≥30, 0 мм²). Тенденция к увеличению секторальных IDG компьютерных сканов по мере увеличения площади исследования в зонах интереса имела место и для остальных отделов легочной паренхимы: в срединном отделе — от 16 ед. (S=1,0 мм²), до 34 ед. (S=20,0 мм²) и до 54 ед. (S≥30,0 мм²), в латеральном (плащевом) отделе — от 17 ед. (S=1,0 мм²), до 20 ед. (S=20,0 мм²) и до 61 ед. (S≥30,0 мм²).

При расчете показателя плотности легочной паренхимы у пациентов с наличием паттерна «МС» возникла необходимость учета наличия естественного IDG у лиц контрольной группы, зависящего от топографических и размерных характеристик. Лучевой паттерн «МС» (повышенная плотность на РКТВР), отображающий ткань легкого с сохраненной гемодинамикой, в аспекте клинического составляющего в диагностике различной легочной патологии и, в частности интерстициальных изменений сегодня занимает лидирующую позицию даже на описательном уровне, поскольку указывает на выраженность очаговых, диффузных или смешанных по распространенности воспалительных процессов в легочной паренхиме (патологическая реакция транссудативной, экссудативной или другой природы, ведущая к снижению воздушности альвеол, их частичным спадением, утолщением стенок и нередко с наличием реакции интерстиция).

Без использования количественной оценки плотности легочной ткани истинного феномена «МС» (рентгенологического синонима альвеолита и относительного предиктора воспалительного процесса), а следовательно, его курабельности, нелегко отличить от так называемого «псевдоматового стекла», обусловленного например, внутридольковым фиброзом, для которого по материалам наших исследований оказалось характерным не только наличие относительно высоких показателей плотности оцениваемых структур легочной паренхимы (HU), но и их значительная гетерогенность (SD).

Относительно значительная гетерогенность плотностных характеристик по статистическому показателю SD также оказалась характерной при условии присутствия так называемого «гравитационного эффекта». Несмотря на то, что плотности по типу «МС» встречаются при очень многих заболеваниях легких и не являются специфическими, в кон-

Таблица 1

Фокальная и региональная оптическая плотность легочной паренхимы у лиц контрольной группы в сканах различных секторов и отделов

Focal and regional optic density of lung parenchyma in reference group individuals, on scans of various sectors and parts

Сектор легочного скана	Площадь оценки: S1, S2, S3*	Оптическая плотность легочной паренхимы различных отделов легких (в ед. HU**)		
		Медиальный (прикорневой)	Срединный	Латеральный (плащевой)
Передний	S1	883,8±5,6	908,0±7,0	872,0±7,3
	S2	899,0±8,2	902,0±9,9	868,0±9,2
	S3	872,0±17,7	882,3±19,9	894,2±18,2
Средний	S1	88,3±2,64	872,0±9,9	889,0±9,2
	S2	925,4±8,0	888,3±11,7	885,2±7,9
	S3	876,4±24,8	896,4±17,4	834,1±26,5
Задний	S1	889,3±6,4	902,4±21,3	876,5±12,0
	S2	886,7±20,0	878,0±28,3	878,2±17,2
	S3	731,4±134,5	875,0±84,0	833,1±25,3

Примечания: * — площади легочной паренхимы: S1, S2, S3 размерами 1 мм², 20 мм², ≥30 мм² соответственно. ** — в контрольную группу не вошли лица с наличием значительной гетерогенности структуры легочной паренхимы.

Notes: * — lung parenchyma squares: S1, S2, S3 dimensions of 1 мм², 20 мм², ≥ 30 мм² respectively. ** — reference group did not include individuals with significant heterogeneity of lung parenchyma structure.

Таблица 2

Динамика оптической плотности легочной структуры в зонах интереса у пациентов при наличии изменений по типу «матовое стекло» с фокальной и диффузной распространенностью

Dynamics of optic density of lung structure in the interested zones in patients having changes of «opal glass» type with focal and diffuse extent

Фамилия, возраст, диагноз, сектор	Площадь оценки: S1, S2, S3 *	Оптическая плотность (HU) и градиенты плотности (IDG) легочной паренхимы					
		До лечения		В конце лечения		Через 6 месяцев	
		HU	IDG	HU	IDG	HU	IDG
К-ов, 46 лет, ПГП. Передний	S1	796,7±7,5	85	854,6±10,4	26	875,9±23,4	5
	S2	743,4±17,8	146	833,9±28,5	55	873,8±37,3	15
	S3	707,5±45,5	158	848,7±61,2	17	863,3±71,3	26
С-ов, 48 лет, ПГП. Средний	S1	637,8±4,9	213	705,6±9,2	145	840,8±30,4	11
	S2	664,2±19,8	199	724,5±22,5	109	819,2±29,0	15
	S3	690,8±24,2	144	720,7±30,4	114	828,1±32,4	7
М-ин, 53 года, ПГП. Задний	S1	740,0±10,3	147	849,8±18,11	31	880,5±20,4	7
	S2	750,2±14,5	135	810,9±31,3	74	871,7±40,3	15
	S3	761,5±43,4	52	780,4±42,5	33	803,5±47,8	10
Г-ев, 50 лет, ОИП. Передний	S1	663,2±5,3	217	860,5±19,6	21	870,8±22,4	11
	S2	631,9±23,5	257	865,6±37,4	24	879,7±40,3	9
	S3	604,7±33,2	261	841,4±41,7	26	855,6±43,7	10
С-ов, 47 лет, ОИП. Средний	S1	713,4±8,5	138	814,3±5,32	37	834,4±9,1	17
	S2	706,8±10,3	127	821,5±14,2	34	830,6±20,9	14
	S3	759,1±32,6	76	825,4±33,6	20	870,0±36,9	15
М-ин, 52 года. ОИП. Задний	S1	706,6±9,7	173	815,5±10,6	65	876,6±14,7	4
	S2	724,8±25,4	164	849,5±28,0	40	880,7±31,8	9
	S3	716,9±22,7	149	816,3±32,0	49	875,4±30,9	6

Примечания: * — площади легочной паренхимы: S1, S2, S3 размерами 1 мм², 20 мм² (фокальные изменения), >30мм² (диффузные изменения) соответственно.

Notes: * — lung parenchyma squares: S1, S2, S3 dimensions of 1 mm², 20 mm² (focal changes) >30 mm² (diffuse changes) respectively.

кретных наблюдениях их цифровые характеристики могут быть использованы для верификации диагноза, служить объективным индикатором направленности патоморфологического процесса, а также для оценки адекватности терапевтических мероприятий.

Денсивности при РКТВР (паттерны «МС» фокальной и диффузной распространенности у больных с диагнозами ПГП, ИП, определенные в зонах интереса (как по нативным показателям, так и по градиентам, рассчитанным относительно величин у группы контроля), топографически привязанные к секторам сканов различных отделов легочной паренхимы и выполненные в динамике рентгенологических наблюдений на примере отдельных пациентов, представлены в таблице 2. Обращает на себя внимание наличие низких показателей нативной оптической плотности на старте лечения как у больных с ПГП, так и у больных с ИП, с выраженной тенденцией их повышения в конце фазы лечения и тем более спустя полугодовой срок от начала наблюдений. При этом динамика показателей IDG оказалась, естественно, обратной. Судя по величинам SD, точность измерений оказалась наиболее высокой на сканах всех секторов с площадью оценки паттерна «МС» в 1 мм² и наименее корректной — на площадях равных и превышающих 30 мм².

Среди обследованного контингента больных прецизионные показатели денсивности легочной паренхимы, диагностированные при использовании РКТВР в нашей модификации, довольно четко коррелировали с иммунологическими, биохимическими показателями иммунного легочного воспаления и клиническими данными, характеризующими общее состояние пациентов, в том числе в случаях неадекватной

и/или недостаточной терапии, что позволяло на различных этапах курации внести коррекцию в схемы диагностических, терапевтических и реабилитационных мероприятий.

Профессиональные гиперчувствительные пневмониты и инфекционные интерстициальные пневмонии любой этиологии являются, как известно, одной из распространенных причин развития фокального или диффузного, диффузно-мозаичного «МС» у иммунокомпетентных больных и наиболее часто среди пациентов с наличием иммунодефицита. У обследованных ВИЧ-инфицированных пациентов данный паттерн нередко являлся единственным рентгеноморфологическим признаком цитомегаловирусной пневмонии. Отсутствие визуально улавливаемой, но подтвержденной количественными показателями (HU и IDG) динамики паттерна «МС» у подобных пациентов диктовало необходимость индивидуального подхода при составлении схем лечения.

Выводы:

1. Диагностическая неспецифичность лучевого паттерна «МС» в мониторинге ПГП и ИП предполагает обязательный анализ данных анамнеза жизни и особенностей течения заболеваний, преморбидного фона, санитарно-гигиенических условий трудовой деятельности обследуемых индивидуумов.

2. Количественные характеристики плотности легочной паренхимы в режимах: HU, IDG, определенные на различных по толщине и площади срезах (сканах), выполненные с учетом различия нормативных показателей в зависимости от топографии зоны интереса, позволяют значительно повысить корректность оценки тяжести патологического процесса на различных этапах его мониторинга.

3. Разработанный алгоритм прецизионной оценки плотностных характеристик, вне зависимости от этиологии оцениваемых интерстициальных легочных процессов, позволят расширить арсенал объективной оценки состояния и динамики изучаемой патологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеев С.Н., Авдеева О.Е., Чучалин А.Г. Экзогенный аллергический альвеолит. *Рус. мед. журн.* 2007; 6: 20–32.
2. Косарев В.В. Бабанов С.А. Экзогенный аллергический альвеолит: проблемы диагностики. *Рус. мед. журн.* 2013; 4 (7): 388–93.
3. Хабусова Л.В. Клинико-иммунологические особенности патогенеза профессионального гиперчувствительного пневмонита. Автореф. Дисс. канд. мед. наук. Москва, 2006.
4. Silva I.S., Churg A., Muller NX. Hypersensitivity Pneumonitis: Spectrum of High-Resolution CT and Pathologic Findings. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188 (2); 334–44.
5. Тюрин И.Е. Компьютерная томография органов грудной полости. СПб: ЭЛБИ-СПБ; 2003.
6. Хорунжик С.А., Михайлов А.Н. Основы КТ-визуализации. Часть 1. Просмотр и количественная оценка изображений. *Радиология-практика.* 2011; 3: 62–75.
7. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография. М.: ООО «Медпрессинформ»; 2011.
8. Тюрин И.Е. Рентгенодиагностика внебольничных пневмоний. Поликлиника. 2013; 3(1): 7–11.
9. Тюрин И.Е. Рентгенодиагностика тяжелой пневмонии и гриппа. *Лучевая диагностика и терапия.* 2016; 1: 13–6.
10. Collins J. CT signs and patterns of lung disease. *Radiol. Clin. North. Am.* 2001; 39: 1115–35.
11. Georgiadou S.P., Sipsasn. v., Marom E.M. et al. The diagnostic value of halo and reversed halo signs for invasive mold infections in compromised hosts. *Clin. Infect. Dis.* 2011; 52 (9): 1144–55.
12. Карнаушкина М.А., Аверьянов А.В., Лесняк В.Н. Синдром «Матового стекла» при оценке КТ-изображений органов грудной клетки в практике клинициста: патогенез, значение, дифференциальный диагноз. *Архив внутренней медицины.* 2018; 8 (3): 165–75.
13. Ланге С, Уолш Д. Лучевая диагностика заболеваний органов грудной клетки. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2010.
14. James C. Reed. *Chest Radiology. Plain Film Patterns and Differential Diagnoses.* Mosby; 2010.
15. Verschakelen J.a., Wever W.De. Medical Radiology. *Computed Tomography of the Lung. a Pattern Approach Encyclopedia*

of Medical Radiology. Berlin: Springer Berlin Heidelberg New York; 2007.

REFERENCES

1. Avdeev S.N., Avdeeva O.E., Chuchalin A.G. Exogenic allergic alveolitis. *Rus. med. zhurn.* 2007; 6: 20–32 (in Russian).
2. Kosarev V.V. Babanov S.A. Exogenic allergic alveolitis: diagnostic problems. *Rus. med. zhurn.* 2013; 4 (7): 388–93 (in Russian).
3. Khabusova L.V. Clinical and immunologic features of occupational hypersensitivity pneumonitis pathogenesis. Diss. Moscow, 2006 (in Russian).
4. Silva I.S., Churg A., Muller NX. Hypersensitivity Pneumonitis: Spectrum of High-Resolution CT and Pathologic Findings. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188 (2); 334–44.
5. Tiurin I.E. Computer tomography of chest organs. St-Petersburg: ELBI-SPB; 2003 (in Russian).
6. Khorunzhik S.A., Mikhailov A.N. Basics of CT-visualization. Part 1. Preview and quantitative evaluation of images. *Radiologiya-praktika.* 2011; 3: 62–75 (in Russian).
7. Prokop M., Galanski M. Spiral and multi-layer computer tomography. Moscow: ООО «Medpressinform»; 2011 (in Russian).
8. Tiurin I.E. X-ray diagnosis of community-acquired pneumonia. *Poliklinika.* 2013; 3(1): 7–11 (in Russian).
9. Tiurin I.E. X-ray diagnosis of severe pneumonia and gripe. *Luchevaia diagnostika i terapiia.* 2016; 1: 13–6 (in Russian).
10. Collins J. CT signs and patterns of lung disease. *Radiol. Clin. North. Am.* 2001; 39: 1115–35.
11. Georgiadou S.P., Sipsasn. v., Marom E.M. et al. The diagnostic value of halo and reversed halo signs for invasive mold infections in compromised hosts. *Clin. Infect. Dis.* 2011; 52 (9): 1144–55.
12. Karnaushkina M.A., Averianov A.B., Lesniak B.H. Syndrome “Opal glass” in evaluation of CT-images of chest organs in clinical practice: pathogenesis, value, differential diagnosis. *Arkhiv vnutrennei meditsiny.* 2018; 8 (3): 165–75 (in Russian).
13. Lange S, Uolsh D. Radiologic diagnosis of chest organs diseases. Moscow: GEOTAR-Media; 2010 (in Russian).
14. James C. Reed. *Chest Radiology. Plain Film Patterns and Differential Diagnoses.* Mosby; 2010.
15. Verschakelen J.a., Wever W.De. Medical Radiology. *Computed Tomography of the Lung. a Pattern Approach Encyclopedia*

Дата поступления 26.09.2018

Дата принятия к печати 12.11.2018

Дата публикации 18.01.2019

УДК 61:796/79

Разинкин С.М.¹, Дворников М.В.², Артамонова И.А.³, Петрова В.В.¹, Киш А.А.¹, Зорин М.Ю.¹, Коновалов Д.П.⁴, Брагин М.А.¹

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

¹ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, ул. Маршала Новикова, 23, Москва, Россия, 123098;

²Научно-исследовательский испытательный центр авиационной, космической медицины и военной эргономики Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил Министерства обороны России, Петровско-Разумовская аллея, 12-а, Москва, Россия, 127083;

³ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», Сиреневый б-р, 4, Москва, Россия, 105122;

⁴ООО «МонтКлиник», ул. Трофимова, 24/1, Москва, Россия, 115432

Представлены результаты оценки эффективности влияния специальной охлаждающей жидкости на тепловое состояние спортсменов в условиях высоких температур.

В исследовании участвовало 7 спортсменов мужского пола циклических видов спорта, спортивный разряд не ниже 1-го взрослого, средний возраст $19,29 \pm 1,80$ года. Все спортсмены прошли двукратное обследование, включающее: сбор анамнеза, жалоб, осмотр врача, субъективную оценку теплоощущений, измерение веса, термометрию (тимпанальную, сублингвальную, ректальную и кожную (в пяти точках)), эргоспирометрическое нагрузочное тестирование. Изменение теплового состояния спортсменов оценивалось по динамике средневзвешенной температуры кожи и ректальной температуры. Кроме того, учитывалась субъективная оценка теплоощущений. Эффективность охлаждающей жидкости определялась по динамике времени выполнения нагрузки, максимального потребления кислорода и порогу анаэробного обмена.

Выявлена целесообразность использования охлаждающей жидкости в спортивных командах летних видов спорта при выполнении специфической нагрузки после проведения индивидуальных проб на предмет возникновения побочных аллергических реакций.

Ключевые слова: спортивная медицина; тепловое состояние; климатическая нагрузка; специальная охлаждающая жидкость; спорт высших достижений; высокие температуры; охлаждение

Для цитирования: Разинкин С.М., Дворников М.В., Артамонова И.А., Петрова В.В., Киш А.А., Зорин М.Ю., Коновалов Д.П., Брагин М.А. Эффективность специальной охлаждающей жидкости на тепловое состояние спортсменов в условиях высоких температур. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 60–63. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-60-63>

Для корреспонденции: Брагин Михаил Александрович, мл. науч. сотр. отдела экспериментальной спортивной медицины ФГБУ «ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна» ФМБА России. E-mail: mishaman90@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Sergey M. Rasinkin¹, Mikhail V. Dvornikov², Irina A. Artamonova³, Viktoriya V. Petrova¹, Anna A. Kish¹, Mikhail Y. Zorin¹, Dmitriy P. Kononov⁴, Mikhail A. Bragin¹

EFFICIENCY OF SPECIAL COOLING LIQUID ON THERMAL STATE OF ATHLETES AT HIGH TEMPERATURES

¹Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA, 23, Marshal Novikov str., Moscow, Russia, 123098

²Research Center for Aviation, Space Medicine and Military Ergonomics, Central Research Institute of the Air Force of the Ministry of Defense of Russia, 12-a, Petrovsko-Razumovskaya Alley, Moscow, Russia, 127083;

³Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism, 4, Sirenevyi Boulevard, Moscow, Russia, 105122

⁴LLC «MontKlinik», 24/1, Trofimova str., Moscow, Russia, 115432

The article presents results of evaluating efficiency of special cooling liquid influence on heat state of athletes at high temperatures.

The study covered 7 male athletes of cyclic sports, with sport rank at least 1 adult, average age 19.29 ± 1.80 years. All the athletes underwent double examination including: anamnesis and complaints records, doctor's examination, subjective evaluation of heat sensations, weight measurements, thermometry (tympanic, sublingual, rectal and skin (in 5 points)), ergospirometric stress testing.

Changes in the athletes' heat state were evaluated via dynamics of weighted average skin temperature and rectal temperature. Moreover, subjective evaluation of heat sensations was considered. Efficiency of the cooling liquid was assessed via dynamics of exercises performance time, maximal oxygen consumption and anaerobic metabolism threshold.

The cooling liquid use appeared to be expedient in sport teams of summer sports for specific exertion after individual tests for adverse allergic reactions.

Key words: sport medicine; heat state; climate load; special cooling liquid; high achievements sports; high temperatures; cooling

For citation: Rasinkin S.M., Dvornikov M.V., Artamonova I.A., Petrova V.V., Kish A.A., Zorin M.Y., Kononov D.P., Bragin M.A. Efficiency of special cooling liquid on thermal state of athletes at high temperatures. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 1: 60–63. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-60-63>

For correspondence: Mikhail A. Bragin, junior researcher of experimental sport medicine department of Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA. E-mail: mishaman90@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

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

Соревновательная деятельность в условиях жаркого и влажного климата сопряжена с изменением теплового состояния спортсменов, что приводит к снижению спортивных результатов [1,4,7]. Ввиду этого необходим комплексный и в то же время индивидуальный подход к подготовке спортсменов с учетом множества факторов [5,6,9]. Наиболее важным аспектом является индивидуальная оценка устойчивости спортсмена к условиям высоких температур [2,3,8]. Одним из актуальных вопросов адаптации спортсменов к условиям высоких температур является возможность использования индивидуальных средств коррекции их теплового состояния, к которым относится и специальная охлаждающая жидкость.

Согласно литературным данным, специальная охлаждающая жидкость снижает температуру кожи [12], позволяет лучше переносить условия жаркого и влажного климата [13]. Оценивалась эффективность предварительного охлаждения спортсменов, что позволяло рекомендовать использование специальной охлаждающей жидкости перед началом физической деятельности, а также во время разминки [10,11].

Цель исследования — определение эффективности применения специальной охлаждающей жидкости для повышения теплоустойчивости у спортсменов.

Материал и методы. В исследовании участвовало 7 спортсменов циклических видов спорта, спортивный возраст не ниже 1-го взрослого, мужского пола, средний возраст $19,29 \pm 1,80$ года. Все спортсмены были допущены по состоянию здоровья к занятиям спортом. На момент нача-

ла проведения исследования жалоб на состояние здоровья спортсмены не предъявляли, также отсутствовали травмы головы и позвоночника.

В ходе исследования использовалась специальная охлаждающая жидкость (ОЖ), в состав которой входит: вода, спирт денатурированный, ПЭГ-7, глицерил кокоат, ментол, камфора.

Все спортсмены проходили двукратное обследование, включающее в себя: сбор анамнеза, жалоб, осмотр врача, субъективную оценку теплоощущений, измерение влагопотерь, термометрию (тимпанальную, сублингвальную, ректальную и кожную (в пяти точках)), эргоспирометрическое нагрузочное тестирование. Термометрия выполнялась с помощью термодатчиков (термохронов) «Ibutton». Исследования проводились в климатической комнате (термокамере) с регулируемыми параметрами температуры и влажности (температура от -20 до 50 °C, влажность от 10 до 100%).

Спортсмены участвовали в двух сериях исследований, первая серия проходила при температуре 33°C и влажности 75% без использования ОЖ, вторая серия в таких же условиях с использованием ОЖ (перед входом в условия с высокой температурой окружающей среды замачивалась футболка спортсмена (100% хлопок) до полного пропитывания в ОЖ с водой в пропорции 1:5 (50 мл охлаждающей жидкости к 250 мл воды комнатной температуры), далее футболка отжималась вручную и надевалась спортсменом).

В каждой серии спортсмен проходил исследование согласно циклограмме, табл. 1.

Таблица 1

Общая часть циклограммы обследования на беговой дорожке для каждого этапа исследования
General part of cyclogram in treadmill test for every stage of the study

№ п/п	Процедура
1	Врачебный осмотр
2	Инструктаж
3	Взвешивание без одежды
4	Измерение артериального давления
5	Измерение тимпанальной и сублингвальной температуры
6	Постановка ректального датчика
7	Наложение накожных термодатчиков в пяти точках
8	Фиксирование пояса Поляр
9	Надевание футболки
10	Взвешивание в одежде
11	Заход в термокамеру
12	Опрос о субъективной оценке теплоощущений
13	Фиксация прямого показателя ректальной температуры
14	10-минутное пассивное пребывание в термокамере
15	Фиксация прямого показателя ректальной температуры каждую минуту во время пребывания в термокамере
16	Опрос о субъективной оценке теплоощущений каждые 2 минуты во время нагрузки и в период восстановления до выхода из термокамеры
17	Выполнение бега «до отказа» по заданному протоколу со ступенчато-возрастающей нагрузкой
18	7-минутное восстановление после нагрузки на беговой дорожке, пребывание в термокамере после прекращения нагрузки
19	8-минутное пассивное пребывание в термокамере после схода с дорожки
20	Выход из термокамеры
21	Взвешивание в одежде
22	Измерение артериального давления
23	Измерение тимпанальной и сублингвальной температуры
24	Снятие пояса Поляр
25	Извлечение ректального термодатчика
26	Взвешивание без одежды

Эргоспирометрическое нагрузочное тестирование проводилось на беговой дорожке «до отказа» (табл. 2). Последовательность прохождения этапов у всех спортсменов была одинаковой, соблюдался режим труда — отдыха, а также хронометраж дня.

Таблица 2

Протокол нагрузочного тестирования на беговой дорожке

Protocol of stress test on treadmill

Степень	Скорость, км/ч	Угол, градусы	Продолжительность, мин.
Нагрузка	1	3,0	2
	2	4,5	2
	3	5,8	2
	4	6,9	2
	5	8,2	2
	6	9,6	2
	7	11,0	2
	8	11,5	до отказа
Восстановление	2,7	0	7
	0	0	8

Результаты исследования и их обсуждение. Ректальная температура перед стартом с использованием ОЖ была ниже на 0,3 °С, что объясняется снижением предстартового напряжения благодаря охлаждающему эффекту жидкости. На этапе физической нагрузки ректальная температура без ОЖ увеличивалась, в среднем, на 0,63 °С, с использованием ОЖ — на 0,51 °С. Во время восстановления без использования ОЖ увеличение продолжалось весь период еще на 0,41 °С, с жидкостью температура увеличивалась на 0,61 °С. В результате, в среднем, разница ректальных температур составляла 0,2–0,3 °С, прирост без жидкости — 1,15 °С, с жидкостью — 1,19 °С.

Установлено изменение средневзвешенной температуры кожи (СВТК). Перед нагрузкой, в климатической камере, без применения ОЖ СВТК была выше на 0,5 °С, в сравнении с жидкостью, разница увеличивалась в процессе нагрузки до 0,72 °С. В условиях ВТ без использования ОЖ прирост температуры во время нагрузки составлял 0,85 °С, и во время восстановления она увеличивалась еще на 1,2 °С. С применением ОЖ прирост составлял 0,94 °С и 1,37 °С соответственно. В среднем, в условиях высоких температур СВТК была выше на 0,6 °С, прирост без использования ОЖ составил 2,6 °С.

Для оценки субъективных теплоощущений спортсменам была предложена балльная шкала: где 0 баллов — «комфорт», 1 балл — «тепло», 2 балла — «жарко», 3 балла — «очень жарко», 4 балла — «непереносимо жарко».

Без использования ОЖ во время нагрузки показатель теплоощущений увеличивался с 0,7 до 3,3 балла и плавно снижался во время восстановления до 0,6 балла. С использованием ОЖ теплоощущения во время нагрузки увеличивались с 0 до 3 баллов и снижались во время восстановления до 0,6 балла. Теплоощущения были ниже при использовании жидкости на 0,48 балла во время выполнения исследования.

С использованием ОЖ при выполнении физической нагрузки ЧСС ниже в среднем на 7 уд/мин, на «отказе» на 3 уд/мин, во время восстановления на 3 уд/мин, чем без использования ОЖ.

Общие влагопотери с использованием ОЖ были выше 9,5% при том, что их эффективность снизилась на 14%.

В табл. 3 приведены данные изменения показателей нагрузочного тестирования без использования ОЖ (серия 1) и с использованием ОЖ (серия 2). Как видно из представленных данных, использование ОЖ привело к увеличению времени нагрузки, в среднем на 25 секунд, что сопровождалось незначительным изменением максимального потребления кислорода (МПК) и порога анаэробного обмена (ПАНО).

Следует отметить, что при использовании ОЖ спортсмены предъявляли следующие жалобы: 57% спортсменов отмечали чувство жжения и покалывания с покраснением кожных покровов в области наибольшего прилегания обработанной одежды; 14% спортсменов указали на «мешающий, резкий» запах жидкости, чувство «обжигания бронхов» и раздражающее действие паров жидкости на глаза.

Выводы:

1. Применение специальной охлаждающей жидкости позволяет повысить время переносимости аэробной нагрузки в условиях высоких температур в среднем на 2,5%. Увеличение времени переносимости аэробной нагрузки сопровождается снижением ректальной температуры (способствуя уменьшению предстартового напряжения) и средневзвешенной температуры кожи на всем протяжении нагрузочного тестирования. Оказывает положительное влияние на субъективный уровень теплоощущений как при выполнении нагрузки, так и в период восстановления, во время которого снижение теплоощущений происходит быстрее.

2. Специальная охлаждающая жидкость может оказывать раздражающее действие, что обусловливается индивидуальной непереносимостью компонентов состава охлаждающей жидкости. Поэтому использование охлаждающей жидкости в спортивных командах летних видов спорта возможно после проведения индивидуальных проб на предмет возникновения возможных побочных аллергических реакции. Решение о необходимости применения охлаждающей жидкости следует оставить за самим спортсменом и тренером.

Таблица 3

Сравнительная характеристика показателей нагрузочного тестирования на беговой дорожке в условиях термокамеры (M±m)

Comparative evaluation of stress test parameters on treadmill in thermal camera (M±m)

Климатические условия: температура 33 °С, влажность 75%		
Показатель	Серия 1 (n=7) (фоновое обследование)	Серия 2 (n=7) (с использованием жидкости)
Время нагрузки, с	975,86±30,39	1 001,14±32,46
Время ПАНО, с	820,57±17,20	732,43±27,12*
МПК, мл/мин/кг	58,70±0,72	57,44±1,01

Примечание: * — $p < 0,05$

Note: * — $p < 0,05$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аталиев Я.А., Овезгельдиева Г.О., Григорян А.Г., Кулиева А.М. Влияние высокой внешней температуры на физическую работоспособность спортсмена. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2009; 3:35–8.
2. Павлов А.С. О физиологической тяжести гипертермии различной этиологии для человека. *Физиология человека*. 2006; 4: 110–5.
3. Разинкин С.М., Котенко К.В., Петрова В.В., Фомкин П.А., Киш А.А., Нетребина А.П., Петрова М.С., Иванова И.И. Оценка адаптационных возможностей организма профессиональных спортсменов и лиц, активно занимающихся спортом, к экстремальным климатическим условиям с использованием различных методов. *Физиотерапевт*. 2013; 4: 28–39.
4. Петрова Т.В., Васин М.В., Разинкин С.М., Шаньгин О.Г. Влияние гипертермии на некоторые гормональные и иммунные показатели человека. *Физиология человека*. 1991; 3: 94.
5. Разинкин С.М., Берзин И.А., Петрова В.В., Самойлов А.С., Фомкин П.А. Физиолого-гигиеническое обоснование оптимизации процессов адаптации спортсменов к условиям Рио-де-Жанейро (обзор литературы). *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015; 4: 22–32.
6. Уйба В.В., Мирошникова Ю.В., Разинкин С.М., Самойлов А.С., Петрова В.В., Фомкин П.А., Богомолова М.М. Обоснование системы физиолого-гигиенического обеспечения адаптации спортсменов сборных команд России к условиям Рио-де-Жанейро. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015; 4: 8–21.
7. Дворников М.В., Разинкин С.М., Петрова В.В., Фомкин П.А., Нетребина А.П., Киш А.А. Методика индивидуальной оценки устойчивости спортсменов к максимальным физическим нагрузкам в условиях измененной гипоксической и гипотермической среды. *Мед. труда и пром. экол.* 2013; 9: 37–42.
8. Клинико-функциональная диагностика, профилактика и реабилитация профессионально обусловленных нарушений и субклинических форм заболеваний у летного состава: практическое руководство по авиационной клинической медицине. Ажаев А.Н., Афанасьев Р.В., Багаудинов К.Г., Батищева Г.В. и др. Под общ. ред. проф. Р.А. Вартбаронова. М.: Международная академия проблем человека в авиации и космонавтике; 2011.
9. Самойлов А.С., Разинкин С.М., Петрова В.В., Фомкин П.А., Выходец Е.Т. Методологические аспекты оценки эффективности технологий спортивной медицины. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015; 4: 45–55.
10. Voss W, Schlippe G. Dermatological report for a skin-cooling study, test for compatibility and efficacy. Dermatest (Medical Research Company); 2008.
11. Williams S. *Energizer research data confirms that evaporative cooling improves the hydration status and endurance*. University of Bath; 2012.
12. Susstrunk H. Physiological pathway of metabolism. Institute for Medical Research IMR 2013: 12.
13. Uckert S, Joch W. Effects of warm-up and precooling on endurance performance in the heat. *Br J Sports Med*. 2007; 41 (6): 380–4.

REFERENCES

1. Ataliev Ia.A., Ovezgeldieva G.O., Grigorian A.G., Kulieva A.M. Influence of high external temperature on athlete's physical capacity. *Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoi kultury i sporta*. 2009; 3:35–8 (in Russian).
2. Pavlov A.S. On physiologic severe effects in humans due to hyperthermia varying in etiology. *Fiziologiya cheloveka*. 2006; 4: 110–5 (in Russian).
3. Razinkin S.M., Kotenko K.V., Petrova V.V., Fomkin P.A., Kish A.A., Netrebina A.P., Petrova M.S., Ivanova I.I. Evaluation of various methods for adaptation resources of professional athletes and active sporty individuals to extreme climate conditions. *Fizioterapevt*. 2013; 4: 28–39 (in Russian).
4. Petrova T.V., Vasin M.V., Razinkin S.M., Shanguin O.G. Influence of hyperthermia on some hormonal and immune parameters of humans. *Fiziologiya cheloveka*. 1991; 3: 94 (in Russian).
5. Razinkin S.M., Berzin I.A., Petrova V.V., Samoilov A.S., Fomkin P.A. Physiologic hygienic basis of optimized adaptation of athletes to Rio de Janeiro conditions (review of literature). *Meditsina ekstremal'nykh situatsii*. 2015; 4: 22–32 (in Russian).
6. Uiba V.V., Miroshnikova Iu.V., Razinkin S.M., Samoilov A.S., Petrova V.V., Fomkin P.A., Bogomolova M.M. Basis for system of physiologic hygienic support for adaptation of Russian national team athletes to Rio de Janeiro conditions. *Meditsina ekstremal'nykh situatsii*. 2015; 4: 8–21 (in Russian).
7. Dvornikov M.V., Razinkin S.M., Petrova V.V., Fomkin P.A., Netrebina A.P., Kish A.A. Method of individual assessment of athletes' resistance to maximal physical load in changed hypoxic and hypothermic environment. *Med. truda i prom. ekol.* 2013; 9: 37–42 (in Russian).
8. R.A. Vartbaronov, ed., Azhaev A.N., Afanasev R.V., Bagaudinov K.G., Batishcheva G.V. et al. Clinical functional diagnosis, prevention and rehabilitation of occupationally related disorders and subclinical types of diseases in pilots: practical manual on aviation clinical medicine. Moscow: Mezhdunarodnaia akademiia problem cheloveka v aviatsii i kosmonavtike; 2011 (in Russian).
9. Samoilov A.S., Razinkin S.M., Petrova V.V., Fomkin P.A., Vykhodets E.T. Methodologic aspects of evaluating efficiency of sport medicine technologies. *Meditsina ekstremal'nykh situatsii*. 2015; 4: 45–55 (in Russian).
10. Voss W, Schlippe G. Dermatological report for a skin-cooling study, test for compatibility and efficacy. Dermatest (Medical Research Company); 2008.
11. Williams S. *Energizer research data confirms that evaporative cooling improves the hydration status and endurance*. University of Bath; 2012.
12. Susstrunk H. Physiological pathway of metabolism. Institute for Medical Research IMR 2013: 12.
13. Uckert S, Joch W. Effects of warm-up and precooling on endurance performance in the heat. *Br J Sports Med*. 2007; 41 (6): 380–4.

Дата поступления 10.05.2017

Дата принятия в печать 19.06.2017

Дата публикации 18.01.2019

ЮБИЛЕЙ

ИВАН МИХАЙЛОВИЧ ЧИЖ

(к 70-летию со дня рождения)

В январе 2019 года 70-летний юбилей отмечает заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, проректор по общественным связям и воспитательной работе ФГАОУ ВО «Первый Московский медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава здравоохранения РФ, заслуженный врач Российской Федерации, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии и премии Правительства Российской Федерации, генерал-полковник медицинской службы в отставке Иван Михайлович Чиж.

Военный деятель, организатор здравоохранения, И.М. Чиж последовательно прошел все этапы работы военного врача, начиная с должности старшего врача мотострелкового полка до начальника Главного военно-медицинского управления — начальника медицинской службы Вооруженных Сил РФ. Он внес значительный вклад в организацию медицинского обеспечения войск в условиях боевых действий в Афганистане и на территории Чеченской Республики.

По личной инициативе И.М. Чижа и под его кураторством был создан факультет военного обучения, в последующем преобразованный в Учебный военный центр Сеченовского университета. В настоящее время УВЦ готовит кадровых офицеров медицинской службы для Вооруженных Сил РФ.

Заведуя кафедрой безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, Иван Михайлович инициировал разработку концепции преподавания дисциплин «Безопасность жизнедеятельности» и «Медицина катастроф», которая стала обобщающей моделью подхода к преподаванию в целях подготовки выпускников медицинских вузов России к готовности работы в условиях чрезвычай-



ных ситуаций. Кроме того, при непосредственном его участии создан совместно с учебным военным центром межкафедральный центр отработки практических навыков, оснащенный современным симуляционным оборудованием.

Иван Михайлович Чиж является автором трех учебников по «Безопасности жизнедеятельности и медицине чрезвычайных ситуаций». Разработанные учебнометодические материалы по данной тематике являются основой для преподавания во всех высших образовательных медицинских учебных организациях Российской Федерации.

Талантливый педагог и ученый, организатор и руководитель, Иван Михайлович воспитал не одно поколение врачей, создал свою научную школу, является автором и соавтором более 200 научных трудов. Под его руководством защищено 17 кандидатских и 12 докторских диссертаций. Пользуется заслуженным уважением и авторитетом у сотрудников кафедры, которые отмечают его высокий профессионализм, трудолюбие, научную эрудицию.

Профессор И.М. Чиж встречает юбилей в расцвете творческих сил, с массой творческих планов и перспективных идей.

Коллектив кафедры безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф ФГАОУ ВО «Первый Московский медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России и редколлегия журнала «Медицина труда и промышленная экология» сердечно поздравляют Ивана Михайловича с юбилеем и желают ему благополучия, здоровья и дальнейших успехов в профессиональной деятельности!