Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях

№ 4 2022 г.

Научный рецензируемый журнал

Издается ежеквартально с 2007 г.

Учредитель
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России
Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia

Центр сотрудничает со Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ)

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-27744 от 30.03.2007 г.; ПИ № ФС77-83963 от 16.09.2022 г.

Индекс для подписки
в ООО «Урал-Пресс-Округ» **80641**

Рефераты статей представлены на сайтах Научной электронной библиотеки http://www.elibrary.ru и ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России http://www.nrcerm.ru, http://mchsros.elpub.ru/jour

Импакт-фактор (2022) 1,512

Компьютерная верстка С. И. Рожкова, В.И. Евдокимов. Корректор Л.Н. Агапова. Перевод О.В. Каменева

Отпечатано в РИЦ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 198107, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149.
Подписано в печать 16.12.2022 г.
Выпуск в свет 23.12.2022 г.
Формат 60x90 $^1/_8$. Усл. печ. л. 14,8.
Тираж 1000 экз.
Свободная цена

Адрес редакции:
194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2, лит. А, пом. 1, ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова, редакция журнала, тел.: (812) 702-63-47, факс: (812) 702-63-63, http://www.nrcerm.ru; mchsros.elpub.ru
e-mail: 9334616@mail.ru

ISSN 1995-4441 (print)
ISSN 2541-7487 (online)

СОДЕРЖАНИЕ

Решением ВАК Минобрнауки России с 01.02.2022 г. журнал включен в состав Перечня рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук по научным специальностям и соответствующим им отраслям науки: 3.2.6 «Безопасность деятельности человека» (медицинские науки), 3.1.8 «Травматология и ортопедия» (медицинские науки), 3.1.9 «Хирургия» (медицинские науки), 3.2.1 «Гигиена» (медицинские науки).

Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations

No 4
2022

Reviewed Research Journal

Quarterly published

Founder
The Federal State Budgetary Institute «The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine», The Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (NRCERM, EMERCOM of Russia)

World Health Organization Collaborating Center

Journal Registration
Russian Federal Surveillance Service for Compliance with the Law in Mass Communications and Cultural Heritage Protection. Registration certificate
ПИ № ФС77-27744 of 30.03.2007;
ПИ № ФС77-83963 of 16.09.2022.

Subscription index
in the "Ural-Press-Okrug" agency: **80641**

Abstracts of the articles are presented on the website of the Online Research Library: http://www.elibrary.ru, and the full-text electronic version of the journal – on the official website of the NRCERM, EMERCOM of Russia:
http://www.nrcerm.ru,
http://mchsros.elpub.ru/jour

Impact factor (2022) 1,512

Computer makeup S. I. Rozhkova, V.I. Evdokimov. Proofreading L.N. Agapova. Translation O.V. Kameneva

Printed in the St. Petersburg University State Fire-Fighting Service, EMERCOM of Russia.
Approved for press 16.12.2022.
Publication date: 23.12.2022.
Format 60x90 $^{1}/_{8}$.
Conventional sheets 14.8.
No. of printed copies 1000.

Address of the Editorial Office:
Academica Lebedeva Str., 4/2A, room 1, St.Petersburg, 194044. NRCERM. EMERCOM of Russia, Tel. (812) 541-85-65, fax (812) 541-88-05,
http://www.nrcerm.ru; mchsros.elpub.ru
e-mail: 9334616@mail.ru

ISSN 1995-4441 (print)
ISSN 2541-7487 (online)

CONTENTS

Medical Issues

Biological Issues

Social and Psychological Issues

УДК 614.842.83 : 614.2 (048) DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-05-30

С.С. Алексанин, В.И. Евдокимов, В.Ю. Рыбников

ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ ДЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЛИЧНОГО СОСТАВА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Актуальность. Профессия пожарных [личного состава Федеральной противопожарной службы (ФПС) Государственной противопожарной службы МЧС России] относится к 10 профессиям в мире, при которых имеется риск снижения функциональных резервов организма, возникновения профессионально ускоренных заболеваний, травм и даже гибели. По сложившейся традиции в публикациях по профессиональному здоровью пожарных ведущее место отводится болезням органов кровообращения.

Цель – на основе проведенных исследований оценить значимость показателей костно-мышечной системы и соединительной ткани для состояния здоровья личного состава ФПС МЧС России.

Методология. Проанализировали публикации, проиндексированные в Российской индексе научного цитирования, в основном за 10 лет, и исследования, проведенные во Всероссийском центре экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России и Всероссийском ордена «Знак Почета» научно-исследовательском институте противопожарной обороны МЧС России. Уровень заболеваемости рассчитали в промилле (‰), уровень производственного травматизма и первичной инвалидности – на 10 тыс. ($\times 10^4$), смертности (гибели) – на 100 тыс. ($\times 10^5$) человек. Развитие показателей оценивали при помощи динамических рядов, для чего применяли полиномиальный тренд 2-го порядка, согласованность изучаемых трендов провели с использованием коэффициента корреляции Пирсона.

Результаты и их анализ. Среднегодовой уровень случаев заболеваний с трудопотерями (по всем классам по МКБ-10) в 2003–2015 гг. у личного состава ФПС МЧС России был (407,0 ± 30,4)‰, он оказался статистически достоверно меньше, чем у военнослужащих Вооруженных сил России – (508,5 ± 35,6)‰ ($p < 0,05$), а дней трудопотерь больше – (5139 ± 402) и (4174 ± 123)‰ соответственно ($p < 0,05$). Согласованность динамики уровней случаев и дней трудопотерь и соотношения день/случай у пожарных и военнослужащих – низкая и отрицательная, что может указывать на развитие трудопотерь влияние разных факторов. Если макросоциальные факторы жизнедеятельности одинаковы, то можно полагать, что ведущий вклад в трудопотери оказывали организационные и/или профессиональные факторы. Ведущую роль в развитии заболеваемости пожарных имели показатели травм, отравлений и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (XIX класс по МКБ-10) и болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс). Уровень смертности сотрудников ФПС МЧС России по травмам XIX класса был в 8,5 раза меньше, чем у мужского населения России в трудоспособном возрасте, а их доля в структуре – в 2,5 раза больше. Уровень производственного травматизма – $(14,66 \pm 2,01) \cdot 10^{-4}$ травм/(пожарных • год) и гибели пожарных – $(8,53 \pm 0,83) \cdot 10^{-5}$ смертей/(пожарных • год) в 2006–2020 гг. был статистически достоверно меньше, чем у мужчин-работников по экономике России – $(22,73 \pm 2,8) \cdot 10^{-4}$ ($p < 0,01$) и $(13,23 \pm 1,12) \cdot 10^{-5}$ ($p < 0,05$) соответственно. При режиме работы пожарных годовой объем экстремальной деятельности у оперативного состава выполнялся за 6 мес, а высчитанный уровень производственного травматизма за 1 год по причине пожаротушения и ликвидации других чрезвычайных ситуаций следует увеличить, как минимум, в 2 раза. Уровень первичной инвалидности сотрудников ФПС МЧС России был $(15,98 \pm 0,99) \cdot 10^{-4}$ и оказался статистически достоверно меньше ($p < 0,001$), чем у трудоспособного населения России в возрасте 18–44 года – $(25,51 \pm 1,19) \cdot 10^{-4}$. С одной стороны, это указывает на эффективную организацию труда и ее охрану у сотрудников ФПС ГПС МЧС России, с другой – на высокий уровень инвалидности среди взрослого населения России.

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., чл.-кор. Рос. акад. наук, директор, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0001-6998-166, e-mail: medicine@nrcerm.ru;

✉ Евдокимов Владимир Иванович – д-р мед. наук проф., гл. науч. сотр., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0002-0771-2102, e-mail: 9334616@mail.ru;

Рыбников Виктор Юрьевич – д-р мед. наук, д-р психол. наук проф., зам. директора по науч., учеб. работе, медицине катастроф, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0001-5527-9342, e-mail: rvikirina@mail.ru

Заключение. Полностью исключить негативное влияние профессиональной деятельности (заболевания, травмы) на человека нельзя, но его можно минимизировать. Профилактика профессионально ускоренных болезней и особенно травм и болезней костно-мышечной системы будет способствовать сохранению здоровья и профессионального долголетия сотрудников ФПС МЧС России.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, пожар, пожарный, военнослужащие, состояние здоровья, костно-мышечная система, заболеваемость, трудопотери, травматизм, гибель, первичная инвалидность, Федеральная противопожарная служба.

Введение

Профессия пожарного относится к 10 профессиям в мире [42], при которых имеется высокий риск снижения функциональных резервов организма, возникновения профессионально ускоренных заболеваний, травм или даже гибели. Профессиональная деятельность сотрудников Федеральной противопожарной службы (ФПС) Государственной противопожарной службы МЧС России проходит при воздействии комплекса вредных и опасных факторов с использованием средств индивидуальной защиты, тяжелого снаряжения и технических средств тушения пожара, что соответствует вредным условиям труда (класс 3.3). При проведении экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций деятельность пожарных может относиться к опасным (экстремальным) условиям труда (класс 4), при которых возникает риск возникновения острого заболевания или даже смерти [35].

Деятельность личного состава ФПС ГПС МЧС России подразделяется на повседневную, учебно-спортивную деятельность и боевую – ликвидация пожаров и других чрезвычайных ситуаций (ЧС). При этом около 60 % от всей деятельности приходится на выезды, пожарно-тактические учения, занятия, отработку нормативов по пожарно-строевой подготовке, оперативно-тактическое изучение возможных объектов пожаротушения, проверку боеготовности, обслуживание пожарной техники и т.д. [9]. Более 70 % штатного состава подразделений ФПС ГПС МЧС России приходится на оперативный состав, который и представляет собой реальную силу МЧС России, ориентированную на выполнение задач по тушению пожаров, спасению людей и имущества, устранению ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Оперативный состав подвергается воздействию вредных и опасных факторов пожаров, а при выполнении боевого дежурства находится в постоянной готовности к выезду на ликвидацию пожара или ЧС.

По данным [31], одно территориальное подразделение пожарной охраны в среднем за 1 год выезжает на пожары с боевой работой около 350–400 раз (из примерно 1000–1100 выездов всего). При выездах с боевой работой в среднем в 35–40 случаях личный состав пожарной охраны использует средства индивидуальной защиты органов дыхания, проводя в них в среднем по 60–80 ч/год.

По ГОСТу 12.0.003–2015 опасные и вредные производственные факторы трудового процесса по источнику своего происхождения подразделяют на: психофизиологические (физические и нервно-психические перегрузки, связанные с тяжестью и напряженностью трудового процесса); организационно-управленческие; личностно-поведенческие (т.е. связанные с самим работающим) и социально-экономические. Учет этих факторов будет проведен при анализе производственного травматизма и гибели пожарных. Особенности оперативной деятельности сотрудников ФПС ГПС МЧС России обусловлены воздействием ряда негативных факторов [13, 15]:

– пребывание в среде воздействия опасных и вредных факторов техногенного и природного характера;

– непредсказуемость набора опасных и вредных факторов техногенного и природного характера на ближайшем пожаре или ЧС;

– невозможность профилактики опасных и вредных факторов техногенного и природного характера;

– высокая продолжительность рабочего дня, которая в условиях суточных дежурств реально составляет не менее 26 ч, в том числе, 1 ч – прием дежурства и 1 ч – сдача дежурства;

– содержание трудовой деятельности, формирующее принадлежность оперативного состава подразделений МЧС России к работникам экстремального труда [35];

– запредельная интенсивность нагрузок;

– другие негативные факторы.

В ряде исследований установлено, что при оперативной деятельности основными причинами наибольшего количества производственных травм были опасные факторы ЧС [17, 18]. В соответствии со ст. 9 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ, опасными факторами пожара, воздействующими на людей и имущество, являются [40]:

– пламя и искры;

– тепловой поток;

– повышенная температура окружающей среды;

– повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

– пониженная концентрация кислорода;

– снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

– осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

– радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

– вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

– опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;

– воздействие огнетушащих веществ.

Более подробные сведения о гигиенических особенностях профессиональной деятельности пожарных представлены в публикациях [9, 43].

В работе [44] показано, что сами пожарные недооценивают степень опасности для здоровья особенностей их трудовой деятельности. Это может привести к хроническому напряжению функциональных резервов организма и нарушениям в состоянии здоровья. При анкетировании пожарных Санкт-Петербурга оказалось, что только 44 % специалистов обращаются за медицинской помощью в поликлинику МВД России, а 52 % – в поликлиники по месту жительства и 4 % – в другие медицинские организации [1]. Необходимо совершенствовать систему оказания медицинской помощи личному составу МЧС России.

По сложившейся традиции в публикациях по профессиональному здоровью специалистов экстремальных профессий значимое место отводится болезням органов кровообращения. Автоматически это переносится и в анализ здоровья пожарных, но расстройства органов кровообращения не являются у них ведущими.

Сотрудники ФПС МЧС России получают травмы, в том числе, при исполнении служебных обязанностей, которые обусловливают высокий уровень травматизма и инвалидизации. Физические нагрузки в профессиональной деятельности при пожаротушении и ликвидации других чрезвычайных ситуаций формируют чрезмерное напряжение функций костно-мышечной системы и потенцируют изменение ее биоэлементного статуса [2]. Отмечен факт – у сотрудников ФПС МЧС России встречаются не характерные для лиц молодого и среднего возраста асептические формы некроза шейки бедренной кости, который нуждается в дополнительном изучении. Возникает необходимость у них ранней диагностики и профилактики нарушений костно-мышечной системы и соединительной ткани, а также целенаправленной совместной работы руководителей (начальников) учреждений и подразделений ФПС МЧС России и медицинского персонала, организующего профилактические медицинские осмотры и медицинское обеспечение личного состава ФПС МЧС России.

Цель – выявить значимость показателей костно-мышечной системы и соединительной ткани для состояния здоровья пожарных

Материал и методы

Объект исследования составили научные публикации, представленные в Российском индексе научного цитирования и Российской государсвенной библиотеке, как правило, за последние 10 лет. Особое внимание было обращено на исследования, проведенные сотрудниками во Всероссийском ордена «Знак Почета» научно-исследовательском институте противопожарной обороны МЧС России (г. Балашиха, Московская обл.) и Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (ВЦЭРМ, Санкт-Петербург).

Изучили показатели состояния здоровья, заболеваемости и травматизма пожарных, полученные при диспансерных осмотрах и госпитализации во ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова, показатели заболеваемости, травматизма, инвалидизации и смертности личного состава ФПС МЧС России, представленные в базе данных [32]. Заболеваемость пожарных соотнесли с классами Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра (МКБ-10) (табл. 1).

Показатели заболеваемости рассчитали на 1000 человек личного состава ФПС МЧС России или в промилле (‰), производственного травматизма и инвалидизации – на 10 тыс. человек ($\times 10^4$), общей смертности и гибели на производстве – на 100 тыс. человек ($\times 10^5$).

Данные о заболеваемости, связанной с временной утратой трудоспособности, личного

Таблица 1

Классы болезней и травм по МКБ-10

Класс	Наименование класса	Код
I	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	A00–B99
II	Новообразования	C00–D48
III	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	D50–D89
IV	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	E00–E90
V	Психические расстройства и расстройства поведения	F00–F99
VI	Болезни нервной системы	G00–G99
VII	Болезни глаз и его придаточного аппарата	H00–H59
VIII	Болезни уха и сосцевидного отростка	H60–H95
IX	Болезни системы кровообращения	I00–I99
X	Болезни органов дыхания	J00–J99
XI	Болезни органов пищеварения	K00–K93
XII	Болезни кожи и подкожной клетчатки	L00–L99
XIII	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	M00–M99
XIV	Болезни мочеполовой системы	N00–N99
XIX	Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	S00–T98

состава ФПС МЧС России сравнили с данными у военнослужащих Минобороны России и сотрудников МВД России, первичной инвалидности – с населением России в возрасте 18–44 года, производственного травматизма и гибели – с аналогичными результатами у мужчин-работников по экономике России.

Данные о производственном травматизме мужчин-работников по экономике России в 2006–2020 гг. взяли из официального сайта Росстата [https:// rosstat.gov.ru]. В связи с тем, что в ФПС МЧС России женщины составляют около 1,5 % от личного состава, далее по тексту будут использоваться для сравнения показатели у мужского населения России.

Динамика показателей заболеваемости, гибели и травматизма была связана с неоднородностью данных и значительными их колебаниями в разные периоды времени, например, в отдельные годы наблюдались отклонения от среднестатистических значений. Для уменьшения вклада случайной составляющей, приводящей к существенным колебаниям, применялся метод сглаживания временных рядов [8]. Оказалось, что полученные результаты отличались от соответствующих параметров исходного распределения. В окончательном анализе для исключения возможного искажения результатов процедура сглаживания не использовалась [16].

В статье представлены средние арифметические показатели и их ошибки (M ± m). В связи с округлением процентов до десятых величин сумма в строках некоторых таблиц может незначительно различаться. Развитие показателей оценивали при помощи динамических рядов, для чего применялся полиномиальный тренд 2-го порядка. Коэффициент детерминации (R^2) показывал связь построенного тренда с реальной тенденцией развития показателей, чем больше был R^2 (максимальный 1,0), тем более объективно оказался тренд [8]. Согласованность (конгруэнтность) изучаемых трендов травматизма провели с использованием коэффициента корреляции (r) Пирсона.

Результаты и их анализ

1. Состояние здоровья, заболеваемость и смертность пожарных

Состояние здоровья. При диспансерном обследовании пожарных практически здоровыми были признаны 58 % обследованных в возрасте 18–24 года, а в возрастной группе 35–50 лет их количество было почти в 3 раза меньше – 20 % [37].

Анализ результатов периодических медицинских осмотров пожарных, проводимых во ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова, показал, что болезни органов пищеварения (XI класс по МКБ-10) регистрировались в 40 %, костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс) – в 18,3 %, органов дыхания (X класс) – в 11,9 %, эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (IV класс) – в 10,2 %, системы кровообращения (IX класс) – в 5 %, нервной системы (VI класс) – в 4,5 %, органов чувств (VII и VIII классы) – в 3,8 %, мочеполовой системы (XIV класс) – в 1,9 %, остальных классов – в 4,3 %. Нередко у пожарных было несколько заболеваний, относящихся к разным классам по МКБ-10 [7].

Для косвенного подтверждения влияния комплекса неблагоприятных производствен-

ных факторов на здоровье пожарных и спасателей проведен анализ частоты выявленной патологии в зависимости от возраста и стажа работы по специальности. По стажу работы сотрудников МЧС России разделили на группы: 1-я – 0–5 лет, 2-я – 6–9 лет и 3-я – 10 лет и более. Оказалось, что при увеличении стажа работы возрастает распространенность ведущих классов болезней для этих лиц. Так, различия показателей распространенности болезней между 3-й и 1-й стажевой группой составили: для болезней системы пищеварения (IX класс) – 5,1 раза, органов дыхания (X класс) – 3,6 раза, системы кровообращения (IX класс) – 12 раз, костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс) – 24 (!) раза ($p < 0,05$ во всех случаях). В первые 2 года работы по специальности доля здоровых лиц составляет 75 %, а через 7 лет и более этот показатель уменьшается в 15 раз и составляет всего 5 % от всех специалистов 3-й стажевой группы. Доля обследованных лиц 3-й группы с перенапряжением функциональных резервов организма по индексу Баевского была в 3,5 раза больше, чем 1-й [36]. Понятно, что столь интенсивный рост патологии не может быть обусловлен только «постарением» популяции на 5–10 лет, а также связан с профессиональной деятельностью пожарных и спасателей.

Показатель общей заболеваемости мужчин – сотрудников МЧС России Санкт-Петербурга был в 1,5 раза меньше, чем женщин (2324 и 3540 ‰ соответственно). Различался он и по структуре, например, у мужчин 1-й ранг составили данные общей заболеваемости болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс) с уровнем 478 ‰, 2-й ранг – органов пищеварения (XI класс) – 349 ‰, 3-й ранг – органов дыхания (X класс) – 327 ‰. Обращает на себя внимание, что распространенность травм, отравлений и некоторых других последствий воздействий внешних причин составила только 9-й ранг с уровнем 83 ‰ [38], что свидетельствует о некорректности представления этих данных. Возможно, с травмами сотрудники МЧС России обращались за помощью в территориальные травматологические центры Минздрава России, и они не отражались в профессиональной базе данных общей заболеваемости пожарных.

По сравнению с мужским наслением Санкт-Петербурга у пожарных чаще регистрировались болезни органов дыхания, костно-мышечной системы и травмы – в 2,7, 3,1 и 2,6 раза соответственно [1].

Заболеваемость с временной нетрудоспособностью. Показатели заболеваемости, связанные с временной нетрудоспособностью, у пожарных были представлены в публикациях [3, 16, 27, 33]. В них некоторые классы заболеваемости по МКБ-10 объединялись. В более поздней статье [5] учет заболеваемости, связанной с временной нетрудоспособностью, ретроспективно был проведен по всем классам по МКБ-10 и показан сравнительный анализ заболеваемости сотрудников ФПС МЧС России и военнослужащих Вооруженных сил (ВС) России в 2010–2015 гг. Полученные результаты показали необходимость рассчитать данные о заболеваемости с трудопотерями у сотрудников ФПС МЧС России по всем классам по МКБ-10 за более длительный период времени, например с 2005 по 2015 г.

Сведения о заболеваемости, связанной с трудопотерями, офицеров и военнослужащих ВС России, проходящих службу по контракту (рядовых, матросов, сержантов и старшин), представлены в публикациях [20–22].

Случаи трудопотерь. Среднегодовой уровень случаев с трудопотерями в 2005–2015 гг. по всем классам по МКБ-10 у пожарных был меньше – (407,0 ± 30,4)‰, чем у военнослужащих, – (508,5 ± 35,6)‰ на уровне тенденций. Ежегодно почти каждый четвертый пожарный или пятый военнослужащий имел 1 случай трудопотерь.

Полиномиальный тренд уровня случаев с трудопотерями у пожарных при высоком коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,94$) демонстрировал уменьшение данных, у военнослужащих при низком коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,30$) – тенденцию увеличения (рис. 1А). Согласованность указанных кривых – низкая и отрицательная ($r = –0,40$; $p > 0,05$), что обусловливает влияние разных причин в развитии показателей случаев с трудопотерями. Если макросоциальные факторы были одинаковые, возможно, значимыми были профессиональные.

У пожарных 1-й ранг значимости случаев трудопотерь составили показатели болезней органов дыхания (X класс) с уровнем (197,1 ± 19,2)‰ и долей 48,2 % от структуры, 2-й ранг – травм, отравлений и некоторых других последствий воздействий внешних причин (XIX класс) – (52,4 ± 4,2)‰ и 12,9 % соответственно, 3-й ранг – болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс) – (39,2 ± 3,3)‰ и 9,6 % соответственно. В сумме указанные травмы составили 70,7 % от структуры.

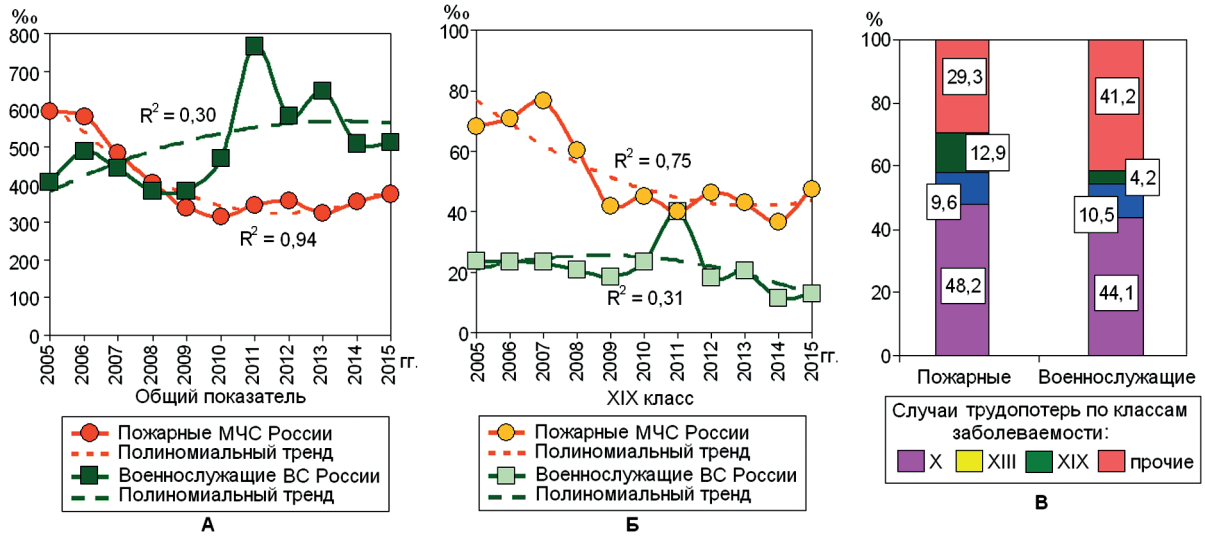


Рис. 1. Общие показатели уровня случаев с трудопотерями (А), случаи с трудопотерями по травмам (XIX класс) (Б), структура случаев трудопотерь (В) у сотрудников ФПС МЧС России и военнослужащих ВС России.

Полиномиальные тренды при разных по значимости коэффициентах детерминации динамики показателей случаев трудопотерь с травмами (XIX класс) у пожарных и военнослужащих демонстрировали тенденции уменьшения данных (см. рис. 1Б).

У военнослужащих ВС России сумма вклада случаев с трудопотерями перечисленных ранее классов (X, XIII и XIX) составила 58,8 % от структуры (см. рис. 1В). Например, уровень случаев травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних причин (XIX класс) у военнослужащих был (21,4 ± 2,2)‰ с долей 4,2 %. Как было указано ранее, у личного состава МЧС России уровень случаев трудопотерь с травмами оказался статистически достоверно больше, чем у военнослужащих ($p < 0,05$).

Дни трудопотерь. Среднегодовой уровень дней трудопотерь у пожарных был статистически значимо больше – (5139 ± 402)‰, чем у военнослужащих – (4174 ± 123)‰ ($p < 0,05$). Ежегодно каждый пожарный имел 5 дней трудопотерь, военнослужащий – 4 дня.

При высоком коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,92$) полиномиальный тренд у пожарных показывал увеличение уровня дней трудопотерь, у военнослужащих при низком коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,23$) – напоминал пологую инвертированную U-кривую с максимальными показателями в 2011 г. (рис. 2А) Согласованность указанных кривых – низкая

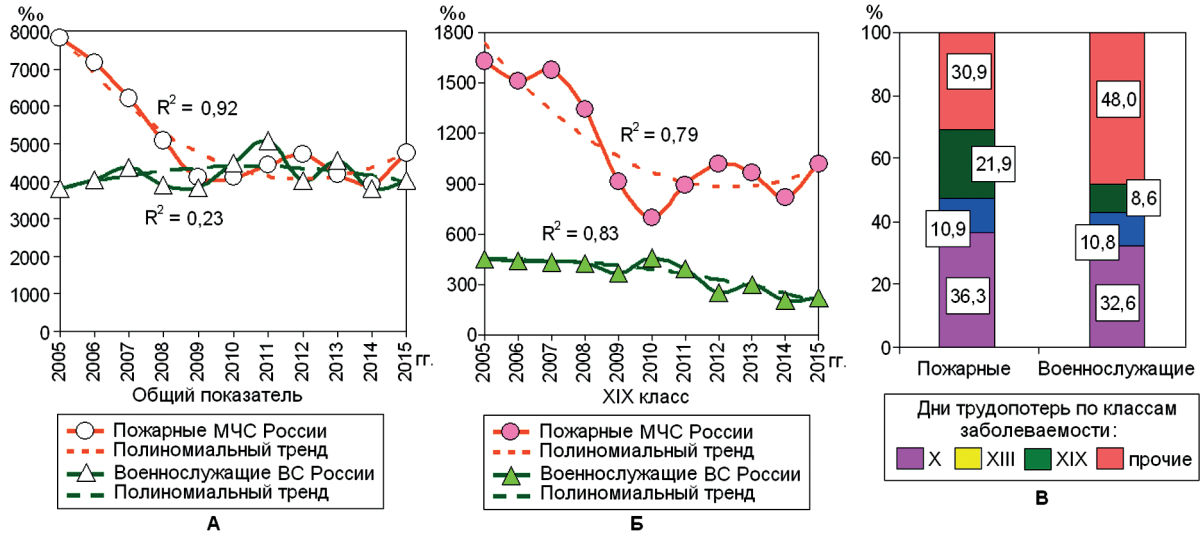


Рис. 2. Общие показатели уровня дней трудопотерь (А), дней трудопотерь с травмами (XIX класс) (Б), структура дней трудопотерь (В) у сотрудников ФПС МЧС России и военнослужащих ВС России.

и отрицательная ($r = -0,26$; $p > 0,05$), что указывает на развитие показателей дней трудопотерь влияние разных причин.

У пожарных 1-й ранг значимости дней трудопотерь составили показатели болезней органов дыхания (X класс) с уровнем (1863 ± 165)‰ и долей 36,3 % от структуры, 2-й ранг – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (XIX класс) – (1124 ± 99)‰ и 21,9 % соответственно, 3-й ранг – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс) – (562 ± 53)‰ и 10,9 % соответственно. В сумме указанные травмы составили 69,1 % от структуры.

Полиномиальные тренды с высокими коэффициентами детерминации уровня дней трудопотерь с травмами (XIX класс) у пожарных и военнослужащих демонстрировали уменьшение данных (см. рис. 2Б).

У военнослужащих ВС России сумма вклада дней трудопотерь перечисленных классов составила 52 % от структуры (см. рис. 2В). Например, уровень дней трудопотерь по травмам, отравлениям и некоторым другим последствиям воздействий внешних причин (XIX класс) у военнослужащих был (358 ± 29)‰ с долей 8,6 %. Как было указано ранее, у личного состава ФПС МЧС России уровень дней трудопотерь по травмам оказался статистически достоверно больше, чем у военнослужащих ВС России ($p < 0,001$).

Соотношение день/случай трудопотерь. Среднегодовой уровень длительности 1 случая с трудопотерями у пожарных был статистически значимо больше – (12,6 ± 0,6) дня, чем у военнослужащих – (8,5 ± 0,4) дня ($p < 0,001$). Средняя длительность 1 случая дней трудопотерь с болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс) у пожарных составила (14,2 ± 0,4) дня, у военнослужащих она была статистически достоверно меньше – (8,7 ± 0,3) дня ($p < 0,001$), с травмами, отравлениями и некоторыми другими последствиями воздействий внешних причин (XIX класс) – больше – (21,4 ± 0,6) и (17,2 ± 1,0) день соответственно ($p < 0,01$).

Уместно указать, что у личного состава ФПС МЧС России длительность 1 случая трудопотерь с травмами, отравлениями и некоторыми другими последствиями воздействий внешних причин (XIX класс) составила 2-й ранг, у военнослужащих – 1-й, с болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс) – 6-й и 11-й ранг соответственно.

При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды общего показателя длительности 1 случая трудопотерь (рис. 3А), соотношений день/случай с болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс) (см. рис. 3В), с травмами (XIX класс) у пожарных и военнослужащих имели тенденции к уменьшению данных (см. рис. 3В). У военнослужащих тенденция уменьшения длительности 1 случая трудопотерь была более выраженной.

Смертность. Показатели смертности сотрудников ФПС МЧС России и военнослужащих (офицеров и военнослужащих по контракту) ВС России в 2005–2015 гг. показаны в табл. 2. Ранее в публикациях эти данные рассчитывались за более длительный период [4]. Среднегодовой уровень смертности сотрудников ФПС России был (105,8 ± 6,2) • 10^{-5}, военно-

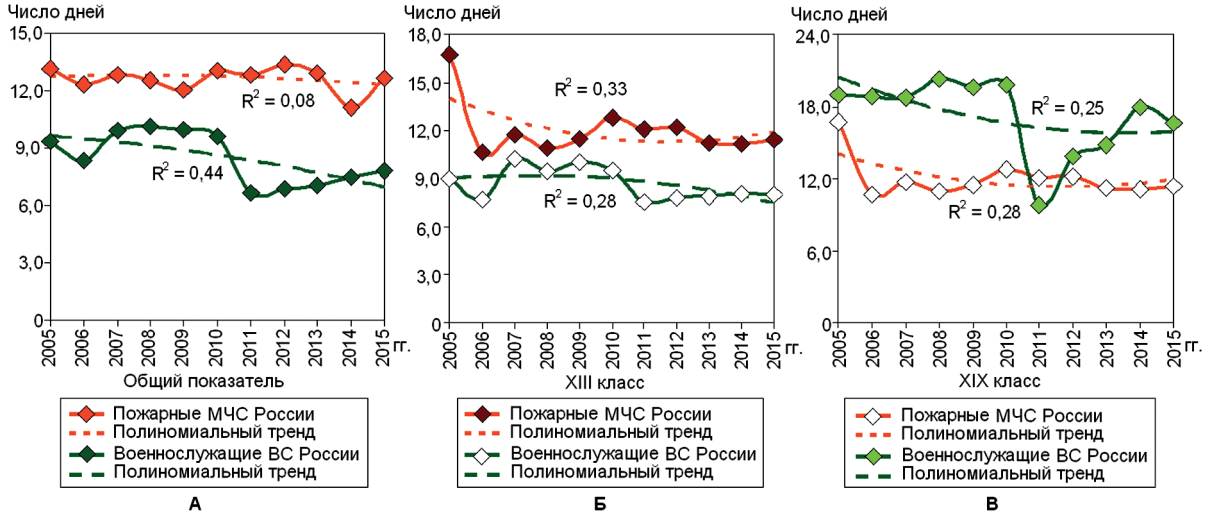


Рис. 3. Общие показатели соотношения день/случай (А), с заболеваниями мышц и соединительной ткани (XIII класс) (Б), с травмами (XIX класс) (В) у сотрудников ФПС МЧС России и военнослужащих ВС России.

Таблица 2

Показатели уровня смертности сотрудников ФПС МЧС России, военнослужащих ВС России и мужчин России в трудоспособном возрасте в 2005–2015 гг.

Класс по МКБ-10	Сотрудники ФПС МЧС России			Военнослужащие ВС России			Мужчины России		
	(M ± m) • 10^{-5}	%	ранг	(M ± m) • 10^{-5}	%	ранг	(M ± m) • 10^{-5}	%	ранг
I	1,2 ± 0,4	1,2	7-й	1,4 ± 0,3	1,2	6-й	49,0 ± 1,2	4,9	7-й
II	6,6 ± 0,7	6,2	3-й	10,0 ± 0,8	8,5	3-й	110,8 ± 1,2	11,1	3-й
IX	25,6 ± 2,1	24,2	2-й	26,3 ± 1,9	22,3	2-й	324,6 ± 15,6	32,4	1-й
X	5,4 ± 0,5	5,1	4-й	1,2 ± 0,2	1,0	7-й	51,1 ± 3,1	5,1	6-й
XI	3,9 ± 0,6	3,7	5-й	5,2 ± 0,3	4,4	4-й	70,9 ± 1,2	7,1	5-й
XIX	61,3 ± 4,2	58,0	1-й	74,9 ± 5,4	61,0	1-й	312,7 ± 19,7	31,3	2-й
Прочие	1,7 ± 0,4	1,6	6-й	1,8 ± 0,2	1,6	5-й	80,5 ± 3,2	8,1	4-й
Общий	105,8 ± 6,2	100,0		117,9 ± 7,0	100,0		999,7 ± 44,3	100,0	

служащих – (117,9 ± 7,0) • 10^{-5}, статистических различий показателей не выявлено ($p > 0,05$), мужчин в России – почти в 8,5 раза больше – (999,7 ± 44,3) • 10^{-5}. Уровень смертности пожарных и военнослужащих по ведущим классам болезней практически различался незначительно. 1-й ранг значимости смертности у них составили показатели травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних причин (XIX класс) (см. табл. 2).

Полиномиальный тренд динамики уровня смертности при высоких коэффициентах детерминации у пожарных и военнослужащих демонстрировал уменьшение данных (рис. 4А), аналогичная тенденция прослеживается по показателям смертности по причине травм (см. рис. 4Б), что вполне объяснимо, так как вклад этих показателей в общую структуру составил 58 и 61 % соответственно (см. рис. 4В).

Выполнен сравнительный анализ основных медико-статистических показателей состояния здоровья сотрудников ФПС МЧС России, МВД России и военнослужащих ВС России [39]. Опубликованные ранее результаты сведены в табл. 3. Оказалось, что основные показатели состояния здоровья трех сравниваемых контингентов «силовых ведомств» внешне существенно не отличаются. Однако показатели общей заболеваемости, смертности и первичного выхода на инвалидность были достоверно больше у сотрудников ФПС МЧС России по сравнению с данными у сотрудников МВД России. Следует обратить внимание на то, что в табл. 3 все показатели представлены в промилле.

Анализ результатов заболеваемости с трудопотерями в 2005–2015 гг. показал, что у личного состава МЧС России уровень случаев был меньше, а дней трудопотерь и длительность 1 случая трудопотерь были больше, чем у военнослужащих ВС России. Отмечается динамика уменьшения у пожарных перечисленных показателей заболеваемости. Значимый вклад в развитие заболеваемости с трудопотерями у сотрудников МЧС России оказывали показатели травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних причин

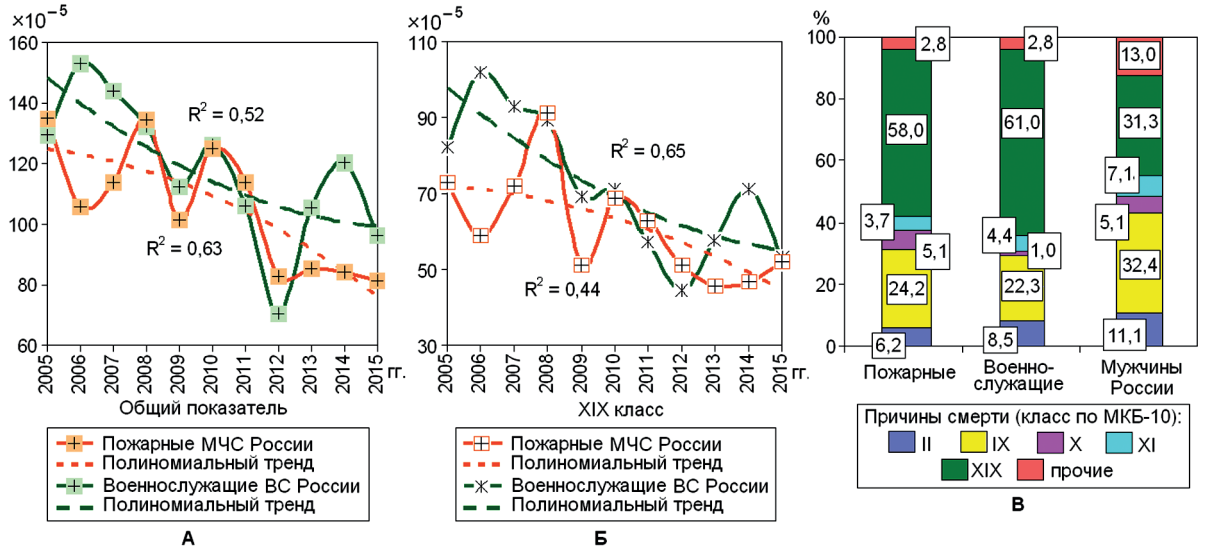


Рис. 4. Общие показатели смертности (А), смертность по причине травм (Б), структура смертности по основным классам болезней (В).

Таблица 3

Основные показатели состояния здоровья сотрудников ФПС МЧС России, МВД России и военнослужащих Минобороны России,‰ [39]

Показатель состояния здоровья	Сотрудники МВД (1)	Военно-служащие (2)	Сотрудники ФПС (3)	p<		
				1/2	1/3	2/3
Общая заболеваемость	907,80 ± 50,1	1152,0 ± 63,9	1067,0 ± 56,1	0,01	0,05	
Первичный выход на инвалидность	1,09 ± 0,06		1,69 ± 0,07		0,01	
Число случаев с трудопотерями	549,2 ± 31,3	499,6 ± 30,7	419,3 ± 28,3	0,01	0,05	
Число дней с трудопотерями	6958,5 ± 30,1	4150 ± 30,7	5259 ± 34,5	0,001	0,001	0,001
Соотношение день/случай	12,65 ± 0,28	8,53 ± 0,35	12,55 ± 0,17	0,01	0,01	
Смертность	0,78 ± 0,05	1,21 ± 0,06	1,096 ± 0,06	0,001	0,01	0,05

(XIX класс) и болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс).

Оказалось также, что в структуре смертности причины травм, отравлений и некоторых других последствий воздействий внешних причин (XIX класс) у пожарных составили 58 %, тогда как в структуре смертности мужчин России этот показатель составлял 33,3 % (см. рис. 4В).

Необходимо совершенствовать профилактическую работу, охрану труда и медицинское обеспечение сотрудников ФПС МЧС России. Акцентирование внимания на профилактике ведущих болезней и особенно травм будет способствовать сохранению здоровья личного состава МЧС России.

2. Анализ травматизма и гибели личного состава ФПС ГПС МЧС России при выполнении служебных обязанностей (2006–2020 гг.)

Общие показатели. По данным Росстата [https://rosstat.gov.ru/], за 15 лет (2006–2020 гг.) в России на производстве было учтено 587,5 тыс. травм, в том числе, около 26 тыс. фатальных (со смертельным исходом). У мужчин на производстве травм было 416 тыс., в том числе, фатальных – 24,2 тыс., у женщин – 171,5 тыс. и 1,8 тыс. травм соответственно.

Улучшение условий труда, внедрение мероприятий по охране труда способствуют уменьшению производственных рисков травматизма и гибели. Например, по данным глобальных исследований, проведенных в 195 странах и территориях в период с 1990–2017 гг., по 84 поведенческим, экологическим, профессиональным и другим рискам отмечается уменьшение летальных исходов на производстве в мире, в том числе, по причине производственных воздействий тепла, дыма и огня [45].

Отмечается уменьшение производственного травматизма и гибели на производстве у работающих в России, в том числе, в МЧС России. Сокращению производственного травматизма способствовали как социально-экономические факторы (сокращение численности занятых в экономике, снижение доли работников, занятых физическим тру-

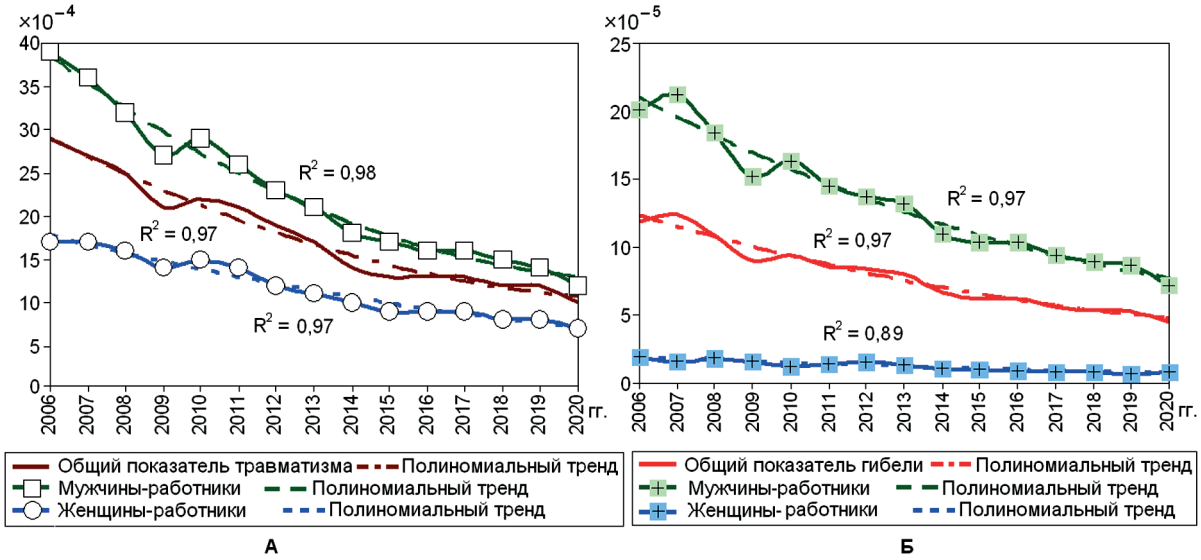


Рис. 5. Общие показатели производственного травматизма в экономике России, в том числе, мужчин- и женщин-работников (А), общие показатели гибели на производстве, в том числе, мужчин- и женщин-работников (Б).

Таблица 4

Показатели учтенных производственных травм у личного состава ФПС МЧС России в 2006–2020 гг. [18]

Показатель	Количество, n (%)	M ± m	Уровень травматизма, (M ± m) • 10^{-4}
Деятельность:			
тушение пожаров	1359 (36,1)	91 ± 7	5,31 ± 0,51
учебно-спортивная	638 (17,0)	43 ± 7	2,46 ± 0,40
повседневная	1761 (46,9)	117 ± 22	6,89 ± 1,28
Причины травм:			
технические	91 (2,4)	6 ± 1	0,38 ± 0,11
организационные	511 (13,6)	34 ± 8	1,93 ± 0,41
психофизиологические	2317 (61,7)	154 ± 21	9,01 ± 1,26
опасные факторы пожара	839 (22,3)	56 ± 5	3,34 ± 0,39
Всего	3758 (100,0)	251 ± 33	14,66 ± 2,01

дом, модернизация производства, рост доли высокотехнологичных производств, увеличение валового внутреннего продукта, что позволяло больше средств выделять на охрану труда, и др.), так и факторы, непосредственно связанные с организацией труда [34]. Уровень производственных травм по экономике России составил (17,87 ± 1,56) • 10^{-4} травм/(человек • год), в том числе, у мужчин-работников – (22,73 ± 2,18) • 10^{-4}, женщин-работников – (11,73 ± 0,90) • 10^{-4}, риск гибели на производстве – (7,90 ± 0,64) • 10^{-5}, в том числе, мужчин-работников – (13,23 ± 1,12) • 10^{-5}, женщин-работников – (1,23 ± 0,10) • 10^{-5} травм/(человек • год) [18]. Полиномиальные тренды при высоких коэффициентах детерминации уровня производственного травматизма (рис. 5А) и гибели работников в России (см. рис. 5Б) показывают уменьшение данных.

В целом, следует указать, что проблемы производственного травматизма актуальны для экономики России и являются целью значительного количества исследований [10–12, 26, 41].

Производственный травматизм. Для анализа производственного травматизма и гибели личного состава ФПС МЧС России за 2006–2020 гг. использованы данные публикаций [17–19]. В течение 15 лет у личного состава ФПС МЧС России были учтены 3758 травм, в основном средней и тяжелой степени, ежегодно – по (251 ± 33) травмы (табл. 4).

Среднегодовой уровень производственного травматизма личного состава ФПС ГПС МЧС России в 2006–2020 гг. оказался статистически достоверно меньше, чем у мужчин-работников России – (14,66 ± 2,01) • 10^{-4} и (22,73 ± 2,18) • 10^{-4} соответственно ($p < 0,01$). Полиномиальные тренды динамики производственного травматизма при высоких коэффициентах детерминации демонстрируют уменьшение данных (рис. 6А). Конгруэнтность трендов – высокая и статистически достовер-

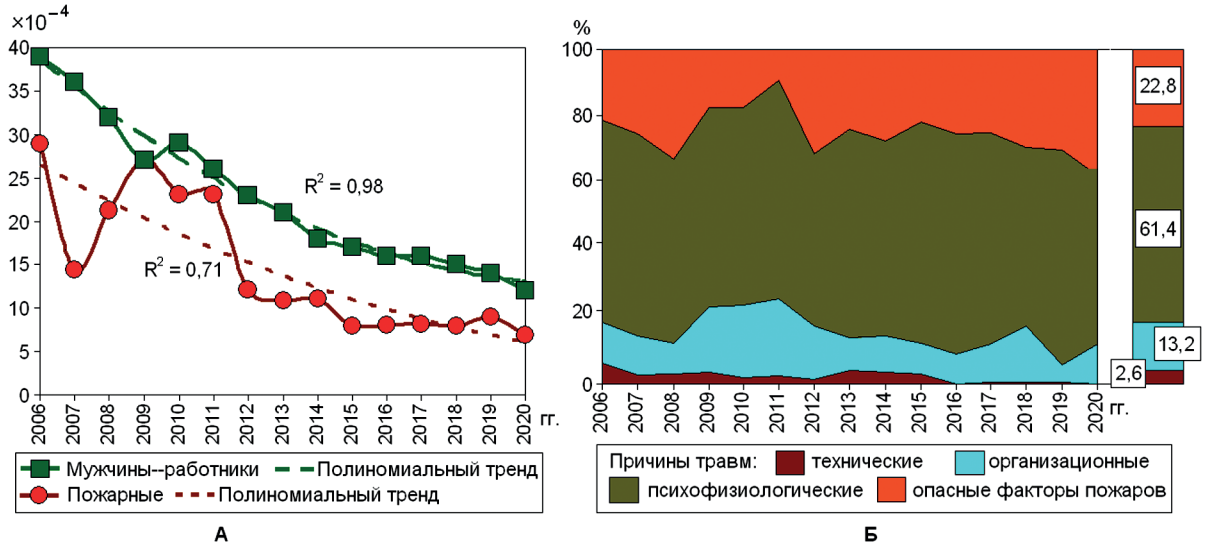


Рис. 6. Динамика уровня травматизма пожарных и мужчин-работников России (А), структура причин травматизма пожарных (Б).

ная ($r = 0,827$; $p < 0,001$), что может указывать на влияние одинаковых (однонаправленных) ведущих факторов в развитии травматизма пожарных и мужчин-работников России.

В структуре производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России наибольшее количество травм было связано с психофизиологическими причинами (61,4 %) и опасными факторами пожаров (22,8 %). В динамике структуры выявлено уменьшение доли травм по техническим и организационным причинам, определенная стабильность доли – по психофизиологическим причинам (личный фактор) и увеличение доли – по причине опасных факторов пожаров (см. рис. 6Б).

При опасных факторах пожаров среднегодовой уровень производственного травматизма составил $(3,34 \pm 0,39) \cdot 10^{-4}$, по психофизиологическим причинам – $(9,01 \pm 1,26) \cdot 10^{-4}$, организационным – $(1,93 \pm 0,41) \cdot 10^{-4}$, техническим – $(0,38 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек • год). Оказалось, что различия уровней травматизма статистически значимо достоверны при сравнении всех причин между собой при $p < 0,01$ и более.

Полиномиальные тренды при разных по значимости коэффициентах детерминации показывали уменьшение данных при опасных факторах пожаров и по психофизиологическим (рис. 7А), организационным и техническим причинам (см. рис. 7Б). Как правило, конгруэнтность трендов – высокая и статистически достоверная ($p < 0,01$), что может указывать на влияние одинаковых (однонаправленных) ведущих факторов в развитии травматизма при деятельности пожарных.

При пожаротушении среднегодовой уровень производственного травматизма составил $(5,31 \pm 0,51) \cdot 10^{-4}$, при учебно-спортивной деятельности – $(2,46 \pm 0,40) \cdot 10^{-4}$, повседневной – $(6,89 \pm 1,28) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек • год). Уровень травматизма при учебно-спортивной деятельности был статистически достоверно меньше, чем при пожаротушении ($p < 0,001$) и повседневной ($p < 0,01$) деятельности.

Полиномиальные тренды при значимых коэффициентах детерминации при всех видах деятельности показывали уменьшение данных (рис. 8А). Конгруэнтность трендов – высокая и статистически достоверная ($r = 0,649–0,775$; $p < 0,01$), что может указывать на влияние одинаковых (однонаправленных) ведущих факторов в развитии травматизма при деятельности пожарных.

В динамике структуры производственного травматизма пожарных по видам деятельности обнаружена тенденция увеличения доли травм при пожаротушении, уменьшение – при повседневной деятельности и относительная стабильность доли – при учебно-спортивной деятельности (см. рис. 8Б).

В структуре производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России у оперативного состава была учтена 2521 травма, составив 67,1 % от всех травм, у профилактического персонала – 248 (6,6 %), технического – 244 (6,5 %), управленческого – 745 (19,8 %).

Среднегодовой уровень производственного травматизма в 2006–2020 гг. оперативного состава был $(14,47 \pm 2,06) \cdot 10^{-4}$, профилактического персонала – $(12,33 \pm 2,33) \cdot 10^{-4}$, технического – $(10,86 \pm 1,58) \cdot 10^{-4}$, управленческо-

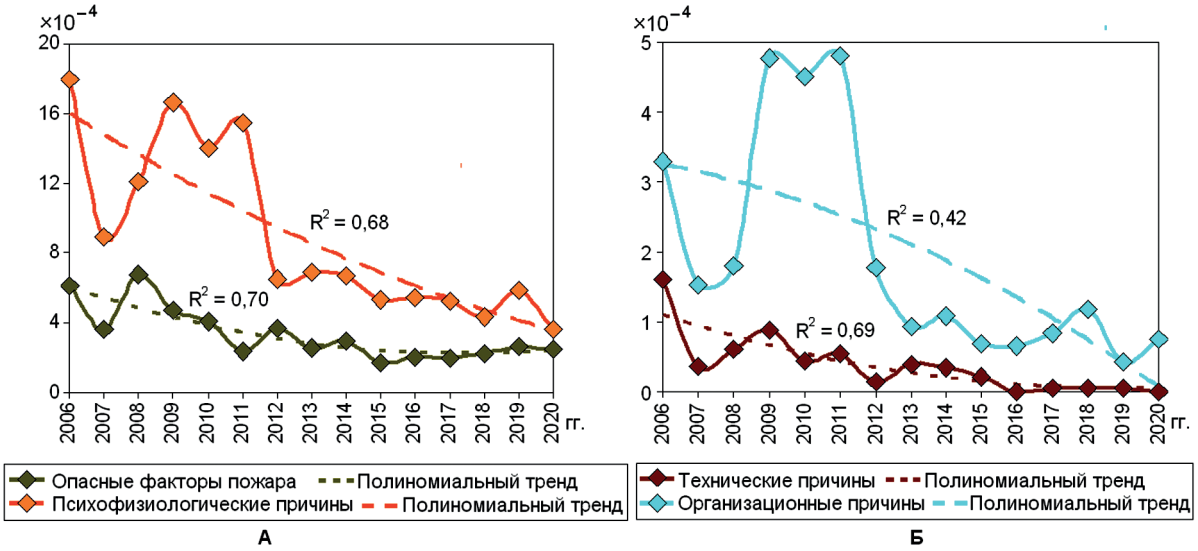


Рис. 7. Динамика уровня травм в результате психофизиологических причин и опасных факторов пожара (А), технических и организационных причин (Б).

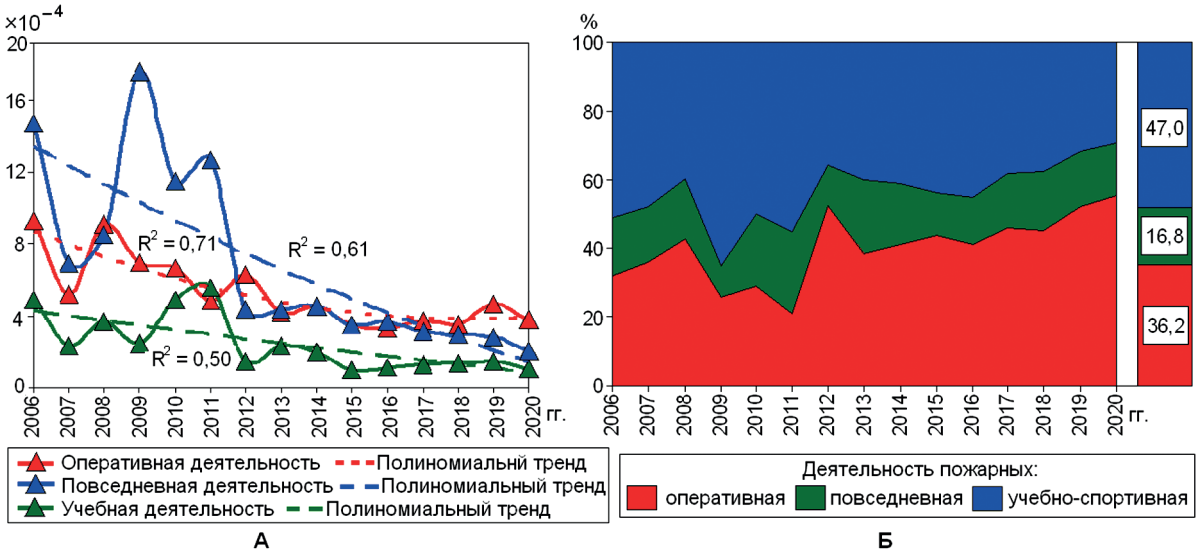


Рис. 8. Динамика уровня (А) и структура травматизма (Б) в результате деятельности пожарных.

го – (18,65 ± 2,49) • 10^{-4} травм/(человек • год). Статистически достоверные различия выявлены только при сравнении показателей травматизма технического и управленческого персонала ($p < 0,01$).

Уместно указать, что сравнение уровней производственного травматизма оперативного состава, мужчин-работников России и других категорий личного состава ФПС МЧС России может быть не совсем корректным без учета времени работы. Оперативный состав ежегодно совершает по 250–300 выездов на ликвидацию пожаров и других ЧС. Среднее время обслуживания 1 вызова – около 1–1$^1/_2$ ч. В остальное время оперативный состав выполнял обязанности повседневной деятельности. Если формально высчитать время экстремальной деятельности оперативного пожарного (1,5×300), то оно может составить 450 ч/год (56 сут или 2 мес). При режиме работы (оперативное дежурство – 1 сут, отдых – 2 сут) годовой объем экстремальной деятельности у оперативного состава выполнялся за 6 мес, а высчитанный уровень производственного травматизма за 1 год по причине пожаротушения следует увеличить, как минимум, в 2 раза [4, 17].

При значимых коэффициентах детерминации полиномиальные тренды травматизма показывают уменьшение уровня травматизма оперативного состава, профилактического (рис. 9А), управленческого и технического персонала (см. рис. 9Б). Конгруэнтность трендов – высокая и статистически достоверная ($r = 0,778–0,878$ при $p < 0,01$ и более), что

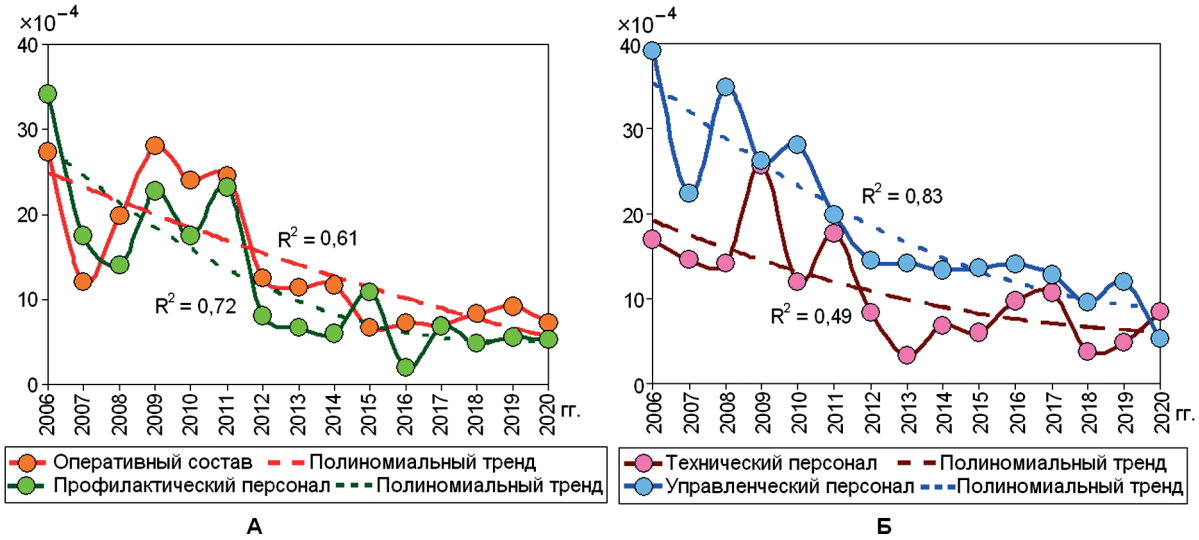


Рис. 9. Динамика уровня травматизма оперативного состава и профилактического персонала (А), технического и управленческого персонала ФПС МЧС России (Б).

может указывать на влияние одинаковых (однонаправленных) ведущих факторов в развитии травматизма в подразделениях ФПС МЧС России.

В 2012–2021 гг. в отделе травматологии и ортопедии ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова были пролечены 1469 сотрудников ФПС МЧС России, имеющих специальные звания, в том числе, 451 (30,7 %) пожарный с травмами XIX класса и 1018 (66,7 %) – с нозологиями XIII класса [14]. Пожарные с травмами лечились в отделении травматологии, с болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани – в отделении ортопедии (рис. 10). Среднегодовое количество пролеченных пожарных отличается от нормального распределения. Медиана пролеченных всех пожарных – 212 человек, с травмами (XIX класс) – 40, с нозологиями костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс), пролеченных в отделении травматологии, – 185 человек.

Наибольшее количество госпитализаций пожарных было с последствиями травм, отравлений и других воздействий внешних причин (22-я группа XIX класса) – 33,9 %, с травмами колена и голени (9-я группа) – 23,5 %, запястья и кисти (7-я группа) – 13,1 %, плечевого пояса и плеча (5-я группа) – 12,9 %. Перечисленные четыре группы травм составили 83,4 % от структуры госпитализации в отделение травматологии.

Среди нозологий 16,4 % составили последствия травм верхней конечности (T92 по МКБ-10), 14,6 % – нижней конечности (T93), 10 % – переломы голени, включая голеностопный сустав (S82), 7,5 % – вывихи, растяжения и перенапряжения капсульно-связочного аппарата коленного сустава (S83), 7,3 % – перелом на уровне запястья и кисти

Рис. 10. Структура госпитализированных пожарных в отдел травматологии ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова (%).

(S62), 6,2 % – переломы, захватывающие несколько областей тела (T00–T07), 4,9 % – переломы на уровне плечевого пояса и плеча (S42), 4,7 % – вывихи, растяжения и перенапряжения капсульно-связочного аппарата плечевого пояса (S43). Перечисленные 8 нозологий у пожарных образовали 71,6 % от структуры их госпитализации в отделение травматологии.

Среди госпитализаций в отделение ортопедии пожарные с артропатиями (M00–M25 XIII класса) составили 89,2 %, в том числе, с артрозами коленного сустава (M17) – 31,9 %, внутрисуставными поражениями колена (поражения крестообразных связок, коллатеральных связок, менисков, капсулы, M23) – 34,8 % (см. рис. 10). Пожарных с болезнями мягких тканей (M60–M79) было 6,6 %, прочими расстройствами XIII класса – 4,2 %. Оказалось, что основной причиной артрозов суставов у пожарных, которые поступали на лечение в отделение ортопедии ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова, явились перенесенные в прошлом травмы (производственные, спортивные и бытовые). Если было официальное подтверждение травмы, то перечисленные поражения классифицировались как последствия травм (T90–T98 XIX класса), и пожарные могли претендовать на социальные выплаты. В противном случае доказать причинно-следственные соотношения рассматриваемых болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани с травмами затруднительно, и это не всегда входило в обязанности врача-ортопеда [17].

Гибель. За период с 2006 по 2020 г. при исполнении служебных обязанностей вследствие фатальных травм погибли 224 сотрудника ФПС МЧС России, среднегодовой показатель гибели составил (15 ± 1) человек в год. Среднегодовой уровень гибели при выполнении профессиональных обязанностей у сотрудников ФПС МЧС России был (8,53 ± 0,83) • 10^{-5} смертей/(человек • год), мужчин-работников по экономике России – (13,23 ± 1,12) • 10^{-5} – оказался статистически достоверно больше ($p < 0,01$). Соотношение случаев травм и гибели пожарных составило 16,8. При этом в странах мира с развитой системой социального страхования оно было 300–500. Вероятно, учитывались только травмы, препятствующие выполнению профессиональных обязанностей и обусловившие госпитализацию пожарных. Обобщенные показатели гибели пожарных при выполнении профессиональных обязанностей представлены в табл. 5.

При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальные тренды

Таблица 5

Показатели смертельных производственных травм у личного состава ФПС ГПС МЧС России в 2006–2020 гг. [18]

Показатель	Количество, n (%)	Соотношение показателей травматизма и гибели	Риск гибели, (M ± m) • 10^{-5}
Деятельность:			
тушение пожаров	123 (54,9)	11,0	4,61 ± 0,67
учебно-спортивная	7 (3,1)	91,1	0,24 ± 0,11
повседневная	94 (42,0)	18,7	3,67 ± 0,38
Причины травм:			
технические	4 (1,8)	22,8	0,17 ± 0,11
организационные	20 (9,0)	25,6	1,21 ± 0,34
психофизиологические	97 (43,3)	23,9	3,79 ± 0,38
опасные факторы пожара	89 (39,7)	9,4	3,36 ± 0,53
Всего	224 (100,0)	16,8	8,53 ± 0,83

гибели личного состава ФПС МЧС России и мужчин-работников России демонстрировали динамику уменьшения данных гибели на производстве (рис. 11А). Конгруэнтность трендов – низкая и статистически незначимая ($r = 0,228$; $p > 0,05$), что может указывать на влияние разных (разнонаправленных) ведущих факторов в развитии травм со смертельным исходом.

В структуре гибели психофизиологические причины составили 43,3 % от всех смертельных травм, опасные факторы пожаров – 39,7 %, организационные – 15,2 %, технические – 1,8 %. В динамике структуры выявлено увеличение доли гибели в результате организационных причин и опасных факторов пожара, уменьшение – по техническим и психофизиологическим причинам (см. рис. 11Б).

Как уже было указано (см. табл. 5), наиболее выраженный уровень гибели пожарных обусловливался психофизиологическими причинами – (3,79 ± 0,38) • 10^{-5} и опасными факторами пожаров – (3,36 ± 0,53) • 10^{-5} и был статистически достоверно больше, чем по техническим – (0,17 ± 0,11) • 10^{-5} ($p < 0,001$ для обоих показателей) и профилактическим причинах – 1,21 ± 0,34) • 10^{-5} смертей/(человек год) ($p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно). По техническим причинах уровень смертности был статистически достоверно меньше, чем по профилактическим ($p < 0,01$).

Полиномиальные тренды при очень низких коэффициентах детерминации показывали тенденции: при опасных факторах пожаров – стабильность данных (рис. 12А), по психофизиологическим причинам – уменьшения, по организационным – увеличения уровня гибели пожарных (см. рис. 12Б). В связи с незначительными показателями смертности (4 случая) динамика уровня гибели от смертельных травм по техническим причинам не указана. Конгруэнтность динамик гибели по представ-

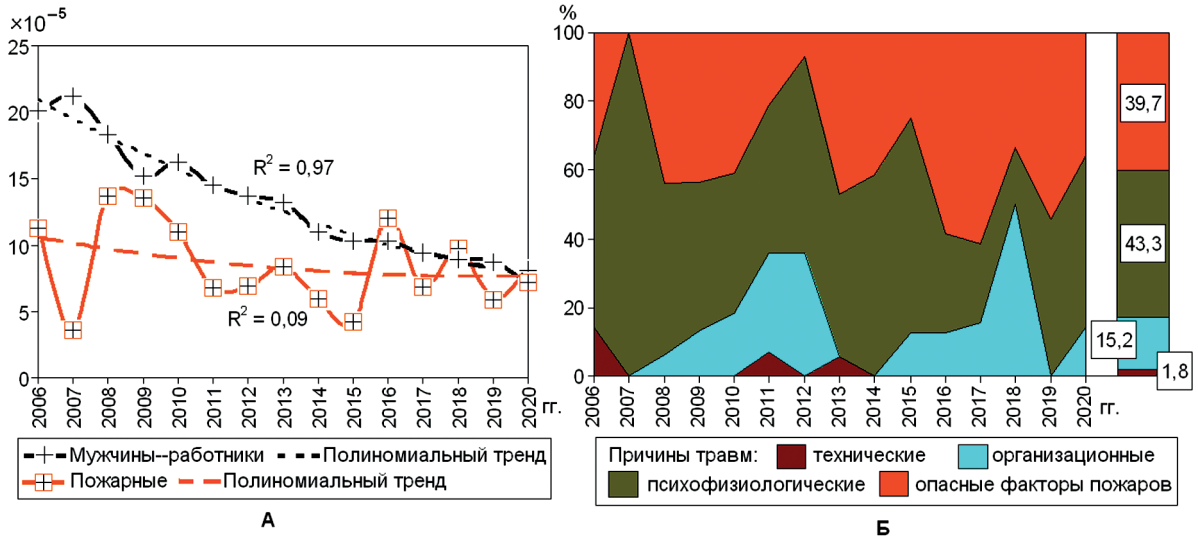


Рис. 11. Динамика уровня гибели пожарных и мужчин-работников России (А), структура причин гибели пожарных (Б).

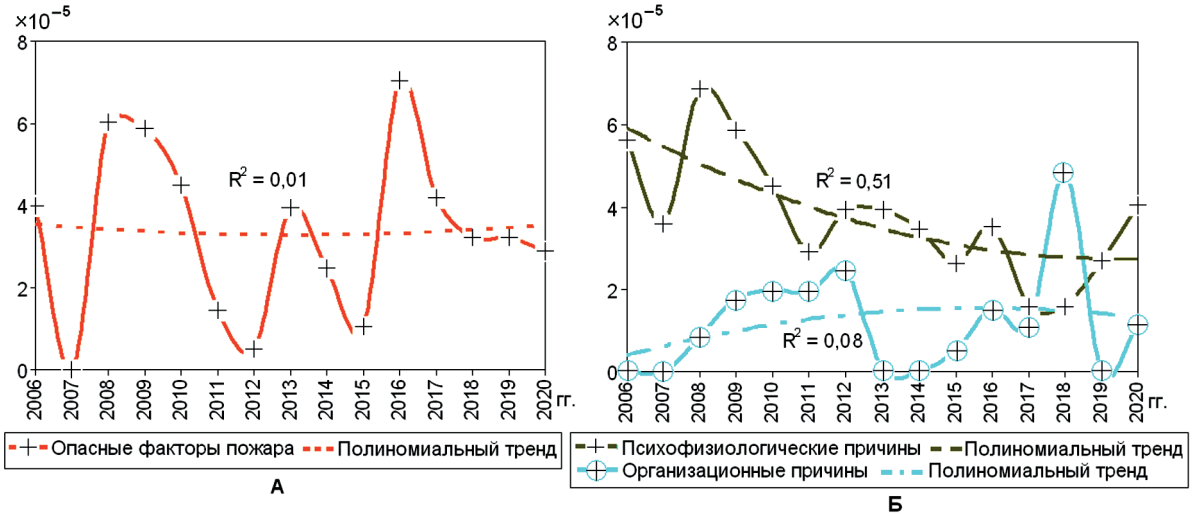


Рис. 12. Динамика уровня гибели в результате опасных факторов пожара (А), по психофизиологическим и организационным причинам (Б).

ленным причинам (см. рис. 12А, Б) – низкая, умеренная и статистически недостоверная (r = от –0,259 до 0,419 при $p > 0,05$), что может указывать на участие в развитии показателей разных (разнонаправленных) факторов.

Среднегодовой уровень гибели пожарных при пожаротушении составил $(4,61 \pm 0,67) \cdot 10^{-5}$, при повседневной – $(3,67 \pm 0,38) \cdot 10^{-5}$ и был статистически достоверно бóльшим ($p < 0,001$ для обоих показателей), чем при учебно-спортивной деятельности, – $(0,24 \pm 0,11) \cdot 10^{-5}$ смертей/(человек • год).

Полиномиальные тренды при низких коэффициентах детерминации показывали тенденции снижения данных при пожаротушении и повседневной деятельности, а при учебно-спортивной – увеличения (рис. 13А). Конгруэнтность динамик гибели при пожаротушении с другими видами деятельности – низкая и статистически недостоверная ($r = -0,246$ и $r = 0,355$ при $p > 0,05$ для обоих коэффициентах), при повседневной и учебно-спортивной – умеренная, отрицательная и статистически значимая ($r = -0,632$; $p > 0,05$), что указывает на участие в развитии показателей разных (разнонаправленных) факторов.

В динамике структуры отмечается увеличение доли смертельных травм при оперативной (тушение пожаров и ликвидация других ЧС) и учебно-спортивной деятельности и уменьшение – при повседневной деятельности (см. рис. 13Б).

В 2006–2020 гг. при исполнении служебных обязанностей погибли 163 (72,8 %) сотрудника оперативного состава, 9 (4 %) – профилактического, 12 (5,4 %) – техническо-

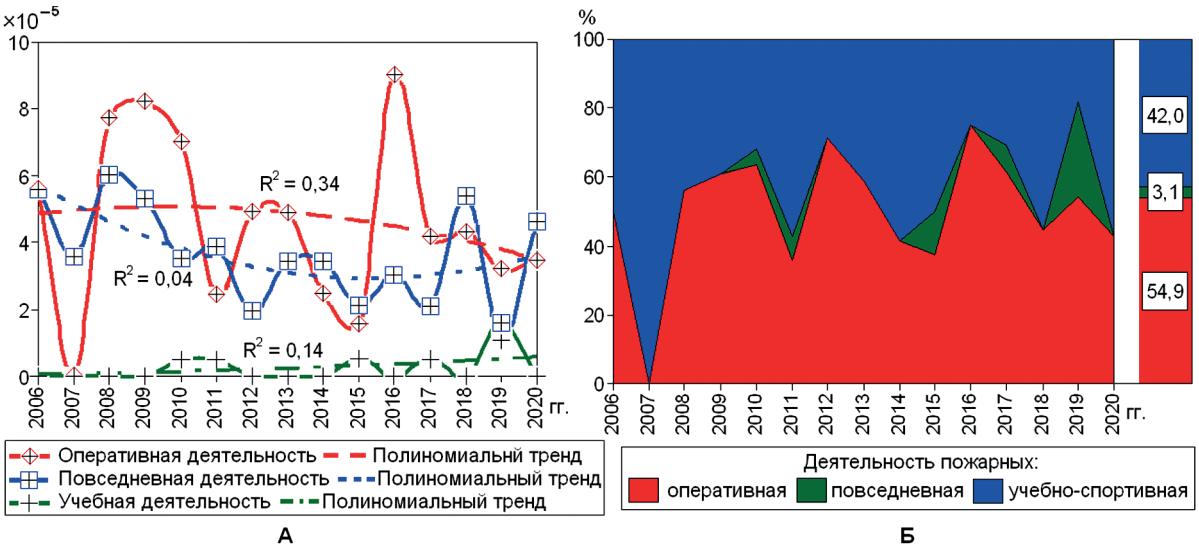


Рис. 13. Динамика уровня гибели (А) и структура гибели (Б) пожарных в результате деятельности.

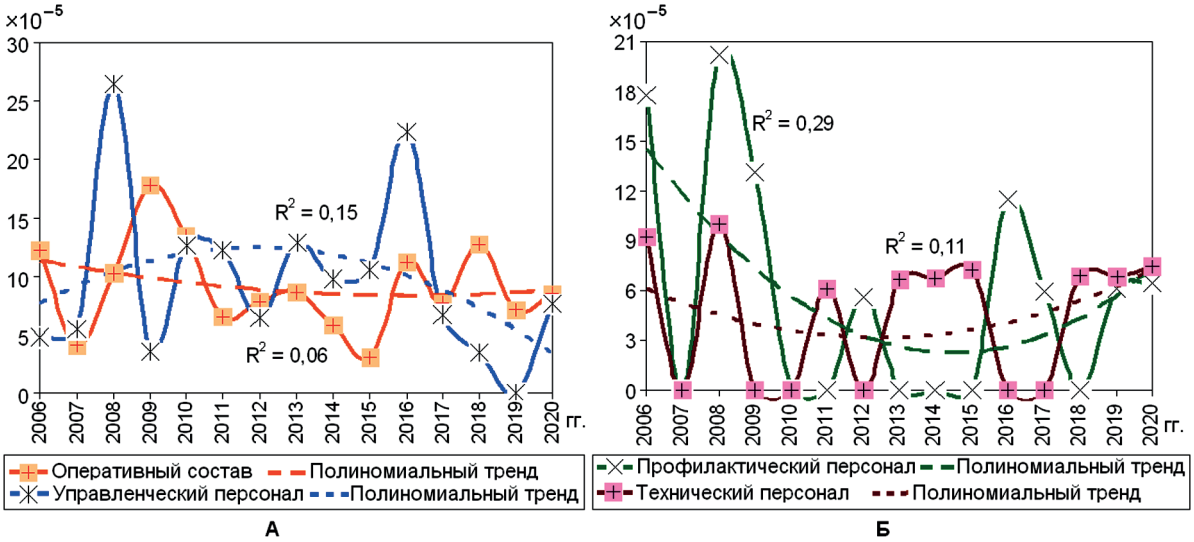


Рис. 14. Динамика уровня гибели оперативного состава, управленческого (А), профилактического и технического персонала (Б).

го, 40 (17,9 %) – управленческого персонала. Среднегодовой уровень гибели у них составил (9,13 ± 1,00) • 10^{-5}, (4,48 ± 1,01) • 10^{-5}, (5,78 ± 1,79) • 10^{-5} и (9,64 ± 1,83) • 10^{-5} смертей/(человек • год) соответственно. Оказалось, что уровень гибели оперативного состава и управленческого персонала был статистически достоверно больше, чем профилактического ($p < 0,01$ и $p < 0,05$ соответственно). Других статистически значимых различий между уровнем гибели в подразделениях личного состава ФПС МЧС России не выявлено.

При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показывают тенденции уменьшения уровня гибели оперативного состава и управленческого персонала (рис. 14А), уровень гибели профилактического и технического персонала при высокой вариабельности показателей напоминает U-кривую с тенденцией увеличения данных в последний период наблюдения (см. рис. 14Б). Конгруэнтность динамик гибели персонала – низкая, умеренная и статистически недостоверная (r = от –0,183 до 0,493 при $p > 0,05$), что может указывать на участие в развитии показателей разных (разнонаправленных) факторов.

Опасные факторы профессиональной деятельности пожарных явились причиной травматизма в 22,3 %, гибели – 39,7 %, в то время как психофизиологические причины (личностный фактор) – в 37,7 и 43,3 % соответственно.

Среди опасных факторов профессиональной деятельности ведущее место в производственном травматизме и гибели пожарных занимали внешние причины (обрушения, обвалы строительных конструкций, предметов и материалов, взрывы газовых баллонов или газовоздушной смеси, воздействие дыма, огня или пламени).

Среди личностно-поведенческих причин значительную долю в развитии производственного травматизма и гибели составили личная неосторожность и нарушения правил дорожного движения. Психофизиологические причины – это, скорее, не вина пожарных, а несоответствие индивидуально-психологических качеств экстремальным факторам жизнедеятельности.

Практика показывает, что полностью исключить негативное влияние профессиональной деятельности на человека нельзя, можно его только минимизировать. Травматизм может стать управляемой системой только при учете и анализе всех травм. Например, на 1 случай гибели на производстве в экономически развитых странах мира с развитым социальным страхованием и охраной труда приходится 300–500 травм, у личного состава ФПС МЧС России – около 17. Профилактика травматизма будет способствовать повышению безопасности деятельности пожарных, а учет уровня, структуры и динамики травм – оптимизировать силы и средства ФПС МЧС России.

3. Анализ показателей первичной инвалидности сотрудников ФПС ГПС МЧС России

Инвалидность – нарушение здоровья со стойким расстройством функций организма, обусловленное заболеваниями, последствиями травм или дефектами, приводящее к ограничению жизнедеятельности человека

и вызывающее необходимость его социальной защиты [23].

Рассмотрение вопросов получения инвалидности и установления потребности в социальной защите инвалидов в России возложено на государственные учреждения медико-социальной защиты Минтруда России. Методическое руководство их работой осуществляет Федеральное бюро медико-социальной защиты. Для статистической отчетности предоставляются сведения о лицах, впервые признанных инвалидами (первичная инвалидность), повторно освидетельствованных и общем количестве инвалидов.

Среди публикаций, в которых рассматривались вопросы первичной инвалидности специалистов экстремальных профессий, значительное число было посвящено военнослужащим. С.И. Исаенко [25] проведен анализ инвалидности среди бывших военнослужащих. В 1994–2003 гг. первичная инвалидность была установлена у 327,2 тыс. человек. В последующие годы инвалидизация военнослужащих уменьшается, например, в 1997–2010 гг. первичная инвалидность была выявлена у 151,7 тыс. человек, в том числе, при исполнении обязанностей военной службы или военной травмы – у 31,6 тыс. Уровень общей инвалидности среди бывших военнослужащих в 1994–2003 гг. оказался 15,4 на 10 тыс. взрослого мужского населения, в том числе, при прохождении военной службы – 7,9, при военной травме – 7,5 на 10 тыс. взрослого мужского населения [26].

По данным А.А. Межидовой [29], в 2000–2010 гг. впервые были признаны инвалидами 224,9 тыс. человек из числа бывших военнослужащих, которые составили 1,8 % от общего количества инвалидов в России. Уровень первичной инвалидности оказался 3,57 на 10 тыс. трудоспособного мужского населения России, уровень первичной инвалидности вследствие военной травмы – 0,45 на 10 тыс. мужского населения России. При определении уровня инвалидности у бывших военнослужащих расчет проводили на 10 тыс. трудоспособного населения России, а не на 10 тыс. военнослужащих. Эти показатели могли бы показать профессиональную значимость инвалидности.

В структуре причин инвалидности по нозологическим формам у 256 бывших военнослужащих Федеральной службы исполнения наказания России доля в 31,4 % была представлена гипертонической болезнью, в 19,9 % – травмами (в основном черепно-мозговыми и опорно-двигательного аппарата), в 16,2 % – ишемической болезнью сердца, в 12,8 % – заболеваниями центральной нервной системы (острыми нарушениями мозгового кровообращения, энцефалопатиями, болезнью Паркинсона и пр.), в 6,4 % – остеохондрозом позвоночника, по 2,6 % – болезнью органов дыхания и новообразованиями, в 1,9 % – психическими расстройствами, в 3,2 % – другими заболеваниями [30].

Показатели инвалидности среди личного состава ФПС МЧС России изучались в публикациях [16, 27, 33]. Проанализировали сведения об инвалидности сотрудников ФПС МЧС России, имеющих специальные звания старшего (офицеры), младшего (сержант) начальствующего состава и рядовых, представленные в базе данных [32].

После установления в военно-врачебных комиссиях факта негодности к прохождению службы по состоянию здоровья бывшие сотрудники ФПС МЧС России обращаются в региональные учреждения медико-социальной защиты, где изучается уровень ограничения их жизнедеятельности, устанавливалась связь нарушений состояния здоровья с прохождением службы или исполнением служебных обязанностей службы (военная травма) и определялась группа инвалидности.

За 10 лет (2006–2015 гг.) в результате стойких нарушений состояния здоровья получили первичную инвалидность 1565 бывших сотрудников ФПС МЧС России, среднегодовое количество – (157 ± 10) человек. Возраст сотрудников при установлении первичной инвалидности – (36,7 ± 0,8) года, возраст всех сотрудников ФПС ГПС МЧС России был практически аналогичным – (36,9 ± 1,6) года [6].

Уровень первичной инвалидности бывших сотрудников ФПС МЧС России по всем классам по МКБ-10 составил $(15{,}98 \pm 0{,}99) \cdot 10^{-4}$, у населения России он был в 1,6 раза больше – $(25{,}51 \pm 1{,}19) \cdot 10^{-4}$ ($p < 0{,}001$). Полиномиальные тренды при значимых коэффициентах детерминации впервые признанных инвалидами бывших сотрудников ФПС МЧС России и населения в возрасте 18–44 года показывают уменьшение данных (рис. 15). Конгруэнтность трендов – средняя, положительная и статистически достоверная ($r = 0{,}575$; $p < 0{,}05$), что может указывать на участие в развитии показателей одинаковых (однонаправленных) факторов в первичной инвалидности пожарных и населения в возрасте 18–44 года.

Общие показатели уровня и структуры первичной инвалидности сотрудников ФПС МЧС России и населения России в возрасте 18–44 года (2006–2015 гг.) представлены в табл. 6.

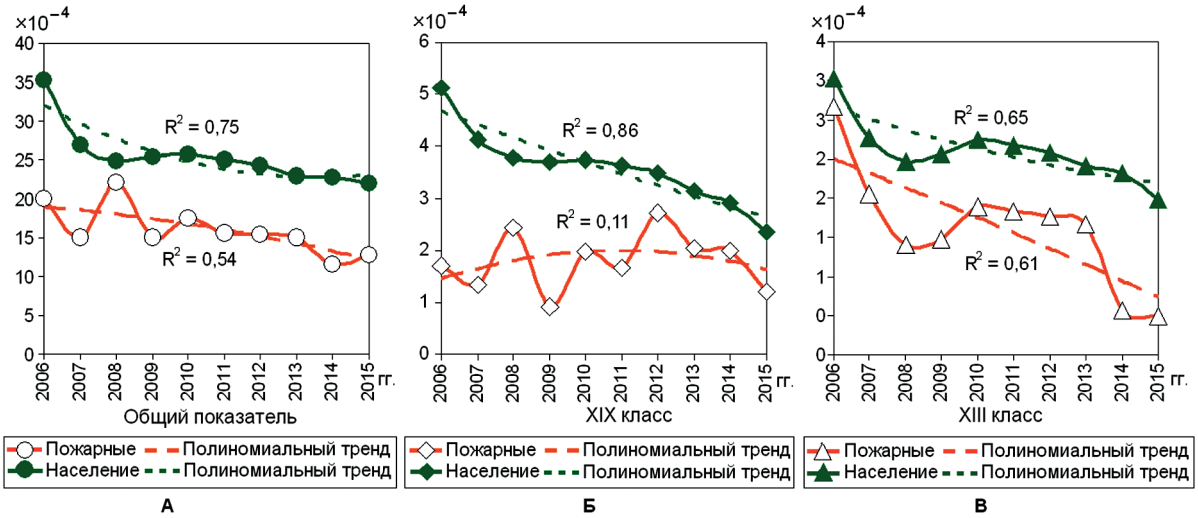


Рис. 15. Динамика общих показателей (А), сведений по XIX (Б) и XIII (Б) классу у бывших сотрудников ФПС МЧС России и населения в возрасте 18–44 года, впервые признанных инвалидами.

1-й ранг значимости уровня первичной инвалидности бывших сотрудников ФПС МЧС России составили показатели болезней системы кровообращения (IX класс) с уровнем (4,58 ± 0,59) • 10^{-4} и 28,6 % от общей структуры, 2-й ранг – травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних причин (XIX класс) – (1,80 ± 0,17) • 10^{-4} и 11,3 % соответственно, 3-й ранг – новообразования (II класс) – (1,66 ± 0,20) • 10^{-4} и 10,4 % соответственно, 4-й ранг – болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс) – (1,63 ± 0,24) • 10^{-4} и 10,2 % соответственно, 5-й ранг – болезней органов пищеварения (XI класс) – (1,12 ± 0,26) • 10^{-4} и 7 % соответственно (см. табл. 6).

В сумме болезни указанных 5 классов составили 67,6 % от структуры всей первичной инвалидности сотрудников МЧС России. В структуру причин первичной инвалидности показатели перечисленных классов болезней у трудоспособного населения России в возрасте 18–44 года имели статистически достоверно меньший вклад – 56 % ($p < 0,001$). Как ни странно, но у пожарных по сравнению с населением России выявились меньшие показатели инвалидности вследствие травм и других последствий внешних причин (XIX класс) (см. табл. 6), что может свидетельствовать не столько о правильной организации труда у пожарных, сколько о высоком уровне травматизма в когорте молодого трудоспособного населения России.

Динамика показателей первичной инвалидности по причине травм XIX класса при высоком коэффициенте детерминации у на-

Таблица 6

Показатели уровня и структуры первичной инвалидности сотрудников ФПС МЧС России и населения России в возрасте 18–44 года (2006–2015 гг.) [6]

Класс по МКБ-10	Сотрудники ФПС МЧС России					Население России в возрасте 18–44 года					p <
	(M ± m) • 10^{-4}	%	ранг	R^2	динамика	(M ± m) • 10^{-4}	%	ранг	R^2	динамика	
I	0,37 ± 0,06	2,3	12-й	0,43	∩↓	3,02 ± 0,13	11,8	5-й	0,88	↓	0,001
II	1,66 ± 0,20	10,4	3-й	0,50	↑	3,60 ± 0,10	14,1	2–3-й	0,71	∪	0,001
IV	0,64 ± 0,09	4,0	10-й	0,69	∩	0,66 ± 0,07	2,6	10-й	0,85	↓	
V+ VI	1,09 ± 0,13	6,8	6-й	0,18	∩↓	4,42 ± 0,21	17,4	1-й	0,70	↓	0,001
VII+VIII	0,51 ± 0,08	3,2	11-й	0,75	∩↓	0,90 ± 0,03	3,5	9-й	0,34	∪	0,001
IX	4,58 ± 0,59	28,6	1-й	0,81	↓	3,46 ± 0,27	13,6	4-й	0,78	↓	
X	0,90 ± 0,12	5,6	8-й	0,61	↓	0,58 ± 0,04	2,3	11-й	0,73	↓	0,05
XI	1,12 ± 0,26	7,0	5-й	0,73	↓	1,01 ± 0,04	3,9	8-й	0,69	↓	
XIII	1,63 ± 0,24	10,2	4-й	0,61	↓	2,61 ± 0,13	10,2	6-й	0,65	↓	0,01
XIV	0,69 ± 0,11	4,3	9-й	0,41	↓	0,47 ± 0,01	1,9	12-й	0,62	∪	
XIX	1,80 ± 0,17	11,3	2-й	0,11	∩	3,60 ± 0,23	14,1	2–3-й	0,86	↓	0,001
Прочие	1,00 ± 0,48	6,3	7-й	0,76	↑	1,18 ± 0,07	4,6	7-й	0,77	∪↓	
Общий	15,98 ± 0,99	100,0		0,54	↓	25,51 ± 1,19			0,75	↓	0,001

селения России демонстрирует уменьшение данных, у бывших сотрудников ФПС МЧС России при низком коэффициенте детерминации – напоминает инвертированную U-кривую (см. рис. 15Б). Конгруэнтность трендов XIX класса – низкая и статистически недостоверная ($r = 0{,}014$; $p > 0{,}01$), что демонстрирует участие в развитии показателей разных (разнонаправленных) факторов.

Динамика показателей первичной инвалидности по причине заболеваний XIII класса при высоких коэффициентах детерминации у бывших сотрудников ФПС МЧС России и населения в возрасте 18–44 года показывает уменьшение данных (см. рис. 15В). Конгруэнтность трендов данных XIII класса приближается к функциональной и статистически достоверная ($r = 0{,}949$; $p < 0{,}001$), что может указывать на участие в развитии показателей одинаковых (однонаправленных) факторов.

Уместно указать, что доля первичной инвалидности бывших сотрудников ФПС МЧС России по причине заболеваний и травм XIII и XIX класса была 21,5 % от структуры, населения России в возрасте 18–44 года оказалась практически аналогичной – 24,3 %, однако, в первом случае вклад в структуру составили 2-й и 4-й ранг, во втором только – 2–3-й и 6-й.

Оказалось также, что уровень первичной инвалидности сотрудников ФПС ГПС МЧС России по сравнению с населением России в возрасте 18–44 года был статистически достоверно меньше практически по всем классам заболеваемости и общему показателю первичной инвалидности (см. табл. 6), по болезням органов дыхания (X класс) уровень первичной инвалидности оказался больше ($p < 0{,}05$).

Выводы

1. Среднегодовой уровень случаев заболеваний с трудопотерями (по всем классам по МКБ-10) у сотрудников ФПС МЧС России – (407,0 ± 30,4)‰ – статистически меньше, чем у обобщенной группы военнослужащих (офицеров и военнослужащих по контракту) Вооруженных сил России – (508,5 ± 35,6)‰ ($p < 0{,}05$), а дней трудопотерь больше – (5139 ± 402) и (4174 ± 123)‰ соответственно ($p < 0{,}05$). Согласованность динамики уровней случаев и дней трудопотерь и соотношения день/случай у пожарных и военнослужащих – низкая и отрицательная, что может указывать на развитие трудопотерь влияние разных факторов. Если макросоциальные факторы жизнедеятельности одинаковы, то можно полагать, что ведущий вклад в трудопотери оказывали организационные и/или профессиональные факторы. Высокую значимость в развитии заболеваемости пожарных имели показатели травм (XIX класс по МКБ-10) и болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс). Уровень смертности сотрудников ФПС МЧС России по травмам XIX класса был $(61{,}3 \pm 4{,}2) \cdot 10^{-5}$ и оказался в 5,1 раза меньше, чем у трудоспособного мужского населения России, – $(312{,}7 \pm 19{,}7) \cdot 10^{-5}$, а их доля в структуре – в 1,8 раза больше – 58 и 31,3 % соответственно.

2. Уровень производственного травматизма – $(14{,}66 \pm 2{,}01) \cdot 10^{-4}$ и гибели пожарных – $(8{,}53 \pm 0{,}83) \cdot 10^{-5}$ в 2006–2020 гг. оказался статистически достоверно меньше, чем у мужчин-работников по экономике России, – $(22{,}73 \pm 2{,}8) \cdot 10^{-4}$ ($p < 0{,}01$) и $(13{,}23 \pm 1{,}12) \cdot 10^{-5}$ ($p < 0{,}05$) соответственно. Конгруэнтность трендов – низкая и статистически незначимая, что может указывать на влияние разных (разнонаправленных) ведущих факторов в развитии травм со смертельным исходом у пожарных и мужчин-работников России. Полностью исключить негативное влияние профессиональной деятельности на человека нельзя, но его можно минимизировать. Травматизм может стать управляемой системой только при учете и анализе всех травм. Например, на 1 случай гибели на производстве в экономически развитых странах мира с развитым социальным страхованием и охраной труда приходится 300–500 травм, у личного состава ФПС МЧС России – около 17. Профилактика травматизма будет способствовать повышению безопасности деятельности пожарных, а учет уровня, структуры и динамики травм – организации целенаправленной работы по охране труда и сохранению их здоровья. Уместно также указать, что уровень гибели пожарных при выполнении служебных обязанностей составил около 14 % от всей смертности по травмам.

3. Уровень инвалидности сотрудников ФПС МЧС России – $(15{,}98 \pm 0{,}99) \cdot 10^{-4}$ оказался статистически достоверно меньше ($p < 0{,}001$), чем трудоспособного населения России в возрасте 18–44 года, – $(25{,}51 \pm 1{,}19) \cdot 10^{-4}$, но достоверно выше ($p < 0{,}01$), чем у сотрудников МВД России. С одной стороны, это указывает на эффективную организацию и охрану труда у сотрудников ФПС МЧС России, с другой – на высокий уровень инвалидности среди взрослого населения России.

4. Можно полагать, что экстремальный характер профессиональной деятельности пожарных создает условия, при которых струк-

туру трудопотерь, случаев первичного выхода на инвалидность и смертности с высокими долями составили показатели травм, отравлений и некоторых других последствий воздействия внешних причин (XIX класс) и болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани (XIII класс). Профилактика перечисленных классов болезней и травм сможет существенно повысить состояние здоровья личного состава ФПС МЧС России.

Литература

1. Алексанин С.С., Астафьев О.М., Санников М.В. Совершенствование системы медицинских обследований спасателей и пожарных МЧС России // Медицина катастроф. 2010. № 3 (71). С. 8–11.
2. Алексанин С.С., Санников М.В., Яковлева М.В. [и др.]. Оценка и коррекция нарушений минерального обмена у сотрудников ФПС ГПС и спасателей МЧС России с заболеваниями костно-мышечной системы : метод. рекомендации / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб., 2020. 29 с.
3. Алексанин С.С., Бобринев Е.В., Евдокимов В.И. [и др.]. Заболеваемость с трудопотерями у сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России (1996–2015 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2018. № 1. С. 5–18. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-1-05-18.
4. Алексанин С.С., Бобринев Е.В., Евдокимов В.И. [и др.]. Показатели профессионального травматизма и смертности у сотрудников Государственной противопожарной службы России (1996–2015 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2018. № 3. С. 5–25. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-3-05-25.
5. Алексанин С.С., Бобринев Е.В., Евдокимов В.И. [и др.]. Показатели заболеваемости с трудопотерями личного состава МЧС России (2010–2015 гг.) // Пожарная безопасность. 2019. № 2. С. 113–120.
6. Алексанин С.С., Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Мухина Н.А. Анализ показателей первичной инвалидности сотрудников Федеральной противопожарной службы МЧС России и населения России в возрасте 18–44 года с 2006 по 2015 год / Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2019. № 1. С. 5–28. DOI: 10.25016/2541-7487-2019-0-1-5-28
7. Астафьев О.М., Санников М.В., Мухина Н.А. Организация диспансерного динамического наблюдения за состоянием здоровья сотрудников федеральной противопожарной службы государственной противопожарной службы, военнослужащих спасательных воинских формирований, федеральных государственных гражданских служащих, спасателей аварийно-спасательных формирований и аварийно-спасательных служб МЧС России : метод. рекомендации / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб., 2015. 39 с.
8. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование. М. : Финансы и статистика, 2015. 320 с.
9. Бобринев Е.Н., Маштаков В.А. Деятельность личного состава ФПС МЧС России // Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. Анализ производственного травматизма и гибели личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2006–2020 гг.) : монография / науч. ред. В.И. Евдокимов ; Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России. СПб. : Измайловский, 2022. С. 22–31. (Сер. Заболеваемость военнослужащих ; вып. 18).
10. Бухтияров И.В., Бобров А.Ф., Денисов Э.И. [и др.]. Методы оценки профессионального риска и их информационное обеспечение // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 12. С. 1327–1330. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-12-1327-1330.
11. Бухтияров И.В., Измеров Н.Ф., Тихонова Г.И. [и др.]. Производственный травматизм как критерий профессионального риска // Пробл. прогнозирования. 2017. № 5 (164). С. 140–149.
12. Бухтияров И.В., Измеров Н.Ф., Тихонова Г.И. [и др.]. Условия труда как фактор риска повышения смертности в трудоспособном возрасте // Мед. труда и пром. экология. 2017. № 8. С. 43–49.
13. Быкова В.Ю., Домрачев А.А., Домрачева О.А. Актуальность обеспечения безопасности профессиональной деятельности сотрудников оперативных подразделений МЧС России // Современ. технологии обеспечения гражд. обороны и ликвидации последствий чрезв. ситуаций. 2015. № 1-1 (6). С. 16–18.
14. Гудзь Ю.В., Ветошкин А.А., Евдокимов В.И. [и др.]. Анализ оказания специализированной и высокотехнологической помощи сотрудникам Федеральной противопожарной службы МЧС России в отделе травматологии и ортопедии Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова // Многопрофильная клиника XXI века. Инновации и передовой опыт : материалы XI междунар. науч. конф. СПб., 2022. С. 36–38.
15. Домрачев А.А., Мельник А.А., Михайлова Л.А. Сопровождение профессиональной деятельности пожарных оперативных подразделений как направление обеспечения эффективности функционирования Федеральной противопожарной службы МЧС России // Психол.-пед. пробл. безопасности человека и общества. 2009. № 1 (2). С. 49–54.
16. Евдокимов В.И., Алексанин С.С., Бобринев Е.В. Анализ показателей заболеваемости, травматизма, инвалидности и смертности сотрудников Государственной противопожарной службы России

(1996–2015 гг.) : монография / науч. ред. В.И. Евдокимов ; Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2019. 167 с. (Сер. Заболеваемость военнослужащих ; вып. 7).

17. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. [и др.]. Производственный травматизм у категорий личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2006–2020) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2022. № 1. С. 41–51. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-1-41-51.

18. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. Анализ производственного травматизма и гибели личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2006–2020 гг.) : монография / науч. ред. В.И. Евдокимов ; Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России. СПб. : ИЦП «Измайловский», 2022. 138 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих» ; вып. 18).

19. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Панкратов Н.А. Показатели производственного травматизма личного состава оперативных подразделений МЧС России за 10 лет (2012–2021 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2022. № 2. С. 5–21. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-2-05-21.

20. Евдокимов В.И., Григорьев С.Г., Сиващенко П.П. Обобщенные показатели заболеваемости личного состава Вооруженных сил России (2003–2016 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2017. № 3. С. 47–64. DOI 10.25016/2541-7487-2017-0-3-47-64.

21. Евдокимов В.И., Сиващенко П.П., Григорьев С.Г. Показатели заболеваемости военнослужащих контрактной службы Вооруженных сил Российской Федерации (2003–2016 гг.) : монография / Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2018. 80 с. (Сер. Заболеваемость военнослужащих ; вып. 2).

22. Евдокимов В.И., Сиващенко П.П., Григорьев С.Г. Показатели заболеваемости офицеров Вооруженных сил Российской Федерации (2003–2016 гг.) : монография / Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2018. 80 с. (Сер. Заболеваемость военнослужащих ; вып. 1)

23. Здравоохранение в России. 2017 : стат. сб. / Л.И. Агеева, Г.А. Александрова, Н.М. Зайченко [и др.] ; пред. редкол. Г.К. Оксенойт. Росстат. М., 2017. 170 с.

24. Исаенко С.И. Анализ общего контингента инвалидов среди бывших военнослужащих, состоявших на учете в органах социальной защиты, в Российской Федерации за 10 лет (1994–2003) // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2005. № 3. С. 25–27.

25. Исаенко С.И. Анализ первичной инвалидности у бывших военнослужащих в Российской Федерации за 10 лет (1994–2003) // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2005. № 1. С. 30–32.

26. Кулешов В.В., Сердюк В.С. Влияние превентивных индикаторов культуры безопасности на уровень профессионального риска // Безопасность жизнедеятельности. 2021. № 9 (249). С. 14–19.

27. Матюшин А.В., Порошин А.А., Бобринев Е.В. [и др.]. Состояние травматизма, инвалидности и смертности сотрудников ГПС МЧС России по субъектам Российской Федерации : информ.-аналит. обзор. М. : ВНИИПО, 2005. 61 с.

28. Матюшин А.В., Порошин А.А., Харин В.В. [и др.]. Факторный подход к оценке травматизма пожарных // Актуальные проблемы пожарной безопасности : материалы XXVII междунар. науч.-практ. конф : в 3 ч. М., 2015. Ч. 3. С. 222–227.

29. Межидова А.А. Основные показатели первичной инвалидности у бывших военнослужащих и вследствие военной травмы в Российской Федерации в динамике за 10 лет // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2011. № 3. С. 43–46.

30. Межидова А.А. Закономерности формирования инвалидности у бывших военнослужащих в Российской Федерации и особенности медико-социальной реабилитации : автореф. дис. … канд. мед. наук. М., 2012. 28 с.

31. Мешалкин Е.И., Студеникин Е.И., Бобринев Е.В., Сушкина Е.Ю. Динамика показателей боевой работы подразделений ГПС за 1993–1998 гг. // Пожар. безопасность. 2000. № 2. С. 120–126.

32. Порошин А.А., Харин В.В., Бобринев Е.В. [и др.]. Банк статистических данных по заболеваемости, травматизму, инвалидности и гибели личного состава подразделений МЧС России при выполнении служебных обязанностей : свидетельство о регистрации базы данных RU 2015621061, опубл. 13.07.2015; заявка № 2015620391, 17.04.2015; правообладатель: Всерос. науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России.

33. Порошин А.А., Харин В.В., Бобринев Е.В., Шавырина Т.А. Анализ заболеваемости, травматизма, гибели, инвалидности и смертности личного состава подразделений МЧС России за 2010–2014 годы // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2015. № 2. С. 38–44.

34. Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2020 году / Минтруда и соцзащиты. М., 2021. 130 с.

35. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда : руководство Р 2.2.2006-05. М. : Безопасность труда и жизни, 2006. 117 с.

36. Санников М.В., Андреев А.А. Характеристика состояния здоровья спасателей и специалистов Государственной противопожарной службы МЧС России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2007. № 1. С. 19–26.

37. Санников М.В., Астафьев О.М., Мухина Н.А. [и др.]. Организация профилактической работы по сохранению здоровья сотрудников территориальных органов и образовательных организаций высшего образования МЧС России : метод. рекомендации / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : НПО ПБ АС, 2020. 32 с.

38. Санников М.В. Медико-информационное сопровождение профессиональной деятельности пожарных и спасателей МЧС России (медицинский регистр) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2014. № 3. С. 58–62.

39. Сидоренко В.А., Рыбников В.Ю., Нестеренко Н.В. Основные показатели состояния здоровья и структура заболеваемости сотрудников Органов внутренних дел, Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России и военнослужащих Вооруженных сил Российской Федерации // Медицина катастроф. 2021. № 2 (114). С. 11–15. DOI: 10.33266/2070-1004-2021-2-11-15.

40. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ (с изм. и доп.). URL: https://base.garant.ru/ 12161584/.

41. Тихонова Г.И., Чуранова А.Н., Горчакова Т.Ю. Производственный травматизм как проблема социально-трудовых отношений в России // Пробл. прогнозирования. 2012. № 3 (132). С. 103–100.

42. Ушаков И.Б. Экология человека опасных профессий. М. ; Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. 128 с.

43. Харин В.В., Маштаков В.А., Бобринев Е.В. Особенности профессиональной деятельности личного состава МЧС России // Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. Риски производственного травматизма и гибели личного состава оперативных подразделений МЧС России (2012–2021 гг.) : монография / науч. ред. В.И. Евдокимов ; Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, Всероссийский ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России. СПб. : Измайловский, 2022. С. 20–35. (Сер. Заболеваемость военнослужащих ; вып. 19).

44. Шафран Л.М., Нехорошкова Ю.В., Потапов Е.А. Сравнительная гигиеническая и профессиографическая оценка условий труда личного состава Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям // Актуал. пробл. трансп. медицины. 2013. № 2 (32). С. 067–077.

45. Stanaway J.D., Afshin A., Gakidou E. [et al.]. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 // Lancet. 2018. Vol. 392, N 10159. P. 1923–1994. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30750-9.

Поступила 21.11.2022 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Вклад авторов: С.С. Алексанин, В.Ю. Рыбников – методология и дизайн исследования, редактирование окончательного варианта статьи; В.И. Евдокимов – обзор литературы, подготовка иллюстраций, написание первого варианта статьи.

Для цитирования. Алексанин С.С., Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю. Значения показателей костно-мышечной системы и соединительной ткани для состояния здоровья личного состава Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 4. С. 5–30. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-05-30.

Significance of musculoskeletal and connective tissue parameters as health indicators in Federal Fire-Fighting Service officers of the State Fire-Fighting Service of the EMERCOM of Russia

Aleksanin S.S., Evdokimov V.I., Rybnikov V.Ju.

Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia
(4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

Sergey Sergeevich Aleksanin – Dr. Med. Sci. Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: medicine@nrcerm.ru;

✉ Vladimir Ivanovich Evdokimov – Dr. Med. Sci. Prof., Principal Research Associate, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0002-0771-2102, e-mail: 9334616@mail.ru;

Viktor Jur'evich Rybnikov – Dr. Med. Sci., Dr. Psychol. Sci. Prof., Deputy Director (Science and Education, Emergency Medicine) of The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID 0000-0001-5527-9342 e-mail: medicine@nrcerm.ru

Abstract

Relevance. The job of Federal Fire-Fighting Service (FFS) officers of the State Fire-Fighting Service of the EMERCOM of Russia is among the global top 10 occupations with evident risk of health functional reserves depletion, prevalence of early occupational diseases, injuries and even death. Traditionally, investigators focus on circulatory diseases and how they affect firefighters' occupational health.

The objective is to provide research-based evidence showing that musculoskeletal and connective tissue parameters provide a reliable estimate of the health status in Russian Federal Fire-Fighting Service officers.

Methodology. The authors analyzed the research papers included in the Russian Science Citation Index mostly within the last 10 years and the studies carried out at the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine and at the All-Russian Research Institute for Fire Protection of the EMERCOM of Russia. Morbidity was calculated in ppm (‰), industrial injury and primary disability rates were estimated per 10,000 ($\times 10^4$), mortality (deaths) – per 100,000 ($\times 10^5$) people. The indicators dynamics was estimated based on dynamic sets of data applying the 2nd order polynomial trend; the Pearson correlation coefficient was utilized to verify consistency of the trends.

Results and analysis. In 2003–2015 the average annual incidence rate of cases with labor losses (across all ICD-10 chapters of diseases) among the EMERCOM Federal Fire Service officers was (407.0 ± 30.4) ‰ which was statistically significantly lower than among the Russian armed forces officers (508.5 ± 35.6) ‰ ($p < 0.05$); the number of lost workdays was higher, i.e. (5139 ± 402) and (4174 ± 123) ‰ respectively ($p < 0.05$). Consistency in the dynamics of case number, rate of lost workdays, and day/incident ratio among firefighters and military officers is low and negative, potentially due to the impact of different factors on lost workdays rate. Assuming the macrosocial factors are identical, organisational and/or occupational factors could be the key contributors to labor losses. Rates of injuries, poisoning and other external impacts (chapter XIX in ICD-10), as well as musculoskeletal and connective tissue diseases (chapter XIII) play the leading role in morbidity dynamics among firefighters. The mortality rate among the Russian EMERCOM FFS officers with chapter XIX injuries was 8.5 times lower than that among the Russian male population, although the population cohort was 2.5 times more numerous. Occupational injury rate of $(14.66 \pm 2.01) \cdot 10^{-4}$of injuries/(firefighter • year) and firefighter fatalities $(8.53 \pm 0.83) \cdot 10^{-5}$deaths/(firefighter • year) in 2006–2020 were statistically significantly lower than among economically active working male population in Russia: $(22.73 \pm 2.8) \cdot 10^{-4}$ ($p < 0.01$) and $(13.23 \pm 1.12) \cdot 10^{-5}$ ($p < 0.05$) respectively. Considering the work schedule of firefighters, the annual amount of work in extreme environments was carried out within 6 months; whereas the level of industrial traumatism due to fire extinguishing and elimination of other emergency situations calculated for 12 months should be doubled, to say the least. The level of primary disability among Russian Federal Fire Service employees was $(15.98 \pm 0.99) \cdot 10^{-4}$, i.e. statistically reliably lower ($p < 0.001$) than among the working population of Russia aged 18–44 years $(25.51 \pm 1.19) \cdot 10^{-4}$. On the one hand, the data demonstrates efficient labor set-up and labor protection of the EMERCOM FFS employees, whereas disability rate among the adult population of Russia stays at a high level, on the other hand.

Conclusion. Although not entirely eliminated, negative occupational impacts (i.e. diseases, injuries) can be reduced to minimal rates. Preventing the early onset of occupational diseases, especially traumas and musculoskeletal diseases, has a huge health sparing potential to ensure professional longevity of the EMERCOM FFS employees.

Key words: emergency situation, fire, firefighter, servicemen, health status, morbidity, work loss, traumatism, death, primary disability, Federal Fire-Fighting Service.

References

1. Aleksanin S.S., Astaf'iev O.M., Sannikov M.V. Sovershenstvovanie sistemy meditsinskikh obsledovanii spasatelei i pozharnykh MChS Rossii [Perfection of system of medical examination of rescuers and firemen of Ministry of Emergency Situations of Russia]. *Meditsina katastrof* [Disaster medicine]. 2010; (3);8–11. (In Russ.)

2. Aleksanin S.S., Sannikov M.V., Yakovleva M.V. [et al.]. Otsenka i korrektsiya narushenii mineral'nogo obmena u sotrudnikov FPS GPS i spasatelei MChS Rossii s zabolevaniyami kostno-myshechnoi sistemy [Assessment and correction of mineral metabolism disorders in State FFS employees and EMERCOM rescue workers with musculoskeletal diseases]. St. Petersburg. 2020. 29 p. (In Russ.)

3. Aleksanin S.S., Bobrinev E.V., Evdokimov V.I. [et al.]. Zabolevaemost' s trudopoteryami u sotrudnikov Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii (1996–2015 gg.) [Morbidity with job absenteeism in employees of EMERCOM of Russia (1996–2015)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2018; (1);5–18. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-1-05-18. (In Russ.)

4. Aleksanin S.S., Bobrinev E.V., Evdokimov V.I. [et al.]. Pokazateli professional'nogo travmatizma i smertnosti u sotrudnikov Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby Rossii (1996–2015 gg.) [Indicators of occupational traumatism and mortality in employees of Russian State fire service (1996–2015)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2018; (3):5–25. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-3-05-25. (In Russ.)

5. Aleksanin S.S., Bobrinev E.V., Evdokimov V.I. [et al.]. Pokazateli zabolevaemosti s trudopoteryami lichnogo sostava MChS Rossii (2010–2015 gg.) [Indicators of morbidity with labor losses of personnel of EMERCOM of Russia for 2010–2015]. *Pozharnaya bezopasnost'* [Fire safety]. 2019; (2):113–120. (In Russ.)

6. Aleksanin S.S., Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Mukhina N.A. Analiz pokazatelei pervichnoi invalidnosti sotrudnikov Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii i naseleniya Rossii v vozraste 18–44 goda s 2006 po 2015 god [Analysis

of indicators of primary disability in employees of the Federal fire service of EMERCOM of Russia and the population of Russia aged 18–44 from 2006 to 2015]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2019; (1):5–28. DOI: 10.25016/2541-7487-2019-0-1-5-28. (In Russ.)

7. Astafi'ev O.M., Sannikov M.V., Mukhina N.A. Organizatsiya dispansernogo dinamicheskogo nablyudeniya za sostoyaniem zdorov'ya sotrudnikov federal'noi protivopozharnoi sluzhby gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby, voennosluzhashchikh spasatel'nykh voinskikh formirovanii, federal'nykh gosudarstvennykh grazhdanskikh sluzhashchikh, spasatelei avariino-spasatel'nykh formirovanii i avariino-spasatel'nykh sluzhb MChS Rossii [Organization of dispensary dynamic observation of the health status of the State FFS firefighters, military rescue officers, federal civil servants, EMERCOM and emergency rescue officers]. St. Petersburg. 2015. 39 p. (In Russ.)

8. Afanas'ev V.N., Yuzbashev M.M. Analiz vremennykh ryadov i prognozirovanie [Time Series Analysis and Forecasting]. Moscow. 2015. 320 p. (In Russ.)

9. Bobrinev E.N., Mashtakov V.A. Deyatel'nost' lichnogo sostava FPS MChS Rossii [EMERCOM FFS officers and their activity]. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A. [et al.]. Analiz proizvodstvennogo travmatizma i gibeli lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii (2006–2020 gg.) [Analysis of occupational injury and mortality of personnel of the Federal Fire Service of the EMERCOM of Russia (2006–2020)]. Ed. V.I. Evdokimov. St. Petersburg. 2022. Pp. 22–31. (In Russ.)

10. Bukhtiyarov I.V., Bobrov A.F., Denisov E.I [et al.]. Metody otsenki professional'nogo riska i ikh informatsionnoe obespechenie [Occupational risk assessment methods and their information support]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation, Russian journal]. 2019; 98(12):1327–1330. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-12-1327-1330. (In Russ.)

11. Bukhtiyarov I.V., Izmerov N.F., Tikhonova G.I., Churanova A.N. Occupational injuries as a criterion of professional risk. *Studies on Russian Economic Development*. 2017; 28(5):568–574.

12. Bukhtiyarov I.V., Izmerov N.F., Tikhonova G.I. [et al.]. Usloviya truda kak faktor riska povysheniya smertnosti v trudosposobnom vozraste [Work conditions as a risk factor mortality increase in able-bodied population]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya* [Russian journal of occupational health and industrial ecology]. 2017; (8):43–49. (In Russ.)

13. Bykova V.Yu., Domrachev A.A., Domracheva O.A. Aktual'nost' obespecheniya bezopasnosti professional'noi deyatel'nosti sotrudnikov operativnykh podrazdelenii MChS Rossii [Relevance of professional labor safety for emergency deployment squads of the EMERCOM of Russia] *Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoi oborony i likvidatsii posledstvii chrezvychainykh situatsii* [Modern Technologies of Civil Defense and Emergency Response]. 2015; (1-1):16–18. (In Russ.)

14. Gudz' Yu.V., Vetoshkin A.A., Evdokimov V.I. [et al.]. Analiz okazaniya spetsializirovannoi i vysokotekhnologicheskoi pomoshchi sotrudnikam Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii v otdele travmatologii i ortopedii Vserossiiskogo tsentra ekstrennoi i radiatsionnoi meditsiny im. A.M. Nikiforova [Specialized and high-tech assistance to the Federal Fire-Fighting Service staff of the EMERCOM of Russia provided at the Department of Traumatology and Orthopedics at the Nikiforov Center of Emergency and Radiation Medicine]. *Mnogoprofil'naya klinika XXI veka. Innovatsii i peredovoi opyt* [Multidisciplinary clinical care of 21st century. Innovations and advanced experience]: Research Conference Proceedings. St. Petersburg. 2022. Pp. 36–38. (In Russ.)

15. Domrachev A.A., Mel'nik A.A., Mikhailova L.A. Soprovozhdenie professional'noi deyatel'nosti pozharnykh operativnykh podrazdelenii kak napravlenie obespecheniya effektivnosti funktsionirovaniya Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Providing of professional activity of operational subdivisions as a method of providing efficiency at federal fire service of EMERCOM of Russia]. *Psikhologo-pedagogicheskie problemy bezopasnosti cheloveka i obshchestva* [Psychological and pedagogical safety problems of human and society]. 2009; (1):49–54. (In Russ.)

16. Evdokimov V.I., Aleksanin S.S., Bobrinev E.V. [et al.] Analiz pokazatelei zabolevaemosti, travmatizma, invalidnosti i smertnosti sotrudnikov Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby Rossii (1996–2015 gg.) [Analysis of morbidity, traumatism, disability and mortality rates in employees of the Russian State Fire Service (1996–2015)]. Ed. V.I. Evdokimov. St. Petersburg. 2019. 167 p. (In Russ.)

17. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A. [et al.]. Proizvodstvennyi travmatizm u kategorii lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii (2006–2020) [Occupational injuries in categories of personnel of federal fire service of EMERCOM of Russia (2006–2020)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2022; (1):41–51. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-1-41-51. (In Russ.)

18. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A. [et al.]. Analiz proizvodstvennogo travmatizma i gibeli lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii (2006–2020 gg.) [Analysis of occupational injury and mortality of personnel of the Federal Fire Service of the EMERCOM of Russia (2006–2020)]. Ed. V.I. Evdokimov. St. Petersburg. 2022. 138 p. (In Russ.)

19. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A., Pankratov N.A. Pokazateli proizvodstvennogo travmatizma lichnogo sostava operativnykh podrazdelenii MChS Rossii za 10 let (2012–2021 gg.) [Occupational injury rates for personnel of operational units of the EMERCOM of Russia for 10 years (2012–2021)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2022; (2):5–21. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-2-05-21. (In Russ.)

20. Evdokimov V.I., Grigor'ev S.G., Sivashchenko P.P. Obobshchennye pokazateli zabolevaemosti lichnogo sostava Vooruzhennykh sil Rossii (2003–2016 gg.) [Generalized incidence rates in Russia's military personnel (2003–2016)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2017; (3):47–64. DOI 10.25016/2541-7487-2017-0-3-47-64. (In Russ.)

21. Evdokimov V.I., Sivashchenko P.P., Grigor'ev S.G. Pokazateli zabolevaemosti voennosluzhashchikh kontraktnoi sluzhby Vooruzhennykh sil Rossiiskoi Federatsii (2003–2016 gg.) [Indicators of morbidity among contract soldiers of the Armed forces of the Russian Federation (2003–2016)]. St. Petersburg. 2018. 80 p. (In Russ.)

22. Evdokimov V.I., Sivashchenko P.P., Grigor'ev S.G. Pokazateli zabolevaemosti ofitserov Vooruzhennykh sil Rossiiskoi Federatsii (2003–2016 gg.) [Indicators of morbidity among officers of the Armed forces of the Russian Federation (2003–2016)]. St. Petersburg. 2018. 80 p. (In Russ.)

23. Zdravookhranenie v Rossii. 2017 : statisticheskii sbornik [Health Care in Russia. 2017: Statistics Digest]. L.I. Ageeva, G.A. Aleksandrova, N.M. Zaichenko [et al.]. Moscow. 2017. 170 p. (In Russ.)

24. Isaenko S.I. Analiz obshchego kontingenta invalidov sredi byvshikh voennosluzhashchikh, sostoyavshikh na uchete v organakh sotsial'noi zashchity, v Rossiiskoi Federatsii za 10 let (1994–2003) [Analysis of the total number of people with disabilities among former military personnel who were registered with the social security authorities in the Russian Federation for 10 years (1994–2003)]. *Mediko-sotsial'naya ekspertiza i reabilitatsiya* [Medico-social expert evaluation and rehabilitation]. 2005; (3);25–27. (In Russ.)

25. Isaenko S.I. Analiz pervichnoi invalidnosti u byvshikh voennosluzhashchikh v Rossiiskoi Federatsii za 10 let (1994–2003) [Analysis of primary disability in former military personnel in the Russian Federation for 10 years (1994–2003]. *Mediko-sotsial'naya ekspertiza i reabilitatsiya* [Medico-social expert evaluation and rehabilitation]. 2005; (1):30–32. (In Russ.)

26. Kuleshov V.V., Serdyuk V.S. Vliyanie preventivnykh indikatorov kul'tury bezopasnosti na uroven' professional'nogo riska [The impact of preventive indicators of safety culture on the level of occupational risk]. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Life safety]. 2021; (9):14–19. (In Russ.)

27. Matyushin A.V., Poroshin A.A., Bobrinev E.V. [et al.]. Sostoyanie travmatizma, invalidnosti i smertnosti sotrudnikov GPS MChS Rossii po sub"ektam Rossiiskoi Federatsii [Trauma rate, disability and mortality of employees of the EMERCOM State Fire Service in Russian Federation constituents : information and analytics review.]. Moscow. 2005. 61 p.

28. Matyushin A.V., Poroshin A.A., Kharin V.V. [et al.]. Faktornyi podkhod k otsenke travmatizma pozharnykh [Factorial approach to assessing the injury rate of firefighters]. *Aktual'nye problemy pozharnoi bezopasnosti* [Actual problems of fire safety]: Scientific. Conf. Proceedings. Moscow. 2015; 3:222–227. (In Russ.)

29. Mezhidova A.A. Osnovnye pokazateli pervichnoi invalidnosti u byvshikh voennosluzhashchikh i vsledstvie voennoi travmy v Rossiiskoi Federatsii v dinamike za 10 let [Highlights of primary disability in former military and due to military trauma in the Russian Federation over 10 years]. *Vestnik Vserossiiskogo obshchestva spetsialistov po mediko-sotsial'noi ekspertize, reabilitatsii i reabilitatsionnoi industrii* [Bulletin of the All-Russian Society of Professionals in Medical and Social Expertise, Rehabilitation and Rehabilitation Industry]. 2011; (3):43–46. (In Russ.)

30. Mezhidova A.A. Zakonomernosti formirovaniya invalidnosti u byvshikh voennosluzhashchikh v Rossiiskoi Federatsii i osobennosti mediko-sotsial'noi reabilitatsii [Patterns of the formation of disability in ex-servicemen in the Russian Federation and features of medical and social rehabilitation] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moscow. 2012. 28 p. (In Russ.)

31. Meshalkin E.I., Studenikin E.I., Bobrinev E.V., Sushkina E.Yu. Dinamika pokazatelei boevoi raboty podrazdelenii GPS za 1993–1998 gg. [Dynamics of Combat Work Indicators of FFS units for 1993–1998]. *Pozharnaya bezopasnost'* [Fire safety]. 2000; (2):120–126. (In Russ.)

32. Poroshin A.A., Kharin V.V., Bobrinev E.V. [et al.]. Bank statisticheskikh dannykh po zabolevaemosti, travmatizmu, invalidnosti i gibeli lichnogo sostava podrazdelenii MChS Rossii pri vypolnenii sluzhebnykh obyazannostei : svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh RU 2015621061, 13.07.2015 [Bank of statistical data on morbidity, injury, disability and death of personnel of the EMERCOM of Russia units in the performance of official duties: database registration certificate RU 2015621061, publ. 07/13/2015]. (In Russ.)

33. Poroshin A.A., Kharin V.V., Bobrinev E.V., Shavyrina T.A. Analiz zabolevaemosti, travmatizma, gibeli, invalidnosti i smertnosti lichnogo sostava podrazdelenii MChS Rossii za 2010–2014 gody [Analysis of information about disease incidence, injuries, deaths, disability and mortality in staff of EMERCOM of Russia units over 2010–2014]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015; (2):38–44. (In Russ.)

34. Rezul'taty monitoringa uslovii i okhrany truda v Rossiiskoi Federatsii v 2020 godu [Monitoring results of working conditions and labour protection in the Russian Federation in 2020]. Moscow. 2021. 130 p. (In Russ.)

35. Rukovodstvo po gigienicheskoi otsenke faktorov rabochei sredy i trudovogo protsessa. Kriterii i klassifikatsiya uslovii truda : rukovodstvo P 2.2.2006-05 [Guide on Hygienic Assessment of Factors of Working Environment and Work Load. Criteria and Classification of Working Conditions]. Moscow. 2006. 117 p. (In Russ.)

36. Sannikov M.V., Andrejev A.A. Kharakteristika sostoyaniya zdorov'ya spasatelei i spetsialistov gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Health characteristics of rescuers and specialists of the State fire-prevention service of the Ministry of Emergency Situations]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2007; (1):19–26. (In Russ.)

37. Sannikov M.V., Astaf'ev O.M., Mukhina N.A. [et al.]. Organizatsiya profilakticheskoi raboty po sokhraneniyu zdorov'ya sotrudnikov territorial'nykh organov i obrazovatel'nykh organizatsii vysshego obrazovaniya MChS Rossii [Organization of preventive health sparing efforts for employees of territorial bodies and educational organizations of higher education at the EMERCOM of Russia : methods and recommendations]. St. Petersburg. 2020. 32 p. (In Russ.)

38. Sannikov M.V. Mediko-informatsionnoe soprovozhdenie professional'noi deyatel'nosti pozharnykh i spasatelei MChS Rossii (meditsinskii registr) [Medical information support for professional activities of firefighters and rescuers of EMERCOM of Russia (Medical register)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2014; (3):58–62. (In Russ.)

39. Sidorenko V.A., Rybnikov V.Yu., Nesterenko N.V. Osnovnye pokazateli sostoyaniya zdorov'ya i struktura zabolevaemosti sotrudnikov Organov vnutrennikh del, Federal'noi protivopozharnoi sluzhby Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii i voennosluzhashchikh Vooruzhennykh sil Rossiiskoi Federatsii [Key indicators of health and morbidity structure of incidence of police officers, firemen and servicemen of the Russian Federation]. *Meditsina katastrof* [Disaster medicine]. 2021; (2):11–15. DOI: 10.33266/2070-1004-2021-2-11-15. (In Russ.)

40. Tekhnicheskii reglament o trebovaniyakh pozharnoi bezopasnosti : Federal'nyi zakon ot 22.07.2008 g. N 123-FZ [Technical regulations to the fire safety requirements : Federal Law dated 22.07.2008 № 123-FZ]. URL: https://base.garant.ru/ 12161584/ (In Russ.)

41. Tikhonova G.I., Churanova A.N., Gorchakova T.Yu. Occupational injuries as a problem of social and labor relations in Russia. *Studies on Russian Economic Development*. 2012; 23(3):282–292.

42. Ushakov I.B. Ekologiya cheloveka opasnykh professii [Working environment of high-risk occupations]. Moscow ; Voronezh. 2000. 128 p. (In Russ.)

43. Kharin V.V., Mashtakov V.A., Bobrinev E.V. Osobennosti professional'noi deyatel'nosti lichnogo sostava MChS Rossii [Professional Activity of the Russian EMERCOM officers]. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A. [et al.]. Riski proizvodstvennogo travmatizma i gibeli lichnogo sostava operativnykh podrazdelenii MChS Rossii (2012–2021 gg.) [Risks of occupational injuries and death of personnel of the operational services of the EMERCOM of Russia (2012–2021)]. Ed. V.I. Evdokimov. St. Petersburg. 2022. Pp. 20–35. (In Russ.)

44. Shafran L.M., Nekhoroshkova Yu.V., Potapov E.A. Sravnitel'naya gigienicheskaya i professiograficheskaya otsenka uslovii truda lichnogo sostava gosudarstvennoi sluzhby Ukrainy po chrezvychainym situatsiyam [Comparative hygiene and professiography evaluation of working conditions of the Staff of the Ukraine emergencies public safety service]. *Aktual'nye problemy transportnoi meditsiny* [Actual problems of transport medicine]. 2013; (2):067–077. (In Russ.)

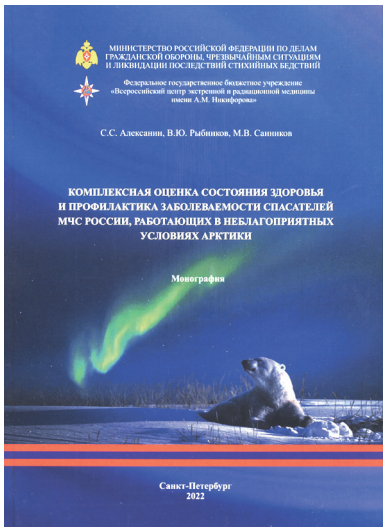
45. Stanaway J.D., Afshin A., Gakidou E. [et al.]. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018; 392(10159):1923–1994. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30750-9.

Received 21.11.2021

For citing: Aleksanin S.S., Evdokimov V.I., Rybnikov V.Yu. Znacheniya pokazatelei kostno-myshechnoi sistemy i soedinitel'noi tkani dlya sostoyaniya zdorov'ya lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (4):5–30. **(In Russ.)**

Aleksanin S.S., Evdokimov V.I., Rybnikov V.Yu. Significance of musculoskeletal and connective tissue parameters as health indicators in Federal Fire-Fighting Service officers of the State Fire-Fighting Service of the EMERCOM of Russia. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (4):5–30. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-05-30

Вышла в свет монография



Алексанин С.С., Рыбников В.Ю., Санников М.В. Комплексная оценка состояния здоровья и профилактика заболеваемости спасателей МЧС России, работающих в неблагоприятных условиях Арктики : монография. СПб. : Измайловский, 2022. 156 с.

В подготовке монографии принимали участие: Н.А. Алхутова, Н.А. Ковязина, Е.А. Колобова Н.В. Макарова, Н.А. Мухина, А.И. Мхитарян, Е.Г. Неронова, Н.В. Нестеренко, Г.Г. Родионов, Е.В. Светкина, И.И. Шантырь, М.В. Яковлева.

ISBN 978-5-00182-044-4. Тираж 100 экз.

Представлены анализ современных научных данных о влиянии неблагоприятных условий Арктики на состояние здоровья спасателей МЧС России, методические подходы к оценке профессионального здоровья лиц опасных профессий, работающих в условиях Арктики, а также методы фармакологической и медико-психологической коррекции работоспособности. Обобщены результаты эпидемиологической оценки заболеваемости, состояния здоровья и профессиональной нагрузки спасателей МЧС России, оценки метаболизма, гормонального, генетического, иммунного, биоэлементного статуса, микробиоты кишечника, функциональных и адаптационных резервов организма, психофизиологического и психологического статуса спасателей, работающих в неблагоприятных условиях Арктики.

Приведены результаты исследований научных сотрудников, ученых и врачей-специалистов Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, полученные в ходе натурных обследований спасателей МЧС России в Арктической зоне России в рамках НИР «Комплексная оценка состояния здоровья и профилактика заболеваемости спасателей МЧС России, работающих в неблагоприятных условиях Арктики» (НИОКР АААА-А19-119121290030-7) (шифр «Арктика»).

УДК 616.314-007.1 : 355.231.1 DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-31-39

Н.А. Соколович[1], А.А.Саунина[1], Е.С. Михайлова[1], И.К. Солдатов[2]

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ОЧАГОВОЙ ОДОНТОГЕННОЙ ИНФЕКЦИИ У ВОСПИТАННИКОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ МИНОБОРОНЫ РОССИИ С ДИСТАЛЬНЫМ ПРИКУСОМ

[1] Санкт-Петербургский государственный университет
(Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9);
[2] Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Актуальность. Причинами развития аномалий окклюзии являются кариес и преждевременная потеря зубов. С большей частотой кариес развивается на аппроксимальных и окклюзионных поверхностях первых моляров нижней челюсти, что повышает риск развития периапикальных осложнений ввиду несвоевременной диагностики кариозного процесса. Воспитанники общеобразовательных организаций Минобороны России служат кадровым резервом силовых ведомств, агентств и служб, а их здоровье, в том числе и стоматологическое, является приоритетным направлением его сохранения и укрепления.

Цель – оценить частоту кариозного поражения различных поверхностей моляров нижней челюсти и его осложнений у воспитанников общеобразовательных организаций Минобороны России.

Методология. Обследовано 30 воспитанников с дистальным прикусом (К07.20 по МКБ-10) в возрасте 11–12 лет, поступивших на I курс обучения, с проведением основных (клинический осмотр и зондирование) и дополнительных (анкетирование, фотопротокол, рентгенография) методов исследования. Всем пациентам выполнена конусно-лучевая компьютерная томография в естественной окклюзии с разрешением 17×15.

Результаты и их анализ. У 45% обследованных воспитанников выявлены скрытые кариозные поражения эмали ниже уровня экватора с преимущественной локализацией на медиальной поверхности зуба. При этом кариозные поражения, сообщающиеся с полостью зуба в 60,9% случаев, локализовались на контактных поверхностях (II класс по Блэку), в 39,1% – на жевательной (I класс по Блэку). Периапикальные очаги деструкции обнаружены в 38,3% случаев.

Заключение. При проведении диагностики и планировании ортодонтического лечения аномалии окклюзии у воспитанников Минобороны России важно направлять пациента на конусно-лучевую компьютерную томографию для своевременного выявления скрытых кариозных поражений эмали ниже уровня экватора и предотвращения перехода неосложненного кариеса в осложненный.

Ключевые слова: стоматология, дистальный прикус, дистоокклюзия, ортодонтия, детская стоматология, воспитанники, Суворовское училище.

Введение

Дистальный прикус – наиболее часто встречаемая форма аномалии окклюзии на ортодонтическом приеме [3]. Зубочелюстные аномалии встречаются у 72,2% лиц призывного возраста независимо от места проживания (мегаполис или его районы), а у военнослужащих (курсанты высших военных заведений) выявляются в 44,2% случаев. При этом ортодонтическое лечение начинают и завершают только 27,8% нуждающихся [10].

Наследственная предрасположенность, ротовой тип дыхания, ранняя потеря зубов, системные заболевания являются этиологическими факторами развития зубочелюстной аномалии II класса по Энглю. Согласно исследованию О.Р. Исмагилова и соавт., распространенность кариеса постоянных зубов у 15-летних школьников находится на высоком уровне (87,5%), что повышает риск преждевременной потери зубов и формирования зубочелюстной аномалии в будущем [4].

Соколович Наталия Александровна – д-р. мед. наук, зав. каф. стоматологии, С.-Петерб. ун-т (Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), e-mail: lun_nat@mail.ru;

Саунина Анастасия Андреевна – ассистент, каф. стоматологии, С.-Петерб. ун-т (Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), e-mail: s4unina@yandex.ru;

Михайлова Екатерина Станиславовна – д-р мед. наук, каф. терапевтич. стоматологии, С.-Петерб. ун-т (Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9), e-mail: e.michailova@spbu.ru;

✉ Солдатов Иван Константинович – канд. мед. наук доц., докторант, каф. челюстно-лицевой хирургии и хирургич. стоматологии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: ivan-soldatov@mail.ru

В проведенном ранее нами исследовании установлено, что подростки с дистальным прикусом составляют 38 % от общей популяции обучающихся Минобороны России, что подтверждает высокую распространенность данной патологии среди воспитанников в возрасте 11–12 лет [9]. Важно отметить, что в организациях Минобороны России отсутствует возможность оказания медицинской помощи по профилю «ортодонтия» воспитанникам общеобразовательных организаций. Единственная должность ортодонта, который оказывает медицинскую помощь, имеется только в Центральной стоматологической поликлинике (Москва), в связи с чем воспитанники вынуждены обращаться в частные медицинские организации для проведения ортодонтического лечения на съемной и несъемной аппаратуре. При этом у воспитанников с дистальным прикусом (К07.20 по МКБ-10) в возрасте 11–12 лет на фоне выраженного сужения верхней и нижней челюсти и нарушения эстетики лица наблюдается высокий уровень тревожности, что требует проведения им мероприятий психологической коррекции и психопрофилактики [9]. Следовательно, важно своевременно диагностировать этиологические факторы аномалии окклюзии и устранять их с целью профилактики развития осложнений в дальнейшим. Выявление кариозного поражения эмали и дентина и своевременная санация полости рта позволяют избежать преждевременную потерю зубов и формирование зубочелюстной аномалии в будущем, что благоприятно влияет на психологическое состояние воспитанников Минобороны России.

По данным M.M. Gorbatova, в России среднее значение интенсивности кариозного процесса составляет 2,5, что превышает как мировой уровень, так и значение средней интенсивности кариеса – 1,5, являющегося целевым индикатором ВОЗ [17]. Наиболее часто кариес поражает первые постоянные моляры нижней челюсти, нередко приводя к развитию пульпита и периодонтита, влекущим за собой удаление зубов и потерю жевательной эффективности [21]. Особо значимым в этом вопросе является кариес контактных поверхностей боковых зубов, который дает наиболее частые осложнения, что обусловлено трудностью диагностики данной локализации. Поэтому нередко кариозный процесс выявляется уже в развившейся стадии при появлении болевого синдрома [13].

Значимость локализации кариеса контактных поверхностей подтверждается исследованием R. Berbari и соавт. (2017), которое демонстрирует, что воспалительные реакции в пульпе с большей вероятностью развиваются при прогрессировании проксимальных кариозных поражений, чем окклюзионных. Данную закономерность автор связывает с меньшей толщиной дентина над областью пульпы при проксимальном поражении [14].

Тем не менее, в исследовании А.В. Михальченко и соавт. частота встречаемости кариозных полостей I класса по Блэку превалировала над частотой встречаемости кариозных полостей II класса по Блэку. Полученные данные авторы связывают с анатомо-топогрофическими особенностями зубов: фиссуры и слепые ямки являются зонами наибольшего скопления зубного налета [5].

Таким образом, в литературе не существует однозначного мнения по поводу анатомо-топографической распространенности кариозных поражений в области моляров нижней челюсти и взаимосвязи локализации кариозного процесса с вероятностью развития осложнений со стороны пульпы и периодонта.

Цель – оценить частоту кариозного поражения различных поверхностей моляров нижней челюсти у воспитанников общеобразовательных организаций Минобороны России с дистальным прикусом перед ортодонтическим лечением.

Материал и методы

В ходе проведения ежегодного углубленного медицинского обследования воспитанников, обучающихся в общеобразовательных организациях Минобороны России (Санкт-Петербург), отобрали 30 подростков с дистальным прикусом (К07.20 по МКБ-10) в возрасте 15–18 лет, которым показано ортодонтическое лечение на несъемной и съемной аппаратуре. Средний возраст обследуемых составил (15,7 ± 1,3) года. Критерии включения пациентов в исследование:

– возраст пациентов (выпускные классы перед поступлением в вуз);

– соотношение моляров и клыков по II классу по Энглю с правой и левой стороны;

– полное прорезывание всех постоянных первых и вторых моляров;

– наличие конусной-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) с разрешением 17×15 в естественной окклюзии.

В ходе обследования проведены клинический осмотр и зондирование, а также дополнительно: анкетирование, фотопротокол, рентгенография. Полученные данные внесены

в медицинские карты стоматологического пациента, составленные в соответствии с рекомендациями ВОЗ (форма 043/у).

Во время первичной консультации с помощью клинического осмотра и зондирования определено наличие кариозных полостей и их локализация, особое внимание уделялось первым молярам нижней челюсти в связи с тем, что данная группа зубов прорезывается первой в детском возрасте, следовательно, вероятность кариозного поражения эмали выше.

Была разработана анкета, включающая 6 вопросов касательно индивидуальной гигиены полости рта (частота чистки зубов, использование фторсодержащей зубной пасты, применение флосса), особенностей питания (употребление сахаросодержащих продуктов), профилактических мероприятий (регулярность посещения врача-стоматолога, частота проведения профессиональной гигиены полости рта) (рис. 1). Все воспитанники, включенные в группу обследования, прошли анкетирование.

Перед началом ортодонтического лечения выполнен фотопротокол полости рта у воспитанников: получены внутриротовые фотографии фронтального вида, правой и левой стороны зубных рядов (рис. 2).

С целью проведения диагностики перед началом ортодонтического лечения всех воспитанников направляли на КЛКТ с разрешением 17×15 в естественной окклюзии, которое позволяло выявить скрытые кариозные полости на аппроксимальной поверхности зуба, а также очаги деструкции в периапикальных тканях (рис. 3).

На основании полученных данных, выполнен клинико-статистический анализ частоты встречаемости кариозного процесса в области первых моляров нижней челюсти по классификации Блэка с характеристикой его анатомо-топографической локализации (медиальная и / или дистальная поверхности), а также проведена оценка распространенности периапикальных поражений (в области одного, медиального или дистального, или двух корней) в области первых моляров нижней челюсти.

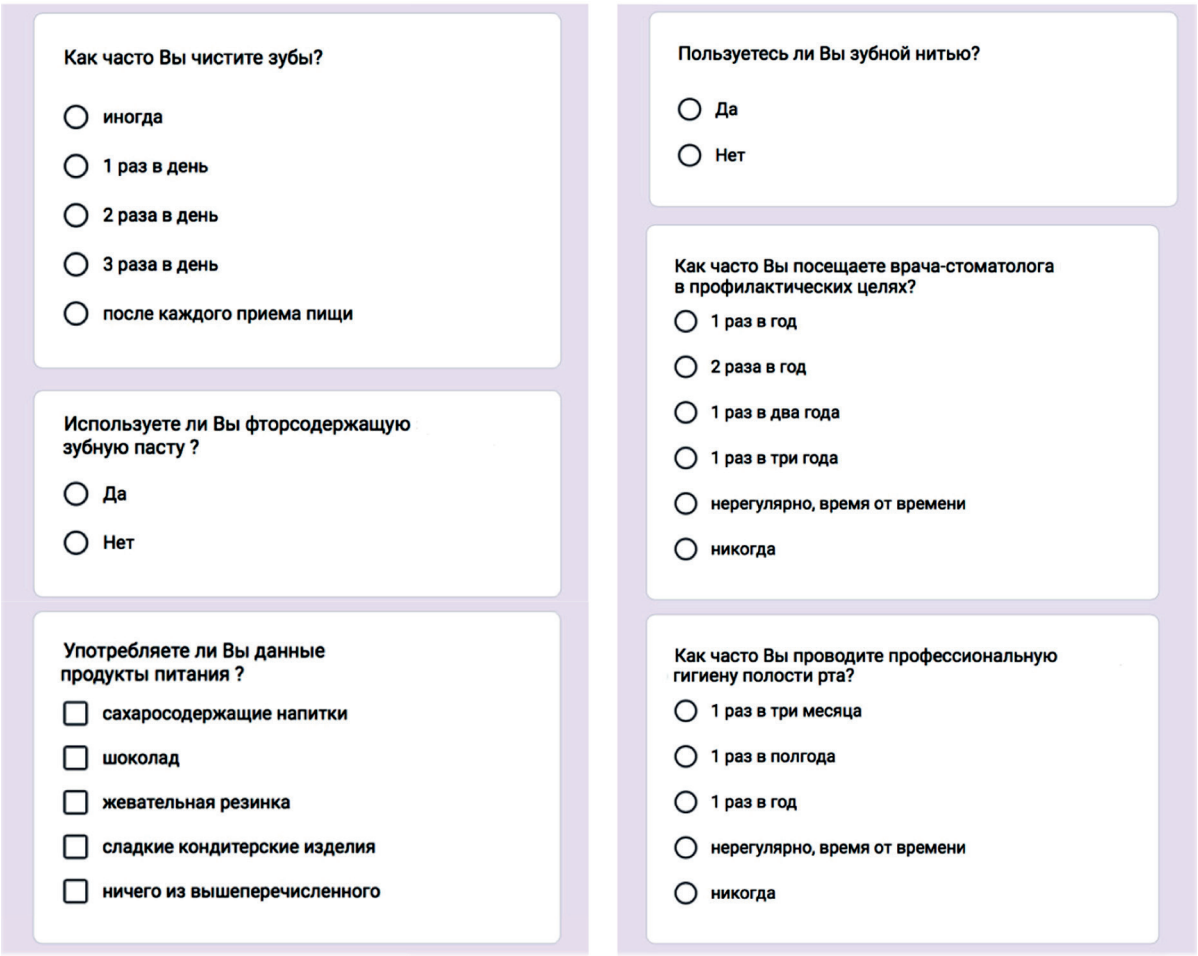


Рис. 1. Анкета индивидуальной гигиены полости рта у воспитанников общеобразовательных организаций Минобороны России.

Рис. 2. Фотопротокол зубных рядов у воспитанников общеобразовательных организаций Минобороны России (пациент с дистальным прикусом, внутриротовые фотографии фронтального вида, правой и левой стороны зубных рядов).

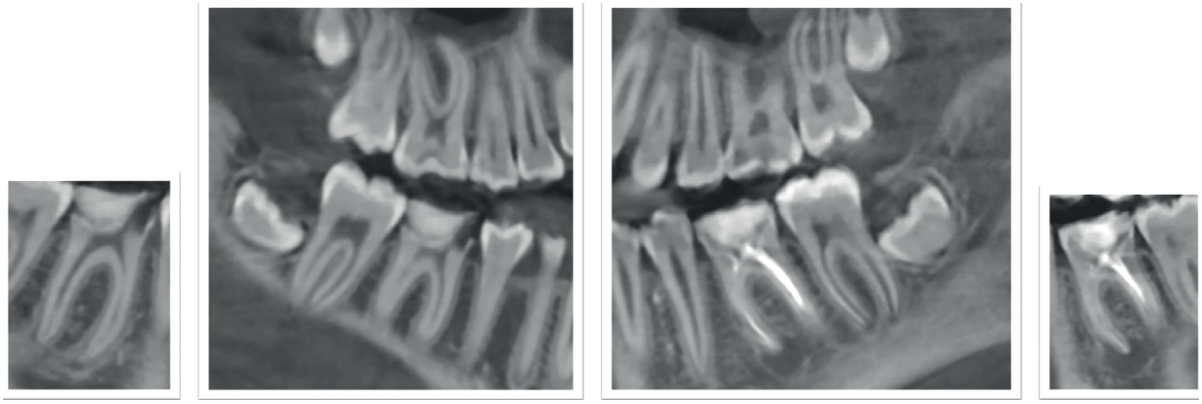


Рис. 3. Анализ состояния моляров нижней челюсти у воспитанника 16 лет. Зуб 3.6 – наличие периапикального очага деструкции в области медиального корня с четкими контурами; зуб 4.6 – скрытый кариес ниже уровня экватора на дистальной поверхности; кариозное поражение эмали на медиальной поверхности, сообщающееся с полостью зуба.

Результаты и их анализ

По результатам анкетирования большинство опрошенных воспитанников в возрасте 15–18 лет чистят зубы 2 раза/день (66,7 %). Тем не менее, в 13,3 % случаев подростки уделяют внимание индивидуальной гигиене полости рта 1 раз/день, у 20 % опрошенных отсутствует регулярная чистка зубов из-за ненормированного распорядка дня.

Большинство опрошенных воспитанников используют при чистке зубов зубную пасту без фтора (63,3 %) и не пользуются зубной нитью (83,3 %).

В рационе питания у всех опрошенных подростков в возрасте 15–18 лет присутствуют легкоферментируемые углеводы – шоколад (100 %) и сладкие кондитерские изделия (100 %). В 80 % случаев воспитанники употребляют сахаросодержащие напитки, в 76,7 % используют жевательную резинку.

Профилактические осмотры у врача-стоматолога 2 раз/год проводят 20 % опрошенных пациентов, 1 раз/год – 90 %. Нерегулярно, по обращаемости, время от времени врача-стоматолога посещают 36,7 % опрошенных лиц.

Большинство опрошенных подростков проводят профессиональную гигиену полости рта у врача-стоматолога нерегулярно, время от времени (46,7 %) по месту жительства. Полученные данные указывают на низкий уровень стоматологической просвещенности воспитанников и необходимость мотивации опрошенных лиц на проведение профилактических мероприятий, так как школьная стоматология не проводит мероприятия на дошкольном и школьном уровнях. Согласно результатам анкетирования, только 16,6 % воспитанников в возрасте 15–18 лет обращаются за профессиональной чисткой зубов 1 раз в 6 мес по месту жительства.

В процессе клинического осмотра и зондирования, а также оценки КЛКТ выявлено 44 кариозных поражения моляров нижней челюсти, из них большую часть составили скрытые кариозные поражения эмали ниже уровня экватора II класса по Блэку (45 %) с преимущественной локализацией на медиальной поверхности зуба (48,2 %) (табл. 1). Кариозные полости I класса по Блэку выявлены в 28,3 % случаев.

Кариозные поражения, сообщающиеся с полостью зуба, в области первых моляров нижней челюсти диагностированы в 52,3 % от общего числа кариозных поражений. При этом в 60,9 % случаев выявлена локализация на контактных поверхностях (II класс по Блэку), в 39,1 % – на жевательной (I класс по Блэку). Среди аппроксимальных кариозных пораже-

Таблица 1

Анатомо-топографическая локализация кариозных полостей в области первых моляров нижней челюсти

Класс по Блэку	Общее число моляров с кариозным поражением	Поверхность		
		медиальная	дистальная	мезиоокклюзионно-дистальная
I	17 (28,3 %)			
II	27 (45 %)	13 (48,2 %)	8 (29,6 %)	6 (22,2 %)

Таблица 2

Анатомо-топографическая локализация кариозных полостей, сообщающихся с полостью зуба, в области первых моляров нижней челюсти

Класс по Блэку	Общее число моляров с кариозным поражением	Поверхность		
		медиальная	дистальная	мезиоокклюзионно-дистальная
I	9 (39,1 %)			
II	14 (60,9 %)	8 (57,1 %)	2 (14,3 %)	4 (28,6 %)

Таблица 3

Анатомо-топографическая локализация периапикальных очагов деструкции костной ткани в области первых моляров нижней челюсти

Анатомическая локализация	Число встречаемости	Медиальный корень	Дистальный корень	Медиальный и дистальный корни
Частота встречаемости	23 (38,3 %)	10 (43,5 %)	8 (34,8 %)	5 (21,7 %)

ний, сообщающихся с полостью зуба, с большей частотой поражена медиальная контактная поверхность первого моляра (57,1 %), чем дистальная (14,3 %) (табл. 2).

Периапикальные очаги деструкции костной ткани в области первых моляров нижней челюсти обнаружены в 38,3 % случаев. Очаг деструкции в периапикальных тканях наблюдался в области одного корня в 78,3 % случаев, в области двух – в 21,7 % случаев. В большинстве случаев периодонтальный очаг деструкции костной ткани локализовался в области медиального корня первого моляра нижней челюсти (43,5 %) (табл. 3).

Обсуждение. Результаты анкетирования у воспитанников с дистальным прикусом в возрасте 15–18 лет показали низкий уровень стоматологической просвещенности. Большинство опрошенных лиц посещают врача-стоматолога в профилактических целях 1 раз/год в рамках углубленного медицинского осмотра (90 %) и проводят профессиональную гигиену полости рта нерегулярно, время от времени (46,7 %). Несмотря на то, что большинство опрошенных лиц чистят зубы 2 раз/день (66,7 %), в 83,3 % случаев подростки не используют флосс в процессе индивидуальной гигиены полости рта и пользуются зубной пастой без содержания фтора (63,3 %).

Следовательно, перед началом ортодонтического лечения у воспитанников с дистальным прикусом необходимо проводить профилактические беседы о важности индивидуальной и профессиональной гигиены полости рта на этапах ортодонтического лечения на несъемной и съемной технике. Ввиду того, что ионы фтора обладают противокариозной активностью с формированием фтораппатита и повышением кислотоустойчивости эмали, следует рекомендовать ортодонтическим пациентам фторсодержащие зубные пасты. Установлено, что использование фторидов существенно снижает вероятность развития кариозных поражений во время ортодонтического лечения [8].

С целью предупреждения формирования аппроксимальных кариозных поражений ортодонтическим пациентам необходимо рекомендовать ершики, монопучковые зубные щетки, флосс и ирригатор. Немаловажную роль в проведении качественной индивидуальной гигиены полости рта играют средства для индикации зубного налета, которые позволяют обратить внимание пациента на недостаточно очищенные поверхности зубов [6].

С возрастом интенсивность кариозного поражения увеличивается. Однако, согласно данным С.А. Садковской, к 12 годам жизни распространенность кариозного процесса снижается, что связано с периодом физиологической смены зубов, к 15 годам показатель индекса, отражающий степень кариеса, снова увеличивается [7]. Полученные данные согласуются с более современным исследованием

О.Р. Исмагилова и соавт.: распространенность кариеса постоянных зубов у 12-летних детей находится на среднем уровне (75,6 %) при низком уровне интенсивности кариеса (2,5 ± 0,1), в свою очередь у 15-летних школьников – на высоком уровне (87,5 %) при средней интенсивности (4,4 ± 0,1) [4]. Именно поэтому в нашем исследовании принимали участие подростки – воспитанники общеобразовательной организации Минобороны России 15–18 лет с завершением прорезывания вторых постоянных моляров.

Согласно результатам проведенного исследования, в области первых моляров нижней челюсти наиболее часто кариозные полости локализуются на медиальной аппроксимальной поверхности зуба (48,2 %). Сложность диагностики данных кариозных поражений состоит в их локализации ниже экватора и возможности визуализации с помощью таких дополнительных методов исследования, как прицельная ренгенография и КЛКТ. В исследовании S. Kasraei и соавт. установлено, что это обследование имеет более высокую диагностическую ценность, чем прицельная рентгенография [19].

Прогрессирование кариеса эмали происходит вдоль эмалевых призм и на аппроксимальных поверхностях приобретает коническую форму. При неудовлетворительной гигиене полости рта и сохранении зубного налета в области контактных пунктов кариозное поражение может достигать дентиноэмалевого соединения с переходом на дентин. Согласно данным T. Almujaweb, переход кариеса эмали в кариес дентина в области первых постоянных моляров в среднем занимает 19–28 мес [13].

Поскольку дентин примерно на 70 % состоит из минералов [2], кариозный процесс прогрессирует в дентине быстрее, чем в эмали. Несвоевременная диагностика кариозного процесса может привести к развитию осложнений со стороны пульпы и периодонта. В нашем исследовании кариозные поражения, сообщающиеся с полостью зуба, в области первых моляров нижней челюсти диагностированы в 52,3 % от общего числа кариозных поражений. При этом в 60,9 % случаев поражена аппроксимальная поверхность зуба (II класс по Блэку).

Согласно полученным результатам, среди аппроксимальных кариозных поражений, сообщающихся с полостью зуба, чаще поражена медиальная контактная поверхность первого моляра (57,1 %), чем дистальная (14,3 %). Следовательно, при проведении диагностического обследования ортодонтического пациента с аномалией окклюзии II класса по Блэку важно обращать особое внимание на состояние аппроксимальных поверхностей боковой группы зубов.

Несвоевременная диагностика кариозного процесса приводит к развитию осложнений. В нашем исследовании очаги деструкции костной ткани в области первых моляров нижней челюсти обнаружены в 38,3 % случаев. В большинстве случаев периодонтальный очаг деструкции костной ткани локализовался в области медиального корня первого моляра нижней челюсти (43,5 %).

Важно отметить, что локализация кариозного процесса влияет на успешность проведения эндодонического лечения. Лечение пульпита и периодонтита, вызванных кариозной полостью I класса по Блэку, имеет больший процент успеха. При лечении скрытых кариозных полостей существуют трудности изоляции рабочего поля при создании доступа через аппроксимальную поверхность зуба [20]. Следовательно, важно своевременно диагностировать скрытые кариозные полости на контактной поверхности боковой группы зубов с целью предупреждения развития пульпита и периодонтита, так как кариес и его осложнения существенно повышают риск преждевременной потери зубов и развития аномалии окклюзии в детском возрасте, что сказывается на психологическом состоянии здоровья обучающихся.

Обнаружение аппроксимальных кариозных поражений является сложной задачей даже для опытных клиницистов, если не проводить тщательный осмотр с использованием дополнительных методов визуализации. Проведение диагностического обследования пациента с дистальным прикусом с использованием КЛКТ перед началом ортодонтического лечения позволяет своевременно выявить скрытые очаги одонтогенной инфекции с последующим их устранением с целью профилактики развития осложнений.

Заключение

У воспитанников с дистоокклюзией, обучающихся в общеобразовательных организациях Минобороны России, вне зависимости от причины обращения к ортодонту необходимо всегда тщательно осматривать аппроксимальные поверхности моляров нижней челюсти. При проведении диагностики и планировании ортодонтического лечения дистального прикуса важно направлять пациента на конусно-лу-

чевую компьютерную томографию с целью своевременного выявления скрытых кариозных поражений эмали ниже уровня экватора и предотвращения перехода неосложненного кариеса в осложненный. Перед началом ортодонтического лечения важно мотивировать воспитанников на проведение регулярной чистки зубов с применением фторсодержащей зубной пасты и использованием флосса с целью уменьшения риска развития кариозных аппроксимальных поражений эмали на этапе ортодонтического лечения.

Литература

1. Боровский Е.В., Леонтьев В.К. Биология полости рта. Н. Новгород :НГМА, 2001. 301 с.
2. Быков В.Л. Гистология и эмбриология органов полости рта человека : учеб. пособие : 3-е изд. СПб. : СОТИС, 2011. 224 с.
3. Гонтарев С.Н., Саламатина О.А. Распространенность и структура зубочелюстных аномалий у детей и подростков районных центров Белгородской области // Вестн. новых мед. технол. 2011. Т. 18, № 2. С. 57–59.
4. Исмагилов О.Р., Шулаев А.В., Старцева Е.Ю. [и др.]. Стоматологическая заболеваемость детей школьного возраста // Пробл. стоматологии. 2019. Т. 15, № 4. С. 140–148. DOI: 10.18481/2077-7566-2019-15-4-140-148
5. Михальченко А.В., Михальченко Д.В., Захватошина М.А., Филюк Е.А. Характерные локализации дефектов твердых тканей зубов у взрослых // Фундамент. исслед. 2014. № 4–1. С. 114–117.
6. Петрова Н.П., Саунина А.А. Обзор публикаций, посвященных исследованию микробиоты полости рта при ортодонтическом лечении // Ин-т стоматологии. 2018. № 1 (78). С. 95–97.
7. Садковская С.А. Изучение распространенности и интенсивности кариеса зубов у детей г. Хабаровск // Фундамент. исслед. 2005. № 4. С. 49–50.
8. Соколович Н.А., Олейник Е.А., Кузьмина Д.А. [и др.]. Влияние ортодонтического лечения на состояние твердых тканей зубов, профилактика развития осложнений // Мед. альянс. 2021. Т. 9, № 2. С. 56–62. DOI: 10.36422/23076348-2021-9-2-56-62.
9. Соколович Н.А., Саунина А.А., Огрина Н.А., Солдатов И.К. Оценка зубочелюстных аномалий у воспитанников общеобразовательных организаций Минобороны России и ее влияние на уровень тревожности // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2022. № 3. С. 58–64. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-0-58-64.
10. Солдатова Л.Н., Иорданишвили А.К. Встречаемость зубочелюстных аномалий у юношей, проживающих в мегаполисе и его регионах // Курск. науч.-практ. вестн. Человек и его здоровье. 2016. № 2. С. 45–49. DOI: 10.21626/vestnik/2016-2/08.
11. Ризаев Ж., Хайдаров А. Распространенность и интенсивность кариеса зубов у детей, проживающих на территориях экологического риска // Stomatologiya. 2014. Т. 1, № 3–4. С. 57–58.
12. Хейгетян А.В., Брагин Е.А. Анализ частоты встречаемости контактного кариеса боковых зубов в зависимости от поверхности локализации и ятрогенного повреждения твёрдых тканей // Современ. пробл. науки и образования. 2013. № 6. С. 178–179.
13. Almujaweb T. Caries experience and risk assessment in 6-year-olds and 14-year-olds living in Malmo, Sweden // Digitala Vetenskapliga Arkivet (DiVA Archive). 2018. N 3. P. 2–23.
14. Berbari R., Fayyad-Kazan H., Ezzedine M. [et al.]. Relationship Between the Remaining Dentin Thickness and Coronal Pulp Status of Decayed Primary Molars // J. Int. Soc. Prev. Community Dent. 2017. Vol. 7, N 5. P. 272–278. DOI: 10.4103/jispcd.JISPCD_267_17.
15. Fakhruddin K.S., Samaranayake L.P., Hamoudi R.A. [et al.]. Diversity of site-specific microbes of occlusal and proximal lesions in severe- early childhood caries (S-ECC) // J. Oral. Microbiol. 2022. Vol. 14, N 1. P. 2037832. DOI: 10.1080/20002297.2022.2037832.
16. Fernandes S.A., Vellini-Ferreira F., Scavone-Junior H., Ferreira R.I. Crown dimensions and proximal enamel thickness of mandibular second bicuspids // Braz. Oral. Res. 2011. Vol. 25, N 4. P. 324–330. DOI: 10.1590/s1806-83242011000400008.
17. Gorbatova M.M., Degteva I., Gorbatova G., Lyubov Grjibovski A. Dental caries prevalence and experience in 10–14 years old children in the nenets autonomous area (Arctic Russia) in relation to mineral composition of drinking water and socio-demographic factors // Human Ecology. 2019. N 4. P. 3–13. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-12-4-13.
18. Hamza M., Chlyah A., Bousfiha B. [et al.]. Pathology and Abnormality of the First Permanent Molar among Children // Human Teeth – Key Skills and Clinical Illustrations / Eds.: Z. Akarslan, F. Bourzgui [Electronic resource]. London: IntechOpen, 2019. 26 p. DOI: 10.5772/intechopen.89725.
19. Kasraei S., Shokri A., Poorolajal J. [et al.]. Comparison of Cone-Beam Computed Tomography and Intraoral Radiography in Detection of Recurrent Caries under Composite Restorations // Brazilian Dental Journal. 2017. Vol. 28, N 1. P. 85–91. DOI: 10.1590/0103-6440201701248.

20. Lipski M., Nowicka A., Kot K. [et al.]. Factors affecting the outcomes of direct pulp capping using Biodentine // Clin. Oral. Investig. 2018. Vol. 22, N 5. P. 2021–2029. DOI: 10.1007/s00784-017-2296-7.

21. Que L., Jia M., You Z. [et al.]. Prevalence of dental caries in the first permanent molar and associated risk factors among sixth-grade students in Sro Tomй Island // BMC Oral. Health. 2021. Vol. 21, N 1. P. 483. DOI: 10.1186/s12903-021-01846-z.

Поступила 13.11.2022 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Участие авторов: Н.А. Соколович – методология и дизайн исследования, анализ литературных данных, редактирование статьи; А.А. Саунина – анализ результатов, статистический анализ полученных данных, редактирование статьи; Е.С. Михайлова – анализ результатов; И.К. Солдатов – методология и дизайн исследования, анализ результатов, статистический анализ полученных данных, написание и редактирование статьи.

Для цитирования. Соколович Н.А., Саунина А.А., Михайлова Е.С., Солдатов И.К. Распространенность очаговой одонтогенной инфекции у воспитанников общеобразовательных организаций Минобороны России с дистальным прикусом // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 4. С. 31–39. DOI 10.25016/2541-7487-2021-0-4-31-39

Prevalence of focal odontogenic infection in patients with class II malocclusion studying at Russian Ministry of Defense institutions of comprehensive education

Sokolovich N.A.[1], Saunina A.A.[1], Mikhailova E.S.[1], Soldatov I.K.[2]

[1] Saint Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Embankment, St. Petersburg, 199034, Russia);
[2] Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

Nataliya Aleksandrovna Sokolovich – Dr. Med. Sci., Head of the Department of dentistry, Saint Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Embankment, St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: lun_nat@mail.ru

Anastasiya Andreevna Saunina – assistant, Department of dentistry, Saint Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Embankment, St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: s4unina@yandex.ru;

Ekaterina Stanislavovna Mikhailova – Dr. Med. Sci, Saint Petersburg State University (7–9, Universitetskaya Embankment, St. Petersburg, 199034, Russia), e-mail: e.michailova@spbu.ru;

✉ Ivan Konstantinovich Soldatov – PhD Med. Sci., MD Student, Department of Maxillofacial surgery and surgical dentistry, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: ivan-soldatov@mail.ru

Abstract

Relevance. Caries and premature loss of teeth is among the causes of the development of malocclusion. Caries develops with greater frequency on proximal and occlusal surfaces of mandibular first molars, which increases the risk of periapical complications due to late diagnosis of tooth decay. Students of the Russian Ministry of Defense schools for comprehensive education belong to reserve units of law enforcement authorities, agencies and services. Therefore, prevention and sustaining their good health, including dental health, is a top priority.

The paper *objective* is to evaluate the frequency of carious lesions of various surfaces of mandibular molars and their complications in students of educational institutions of the Ministry of Defense of Russia.

Methods. We examined 30 first year students with class II malocclusion (K07.20 according to ICD-10) aged 11–12 years, using basic (clinical examination and probing) and additional (questionnaires, photo protocol, radiography) research methods. All patients underwent cone beam computed tomography (CBCT) in natural occlusion with a resolution of 17Ч15.

Results and discussion. 45 % of the examined students revealed latent carious lesions of the enamel below the level of the equator, predominantly localized on the tooth medial surface. At the same time, carious lesions communicating with the tooth cavity in 60.9 % of cases were localized on the contact surfaces (Class II according to Black), in 39.1% – on the chewing surface (Class I according to Black). Periapical foci of destruction were found in 38.3 % of cases.

Conclusion. When diagnosing and planning orthodontic treatment of malocclusion in students of the Russian Ministry of Defense institutions, it is important to refer the patient to CBCT in order to timely detect hidden carious lesions of the enamel below the equator and prevent the transition of uncomplicated caries into complicated cases.

Keywords: class II, malocclusion, caries, students, Cadet Military School.

References

1. Borovskii E.V., Leont'ev V.K. Biologiya polosti rta [Biology of oral cavity]. Nizhny Novgorod. 2001. 301 p. (In Russ.)

2. Bykov V.L. Gistologiya i embriologiya organov polosti rta cheloveka [Histology and Embryology of Human Oral Organs]. St. Petersburg. 2011. 224 p. (In Russ.)

3. Gontarev S.N., Salamatina O.A. Rasprostranennost' i struktura zubochelyustnykh anomalii u detei i podrostkov raionnykh tsentrov Belgorodskoi oblasti [Prevalence and structure of dento-maxillary anomalies in children and adolescents

regional centers of Belgorod region]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Journal of new medical technologies]. 2011; 18(2):57–59. (In Russ.)

4. Ismagilov O.R., Shulaev A.V., Startseva E.Yu. [et al.]. Stomatologicheskaya zabolevaemost' detei shkol'nogo vozrasta [Dental morbidity of school children]. *Problemy stomatologii* [Actual problems in dentistry]. 2019; 15(4):140–148. DOI: 10.18481/2077-7566-2019-15-4-140-148. (In Russ.)

5. Mikhal'chenko A.V., Mikhal'chenko D.V., Zakhvatoshina M.A., Filyuk E.A. Kharakternye lokalizatsii defektov tverdykh tkanei zubov u vzroslykh [Specific location of defects hard tissue of teeth in adults]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2014; (4-1):114–117. (In Russ.)

6. Petrova N.P., Saunina A.A. Obzor publikatsii, posvyashchennykh issledovaniyu mikrobioty polosti rta pri ortodonticheskom lechenii [Overview of microbiota of oral cavity during orthodontic treatment]. *Institut stomatologii* [The dental institute]. 2018; (1):95–97. (In Russ.)

7. Sadkovskaya S.A. Izuchenie rasprostranennosti i intensivnosti kariesa zubov u detei g. Khabarovsk [The study of the prevalence and intensity of dental caries in children in Khabarovsk]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2005; (4):49–50. (In Russ.)

8. Sokolovich N.A., Oleynik E.A., Kuz'mina D.A. [et al.]. Vliyanie ortodonticheskogo lecheniya na sostoyanie tverdykh tkanei zubov, profilaktika razvitiya oslozhnenii [Influence of orthodontic treatment on the state of dental hard tissues, prevention of complications]. *Meditsinskii al'yans* [Medical alliance]. 2021; 9(2):56–62. DOI: 10.36422/23076348-2021-9-2-56-62. (In Russ.)

9. Sokolovich N.A., Saunina A.A., Ogrina N.A., Soldatov I.K. Otsenka zubochelyustnykh anomalii u vospitannikov obshcheobrazovatel'nykh organizatsii Minoborony Rossii i ee vliyanie na uroven' trevozhnosti [Evaluation of dental anomalies in pupils of educational institutions of the Ministry of Defense of Russia and its impact on the level of anxiety]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2022; (3):58–64. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-0-58-64. (In Russ.)

10. Soldatova L.N., Iordanishvili A.K. Vstrechaemost' zubochelyustnykh anomalii u yunoshei, prozhivayushchikh v mega-polise i ego regionakh [Occurrence of dentoalveolar anomalies in young men residing in megalopolis and its suburbs]. *Kurskii nauchno-prakticheskii vestnik. Chelovek i ego zdorov'e* [Kursk scientific and practical bulletin man and his health]. 2016; (2):45–49. DOI: 10.21626/vestnik/2016-2/08. (In Russ.)

11. Rizaev Zh., Khaidarov A. Rasprostranennost' i intensivnost' kariesa zubov u detei, prozhivayushchikh na territoriyakh ekologicheskogo riska [The prevalence and intensity of dental caries in children living in areas of ecological risk]. *Stomatologiya*. 2014: 1(3–4):57–58. (In Russ.)

12. Kheygetyan A.V., Bragin E.A. Analiz chastoty vstrechaemosti kontaktnogo kariesa bokovykh zubov v zavisimosti ot poverkhnosti lokalizatsii i yatrogennogo povrezhdeniya tverdykh tkanei [Freguency occurrence analysis of the posterior teeth contact caries, depending on the surface localization and the iatrogenic damage to the solid tissue]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2013; (6):178–179. (In Russ.)

13. Almujaweb T. Caries experience and risk assessment in 6-year-olds and 14-year-olds living in Malmo, Sweden. *Digitala Vetenskapliga Arkivet (DiVA Archive).* 2018; (3):2–23.

14. Berbari R., Fayyad-Kazan H., Ezzedine M. [et al.]. Relationship Between the Remaining Dentin Thickness and Coronal Pulp Status of Decayed Primary Molars. *J. Int. Soc. Prev. Community Dent*. 2017; 7(5):272–278. DOI: 10.4103/jispcd.JISPCD_267_17.

15. Fakhruddin K.S., Samaranayake L.P., Hamoudi R.A. [et al.]. Diversity of site-specific microbes of occlusal and proximal lesions in severe-early childhood caries (S-ECC). *J Oral Microbiol*. 2022; 14(1):2037832. DOI: 10.1080/20002297.2022.2037832.

16. Fernandes S.A., Vellini-Ferreira F., Scavone-Junior H., Ferreira R.I. Crown dimensions and proximal enamel thickness of mandibular second bicuspids. *Braz. Oral. Res*. 2011; 25(4):324–330. DOI: 10.1590/s1806-83242011000400008.

17. Gorbatova M.M., Degteva I., Gorbatova G., Lyubov Grjibovski A. Dental caries prevalence and experience in 10–14 years old children in the nenets autonomous area (Arctic Russia) in relation to mineral composition of drinking water and socio-demographic factors. *Human Ecology*. 2019; (4):3–13. DOI: 10.33396/1728-0869-2019-12-4-13.

18. Hamza M., Chlyah A., Bousfiha B. [et al.]. Pathology and Abnormality of the First Permanent Molar among Children // Human Teeth – Key Skills and Clinical Illustrations. Eds.: Z. Akarslan, F. Bourzgui [Electronic resource]. London: IntechOpen, 2019. 26 p. DOI: 10.5772/intechopen.89725.

19. Kasraei S., Shokri A., Poorolajal J. [et al.]. Comparison of Cone-Beam Computed Tomography and Intraoral Radiography in Detection of Recurrent Caries under Composite Restorations. *Brazilian Dental J*. 2017; 28(1):85–91. DOI: 10.1590/0103-6440201701248.

20. Lipski M., Nowicka A., Kot K. [et al.]. Factors affecting the outcomes of direct pulp capping using Biodentine. *Clin. Oral. Investig*. 2018; 22(5):2021–2029. DOI: 10.1007/s00784-017-2296-7.

21. Que L., Jia M., You Z. [et al.]. Prevalence of dental caries in the first permanent molar and associated risk factors among sixth-grade students in São Tomé Island. *BMC Oral. Health*. 2021; 21(1):483. DOI. 10.1186/s12903-021-01846-z.

Received 13.11.2022

For citing: Sokolovich N.A., Saunina A.A., Mikhailova E.S., Soldatov I.K. Rasprostranennost' ochagovoi odontogennoi infektsii u vospitannikov obshcheobrazovatel'nykh organizatsii Minoborony Rossii s distal'nym prikusom. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (4):31–39. **(In Russ.)**

Sokolovich N.A., Saunina A.A., Mikhailova E.S., Soldatov I.K. Prevalence of focal odontogenic infection in patients with class II malocclusion studying at Russian Ministry of Defense institutions of comprehensive education. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (4):31–39. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-31-39

УДК 613.67 : 612.017 (048) DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-40-54

И.Б. Ушаков[1], А.О. Пятибрат[2, 3]

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КСЕНОНА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ У ЛИЦ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ

Государственный научный центр РФ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна (Россия, Москва, ул. Живописная, д. 46);
Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (Россия, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2);
Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Введение. Профессиональная деятельность специалистов, выполняющих задачи в экстремальных условиях (военнослужащие, полицейские, летчики, водолазы, пожарные, спасатели и пр.), вызывает перенапряжение физиологических систем организма, формирование профессионально ускоренных болезней, что может привести к смерти. Оптимизация функционального состояния у специалистов экстремальных профессий является важной задачей.

Цель – анализ перспектив использования ксенона в медицинских целях, в том числе, при оптимизации функционального состояния и работоспособности у специалистов экстремальных профессий.

Методология. Провели поиск научных исследований в реферативно-библиографических базах данных Российского индекса научного цитирования [https://elibrary.ru/] и PubMed [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/] за последние 10 лет.

Результаты и их анализ. Анализ современной литературы по использованию ксенона показывает, что, помимо традиционной анестезиологической сферы, большое количество исследований проведено в области наркологии, в сфере лечения посттравматических стрессовых расстройств, а также для повышения уровня физиологических резервов и работоспособности у специалистов экстремальных профессий. Проанализированные как отечественные, так и зарубежные публикации, к сожалению, не отвечают на важный вопрос о фармакологических механизмах действия ксенона. В некоторых научных исследованиях приводятся пока не подтвержденные гипотезы о вовлечении ионотропных рецепторов глутамата (NMDA-рецепторов) в процесс антиноцицептивных эффектов.

Заключение. Применение ксенона для коррекции и реабилитации у представителей экстремальных профессий является целесообразным и перспективным.

Ключевые слова: ксенон, безопасность, функциональное состояние, работоспособность, экстремальная деятельность, военнослужащий, полицейский, летчик, водолаз, пожарный, спасатель.

Введение

Профессиональная деятельность специалистов экстремальных профессий (военнослужащие, полицейские, летчики, водолазы, пожарные, спасатели и пр.) способствует перенапряжению у них функциональных резервов, возникновению профессионально ускоренных заболеваний, травм или даже смерти.

Оптимизации функционального состояния у специалистов экстремальных профессий посвящены многочисленные исследования. Для этих целей применялись организационные, психофизиологические, фармакологические и другие мероприятия. В ряде случаев требовалось провести экстренное восстановление функциональных резервов и работоспособности. Оказалось, что для этих целей может быть использованы ксенон-кислородные смеси.

Цель – анализ перспектив использования ксенона в медицинских целях, в том числе, при оптимизации функционального состояния и работоспособности специалистов экстремальных профессий.

Материал и методы

Провели поиск научных исследований в реферативно-библиографических базах данных Российского индекса научного цитирования

Ушаков Игорь Борисович – д-р мед. наук проф., акад. РАН, гл. науч. сотр., Гос. науч. центр РФ – Федер. мед. биофизич. центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России (Россия, 123098, Москва, ул. Живописная, д. 46), e-mail: ibushakov@gmail.com;

✉ Пятибрат Александр Олегович – д-р мед. наук доц., проф. каф. мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф, С.-Петерб. гос. педиатр. мед. ун-т (Россия, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2); ст. науч. сотр., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: a5brat@yandex.ru

(РИНЦ) [https://elibrary.ru/], который формируют сотрудники Научной электронной библиотеки, и PubMed [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/], обеспечивающий доступ к документам Национальной медицинской библиотеки США за последние 10 лет. При помощи поискового слова «ксенон» создавали массивы документов, в которых искали публикации, посвященные его фармакокинетике и использованию в медицинских целях, в том числе, для оптимизации функционального состояния и повышения работоспособности у специалистов экстремальных профессий.

Результаты и их анализ

Фармакодинамика. Ксенон (лат. xenon, от греч. xenos – чужой), как химический элемент в таблице Д.И. Менделеева, занимает 54-е место в VIII группе, принадлежащей инертным газам. Открытие ксенона произошло в 1898 г. нобелевским лауреатом В. Рамзаем [57]. Его инертность определяется полностью заполненной внешней электронной оболочкой, чем и обусловлена способность не вступать в химические реакции и не подвергаться биотрансформации. Содержание ксенона в атмосферном воздухе ничтожно мало и составляет менее $8{,}6 \cdot 10^{-5}$%.

Химически ксенон взаимодействует только со фтором – ядовитые фториды, также с некоторыми органическими веществами и водой образует клараты. В исследованиях Н.Е. Бурова показаны существенные дополнения к пониманию строения кларатов и водных ассоциатов и их роли в механизмах ксеноновой анестезии и других лечебных свойств ксенона [18, 19]. Более поздние работы представляют обоснование вовлеченности NMDA-рецепторов в механизмы антиноцицептивной регуляции клинических эффектов ксенона [36] и раскрыты нейропротективные свойства ксенона [24]. Некоторыми исследователями установлено, что ксенон тормозит в коре головного мозга и спинном мозге быстрые ионотропные рецепторы глутамата (AMPA) [2, 72], чем и обусловлен нейропротекторный эффект ксенона [43].

Существует мнение, что аналгезирующий эффект определяется за счет возбуждения ксеноном ГАМК-ергической синаптической передачи и, в то же время, торможения некоторых серотониновых 5-HT-рецепторов [52]. Гипотеза других исследователей о механизмах нейропротекции заключается в способности ксенона изменять состояние двупорового калиевого канала, подобного TWIK-related K^+-channel (TREK-1), и при этом возвращать нейрон в неактивное состояние, а также регулировать частоту потенциалов действия [13, 24]. Фармакокинетика обусловлена отсутствием включения ксенона в метаболизм, газ находится в плазме в растворенном состоянии, через 4–5 мин в неизменном виде выводится через легкие, полное выведение ксенона из организма происходит в течение 4 ч.

Результаты ряда исследований свидетельствуют об эффективном использовании ксенона в терапевтической практике, что обусловлено его положительным влиянием на гуморальную регуляцию и обладанием кардио- и нейропротекторными свойствами. Ксенон повышает устойчивость клеток и тканей к гипоксии, а также увеличивает основной обмен.

Имеются сведения о лечении тяжелых заболеваний, что объясняется активацией иммунной системы и противовоспалительными свойствами ксенона. Считается, что иммунопротекторное свойство ксенона обеспечивается активацией ряда антиоксидантных ферментов печени, среди которых ключевую роль играют каталаза, глутатионредуктаза и супероксиддисмутаза. Представлены положительные результаты использования ксенона в онкологии, связанные с ингибированием опухолевого роста [1]. Вполне возможно – в будущем ксенонотерапия сможет более широко использоваться для лечения онкологических больных, при этом ожидаемые эффекты представлены снижением частоты рецидивов, образования метастазов, увеличением продолжительности и качества жизни [1, 46].

В некоторых работах представлены данные, свидетельствующие о гемодинамической стабильности и отсутствии кардиотоксического эффекта ксенона. Ксенон нормализует вегетативную регуляцию и не влияет на электрическую активность клеток миокарда и проводящую систему сердца, при этом отмечены его свойства, направленные на повышение коронарного кровотока [46]. Ксенон хорошо сочетается с другими препаратами и не вызывает побочных эффектов. Его неоднократно включали в комплексную терапию при лечении тяжелой сердечно-сосудистой патологии у пациентов с ишемической, гипертонической болезнью, а также в постинфарктном периоде. При использовании ксенона в кардиологической анестезии определялись уменьшение болевого синдрома, сокращение зоны ишемии, поддержание стабильной гемодинамики и гомеостаза, своевременно и эффективно нормализовалась вегетативная функция регуляции

сердечного ритма, восстановились возбудимость и сократимость миокарда [63, 68].

Официально зарегистрированные методические рекомендации в России, разработанные на основе более чем 10-летнего практического опыта по применению ксенона при коррекции функциональных состояний и лечении различных заболеваний в неврологической, психиатрической, наркологической и стоматологической практиках, сгруппированы в публикации [53]:

– Контур терапевтический ксеноновый ингаляционный КТК-01 по ТУ 9444-002-39791733–2009 (ООО «КсеМед», Россия, регистрационное удостоверение № ФСР 2009/06037 от 05.11.2009 г.);

– Комплекс терапевтический ксеноновый НОБИЛИС по ТУ 32.50.21-001-13395690–2017 (ООО «КсеМед», Россия, регистрационное удостоверение № РЗН 2018/4603 от 14.11.2018 г.);

– Лекарственное средство «КсеМед®» (ООО «АКЕЛА-Н», Россия, регистрационный номер ЛС-000121 от 15.02.2010 г.);

– Инструкция по применению препарата «КсеМед®» (ООО «АКЕЛА-Н», Россия, регистрационный номер ЛС-000121-240810);

– Метод коррекции острых и хронических стрессовых расстройств, основанный на ингаляции терапевтических доз медицинского ксенона марки КсеМед® (Институт медико-биологических проблем РАН, Государственный научно-исследовательский испытательный институт Минобороны России, Центральная клиническая больница РАН, регистрационное удостоверение № ФС 2010/227 от 17.10.2010 г.);

– Применение медицинского ксенона при лечении связанных со стрессом психических расстройств невротического уровня (Учебно-научный медицинский центр, Клинический санаторий «Барвиха», Клиническая больница № 1 Управления делами Президента России, ООО «АКЕЛА-Н», утв. 09.10.2014 г., протокол № 6);

– Применение медицинского ксенона при лечении острых и хронических болевых синдромов (Главный военный клинический госпиталь им. акад. Н.Н. Бурденко Минобороны России, ООО «АКЕЛА-Н», утв. 28.07.2015 г.);

– Применение кислородно-ксеноновой смеси при боли и болевых синдромах (ЗАО «Атом – медцентр», регистрационное удостоверение № ФС 2010/123 от 02.04.2010 г.);

– Применение медицинского ксенона при комбинированном обезболивании и седации в амбулаторной стоматологической практике (Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Академия инновационной стоматологии, ООО «АКЕЛА-Н», утв. 21.04.2015 г.);

– Применение медицинского ксенона в терапии опийного абстинентного синдрома (Федеральный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского, Национальный центр наркологии, ООО «АКЕЛА-Н», утв. 14.01.2014 г.);

– Методика терапии гемодинамических расстройств у больных с синдромом отмены алкоголя.

Коротко представим также публикации, раскрывающие наиболее частое использование ксенона в медицинской практике.

Анестезиология. В современной комбинированной анестезии ведущая роль принадлежит внутривенным, неингаляционным анестетикам, а ингаляционные (закись азота, севофлуран, десфлуран, изофлуран, фторотан) – применяют на вводном этапе и отчасти для поддержания с целью повышения управляемости наркоза [18, 19, 75]. Несмотря на значительные успехи современной анестезиологии, комбинированную анестезию нельзя назвать полностью безопасной. Именно поэтому в поисках наиболее безопасного анестетика профессор кафедры фармакологии Военно-медицинской академии Н.В. Лазарев в первой половине XX в. предсказал наркотические свойства ксенона на основании результатов, полученных в эксперименте с мышонком. В 1951 г. американскими учеными S. Cullen и E. Gross ксенон был впервые использован в качестве анестетика для общего наркоза [70].

В нашей стране ксеноновый наркоз впервые был выполнен профессорами В.П. Смольниковым и Л.Н. Буачидзе в 1962 г. По своим анальгетическим свойствам ксенон в 2 раза превосходит закись азота и обладает лучшей среди всех ингаляционных анестетиков управляемостью [62].

После 1993 г. начались официальные доклинические и клинические испытания ксеноновой анестезии совместно с предприятием ООО «Акела-Н» [49, 53]. На современном этапе анестезия ксеноном проводится с помощью кислородно-ксеноновой смеси с концентрацией ксенона не менее 60–70 %, а кислорода – 35–40 % [27, 54].

Метаобзор более 300 публикаций, представленных в базах данных Российского индекса научного цитирования и PudMed (1951–1921 гг.), показал, что применение ксенона в качестве основного анестетика у пациентов

пожилого и старческого возраста представляется перспективным с точки зрения его кардиопротективных и нейропротективных свойств. Однако относительная дороговизна ограничивает его применение. Кроме того, эффект ретроградной амнезии ксенона, позволяющий защитить пациента от интраоперационного стресса при непреднамеренном интранаркозном пробуждении, пока не изучен [41].

Высокая стоимость ксенона определяет его экономное расходование, для чего целесообразно использовать аппаратуру, поддерживающую технологию рециклинга [39, 49].

Хорошие результаты получены при использовании ксенона в нейрореанимации, при этом существенно расширены возможности нейрохирургии и увеличена эффективность лечения тяжелой черепно-мозговой травмы и инсультов [23]. Нейропротекторные и антигипоксические эффекты ксенона позволяют применять его при массивной кровопотере в терапии шока [53]. Открываются новые возможности применения ксенона в качестве анестетика при трасплантологических, онкологических, кардиохирургичеких и травматологических оперативных вмешательствах [1, 51, 73]. Существует побочный эффект, несколько ограничивающий применение ксенона в сравнении с анестезией пропофолом, который заключается в усилении послеоперационного рвотного рефлекса (PONV) [54].

Использование ксенона в хирургии обосновано его обезболивающим эффектом и органопротективным действием на внутренние органы, что очень важно при полостных операциях, особенно на органах брюшной полости, печени, почках и поджелудочной железе [7, 55, 71].

Педиатрия. Одним из часто встречающихся тяжелых расстройств у новорожденных является пренатальная гипоксия, при которой развивается ишемическое поражение мозга, так как для детей до 1 года существуют противопоказания к применению ксенона, исследователи предложили прекондиционировать ксеноном матерей, чтобы снизить вероятность инсультов мозга у новорожденных [70].

Еще одна сфера применения в педиатрии ксенона заключается в коррекции психического состояния при формировании посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) у детей после дорожно-транспортного происшествия, а также травм. Результаты исследования показывают, что у детей ингаляции субседативных концентраций ксенона угнетают воспоминания о травматической ситуации во время непроизвольных рецидивирующих воспоминаний, т.е. флешбэков [6, 56].

Стоматология. Современное амбулаторное стоматологическое лечение, проводимое под комбинированной анестезией с использованием ингаляций ксенон-кислородной смеси, обеспечивает комфортные условия для врача и пациента, эффективное обезболивание и безопасный уровень седации, контролируемой стоматологом [54, 69].

Обзор литературы о применении ксенона в детской стоматологии выполнен с использованием медицинских баз данных PubMed, Scopus, The Cochrane Library, CyberLeninka. Оказалось, что использование в стоматологической практике в качестве ингаляционного анестетика ксенона является перспективным, однако, сведения по его применению у детей ограничены [40].

Неврология. Применение ксенона в неврологии обусловлено нейропротекторными свойствами [48]. Представлены положительные результаты применения ксенона в неврологии и психиатрии в качестве ноотропного, транквилизирующего и антидепрессивного средства [4, 5]. Ксенон был успешно использован при лечении синдрома хронической усталости, стрессовых, депрессивных, невротических, а также различных незначительных когнитивных дисфункциях. Хорошие результаты были получены при купировании астеноневротического синдрома, что особенно важно в постоперационном периоде. Имеются данные о снижении последствий инсультов, черепно-мозговых травм и других органических поражений мозга, несмотря на то, что влияния на восстановление нервной ткани у ксенона не выявлено, его нейропротекторное действие выражается в защите и сохранении нервных клеток [74].

По мнению ряда авторов, ксенонотерапию в неврологии целесообразно использовать для лечения острого и хронического стресса, бессонницы, депрессии, невротических расстройств, физического переутомления, вертебральных радикулопатий с выраженным болевым синдромом, мигрени и различных видов гипералгезий. В лечении нервных болезней важным свойством ксенонотерапии является хорошая сочетаемость с другими психотропными препаратами, что позволяет существенно снизить их дозировки [62].

Способ лечения стрессовых расстройств, которые могут возникать вследствие различных причин, и устройство для его осуществления представлены в патенте на изобретение

[45]. Проводят ингаляции дыхательной газовой смесью из аппарата, работающего по закрытому дыхательному контуру. При этом на 1-м этапе ингаляцию проводят гелий-кислородной смесью, а на 2-м этапе – гелий-ксенон-кислородной смесью.

Наркология. Получен существенный положительных опыт отечественных неврологов, психиатров и наркологов в купировании абстинентных синдромов у наркозависимых и алкоголиков [3, 8, 9, 26, 47].

Использование ксенонотерапии в наркологии позволяет существенно сократить время лечения абстинентного синдрома по сравнению с ортодоксальными методами [38].

Отечественные исследователи представили результаты применения ксенона в комплексном лечении опиатной зависимости. Полученные данные свидетельствуют об успешном преодолении болевой симптоматики абстинентного синдрома. Применение ксенона позволяет существенно снизить болевые ощущения, восстановить нормальный сон и купировать вегетативные расстройства. Также с помощью этого метода достигаются хорошие результаты в снятии постабстинентного состояния. При опиатной зависимости применение ксенона дает возможность уменьшить лекарственную нагрузку у лиц с патологией печени [60, 61, 64]. К противопоказаниям применения ксенона в наркологии относится острый период, т.е. наличие интоксикации и психические заболевания в фазе обострения.

Экстремальная медицина. В связи с высокой стоимостью ксенон в большей мере используется в частных медицинских клиниках для пациентов, имеющих возможность оплатить такое лечение. Если учитывать профессиональную роль определенного специалиста, действия которого определяются высокой социальной значимостью, то для реабилитации и восстановления нормальной регуляции функциональных систем организма такого человека применение ксенона было бы вполне оправдано.

Например, способы повышения работоспособности и нормализации функционального состояния организма у спортсменов изложены в изобретениях [56, 58]. При этом ингаляцию газовой смесью ксенона и кислорода осуществляют в комплексе медико-восстановительных мероприятий, корректируя нарушения гомеостаза, адаптацию или утомление от интенсивных физических нагрузок. Ингаляцию проводят с учетом индивидуальных параметров концентрации ксенона в газовой смеси.

Результаты биохимического исследования сыворотки крови у 40 молодых мужчин в возрасте (23,2 ± 3,8) года, занимающихся академической греблей, выявили способность ксенон-кислородных газовых смесей при их курсовом применении стабилизировать мембраны мышечных клеток, повышать их устойчивость к ацидозу и гипоксии, что оптимизировало физическую работоспособность в течение длительного времени. Курс ингаляций ксенон-кислородной смеси после интенсивных тренировок приводил к некоторому увеличению концентрации тестостерона и уменьшению содержания кортизола в плазме крови, тем самым способствует восстановлению физической работоспособности спортсменов после интенсивных физических нагрузок [67].

При обследовании 15 спортсменов высшей спортивной квалификации оказалось, что процедуры ингаляции ксенон-кислородной смесью при помощи портативного аппарата ингаляционного наркоза «КСИН-Аврора» обладают слабым стимулирующим влиянием на сердечно-сосудистую систему преимущественно за счет появления состоянии эйфории и комплекса субъективно приятных переживаний. Выявлено также, что эти ингаляции способствуют стабилизации клеточных мембран, снижая, тем самым, выраженность мышечного утомления [20].

Широкомасштабные исследования по использованию ксенона у представителей экстремальных профессий в нашей стране выполнены под руководством Ю.А. Бубеева, А.С. Кальманова и А.В. Потапова.

Например, апробировано действие лекарственного средства «КсеМед®», на которое получена государственная регистрация, созданы мобильные ксеноновые ингаляционные комплексы, позволяющие осуществлять ингаляцию в условиях закрытого контура, уменьшая расход ксенона и повышая экономическую эффективность его применения. Эти комплексы можно использовать в полевых условиях, включая все виды транспорта служб скорой и неотложной медицинской помощи и медицины катастроф [22, 49, 53]. Исследована оценка влияния медицинского ксенона на организм человека, нейропротективных эффектов субнаркотических и наркотических его концентраций с использованием перпективных ингаляционных устройств [23, 51].

В методических рекомендациях, посвященных особенностям применения ксенона для коррекции стрессовых расстройств, раскрыты современные технологии, направленные на оптимизацию функционального состояния

у лиц, выполняющих профессиональные задачи в экстремальных условиях [11, 16]. Определенно положительным моментом является понимание пациентом, подверженного стрессу, возможности без длительного наблюдения и лекарственной терапии пройти курс ксенонотерапии. Новая технология «Метод коррекции острых и хронических стрессовых расстройств», основанная на ингаляции терапевтических доз медицинского ксенона марки «КсеМед®», получила государственную регистрацию [53].

В проведенном исследовании на добровольцах, деятельность которых строилась по типу напряженной экстремальной реакции, показано: основным результатом ксеноновой терапии является селективное повышение уровня лимфоцитов в крови; ксеноновая коррекция адаптационных реакций организма обследуемых, находящихся в состоянии повышенной активации и переактивации, неэффективна; снижение напряженности в лейкоцитарной формуле носит транзиторный характер и не может использоваться для долговременной коррекции напряженной адаптационной реакции. Ксеноновая терапия оказывала выраженное влияние на результаты психотеста, мало влияя на данные лейкотеста [44].

В то же время, отмечено положительное влияние ксенон-кислородных смесей при коррекции ПТСР у лиц, выполнение профессиональных задач у которых осуществляется в экстремальных условиях.

В связи с тем, что тревога является ведущим компонентом патопсихологического комплекса невротических, связанных со стрессом, расстройств, использование ксенона в санаторном лечении позволяло в краткие сроки провести их коррекцию у лиц опасных профессий, в значительной степени за счет снижения уровня тревоги [28, 30]. В группе пациентов, которые получали лечение ксенон-кислородными смесями, исчезновение патопсихологических проявлений у пациентов с невротическими расстройствами проходило быстрее по сравнению с группой контроля [12].

Объективными показателями редукции патопсихологического симптомокомплекса являются восстановление баланса корково-лимбико-ретикулярных связей, увеличение альфа- и снижение дельта- и тета-диапазона в спектре мощности электроэнцефалографии на фоне возрастания вариативности церебральных процессов [29, 31].

Выдвинута гипотеза, объясняющая снижение тревожности и соматоформной симптоматики применения ингаляций ксенона. Гипотеза представляет формирование торможения в гипоталамусе и третьей извилине коры головного мозга, что приводит к подавлению патологических нервных функциональных связей за счет увеличения эффективности микроциркуляторного русла и повышения доставки кислорода [32, 56].

Показано, что при ингаляции ксенона у специалистов экстремальных профессий с ПТСР происходят усиление тормозных процессов и регуляция нейрональной возбудимости в нервной системе путем ослабления NMDA-рецепторного возбуждения и увеличения ГАМК-ергического торможения, что может являться механизмом анксиолитического, противотревожного действия ингаляций ксенона при коррекции ПТСР. Возникают эффективная редукция характерных для ПТСР навязчивых воспоминаний, разрушение старых патологических и создание новых сбалансированных взаимосвязей коры и подкорковых структур [31].

Полученные авторами результаты свидетельствуют о целесообразности применения ксенонотерапии для купирования стрессовых расстройств, а также в качестве одного из компонентов для лечения психогенно обусловленной соматической патологии [66]. Выявленный антистрессорный эффект позволяет применять ксенон в подразделениях МЧС России для купирования острых стрессовых реакций у пострадавших в чрезвычайных ситуациях [65].

Антистрессорное влияние ксенона представляет возможность его использования в реабилитации военнослужащих и других лиц экстремальной деятельности, связанной с длительным отрывом от места постоянной дислокации (подводники, космонавты), а также для подготовки к выполнению профессиональных задач в необычных условиях, например в высокогорье [34, 67].

Терапевтические ксенон-кислородные смеси показали высокую эффективность для восстановления функционального состояния у операторов в эксперименте после 50-часовой депривации сна. В исследовании приняли участие 16 практически здоровых добровольцев, которых в процессе рандомизации случайным образом разделили на 2 группы. Установлено, что в обеих группах операторов отмечалось значимое повышение артериального давления, усиление парасимпатических модулирующих влияний на сердечный ритм и ухудшение когнитивно-мнестических функций. Операторам опытной группы дважды проводили ингаляцию ксенон-кислородные смеси: после окончания эксперимента и на следую-

щий день для изучения отсроченных эффектов ингаляции. На ингаляцию затрачивали 3–4 л ксенона марки «КсеМед®». Проведенный эксперимент показал более быстрое и выраженное восстановление функционального состояния у операторов опытной группы [33].

При изучении влияния курсового применения ксенон-кислородной газовой смеси на функциональное состояние 18 водолазов в процессе интенсивных учебно-тренировочных сборов проводилось плацебо-контролируемое исследование. Оказалось, что курсовое применение ингаляций ксенона поддерживает на высоком уровне функциональные резервы организма водолазов. Полученные результаты позволяют рассматривать ингаляции ксенона как перспективное средство оперативной коррекции функционального состояния [25, 36]. Оказалось также, что использование ксеноновых газовых смесей в составе так называемого «базового реабилитационного комплекса» (аудиовизуальная стимуляция, терапия с биологически обратной связью и контрастные температурные воздействия) существенным образом способствовало восстановлению функционального состояния у операторов подводных технических систем после моделирования интенсивной профессиональной деятельности [35].

При обследовании 19 операторов подводных технических систем в возрасте от 28 до 40 лет изучили функциональное состояние организма перед походом (фон) и после выполнения длительного рабочего цикла в экстремальных условиях. После похода выявлены показатели значительного утомления. Операторов разделили на 2 группы: опытная и контрольная. В опытной группе были проведены коррекционные мероприятий с использованием 5 ежедневных сеансов ксенон-кислородных смесей при помощи аппарата ингаляционного наркоза «КСИН-Аврора». После коррекции у подводников отмечалось улучшение самочувствия, снижение тревожности, увеличилась подвижность нервных процессов, показатели электроэнцефалографии свидетельствовали об уменьшении эмоциональной возбудимости, нормализации процессов возбуждения и торможения в ЦНС. У лиц контрольной группы в течение профилактического отдыха заметных изменений не выявлено [10].

Описаны случаи положительного влияния ксенон-кислородных смесей для уменьшения утомления у летного состава Военно-транспортной авиации [21]. В период 2007–2009 гг. был проведен комплекс исследований с участием более 100 добровольцев мужского пола (участники боевых действий, спортсмены-альпинисты, летчики палубной авиации и пр.), средний возраст – (29,0 ± 4,2) года. В качестве ингалятора использовали портативный ксеноновый терапевтический комплекс (КТК-01) [53]. Выявлено, что ингаляции ксенон-кислородной смеси в соотношении 50:50 сопровождались у добровольцев выраженной индукцией ряда необычных приятных психических переживаний, которые после окончания процедуры быстро проходили. Обобщение экспериментальных данных свидетельствовало, что субнаркотические ингаляции ксенон-газовой смеси вызывали улучшение функционального состояния у добровольцев по данным самоотчетов и объективных методик [14, 15].

Обнаружены широкие возможности применения ксенона в космической медицине для решения как технических, так и медицинских задач [58, 66], например, для шумовой отопротекции [42] или нейропротекции функционального состояния космонавта [43].

Заключение

После первого применения ксенона в анестезиологический практике лечебное использование этого газа распространилось практически на все сферы медицины. Анализ современной литературы показывает, что, помимо традиционной анестезиологической сферы, большое количество исследований проведено в области наркологии, в сфере лечения посттравматических стрессовых расстройств, а также для повышения уровня физиологических резервов и работоспособности у специалистов экстремальных профессий.

Проанализированные как отечественные, так и зарубежные публикации, к сожалению, не отвечают на важный вопрос о фармакологических механизмах действия ксенона. В некоторых научных исследованиях приводятся пока не подтвержденные гипотезы о вовлечении ионотропных рецепторов глутамата (NMDA-рецепторов) в процесс антиноцицептивных эффектов. Кроме того, учеными раскрыты механизмы формирования кларатов ксенона, и имеются определенные предположения о формировании анальгетического эффекта за счет этих свойств, но как это происходит, пока остается до конца не выясненным и требующим дальнейшего изучения. Тем не менее, применение ксенона для коррекции и реабилитации у представителей экстремальных профессий является целесообразным и перспективным.

Литература

1. Абузарова Г.Р., Хороненко В.Э., Сарманаева Р.Р., Кузнецов С.В. Рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование ингаляций ксенона в терапии хронической боли в онкологии // Вестн. интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2020. № 4. С. 48–57. DOI: 10.21320/1818-474X-2020-4-48-57

2. Ананьев В.Н. Рецепторные физиологические механизмы действия инертных газов // Электронный научно-образовательный вестник Здоровье и образование в XXI веке. 2015. Т. 17, № 4. С. 11–12.

3. Аркус М.Л. Применение ксенона в наркологической практике: современные аспекты // Вопр. наркологии. 2020. № 9 (192). С. 75–87. DOI: 10.47877/0234-0623_2020_09_75.

4. Афтанас Л.И., Базанова О.М., Хабаров А.Н. [и др.]. Плацебо-контролируемое исследование влияния ксенона на эмоции и частоту альфа-осцилляций у человека // Вестн. Рос. акад. мед. наук. 2019. Т. 74, № 5. С. 342–350. DOI: 10.15690/vramn1158.

5. Афтанас Л.И., Базанова О.М., Хабаров А.Н., Пустовойт С.М. Психофизиологический анализ тимолептического эффекта ксенона у человека // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 2020. Т. 169, № 2. С. 136–140.

6. Багаев В.Г., Амчеславский В.Г., Леонов Д.И. Сравнительная оценка антистрессорной активности ксенона и севофлурана при плановых анестезиях у детей // Анестезиология и реаниматология. 2013. № 1. С. 7–9.

7. Багаев В.Г., Митиш В.А., Сабинина Т.С. [и др.]. Оценка антистрессорного эффекта субнаркотических концентраций ксенона при лечении тяжелой травмы у детей // Детская хирургия. 2020. Т. 24, № 4. С. 249–255. DOI: 10.18821/1560-9510-2020-24-4-249-255.

8. Барышева О.В., Краузе Л.А. Инертный газ ксенон в лечении наркологических расстройств // Актуальные проблемы психиатрии и наркологии в современных условиях: материалы всерос. науч.-практ. конф. Чита, 2018. С. 18–19.

9. Барышева О.В., Краузе Л.А. Ксенон при лечении пациентов с алкогольной и наркотической зависимостью в период абстинентного синдрома // Актуальные проблемы психиатрии и наркологии в современных условиях : сб. тез. регион. науч.-практ. конф. Чита, 2016. С. 15–17.

10. Блощинский И.А., Галушкина Е.А., Кириллов А.Н. [и др.]. Коррекция функционального состояния операторов подводных технических систем с применением ксенон-кислородной газовой смеси // Экология человека. 2013. № 5. С. 29–35.

11. Бубеев Ю.А., Бояринцев В.В., Базий Н.И. [и др.]. Применение медицинского ксенона при лечении связанных со стрессом психических расстройств невротического уровня: метод. рекомендации. М. : УНМЦ УД Президента России, 2014. 28 с.

12. Бубеев Ю.А., Игошина Т.В., Котровская Т.И. Коррекция связанных со стрессом расстройств у лиц опасных профессий в условиях клинического санатория // Экстрем. деятельность человека. 2016. № 3 (40). С. 25–30.

13. Бубеев Ю.А., Кальманов А.С., Котровская Т.И. Нейрофизиологическое сопровождение процедуры коррекции мотивационных расстройств методом ингаляции человеком субнаркотических доз ксенона // Технол. живых систем. 2010. Т. 7, № 8. С. 58–63.

14. Бубеев Ю.А., Кальманов А.С., Котровская Т.И. Использование субнаркотической ксеноно-кислородной газовой смеси для коррекции функционального состояния у лиц опасных профессий // Медицина катастроф. 2010. № 3 (71). С. 37–41.

15. Бубеев Ю.А., Кальманов А.С., Котровская Т.И. Коррекция функционального состояния летчиков палубной авиации с помощью курса ингаляций терапевтических доз ксенона в условиях дальнего морского похода // Авиакосм. и экол. мед. 2011. Т. 45, № 4. С. 10–15.

16. Бубеев Ю.А., Потапов А.В., Иванов А.В. Методические особенности применения инертного газа ксенона с целью коррекции стрессорных расстройств у лиц опасных профессий // Авиакосм. и экол. мед. 2022. Т. 56, № 3. С. 66–70. DOI: 10.21687/0233-528X-2022-56-3-66-70.

17. Бубнова И.Д., Герасимова Ю.Ю., Ермаков М.А. [и др.]. Сравнительная оценка нейропротективных эффектов субнаркотических и наркотических концентраций медицинского ксенона // Урал. мед. журн. 2017. № 5 (149). С. 109–113.

18. Буров Н.Е. Представления о механизме анестезиологических и лечебных свойствах ксенона // Анестезиология и реаниматология. 2011. № 2. С. 58–62.

19. Буров Н.Е., Потапов В.Н., Макеев Г.Н. Ксенон в анестезиологии: клинико-экспериментальные исследования. М. : Пульс, 2000. 356 с.

20. Бухтияров И.В., Кальманов А.С., Кисляков Ю.Ю. [и др.]. Исследование возможности применения ксенона в тренировочном процессе для коррекции функционального состояния спортсменов // Лечеб. физкультура и спорт. медицина. 2010. № 6 (78). С. 22–29.

21. Витер А.С. Применение ксенон-кислородных смесей, для профилактики утомления у летного состава военно-транспортной авиации // Медицинские аспекты безопасности полетов : материалы Всеармейской науч.-практ. конф. СПб., 2017. С. 74–76.

22. Вишневский С.А., Потапов В.Н., Буров Н.Е. [и др.]. Мобильный ксеноновый терапевтический комплекс: патент на полезную модель 86104 RU , Заявка № 2009104842/22, 13.02.2009; опубл. 27.08.2009.

23. Герасимова Ю.Ю., Ермаков М.А. Нейропротективные эффекты субнаркотических и наркотических концентраций медицинского ксенона // Вестн. Совета молодых ученых и специалистов Челяб. обл. 2017. Т. 3, № 3 (18). С. 21–24.

24. Гребенчиков О.А., Молчанов И.В., Шпичко А.И. [и др.]. Нейропротективные свойства ксенона по данным экспериментальных исследований // Журн. им. Н.В. Склифосовского Неотложная мед. помощь. 2020. Т 9. № 1. С. 85–95. DOI: 10.23934/2223-9022-2020-9-1-85-95.

25. Дудельзон В.А., Макаров Е.В., Кальманов А.С. [и др.]. Коррекция функционального состояния водолазов при проведении учебно-тренировочных сборов // Воен.-мед. журн. 2017. Т. 338, № 2. С. 49–56.

26. Дудко Т.Н., Сафина Н.Ф. Ксенон в наркологии // Наркология. 2012. Т. 11, № 2 (122). С. 77–80.

27. Ертемир М.Б. Области применения ксенона и использование дифторида ксенона в медицине // Результаты современных научных исследований и разработок: сб. ст. XIII Всерос науч.-практ. конф. Пенза, 2021. С. 76–78.

28. Игошина Т.В. Психофизиологическое обоснование применения метода ингаляции ксенона при коррекции невротических, связанных со стрессом расстройств у лиц опасных профессий : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2017. 25 с.

29. Игошина Т.В., Бубеев Ю.А., Потапов А.В. Применение ксенона при лечении невротических и связанных со стрессом психических расстройств // Клинич. патофизиология. 2014. № 2. С. 48–53.

30. Игошина Т.В., Котровская Т.И., Бубеев Ю.А. [и др.]. Применение ингаляции субнаркотических доз ксенона в санаторном лечении посттравматических стрессовых расстройств // Авиакосм. и экол. мед. 2014. Т. 48, № 5. С. 58–63.

31. Игошина Т.В., Счастливцева Д.В., Котровская Т.И., Бубеев Ю.А. Динамика ЭЭГ-паттернов при коррекции стресс реакций методом ингаляции ксенона // Вестн. восстановит. медицины. 2017. № 1 (77). С. 116–121.

32. Кальманов А.С. Коррекция острых стрессовых расстройств у военнослужащих с помощью ингаляции субнаркотических доз ксенона // Воен.-мед. журн. 2008. № 7. С. 37–37.

33. Кальманов А.С., Бубеев Ю.А., Булавин В.В., Котровская Т.И. Коррекция функционального состояния организма операторов с помощью ксеноно-кислородной газовой смеси // Воен.-мед. журн. 2013. Т. 334, № 6. С. 60–61.

34. Кальманов А.С., Бубеев Ю.А., Котровская Т.И. Влияние курсового применения ингаляций ксеноно-кислородной газовой смеси на показатели функционального состояния альпинистов // Лечеб. физкультура и спорт. медицина. 2011. № 3 (87). С. 27–34.

35. Кальманов А.С., Булавин В.В., Ханкевич Ю.Р. [и др.]. Комплексная реабилитация операторов подводных технических систем после моделирования операторской деятельности // Воен.-мед. журн. 2016. Т. 337, № 3. С. 55–63.

36. Кальманов А.С., Макаров Е.В., Шишкин А.Н. [и др.]. Оперативная коррекция функционального состояния водолазов с помощью ингаляций специальных газовых смесей на основе ксенона в процессе учебно-тренировочных сборов // Авиакосм. и экол. мед. 2016. Т. 50, № 3. С. 48–54.

37. Котровская Т.И., Бубеев Ю.А., Счастливцева Д.В. Влияние ксенона на посттравматические следы памяти // Авиакосм. и экол. мед. 2019. Т. 53, № 2. С. 13–20. DOI: 10.21687/0233-528X-2019-53-2-13-20.

38. Кузнецов А.В. Применение лечебного ксенонового наркоза в комплексной терапии абстинентных и постабстинентных расстройств у больных алкоголизмом : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. 23 с.

39. Куликов А.Ю., Кулешов О.В., Лебединский К.М. Доставка кислорода, газовый состав и кислотно-основное состояние артериальной крови во время ксеноновой анестезии по закрытому контуру // Вестн. анестезиологии и реаниматологии. 2017. Т. 14, № 4. С. 32–37.

40. Лазарев В.В., Халиуллин Д.М. Анестезия и ксенон в детской стоматологии // Вестн. анестезиологии и реаниматологии. 2019. Т. 16, № 4. С. 31–37. DOI: 10.21292/2078-5658-2019-16-4-31-37.

41. Лисиченко И.А., Гусаров В.Г. Выбор метода анестезиологического обеспечения у пациентов пожилого и старческого возраста при ортопедических вмешательствах (обзор) // Общ. реаниматология. 2022. Т. 18, № 3. С. 45–58. DOI: 10.15360/1813-9779-2022-3-45-58.

42. Марченко Л.Ю., Сигалева Е.Э. Перспектива использования кислородно-ксеноновых ингаляций в целях шумовой отопротекции и в качестве средства профилактики «неслуховых» эффектов шума // Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского: материалы 54-х науч. чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга, 2019. С. 91–93.

43. Марченко Л.Ю., Сигалева Е.Э., Мацнев Э.И., Аникеев Д.А. Современные представления о механизмах действия и клиническом применении ингаляций ксенона в целях нейропротекции // Авиакосм. и экол. мед. 2020. Т. 54, № 2. С. 22–29. DOI: 10.21687/0233-528X-2020-54-2-22-29.

44. Назаров Е.И., Вонгай В.Г., Глухенькая Т.А. Озоно-ксеноновая коррекция стресса // Мед. альманах. 2013. № 3 (27). С. 189–192.

45. Наумов С.А., Костромитина Г.Г., Бабиков А.С. Способ лечения стресса и устройство для его осуществления: патент на изобретение № 2524765 RU. МПК A61M 16/12. Заявка № 2012158370/14, заявл. 29.12.2012; опубл. 10.08.2014, Бюл. 22.

46. Николаев Л.Л., Антонов А.А., Буров Н.Е. Гемодинамика при комбинированной ксеноновой анестезии // Мед. алфавит. 2012. Т. 3, № 15. С. 79–82.

47. Новиков Е.М., Булатников А.Н., Соболев Е.С. [и др.]. Место и роль информационно-волнового аналога инертного газа ксенон в лечебно-реабилитационном процессе больных алкоголизмом // Наркология. 2016. Т. 15, № 8 (176). С. 88–93.

48. Новикова М.В. Применение ксенона в терапии психоэмоциональных расстройств // Наука и социум: материалы XIII всерос. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2020. С. 143–147.

49. Потапов А.В. Современная ингаляционная аппаратура для противоболевой терапии инертным газом ксеноном // Медицинская техника. 2021. № 6 (330). С. 42–44.

50. Потиевская В.И., Шветский И.М., Кузнецов С.В., Потапов С.В. Современные представления о механизмах действия ксенона на организм человека // Доктор.Ру. 2017. № 6 (135). С. 55–59.

51. Потиевская В.И., Абузарова Г.Р., Сарманаева Р.Р. [и др.]. Влияние ксенон-кислородных ингаляций на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у онкологических пациентов с хроническим болевым синдромом // Исслед. и практика в медицине. 2022. Т. 9, № 3. С. 52–66.

52. Потиевская В.И., Шветский Ф.М., Сидоров Д.В. [и др.]. Оценка влияния ксенона на интенсивность послеоперационного болевого синдрома у онкологических пациентов: рандомизированное исследование // Вестн. интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2021;3:140–150. DOI: 10.21320/1818-474X-2021-3-140-150.

53. Применение ксенона в клинической практике: сб. метод. рекомендаций / под общ ред. А.В. Потапова. М.: НКО АСМГ, 2019. 83 с.

54. Рабинович С.А., Заводиленко Л.А., Бабиков А.С. Обезболивание и седация ксенон-кислородной смесью в стоматологии // Стоматология. 2014. Т. 93, № 2. С. 70–73.

55. Раушенбах Н.Г., Багаев В.Г., Амчеславский В.Г. [и др.]. Седанальгезия ксеноном в лечении острого стрессового расстройства у детей с травмой // Детская хирургия. 2021. Т. 25, № S1. С. 61.

56. Рощин И.Н., Шветский Ф.М., Ачкасов Е.Е. [и др.]. Способ повышения работоспособности и нормализации функционального состояния организма человека посредством ксенонотерапии : патент на изобретение № 2580975 RU. МПК A61M 16/00. Заявка № 2014141192/14, заявл. 14.10.2014; опубл. 10.04.2016, Бюл. 10.

57. Сибиркин А.А. Инертные газы // Конспект лекций по курсу неорганической химии. Н. Новгород, 2014. 40 с.

58. Смольников П.В., Шветский Ф.М. Перспективы использования стресслимитирующих эффектов ксенона в общем комплексе обеспечения космических миссий // Агаджаняновские чтения: материалы II всерос. науч.-практ. конф. М., 2018. С. 239–241.

59. Советов В.И., Михеев О.П., Андреева Е.С. [и др.]. Способ повышения физической работоспособности человека : патент на изобретение № 2466750 RU. МПК A61M 16/10. Заявка № 2010135259/14, заявл. 23.08.2010; опубл. 27.12.2012, Бюл. 7.

60. Уткин С.И., Атамурадов И.Б., Винникова М.А. [и др.]. Ксенон в терапии опийного абстинентного синдрома // Вопр. наркологии. 2014. № 4. С. 13–28.

61. Филиппова Н.В., Барыльник Ю.Б., Юрова Э.Г. Применение ксенона в терапии зависимых состояний // Наркология. 2019. Т. 18, № 6. С. 92–99. DOI: 10.25557/1682-8313.2019.06.92-99.

62. Хадарцев А.А., Токарев А.Р., Валентинов Б.Г. Ксенон в медицинских технологиях (обзор литературы) // Вестн. нов. мед. технологий [Электронное издание]. 2022. Т. 16, № 4. С. 141–149. DOI: 10.24412/2075-4094-2022-4-3-8.

63. Худяков А.Н., Соломина О.Н., Зайцева О.О., Полежаева Т.В. Традиционные и новые подходы к использованию ксенона в биологии и медицине // Успехи современной биологии. 2017. Т. 137, № 2. С. 195–206.

64. Цыганков Б.Д., Шамов С.А., Рыхлецкий П.З., Давлетов Л.А. Возможности применения ксенона в комплексной терапии психопатологических расстройств у больных наркологического профиля // Рос. мед. журн. 2013. № 4. С. 11–13.

65. Шамов С.А., Цыганков Б.Д., Шуляк Ю.А., Тюнева А.И. Возможность применения ксенона при оказании медицинской помощи пострадавшим в результате катастроф // Медицина катастроф. 2006. № 1-2 (53-54). С. 54–56.

66. Шветский Ф.М., Потиевская В.И., Бугровская О.И. [и др.]. Эндоэкологические аспекты адаптационных свойств ксенона и перспективы использования в космической медицине // Агаджаняновские чтения: материалы II всерос. науч.-практ. конф. М., 2018. С. 300–301.

67. Шветский Ф.М., Рощин И.Н., Ачкасов Е.Е. [и др.]. Опыт применения ингаляций ксенон-кислородной смеси в общем комплексе медико-восстановительных мероприятий у спортсменов высшего спортивного мастерства // Спортивная медицина: наука и практика. 2014. № 1. С. 80–87.

68. Шпичко А.И., Гребенчиков О.А., Молчанов И.В. [и др.]. Кардиопротективные свойства ксенона // Неотложная мед. помощь. Журн. им. Н.В. Склифосовского. 2020. Т. 9, № 2. С. 264–272. DOI: 10.23934/2223-9022-2020-9-2-264-272.

69. Шугайлов И.А., Юдин Д.К., Московец О.Н., Миргазизов М.З. Премедикация ксенон-кислородной смесью при операциях дентальной имплантации // Рос. вестн. дентальной имплантологии. 2019. № 3-4 (45-46). С. 32–37.

70. Ярыгин Н.В., Шомина Е.А. Применение ксенона в медицинской практике (обзор литературы) // Практ. медицина. 2022. Т. 20, № 4. С. 171–176.

71. Coburn M., Sanders R.D., Maze M. [et al.]. The hip fracture surgery in elderly patients (HIPELD) study to evaluate xenon anaesthesia for the prevention of postoperative delirium: a multicentre, randomized clinical trial // Br. J. Anaesth. 2018. Vol 120, N 1. P. 127–137. DOI: 10.1016/j.bja.2017.11.015.

72. Dinse A., Georgieff M., Beyer C. [et al.]. Xenon reduces glutamate-, AMPA-, and kainate-induced membrane currents in cortical neurons // Br. J. Anaesth. 2005. Vol. 94, N 4. P. 479–485. DOI: 10.1093/bja/aei080.

73. Dworschak M. Pharmacologic neuroprotection – is xenon the light at the end of the tunnel? // Crit. Care Med. 2008. Vol. 36, N 8. P. 2477–2479. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31818113d2.

74. Esencan E., Yuksel S., Tosun Yu. [et al.]. Xenon in medical area: emphasis on neuroprotection in hypoxia and anesthesia // Med. Sas Res. 2013. Vol. 3, N 1. P. 4. DOI: 10.1186/2045-9912-3-4.

75. Hofland J., Ouattara A., Fellahi J.-L. [et al.]. Effect of xenon anesthesia compared to sevoflurane and total intravenous anesthesia for coronary artery bypass graft surgery on postoperative cardiac troponin release: an international, multicenter, Phase 3, single-blinded, randomized noninferiority trial // Anesthesiology. 2017. Vol. 127, N 6. P. 918–933. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001873.

76. Yildiz E.P., Ekici B., Tatli B. Neonatal hypoxic ischemic encephalopathy: an update on disease pathogenesis and treatment // Expert. Rev. Neurother. 2017. Vol. 17, N 5. P. 449–459. DOI: 10.1080/14737175.2017.1259567.

Поступила 02.10.2022 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Вклад авторов: И.Б. Ушаков – методология исследования, подготовка окончательного варианта статьи; А.О. Пятибрат – сбор первичных данных, анализ публикаций, подготовка первого варианта статьи.

Для цитирования. Ушаков И.Б., Пятибрат А.О. Перспективы использования ксенона для коррекции и реабилитации функционального состояния у лиц экстремальных профессий // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 4. С. 40–54. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-40-54.

Prospects of Xenon Application in Functional Recovery and Rehabilitation of Patients Working in Extreme Occupational Environments

Ushakov I.B.[1], Pyatibrat A.O.[2, 3]

[1] State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency (46, Zhivopisnaya Str., Moscow, 123098, Russia);
[2] St. Petersburg State Pediatric Medical University (2, Litovskaya Str., St. Petersburg, 194100, Russia);
[3] Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

Igor Borisovich Ushakov – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, Principal Research Associate, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency (46, Zhivopisnaya Str., Moscow, 123098, Russia),e-mail: ibushakov@gmail.com;

✉ Alexander Olegovich Pyatibrat – Dr. Med. Sci, Associate Prof., Prof. of the Department of Mobilization Training of Health Care and Disaster Medicine, St. Petersburg State Pediatric Medical University (2, Litovskaya Str., St. Petersburg, 194100, Russia); Senior Researcher, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: a5brat@yandex.ru

Abstract

Relevance. Professionals working in extreme environments (army officers, police officers, pilots, divers, firefighters, rescue workers, etc.) are susceptible to overstraining their functional reserves, causing occupational overexposure or even death. It is therefore pivotal to optimize the functional condition of individuals working in extreme occupational environment.

The objective is to analyse the prospects for xenon medical application, including to promote functional optimization and occupational resilience in professionals working in extreme occupational environment.

Methods. The authors studied the research papers published in the Russian Science Citation Index [https://elibrary.ru/] and PubMed [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov] over the last decade.

Results and Discussion. Current research analysis has revealed numerous investigations regarding xenon application in addiction medicine, treatment of post-traumatic stress disorders, and improvement of physiological reserve and occupational resilience, as well as in anesthesiology. Regrettably, our review of Russian and international publications has failed to answer the pivotal issue regarding pharmacological mechanisms behind xenon action. A few research papers hypothesized without evidence that ionotropic glutamate receptors (NMDA-receptors) might be involved in antinociceptive effects.

Conclusion.Xenon is a promise and can be appropriately applied in the treatment and rehabilitation of individuals working in extreme occupational environments.

Keywords: xenon, safety, functional condition, performance, extreme occupational environment, professionals, police officer, pilot, diver, firefighter, rescue worker.

References

1. Abuzarova G.R., Khoronenko V.E., Sarmanaeva R.R., Kuznetsov S.V. Randomizirovannoe dvoinoe slepoe platsebo-kontroliruemoe issledovanie ingalyatsii ksenona v terapii khronicheskoi boli v onkologii [Double-blind, randomized, placebo-controlled study of xenon in cancer pain therapy]. *Vestnik intensivnoi terapii im. A.I. Saltanova* [Annals of critical care]. 2020; (4):48–57. DOI: 10.21320/1818-474X-2020-4-48-57 (In Russ.)

2. Anan'ev V.N. Retseptornye fiziologicheskie mekhanizmy deistviya inertnykh gazov [Receptor physiological mechanisms action inert gases]. *Elektronnyi nauchno-obrazovatel'nyi vestnik Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke* [Online scientific & educational bulletin Zdorove i obrazovanie v XXI veke]. 2015; 17(4):11–12. (In Russ.)

3. Arkus M.L. Primenenie ksenona v narkologicheskoi praktike: sovremennye aspekty [Application xenon in narcological practice: modern aspect]. *Voprosy narkologii* [Journal of addiction problems]. 2020; (9):75–87. DOI: 10.47877/0234-0623_2020_09_75. (In Russ.)

4. Aftanas L.I., Bazanova O.M., Khabarov A.N. [et al.]. Platsebo-kontroliruemoe issledovanie vliyaniya ksenona na emotsii i chastotu al'fa-ostsillyatsii u cheloveka [Placebo-controlled study of xenon effect on the emotions and frequency of the EEG alpha-oscillations]. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Annals of the Russian academy of medical sciences]. 2019; 74(5):342–350. DOI: 10.15690/vramn1158. (In Russ.)

5. Aftanas L.I., Bazanova O.M., Khabarov A.N., Pustovoit S.M. Psychophysiological analysis of thymoleptic effects of xenon in humans. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2020; 169(2):183–186. (In Russ.)

6. Bagaev V.G., Amcheslavsky V.G., Leonov D.I. Sravnitel'naya otsenka antistressornoi aktivnosti ksenona i sevoflurana pri planovykh anesteziyakh u detei [Xenon and sevoflurane anti stress activity comparative assessment during elective anaesthesia in pediatric patients]. *Anesteziologiya i reanimatologiya* [Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology]. 2013; (1): 7–9. (In Russ.)

7. Bagaev V.G., Mitish V.A., Sabinina T.S. [et al.]. Otsenka antistressornogo effekta subnarkoticheskikh kontsentratsii ksenona pri lechenii tyazheloi travmy u detei [The antistress effect of xenon in subnarcotic concentrations in children with severe injuries]. *Detskaya khirurgiya* [Pediatric Surgery]. 2020; 24(4):249–255. DOI: 10.18821/1560-9510-2020-24-4-249-255. (In Russ.)

8. Barysheva O.V., Krauze L.A. Inertnyi gaz ksenon v lechenii narkologicheskikh rasstroistv [Xenone inert gas and its curative effect in addictive disorders]. *Aktual'nye problemy psikhiatrii i narkologii v sovremennykh usloviyakh* [Actual problems of psychiatry and narcology in current research]: Scientific. Conf. Proceedings. Chita. 2018. Pp. 18–19. (In Russ.)

9. Barysheva O.V., Krauze L.A. Ksenon pri lechenii patsientov s alkogol'noi i narkoticheskoi zavisimost'yu v period abstinentnogo sindroma [Xenone in treatment of alcohol and drug addictions]. *Aktual'nye problemy psikhiatrii i narkologii v sovremennykh usloviyakh* [Actual problems of psychiatry and narcology in current research] : Scientific. Conf. Proceedings. Chita. 2016. Pp. 15–17. (In Russ.)

10. Bloshchinsky I.A., Galushkina E.A., Kirillov A.N. [et al.]. Korrektsiya funktsional'nogo sostoyaniya operatorov podvodnykh tekhnicheskikh sistem s primeneniem ksenon-kislorodnoi gazovoi smesi [Correction of functional state in operators of complicated technical systems by means of xenon-oxigen gas mixture]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013; (5):29–35. (In Russ.)

11. Bubeev Yu.A., Boyarintsev V.V., Bazii N.I. [et al.]. Primenenie meditsinskogo ksenona pri lechenii svyazannykh so stressom psikhicheskikh rasstroistv nevroticheskogo urovnya [Medical xenon in treatment of stress-associated]. Moscow. 2014. 28 p. (In Russ.)

12. Bubeyev Yu.A., Igoshina T.V., Kotrovskaya T.I. Korrektsiya svyazannykh so stressom rasstroistv u lits opasnykh professii v usloviyakh klinicheskogo sanatoriya [Correction of stress-related disorders among persons in situations of dangerous professions clinical sanatorium]. *Ekstremal'naya deyatel'nost' cheloveka* [Extreme Human Activity]. 2016; (3):25–30. (In Russ.)

13. Bubeev Yu.A., Kal'manov A.S., Kotrovskaya T.I. Neirofiziologicheskoe soprovozhdenie protsedury korrektsii motivatsionnykh rasstroistv metodom ingalyatsii chelovekom subnarkoticheskikh doz ksenona [Neurophysiologic tracking of rehabilitation xenon inhalation procedure in patients with mental abnormality]. *Tekhnologii zhivykh system* [Technologies of living systems]. 2010; 7(8):58–63. (In Russ.)

14. Bubeev Yu.A., Kal'manov A.S., Kotrovskaya T.I. Ispol'zovanie subnarkoticheskoi ksenono-kislorodnoi gazovoi smesi dlya korrektsii funktsional'nogo sostoyaniya u lits opasnykh professii [Use of subnarcotic xenon-oxygen gas mixture for correction of functional status of those in hazardous occupations]. *Meditsina katastrof* [Disaster medicine]. 2010; (3):37–41. (In Russ.)

15. Bubeev Yu.A., Kal'manov A.S., Kotrovskaya T.I. Korrektsiya funktsional'nogo sostoyaniya letchikov palubnoi aviatsii s pomoshch'yu kursa ingalyatsii terapevticheskikh doz ksenona v usloviyakh dal'nego morskogo pokhoda [Correction of the functional state of deck aviation pilots by the course of inhalation therapeutic doses of xenon during long march]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 2011; 45(4):10–15. (In Russ.)

16. Bubeev Yu.A., Potapov A.V., Ivanov A.V. Metodicheskie osobennosti primeneniya inertnogo gaza ksenona s tsel'yu korrektsii stressornykh rasstroistv u lits opasnykh professii [Specific features of the method of using noble gas xenon with the purpose to correct stress-induced disorders in people of dangerous occupations]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 2022; 56(3):66–70. DOI: 10.21687/0233-528X-2022-56-3-66-70. (In Russ.)

17. Bubnova I.D., Gerasimova Yu.Yu., Ermakov M.A. [et al.]. Sravnitel'naya otsenka neiroprotektivnykh effektov subnarkoticheskikh i narkoticheskikh kontsentratsii meditsinskogo ksenona [Comparative evaluation of the neuroprotective effects subnarcotic and drug concentrations of medical xenon]. *Ural'skii meditsinskii zhurnal* [Ural Medical Journal]. 2017; (5):109–113. (In Russ.)

18. Burov N.E. Predstavleniya o mekhanizme anesteziologicheskikh i lechebnykh svoistvakh ksenona [Ideas about mechanisms of anesthetic and therapeutic properties of xenon]. *Anesteziologiya i reanimatologiya* [Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology]. 2011; (2):58–62. (In Russ.)

19. Burov N.E., Potapov V.N., Makeev G.N. Ksenon v anesteziologii: kliniko-eksperimental'nye issledovaniya [Xenone and its application in anesthesiology: experimental clinical trials]. Moscow. 2000. 356 p. (In Russ.)

20. Bukhtiyarov I.V., Kal'manov A.S., Kislyakov Yu.Yu. [et al.]. Issledovanie vozmozhnosti primeneniya ksenona v trenirovochnom protsesse dlya korrektsii funktsional'nogo sostoyaniya sportsmenov [Studying the application of xenon in training process for functional state correction of sportsmen]. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina* [Exercise therapy and Sports Medicine]. 2010; (6):22–29. (In Russ.)

21. Viter A.S. Primenenie ksenon-kislorodnykh smesei, dlya profilaktiki utomleniya u letnogo sostava voenno-transportnoi aviatsii [Xenon and oxygen gas mixtures to prevent fatique in military transport pilots]. *Meditsinskie aspekty bezopasnosti poletov* [Medical aspects of flight safety] : Scientific. Conf. Proceedings. St. Petersburg. 2017. Pp. 74–76. (In Russ.)

22. Vishnevsky S.A., Potapov V.N., Burov N.E. [et al.]. Mobile xenon therapeutic complex: utility model patent 86104 RU, Application N 2009104842/22, 13.02.2009; publ. 27.08.2009. (In Russ.)

23. Gerasimova Yu.Yu., Ermakov M.A. Neiroprotektivnye effekty subnarkoticheskikh i narkoticheskikh kontsentratsii meditsinskogo ksenona [Neuroprotective effects of subnarcotic and narcotic concentraions of medical xenon]. *Vestnik Soveta molodykh uchenykh i spetsialistov Chelyabinskoi oblasti* [Annals of the Council of Young Scientists and Specialists of the Chelyabinsk region]. 2017; 3(3):21–24. (In Russ.)

24. Grebenchikov O.A., Molchanov I.V., Shpichko A.I. [et al.]. Neiroprotektivnye svoistva ksenona po dannym eksperimental'nykh issledovanii [Neuroprotective properties of xenon according to experimental studies]. *Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch. Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo* [Russian Sklifosovsky journal of emergency medical care]. 2020; 9(1):85–95. DOI: 10.23934/2223-9022-2020-9-1-85-95. (In Russ.)

25. Dudel'zon V.A., Makarov E.V., Kal'manov A.S. [et al.]. Korrektsiya funktsional'nogo sostoyaniya vodolazov pri provedenii uchebno-trenirovochnykh sborov [Correction of functional state of divers during training camps]. *Voenno-meditsinskii zhurnal* [Military medical journal]. 2017; 338(2):49–56. (In Russ.)

26. Dudko T.N., Safina N.F. Ksenon v narkologii [Xenon in narcology]. *Narkologiya* [Narcology]. 2012; 11(2):77–80. (In Russ.)

27. Ertemir M.B. Oblasti primeneniya ksenona i ispol'zovanie diftorida ksenona v meditsine [Areas of xenon and xenon difluoride medical application]. *Rezul'taty sovremennykh nauchnykh issledovanii i razrabotok* [Results of contemporary research and development]: Scientific. Conf. Proceedings. Penza. 2021. Pp. 76–78. (In Russ.)

28. Igoshina T.V. Psikhofiziologicheskoe obosnovanie primeneniya metoda ingalyatsii ksenona pri korrektsii nevroticheskikh, svyazannykh so stressom rasstroistv u lits opasnykh professii [Psychophysiological rationale for the application of xenon inhalations in the treatment of neurotic stress-related disorders in individuals of dangerous occupations]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moscow. 2017. 25 p. (In Russ.)

29. Igoshina T.V., Bubeev Yu.A., Potapov A.V. Primenenie ksenona pri lechenii nevroticheskikh i svyazannykh so stressom psikhicheskikh rasstroistv [Xenon application in the treatment of neurotic and stress-related psychotic disorders]. *Klinicheskaya patofiziologiya* [Clinical pathophysiology]. 2014; (2):48–53. (In Russ.)

30. Igoshina T.V., Kotrovskaya T.I., Bubeev Yu.A. [et al.]. Primenenie ingalyatsii subnarkoticheskikh doz ksenona v sanatornom lechenii posttravmaticheskikh stressovykh rasstroistv [Practicing subnarcotic xenon dose inhalation in spa treatment of posttraumatic stress-induced disorders]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 2014; 48(5):58–63. (In Russ.)

31. Igoshina T.V., Schastlivtseva D.V., Kotrovskaya T.I., Bubeev Yu.A. Dinamika EEG-patternov pri korrektsii stress reaktsii metodom ingalyatsii ksenona [EEG dynamics in the elimination of stress reactions by inhalation of xenon]. *Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny* [Bulletin of rehabilitation medicine]. 2017; (1):116–121. (In Russ.)

32. Kal'manov A.S. Korrektsiya ostrykh stressovykh rasstroistv u voennosluzhashchikh s pomoshch'yu ingalyatsii subnarkoticheskikh doz ksenona [Xenon inhalation in subnarcotic doses in the treatment of acute stress disorders in members of the armed forces]. *Voenno-meditsinskii zhurnal* [Military medical journal]. 2008; (7):37–37. (In Russ.)

33. Kal'manov A.S., Bubeev Yu.A., Bulavin V.V., Kotrovskaya T.I. Korrektsiya funktsional'nogo sostoyaniya organizma operatorov s pomoshch'yu ksenono-kislorodnoi gazovoi smesi [Xenon oxygen gas mixture in the treatment of functional disorders in operators]. *Voenno-meditsinskii zhurnal* [Military medical journal]. 2013; 334(6):60–61. (In Russ.)

34. Kal'manov A.S., Bubeev Yu.A., Kotrovskaya T.I. Vliyanie kursovogo primeneniya ingalyatsii ksenono-kislorodnoi gazovoi smesi na pokazateli funktsional'nogo sostoyaniya al'pinistov [Course application effect of oxygen-xenon gas mixture inhalation on functional status of mountaineers]. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina* [Exercise therapy and Sports Medicine]. 2011; (3):27–34. (In Russ.)

35. Kal'manov A.S., Bulavin V.V., Khankevich Yu.R. [et al.]. Kompleksnaya reabilitatsiya operatorov podvodnykh tekhnicheskikh sistem posle modelirovaniya operatorskoi deyatel'nosti [Complex rehabilitation of operators of submerged technical systems after operating activity modelling]. *Voenno-meditsinskii zhurnal* [Military medical journal]. 2016; 337(3):55–63. (In Russ.)

36. Kal'manov A.S., Makarov E.V., Shishkin A.N. [et al.]. Operativnaya korrektsiya funktsional'nogo sostoyaniya vodolazov s pomoshch'yu ingalyatsii spetsial'nykh gazovykh smesei na osnove ksenona v protsesse uchebno-trenirovochnykh sborov [Temporary correction of the functional status of divers by inhalation of special xenon-based gas mixtures in the course of instructional and training sessions]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 2016; 50(3):48–54. (In Russ.)

37. Kotrovskaya T.I., Bubeev Yu.A., Schastlivtseva D.V. Vliyanie ksenona na posttravmaticheskie sledy pamyati [Xenon effect on posttraumatic trace memories]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 2019; 53(2):13–20. DOI: 10.21687/0233-528X-2019-53-2-13-20. (In Russ.)

38. Kuznetsov A.V. Primenenie lechebnogo ksenonovogo narkoza v kompleksnoi terapii abstinentnykh i postabstinentnykh rasstroistv u bol'nykh alkogolizmom [Application of curative xenon anesthesia in the comprehensive treatment of alcohol withdrawal and post-acute withdrawal disorders]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moscow. 2008. 23 p. (In Russ.)

39. Kulikov A.Yu., Kuleshov O.V., Lebedinsky K.M. Dostavka kisloroda, gazovyi sostav i kislotno-osnovnoe sostoyanie arterial'noi krovi vo vremya ksenonovoi anestezii po zakrytomu konturu [Oxygen delivery, gases and acid-base balance of arterial blood during xenon anesthesia of the closed circu]. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii* [Messenger of anesthesiology and resuscitation]. 2017; 14(4):32–37. DOI: 10.21292/2078-5658-2017-14-4-32-37. (In Russ.)

40. Lazarev V.V., Khaliullin D.M. Anesteziya i ksenon v detskoi stomatologii [Anesthesia in pediatric dentistry]. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii* [Messenger of anesthesiology and resuscitation]. 2019; 16(4):31–37. DOI: 10.21292/2078-5658-2019-16-4-31-37. (In Russ.)

41. Lisichenko I.A., Gusarov V.G. Vybor metoda anesteziologicheskogo obespecheniya u patsientov pozhilogo i starcheskogo vozrasta pri ortopedicheskikh vmeshatel'stvakh (obzor) [Choice of anesthesia for orthopedic surgery in elderly and senile patients (review)]. *Obshchaya reanimatologiya* [General reanimatology]. 2022; 18(3):45–58. DOI: 10.15360/1813-9779-2022-3-45-58. (In Russ.)

42. Marchenko L.Yu., Sigaleva E.E. Perspektiva ispol'zovaniya kislorodno-ksenonovykh ingalyatsii v tselyakh shumovoi otoprotektsii i v kachestve sredstva profilaktiki «neslukhovykh» effektov shuma [Prospects of application xenon and oxygen inhalations in auditory noise protection and prevention of non-auditory noise-induce effects]. *Nauchnoe nasledie i razvitie idei K.E. Tsiolkovskogo* [The Scientific heritage and development of the ideas of K.E. Tsiolkovsky]: Scientific. Conf. Proceedings. Kaluga. 2019. Pp. 91–93. (In Russ.)

43. Marchenko L.Yu., Sigaleva E.E., Matsnev E.I., Anikeev D.A. Sovremennye predstavleniya o mekhanizmakh deistviya i klinicheskom primenenii ingalyatsii ksenona v tselyakh neiroprotektsii [Current view of the action mechanisms and clinical use of xenon inhalations for the purposes of neutroprotection]. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 2020; 54(2):22–29. DOI: 10.21687/0233-528X-2020-54-2-22-29. (In Russ.)

44. Nazarov E.I., Vongaj V.G., Glukhen'kaya T.A. Ozono-ksenonovaya korrektsiya stressa [Ozone-xenon correction of stress]. *Meditsinskii al'manakh* [Medical almanac]. 2013; (3):189–192. (In Russ.)

45. Naumov S.A., Kostromitina G.G., Babikov A.S. Method of treating stress and device for implementation thereof: invention patent N 2524765 RU. IPC A61M 16/12Application N 2012158370/14, 29.12.2012; publication 10.08.2014, Bull. N 22.

46. Nikolaev L.L., Antonov A.A., Burov N.E. Gemodinamika pri kombinirovannoi ksenonovoi anestezii [Hemodynamics during combined xenon anesthesi]. *Meditsinskii alfavit* [Medical alphabet]. 2012; 3(15):79–82. (In Russ.)

47. Novikov E.M., Bulatnikov A.N., Sobolev E.S. [et al.]. Mesto i rol' informatsionno-volnovogo analoga inertnogo gaza ksenon v lechebno-reabilitatsionnom protsesse bol'nykh alkogolizmom [The place and role of informational and wave analogue of noble gas the xenon in treatment-and-reabilitation process of alcoholics]. *Narkologiya* [Narcology]. 2016; 15(8):88–93. (In Russ.)

48. Novikova M.V. Primenenie ksenona v terapii psikhoemotsional'nykh rasstroistv [Application of xenon in the treatment of psycho-emotional disorders]. *Nauka i sotsium* [Science and society]: Scientific. Conf. Proceedings. Novosibirsk. 2020. Pp. 143–147. (In Russ.)

49. Potapov A.V. Sovremennaya ingalyatsionnaya apparatura dlya protivobolevoi terapii inertnym gazom ksenonom [Particular qualities of inhalation devices for pain therapy with inert gas xenon]. *Meditsinskaya tekhnika* [Medical appliances]. 2021; (6):42–44. (In Russ.)

50. Potievskaya V.I., Shvetsky I.M., Kuznetsov S.V., Potapov S.V. Sovremennye predstavleniya o mekhanizmakh deistviya ksenona na organizm cheloveka [The Current Understanding of How Xenon Acts in the Human Body]. *Doktor.Ru* [Doctor.ru]. 2017; (6):55–59. (In Russ.)

51. Potievskaya V.I., Abuzarova G.R., Sarmanaeva R.R. [et al.]. Vliyanie ksenon-kislorodnykh ingalyatsii na funktsional'noe sostoyanie serdechno-sosudistoi sistemy u onkologicheskikh patsientov s khronicheskim bolevym sindromom [Effect of xenon-oxygen inhalations on functional status of cardiovascular system in oncological patients suffering chronic pain syndrome]. *Issledovaniya i praktika v meditsine* [Research and practical medicine journal]. 2022; 9(3):52–66. DOI: 10.17709/2410-1893-2022-9-3-4. (In Russ.)

52. Potievskaya V.I., Shvetskiy F.M., Sidorov D.V. [et al.]. Otsenka vliyaniya ksenona na intensivnost' posleoperatsionnogo bolevogo sindroma u onkologicheskikh patsientov: randomizirovannoe issledovanie [Assessment of xenon effect on postoperative pain syndrome severity in oncological patients: a randomized study]. *Vestnik intensivnoi terapii im. A.I. Saltanova* [Annals of critical care]. 2021; 3:140–150. DOI: 10.21320/1818-474X-2021-3-140-150. (In Russ.)

53. Primenenie ksenona v klinicheskoi praktike [Xenon application in clinical practice]. Ed. A.V. Potapov. Moscow. 2019. 83 p. (In Russ.)

54. Rabinovich S.A., Zavodilenko L.A., Babikov A.S. Obezbolivanie i sedatsiya ksenon-kislorodnoi smes'yu v stomatologii [Anesthesia and sedation by admixture of xenon-oxygen in dentistry. Part I]. *Stomatologiya* [Stomatology]. 2014; 93(2):70–73. (In Russ.)

55. Raushenbakh N.G., Bagaev V.G., Amcheslavskii V.G. [et al.]. Sedanal'geziya ksenonom v lechenii ostrogo stressovogo rasstroistva u detei s travmoi [Xenon application for sedation and analgesia in traumatized children with acute stress disorder]. *Detskaya khirurgiya* [Russian Journal of Pediatric Surgery]. 2021; 25(S1):61. (In Russ.)

56. Roshchin I.N., Shvetskij F.M., Achkasov E.E. [et al.]. Method of increasing efficiency and normalisation of functional state of human body through xenon therapy: invention patent N 2580975 RU. IPC A61M 16/00. Application N 2014141192/14, 14.10.2014; publication 10.04.2016, Bull. N 10. (In Russ.)

57. Sibirkin A.A. Inertnye gazy [Noble gases]. Konspekt lektsii po kursu neorganicheskoi khimii [Notes on inorganic chemistry lectures]. Nizhny Novgorod. 2014. 40 p. (In Russ.)

58. Smol'nikov P.V., Shvetsky F.M. Perspektivy ispol'zovaniya stresslimitiruyushchikh effektov ksenona v obshchem komplekse obespecheniya kosmicheskikh missii [Prospects for using xenon stress-sensing effects in the overall space mission support complex]. *Agadzhanyanovskie chteniya* [Agadzhanyan Readings: Scientific. Conf. Proceedings. Moscow. 2018. Pp. 239–241. (In Russ.)

59. Sovetov V.I., Mikheev O.P., Andreeva E.S. [et al.]. Method of increasing performance capability of individual : invention patent N 2466750 RU. IPC A61M 16/10. Application N 2014141192/14, 23.08.2010; publication 27.12.2012, Bull. N 7. (In Russ.)

60. Utkin S.I., Atamuradov I.B., Vinnikova M.A. [et al.]. Ksenon v terapii opiinogo abstinentnogo sindroma [Xenon in therapy of the opioid withdrawal syndrome]. *Voprosy narkologii* [Journal of addiction problems]. 2014; (4):13–28. (In Russ.)

61. Filippova N.V., Baryl'nik Yu.B., Yurova E.G. Primenenie ksenona v terapii zavisimykh sostoyanii [The use of xenon in the treatment of addictions]. *Narkologiya* [Narcology]. 2019; 18(6):92–99. DOI: 10.25557/1682-8313.2019.06.92-99. (In Russ.)

62. Khadartsev A.A., Tokarev A.R., Valentinov B.G. Ksenon v meditsinskikh tekhnologiyakh (obzor literatury) [Xenon in medical technologies (literature review)]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. [Journal of New Medical Technologies. Electronic resource]. 2022; 16(4):141–149. DOI: 10.24412/2075-4094-2022-4-3-8. (In Russ.)

63. Khudyakov A.N., Solomina O.N., Zaitseva O.O., Polezhaeva T.V. Traditsionnye i novye podkhody k ispol'zovaniyu ksenona v biologii i meditsine [Traditional and new approaches to the use of xenon in biology and medicine]. *Uspekhi sovremennoi biologii* [Advances in comtemporary biology]. 2017; 137(2):195–206. (In Russ.)

64. Tsygankov B.D., Shamov S.A., Rykhletsky P.Z., Davletov L.A. Vozmozhnosti primeneniya ksenona v kompleksnoi terapii psikhopatologicheskikh rasstroistv u bol'nykh narkologicheskogo profilya [The possibilities of xenon application in complex therapy of psycho-pathologic disorders in patients of narcologic profile]. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal* [Medical journal of the Russian Federation]. 2013; (4):11–13. (In Russ.)

65. Shamov S.A., Tsygankov B.D., Shulyak Yu.A., Tyuneva A.I. Vozmozhnost' primeneniya ksenona pri okazanii meditsinskoi pomoshchi postradavshim v rezul'tate katastrof [Possibility of xenon application in medical care delivery to the injured in emergency]. *Meditsina katastrof* [Disaster medicine]. 2006; (1-2):54–56. (In Russ.)

66. Shvetskii F.M., Potievskaya V.I., Bugrovskaya O.I. [et al.]. Endoekologicheskie aspekty adaptatsionnykh svoistv ksenona i perspektivy ispol'zovaniya v kosmicheskoi meditsine [Endoecological aspects of the adaptive properties of xenon and perspectives for implementation in space medicine]. *Agadzhanyanovskie chteniya* [Agadzhanyan Readings]: Scientific. Conf. Proceedings. Moscow. 2018. Pp. 300–301. (In Russ.)

67. Shvetsky F.M., Roshchin I.N., Achkasov E.E. [et al.]. Opyt primeneniya ingalyatsii ksenon-kislorodnoi smesi v obshchem komplekse mediko-vosstanovitel'nykh meropriyatii u sportsmenov vysshego sportivnogo masterstva [Possibilities of xenon use in training process for functional state correction of athletes // Sports medicine: research and practice]. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sports medicine: research and practice]. 2014; (1):80–87. (In Russ.)

68. Shpichko A.I., Grebenchikov O.A., Molchanov I.V. [et al.]. Kardioprotektivnye svoistva ksenona [Cardioprotective properties of xenon]. *Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'. Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo* [Russian Sklifosovsky journal of emergency medical care]. 2020; 9(2):264–272. DOI: 10.23934/2223-9022-2020-9-2-264-272. (In Russ.)

69. Shugailov I.A., Yudin D.K., Moskovets O.N., Mirgazizov M.Z. Premedikatsiya ksenon-kislorodnoi smes'yu pri operatsiyakh dental'noi implantatsii [Premedication with xenon-oxygen mixture during dental implantation operations]. *Rossiiskii vestnik dental'noi implantologii* [Russian bulletin of dental implantology]. 2019; (3-4):32–37. (In Russ.)

70. Yarygin N.V., Shomina E.A. Primenenie ksenona v meditsinskoi praktike (obzor literatury) [Use of xenon in medical practice (literature review)]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical medicine]. 2022; 20(4):171–176. (In Russ.)

71. Coburn M., Sanders R.D., Maze M. [et al.]. The hip fracture surgery in elderly patients (HIPELD) study to evaluate xenon anaesthesia for the prevention of postoperative delirium: a multicentre, randomized clinical trial. *Br. J. Anaesth*. 2018; 120(1):127–137. DOI: 10.1016/j.bja.2017.11.015.

72. Dinse A., Georgieff M., Beyer C. [et al.]. Xenon reduces glutamate-, AMPA-, and kainate-induced membrane currents in cortical neurons. *Br. J. Anaesth*. 2005; 94(4):479–485. DOI: 10.1093/bja/aei080.

73. Dworschak M. Pharmacologic neuroprotection – is xenon the light at the end of the tunnel? *Crit. Care Med*. 2008; 36(8):2477–2479. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31818113d2.

74. Esencan E., Yuksel S., Tosun Yu. [et al.]. Xenon in medical area: emphasis on neuroprotection in hypoxia and anesthesia. *Med. Sas Res*. 2013; 3(1):4. DOI: 10.1186/2045-9912-3-4.

75. Hofland J., Ouattara A., Fellahi J.-L. [et al.]. Effect of xenon anesthesia compared to sevoflurane and total intravenous anesthesia for coronary artery bypass graft surgery on postoperative cardiac troponin release: an international, multicenter, Phase 3, single-blinded, randomized noninferiority trial. *Anesthesiology*. 2017; 127(6):918–933. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001873

76. Yildiz E.P., Ekici B., Tatli B. Neonatal hypoxic ischemic encephalopathy: an update on disease pathogenesis and treatment. *Expert. Rev. Neurother*. 2017; 17(5):449–459. DOI: 10.1080/14737175.2017.1259567.

Received 02.10.2022

For citing: Ushakov I.B., Pyatibrat A.O. Perspektivy ispol'zovaniya ksenona dlya korrektsii i reabilitatsii funktsional'nogo sostoyaniya u lits ekstremal'nykh professii. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (4):40–54. (In Russ.)

Ushakov I.B., Pyatibrat A.O. Prospects of Xenon Application in Functional Recovery and Rehabilitation of Patients Working in Extreme Occupational Environments. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (4):40–54. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-40-54

УДК [614.8 : 355.415.6] : 355.019 (048) DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-55-65

Ю.Г. Шапкин, П.А. Селиверстов, Н.Ю. Стекольников, В.В. Ашевский

ДОГОСПИТАЛЬНАЯ ПОМОЩЬ ПО ПРИНЦИПАМ DAMAGE CONTROL RESUSCITATION В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского
(Россия, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112)

Актуальность. Кровотечение и геморрагический шок являются основной причиной потенциально предотвратимых смертей у пострадавших в боевых действиях. Концепция догоспитального контроля повреждений Remote Damage Control Resuscitation (DCR) становится неотъемлемой частью оказания помощи раненым с шоком в полевых условиях. Значимость оказания догоспитальной помощи по принципам DCR повышается в будущих войнах, которые могут проходить одновременно на суше, море, в воздухе, космосе и киберпространстве.

Цель – рассмотреть эффективность и особенности оказания догоспитальной помощи по принципам DCR в вооруженных конфликтах последних двух десятилетий (в Афганистане, Ираке, Африке, на Ближнем Востоке).

Методология. Проведен поиск научных статей в базе данных PubMed и Научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru), опубликованных с 2017 по 2022 г.

Результаты и их анализ. Догоспитальная помощь по принципам DCR включает временную остановку кровотечения, инфузионную терапию в рамках гемостатической реанимации и управляемой гипотензии, адекватную респираторную поддержку, предотвращение и устранение гипотермии, скорейшую эвакуацию на этап оказания хирургической помощи. Эффективными средствами для остановки кровотечения в боевых условиях являются современные кровоостанавливающие турникеты, тазовый бандаж, гемостатические повязки с коалином и хитозаном. Перспективным методом остановки внутреннего кровотечения признана реанимационная эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты. Основой гемостатической реанимации на поле боя становится раннее переливание крови или ее компонентов в сочетании с введением транексамовой кислоты и препаратов кальция. Цельная кровь 0 (I) группы с низким титром анти-А- и анти-В-антител, лиофилизированная плазма и концентрат фибриногена обладают логистическими преимуществами для применения в боевых условиях.

Заключение. Догоспитальная помощь по принципам DCR эффективна и позволяет значимо уменьшить летальность среди пострадавших в боевых действиях.

Ключевые слова: военная медицина, догоспитальная помощь, контроль повреждений, допустимая гипотензия, гемостатическая реанимация, переливание цельной крови, гемостатические повязки.

Введение

Совершенствованию догоспитальной помощи раненым уделялось значительное внимание в ходе военных конфликтов последних десятилетий. Бóльшая часть (53–87 %) пострадавших в боевых действиях умирают на догоспитальном этапе [2, 47]. Анализ данных Командованием специальных операций США показал, что у 26 % погибших в Афганистане и Ираке смерть была потенциально предотвратима. Ведущими возможностями их спасения были сокращение времени до оказания хирургической помощи (в 94 % случаев), остановка кровотечения и переливание крови (в 90 % случаев) [27].

Концепция контроля повреждений стала неотъемлемой частью тактики оказания медицинской помощи в боевых действиях. Современный контроль повреждений объединяет в себе этапное хирургическое лечение (Damage Control Surgery, DCS) и интенсивную терапию (Damage Control Resuscitation, DCR), которая начинается до операции и продолжается в интра- и постоперационном перио-

Шапкин Юрий Григорьевич – д-р мед. наук проф., зав. каф. общ. хирургии, Саратов. гос. мед. ун-т им. В.И. Разумовского (Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112), ORCID: 0000-0003-0186-1892, e-mail: shapkinyurii@mail.ru;

✉ Селиверстов Павел Андреевич – канд. мед. наук, доц каф. общ. хирургии, Саратов. гос. мед. ун-т им. В.И. Разумовского (Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112), ORCID: 0000-0002-3416-0470, e-mail: seliwerstov.pl@yandex.ru;

Стекольников Николай Юрьевич – канд. мед. наук, доц каф. общ. хирургии, Саратов. гос. мед. ун-т им. В.И. Разумовского (Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112), ORCID: 0000-0002-1407-8744, e-mail: nimph2008@yandex.ru;

Ашевский Владислав Валерьевич – ассистент каф. общ. хирургии, Саратов. гос. мед. ун-т им. В.И. Разумовского (Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112), ORCID: 0000-0001-6556-8754, e-mail: gjyxbr29@yandex.ru

дах. Тактика DCR в основном направлена на предотвращение и коррекцию коагулопатии, ацидоза и гипотермии (триады смерти) при шоке за счет уменьшения кровопотери, восстановления перфузии и оксигенации тканей, устранения метаболических нарушений. Контроль повреждений, реализуемый на догоспитальном этапе, получил название дистанционного DCR (remote DCR – RDCR). Мероприятия RDCR включают временную остановку кровотечения, инфузионную терапию по принципам гемостатической реанимации и управляемой гипотензии, респираторную поддержку, предотвращение и устранение гипотермии, скорейшую эвакуацию на этап оказания хирургической помощи [7, 16]. Концепция RDCR признана перспективной и интегрирована в медицинское обеспечение боевых действий в армиях США и стран НАТО, Армии обороны Израиля, Народно-освободительной армии Китая [7, 16]. Принципы RDCR закреплены в последних руководствах Clinical Practice Guideline (CPG) и Tactical Combat Casualty Care (TCCC), которые разработаны Объединенной системой травм (Joint Trauma System, JTS) Министерства обороны США и являются стандартами оказания догоспитальной помощи пострадавшим в бою для стран НАТО [16, 43]. Внедрение принципов RDCR в Армии обороны Израиля позволило снизить общую летальность среди пострадавших в боевых действиях с 14,3 до 9,2 % [4]. Общая летальность у военнослужащих США, участвовавших в военных конфликтах в Афганистане и Ираке с 2001 по 2017 г., снизилась с 20 до 9 %, выживаемость раненых с тяжестью травмы по шкале Injury Severity Scale (ISS) 25–75 баллов увеличилась с 2,2 до 40 % [20]. Догоспитальная летальность у военнослужащих Великобритании, участвовавших в боевых действиях в Афганистане, снизилась с 41,8 до 4,8 % [47].

Зарубежный опыт применения тактики RDCR в вооруженных конфликтах может быть полезен для совершенствования отечественной системы скорой медицинской помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях и улучшения медицинского обеспечения боевых действий.

Цель – рассмотреть эффективность и особенности оказания догоспитальной помощи по принципам DCR в условиях современных боевых действий.

Материал и методы

Проведен поиск научных статей в реферативно-библиографических базах данных PubMed и Научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru), опубликованных с 2017 по 2022 г. Обобщены рекомендации руководств по оказанию догоспитальной помощи по принципам DCR в боевых действиях, проведен анализ результатов научных исследований по реализации и эффективности данных рекомендаций в вооруженных конфликтах последних двух десятилетий (в Афганистане, Ираке, Африке, на Ближнем Востоке).

Под догоспитальной помощью в боевых условиях понимали оказание помощи на поле боя, в пункте сбора раненых, на медицинском посту роты, в медицинском пункте батальона, медицинской роте и во время эвакуации на вышестоящий этап в объеме первой помощи, доврачебной помощи и первой врачебной помощи (1–2-й уровни или «роль 1» по классификации НАТО) [1, 32].

Результаты и их анализ

Сроки оказания догоспитальной помощи. Стандарты медицинского обеспечения боевых действий требуют, чтобы раненый получал первую помощь в течение 10 мин, первую врачебную помощь – в течение 1 ч, неотложную квалифицированную хирургическую помощь – не позднее 2 ч после получения травмы [1, 32]. Важность ранней догоспитальной помощи и быстрой эвакуации подтверждает статистика боевых потерь. Из числа погибших на догоспитальном этапе в Афганистане 68 % смертей произошли в течение 10 мин после ранения, 91 и 99 % пострадавших погибли в течение 60 и 120 мин соответственно [47]. Эвакуация с поля боя на этап оказания хирургической помощи в течение 60 мин («золотого часа») в Афганистане и Ираке уменьшила общую летальность среди раненых на 7,5 % и снижала риск летального исхода на догоспитальном этапе у пострадавших с тяжестью травмы по шкале ISS > 25 баллов на 39 % [19, 20].

Страны НАТО сегодня активно готовятся к ведению крупномасштабных боевых действий в рамках концепции «многодоменного боя» («multidomain battlefield»), подразумевающего синхронное скоординированное применение обычного вооружения в различных доменах (на суше, море, в воздухе, космосе, киберпространстве) против технологически равного противника. Многодоменный (одновременно на суше, море, в воздухе, космосе и киберпространстве) бой ведется с использованием мобильных тактических подразделений, действующих автономно и рассре-

доточенных на большой территории, часто меняющих дислокацию с целью уклонения от поражения высокоточным оружием дальнего действия. Рассредоточение раненых на большой территории, удаленность сил и средств квалифицированной и специализированной медицинской помощи, ограниченные возможности воздушной транспортировки из-за широкого применения средств противовоздушной обороны приведут к задержке эвакуации и оказания хирургической помощи. Моделирование крупномасштабных боевых действий показало, что в пехотной бригаде за 14 сут боев условные боевые потери составят 28 % от личного состава, из них 53 % – умрут на догоспитальном этапе, и в 88 % случаев основной причиной их гибели станет задержка эвакуации на этап оказания хирургической помощи [2]. Таким образом, в современных и будущих военных действиях парадигма догоспитальной помощи смещается от модели «золотого часа» к вынужденной «пролонгированной полевой помощи» (Prolonged field care, PFC), оказываемой в течение сроков, превышающих установленные нормативы [16, 36].

В этих условиях повышается значимость телемедицины, которая позволяет медперсоналу удаленных лечебных учреждений расширить знания и навыки медиков передовых этапов медицинской эвакуации. Так, телеконсультации хирурга в сочетании с технологиями дополненной реальности с моделированием анатомических структур давали неопытным медикам речевые и визуальные подсказки для выполнения сложных манипуляций по спасению жизни [48]. Кроме того, телемедицинские консультации узких специалистов сокращают число неоправданных эвакуаций, уменьшая, тем самым, затраты сил и средств для эвакуации и предупреждая сокращение численности личного состава в районах боевых действий [31]. Широкому внедрению телемедицины в боевых условиях препятствуют ограничения сети и проблемы кибербезопасности. Для этого разрабатываются и тестируются защищенные системы, обеспечивающие надежную, широкополосную, безопасную связь с малой задержкой, которая необходима для расширенных возможностей телемедицины [3].

Остановка кровотечения. В военном конфликте в Афганистане и Ираке кровотечение являлось компонентом механизма смерти у 88 % погибших от потенциально не смертельной боевой травмы, у 29 % из них причиной смерти было исключительно кровотечение. Широкое использование жгутов-турникетов на поле боя позволило снизить общую летальность среди раненых на 13 % [20]. Остановка кровотечения при ранениях конечностей наложением боевого жгута Combat Application Tourniquet (CAT) позволяла поддерживать адекватный уровень артериального давления (АД) и значимо снизить потребность в гемотрансфузиях независимо от наличия сопутствующих повреждений. Жгуты не были непосредственной причиной ампутации и не влияли на выбор уровня ампутации при отрывах конечностей [9].

Кровотечения из ран подмышечных и паховых областей встречаются примерно в каждом пятом случае потенциально предотвратимой смерти от боевой травмы [27]. Для остановки таких кровотечений разработаны наружные компрессионные устройства – соединительные жгуты. Эффективность современных соединительных жгутов достаточно высокая. Так, в экспериментах на добровольцах жгут Junctional Emergency Treatment Tool (JETT) перекрывал кровоток в подвздошных и аксиллярных артериях в 83 % случаев, жгут SAM Junctional Tourniquet (SJT) – в 87 % случаев и боевой зажим Combat Ready Clamp (CRoC) – в 95 % случаев [42].

Гемостатические повязки применяются при ранениях с кровотечением, не поддающемся остановке наложением жгута или в качестве его альтернативы. Руководство TCCC рекомендует использовать повязки Combat Gauze, Celox Gauze, ChitoGauze и кровоостанавливающие средства X-Stat и iTClamp [43]. Повязка Combat Gauze считается приоритетной в армиях США и Израиля, представляет собой Z-сложенный бинт, покрытый каолином. Контакт крови с каолином вызывает электростатическую перестройку и активацию фактора XII, который инициирует каскад коагуляции. Марля повязок Celox Gauze и ChitoGauze покрыта биополимером хитозаном, положительно заряженные аминогруппы которого притягивают отрицательно заряженные фосфатидилхолиновые группы мембран тромбоцитов, что способствует активации, адгезии и агрегации тромбоцитов в ране и обеспечивает гемостатический эффект даже при коагулопатическом кровотечении. Во время вооруженных конфликтов в Афганистане и Ираке гемостатические повязки применялись редко – в 2,6 % случаев, но их использование ассоциировалось со снижением летальности на 7 % у пострадавших с тяжестью травмы по шкале New Injury Severity Score (NISS) > 15 баллов. Повязка Celox Gauze статистически значимо снижала

летальность у раненых с тяжестью травмы по шкале NISS 36–75 баллов [50].

XStat представляет собой инжектор, заполненный гранулами целлюлозных губок, покрытых хитозаном. Повязка обладает высоким абсорбирующим и тампонирующим свойством и лучше всего подходит для глубоких ран с узким раневым каналом. Механическое устройство iTClamp позволяет свести и зафиксировать края раны. При глубоких ранах его рекомендуют применять в сочетании с XStat. Эффективность применения XStat и iTClamp в боевых условиях пока достоверно не подтверждена.

Внутреннее кровотечение при повреждениях туловища отмечалось в 78,5 % случаев потенциально предотвратимых смертей от боевых травм [27]. Набор средств для остановки внутреннего кровотечения при оказании догоспитальной помощи малочислен.

Тазовый бандаж рекомендован TCCC для остановки внутритазового кровотечения при переломах костей таза [43]. Наложение тазового бандажа на догоспитальном этапе при боевой травме с переломом костей таза уменьшало потребность в гемотрансфузиях, более значимо – в трансфузии криопреципитата [33].

Абдоминальный аортальный и соединительный жгут (Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet – AAJT) – устройство для остановки кровотечения из таза и/или ран паховой области за счет внешнего сдавления дистального отдела аорты. Жгут AAJT может усилить кровотечение, если его источник находится в верхней половине живота или груди. Длительность сдавления живота жгутом AAJT ограничена 30–60 мин [16]. Эффективность AAJT невысока и составляет 52 % [42].

Реанимационная эндоваскулярная баллонная окклюзия аорты (РЭБОА) – инновационный метод временной остановки артериального кровотечения при травмах живота и таза путем перекрытия просвета аорты баллонным катетером, заведенным через интродьюсер, установленный в бедренной артерии. Метод РЭБОА становится дополнительным элементом тактики DCR, позволяет уменьшить кровопотерю, повысить АД для поддержания церебральной и коронарной перфузии до остановки кровотечения хирургическими вмешательствами. Эксперты из 10 стран достигли консенсуса в том, что во время боевых действий РЭБОА в I зоне должна выполняться по возможности на всех этапах оказания медицинской помощи, в том числе, на догоспитальном этапе и во время эвакуации. РЭБОА разрешено проводить только врачам со специальной подготовкой и оборудованием. Применение РЭБОА может рассматриваться у пострадавших, у которых подозревают повреждения живота / таза или имеется кровотечение из ран паховой области; отмечается нестабильная гемодинамика с систолическим АД < 90 мм рт. ст.; отсутствует или кратковременен эффект от гемотрансфузии, ожидается смерть без РЭБОА через 15–30 мин или наступила остановка сердца; возможна транспортировка раненого в операционную в течение 45 мин. Продолжительность окклюзии аорты в I зоне не должна превышать 30 мин, что является серьезным ограничением для применения РЭБОА в боевых условиях. Метод прерывистой РЭБОА потенциально может увеличить время окклюзии в I зоне до 60 мин и более [16, 46].

Ретроспективный анализ боевых потерь нидерландского контингента в Афганистане выявил потенциальные показания к РЭБОА у 42 % пострадавших с тяжестью повреждений по шкале Abbreviated Injury Scale (AIS) ≥ 4 баллов. Анализ показал, что РЭБОА потенциально могла снизить летальность у 29 раненых [5].

V.A. Reva и соавт. в эксперименте на модели боевой травмы у свиньи продемонстрировали осуществимость, эффективность и безопасность выполнения РЭБОА как в полевых условиях, так и во время транспортировки в вертолете с продолжительностью окклюзии аорты в I зоне в течение 60 мин [35]. Сообщается о случаях успешного выполнения РЭБОА в зоне боевых действий передовыми хирургическими бригадами в пункте сбора раненых (3 случая) и во время эвакуации на вертолете (1 случай) [6, 11].

Гемостатическая реанимация. Под гемостатической реанимацией понимается инфузионная терапия шока с применением средств гемостатического действия. В боевых условиях показания к проведению гемостатической реанимации на догоспитальном этапе предлагают определять по следующим критериям: проникающие ранения груди или живота; ранения шеи, паховой или аксиллярной областей; перелом костей таза; отрыв конечности выше коленного или локтевого сустава, или множественные отрывы конечностей; угнетение сознания при наличии признаков шока; пульс > 100 уд/мин, систолическое АД < 100 мм рт. ст., нитевидный пульс на лучевой артерии или его отсутствие [16, 43]. Наличие, наполнение и напряжение пульса на лучевой артерии не являются надежными индикаторами гипотензии. У 56 % пострадавших

с систолическим АД < 80 мм рт. ст. пульс на лучевой артерии был удовлетворительных качеств [29]. Проникающие ранения груди и живота, высокие отрывы конечностей, необходимость наложения жгута, пульс > 120 уд/мин, индекс шока ≥ 0,8 определены предикторами боевой травмы с массивной кровопотерей, требующей трансфузии > 10 доз эритроцитсодержащих сред в течение 1 сут [16, 26, 49]. На основе технологий машинного обучения для военных медиков разработано программное обеспечение для телефона и планшета, которое помогает диагностировать шок по введенным в нее клиническим данным, принять обоснованные решения по сортировке и лечению раненых в полевых условиях [30].

Объединенная система травм, Комитет обороны по травмам и Программа службы крови вооруженных сил США определили цельную кровь 0 (I) группы с низким титром анти-А- и анти-В- IgM (< 1 : 256), заранее заготовленную или при ее отсутствии забранную у доноров «ходячего банка крови», в качестве инфузионной среды выбора для терапии геморрагического шока у всех пострадавших на всех этапах медицинской помощи, включая догоспитальный [40]. При отсутствии цельной крови рекомендовано применять компоненты крови в следующем порядке регресса приоритета: плазму (сухую, нативную или свежезамороженную), эритроцитную и тромбоцитную массу в соотношении 1 : 1 : 1; плазму и эритроцитную массу в соотношении 1 : 1; только плазму или эритроцитную массу [43]. Кристаллоидные кровезаменители следует использовать только при отсутствии цельной крови и ее компонентов. Предпочтение отдается сбалансированным полиионным растворам (лактату Рингера, Plazma-Lyte A). Ранее рекомендованный 6 % раствор гидроксиэтилкрахмала Hextend исключен из руководств по оказанию помощи в боевых условиях [16]. Эксперты рекомендуют обеспечить возможность начать переливание цельной крови или ее компонентов в течение 30 мин после получения боевой травмы [40]. Трансфузию предпочтительно проводить через катетер, установленный в периферическую вену. В случае невозможности получить венозный доступ рекомендуется внутрикостное введение в грудину, головку плечевой кости или большеберцовую кость [43]. Все медики, оказывающие помощь на догоспитальном этапе, должны быть обучены забирать цельную кровь у доноров «ходячего банка крови», проводить гемотрансфузию, оказывать помощь при трансфузионных реакциях. «Ходячий банк крови» состоит из военнослужащих, готовых стать донорами цельной крови в зоне боевых действий. Для его формирования у всего личного состава, участвующего в боевых операциях, предварительно определяют группу крови и титр анти-А-/анти-В-антител при 0 (I) группе крови, проводят обследование на наличие гемоконтактных инфекций [40]. Исследования на добровольцах показали, что сдача 450 мл крови не вызывает значительных изменений когнитивных и физических показателей и не снижает способности донора выполнять боевые задачи [12].

Использование крови и ее компонентов на догоспитальном этапе в условиях боевых действий является редкостью. По данным реестра травм Минобороны США за 2007–2020 гг., медперсонал использовал на догоспитальном этапе кристаллоидные растворы у 7,4 % раненых, эритроцитную массу – у 2 %, цельную кровь – у 0,5 %. Тромбоцитарную массу и лиофилизированную плазму получили менее 0,1 % пострадавших [8]. Между тем, переливание крови на догоспитальном этапе в боевых действиях в Афганистане и Ираке значимо уменьшало риск летального исхода и позволило снизить общую летальность на 23,8 % [20, 39]. Переливание крови на догоспитальном этапе у пострадавших с тяжестью травм по шкале NISS 25–75 баллов значимо уменьшало летальность независимо от времени эвакуации на этап оказания хирургической помощи и на 83 % снижало вероятность их смерти на догоспитальном этапе [19, 23].

В мета-анализе не получено доказательств преимуществ цельной крови перед компонентной гемотрансфузией для снижения летальности при травмах с геморрагическим шоком [10]. Между тем, переливание свежей цельной крови в отличие от компонентной терапии снижало риск смерти в первые 6 ч после получения травмы у тяжелораненых в Афганистане с дозозависимым эффектом, т.е. увеличение доли цельной крови более 33 % от всех перелитых доз эритроцитсодержащих сред наиболее значимо снижало летальность [18].

Цельная кровь 0 (I) группы с низким титром анти-А- и анти-В-антител имеет преимущество для использования в боевых условиях, поскольку является универсальной, содержит все компоненты крови в физиологическом соотношении в одной упаковке, что облегчает технику гемотрансфузии, хранение и транспортировку крови. Опыт Медицинского корпуса Армии обороны Израиля показал безопасность ее применения при оказании догоспитальной помощи пострадавшим в бо-

евых действиях. Посттрансфузионных реакций не зарегистрировано [25].

Лиофилизированная плазма по сравнению со свежезамороженной и нативной имеет логистические преимущества для использования на догоспитальном этапе в боевых условиях, так как ее можно длительно хранить при температуре окружающей среды без значительного снижения концентрации факторов свертывания крови, легко транспортировать и быстро подготовить к переливанию. Лиофилизированная плазма не уступает замороженной в эффекте предупреждать эндотелиальную дисфункцию и острое повреждение легких при геморрагическом шоке, кроме того, ее переливание приводит к более быстрому и более выраженному повышению уровня фибриногена в крови и улучшению показателей свертывания крови [17, 34]. Лиофилизированная плазма принята Медицинским корпусом Армии обороны Израиля в качестве приоритетной трансфузионной среды для противошоковой терапии на догоспитальном этапе [41]. В военной операции «Бархан», проводимой вооруженными силами Франции в Мали (2016–2017 гг.), лиофилизированная плазма была компонентом крови, наиболее часто применяемым на поля боя и во время медицинской эвакуации [45].

Фибриноген – важный фактор коагуляции и регулятор функций тромбоцитов, уровень которого быстро снижается при кровопотере и коагулопатии. Интерес к применению препаратов фибриногена в полевых условиях возрастает. Концентрат фибриногена, как и лиофилизированная плазма, обладает высокой портативностью, стабильностью при хранении и транспортировке, но не требует совместимости по системе АВ0, быстро подготавливается к введению в небольшом объеме раствора, позволяет точно дозировать фибриноген по сравнению с криопреципитатом и плазмой. В Вооруженных силах Канады приняли концентрат фибриногена RiaSTAP в качестве дополнительного средства для проведения RDCR в боевых условиях. Препарат рекомендовано вводить внутривенно в дозе 6 г после разведения в 50 мл воды для инъекций [37].

Транексамовая кислота – синтетический антифибринолитик, который включен в протоколы DCR, так как доказано, что препарат снижает летальность при травмах с геморрагическим шоком [16]. В руководстве ТССС рекомендуется вводить транексамовую кислоту на догоспитальном этапе пострадавшим, нуждающимся в переливании крови, в дозе 2 г медленно внутривенно или внутрикостно как возможно раньше, но не позднее чем через 3 ч после травмы [43]. Между тем, последние исследования показали, что применение транексамовой кислоты при боевой травме с массивной кровопотерей и скелетными повреждениями значимо повышает риск венозных тромбоэмболических осложнений [21, 22]. Рекомендации ТССС в отношении транексамовой кислоты редко соблюдались во время военных конфликтов в Ираке и Афганистане. Препарат введен на догоспитальном этапе только 4,2 % раненым с массивной кровопотерей [15].

Ионизированный кальций необходим для процессов гемостаза, и его уровень в крови снижается при геморрагическом шоке. Цитратсодержащие гемотрансфузионные средства связывают ионизированный кальций и усугубляют гипокальциемию. По данным реестра травм Минобороны США, у 51 % раненых в боевых действиях выявлялась гипокальциемия (< 1,2 ммоль/л). Тяжелые повреждения конечностей, взрывная травма и инфузия жидкости на догоспитальном этапе ассоциировались с развитием гипокальциемии [13]. В руководствах по оказанию помощи в боевых условиях рекомендуется вводить 30 мл 10 % глюконата кальция или 10 мл 10 % хлорида кальция внутривенно или внутрикостно после введения первой дозы крови и в той же дозировке после переливания каждых 4–6 доз эритроцитсодержащих сред [16, 43].

Допустимая гипотензия. Тактика допустимой гипотензии заключается в обеспечении минимального достаточного уровня органной перфузии за счет инфузионной терапии ограниченными объемами жидкости в период до окончательной остановки кровотечения с целью уменьшения кровопотери и снижения риска гемодилюционной коагулопатии. Инфузию проводят до появления пульса на лучевой артерии и восстановления сознания [43]. Если доступен мониторинг АД, рекомендовано поддерживать систолическое АД в пределах 90–110 мм рт. ст. или на уровне 80–90 мм рт. ст. при невозможности переливания крови. У пострадавших с черепно-мозговой травмой (ЧМТ) данная тактика не применяется и рекомендуется добиваться повышения систолического АД > 110 мм рт. ст. [16]. В будущих военных конфликтах продолжительность терапии с допустимой гипотензией может увеличиваться из-за задержки эвакуации. Влияние длительной допустимой гипотензии на исходы изучено в эксперимен-

те на модели геморрагического шока с продолжающимся кровотечением. Пролонгированная до 6 ч терапия шока с поддержкой систолического АД на уровне (85 ± 5) мм рт. ст. инфузией кристаллоидных растворов позволяла избежать ацидоза, ишемического повреждения головного мозга, почек, печени, не снижала выживаемость животных и не ухудшала неврологический исход [28].

Респираторная поддержка. Нарушение проходимости дыхательных путей является второй после кровотечения причиной потенциально предотвратимых смертей на поле боя и в большинстве случаев связано с повреждениями лица, шеи и тяжелой ЧМТ [27]. Необходимость восстановления проходимости дыхательных путей с помощью воздуховодов, интубации трахеи или коникотомии на догоспитальном этапе возникала у 3,6 % пострадавших в боевых действиях на Ближнем Востоке и у 11,2 % раненых в Афганистане [24, 44]. Опыт Медицинского корпуса Армии обороны Израиля показал, что выполнение на догоспитальном этапе интубации трахеи или коникотомии не ассоциируется с повышением выживаемости пострадавших с боевой травмой [44]. В Ираке и Афганистане летальность у раненых, интубированных на догоспитальном этапе, и вовсе была значимо выше, чем у интубированных на этапе оказания хирургической помощи [38]. Интубация трахеи и легочная вентиляция при геморрагическом шоке имеют потенциально вредные последствия, связанные с гипервентиляцией, снижением сердечного выброса и гипокапнией. В связи с этим у раненых с шоком, у которых проходимость дыхательных путей не нарушена, оксигенацию крови необходимо восстанавливать гемотрансфузиями и избегать ранней интубации трахеи и вентиляции легких. Пострадавшим с умеренной и тяжелой ЧМТ рекомендовано проводить ингаляцию кислорода для повышения сатурации крови > 90 %, при возможности проведения капнографии – поддерживать $EtCO_2$ на уровне 35–40 мм рт. ст. [43].

Профилактика и лечение гипотермии. Гипотермия зарегистрирована у 9,8 % пострадавших в боевых действиях в Ираке и Афганистане. У 0,75 % из них была тяжелая гипотермия (< 32 °С), у 9 % – умеренная (32–34 °С) и у 90 % – легкая (34–36 °С). У раненых с гипотермией были более тяжелые травмы, им чаще требовалась массивная гемотрансфузия. Гипотермия, индуцированная боевой травмой, провоцировала и усугубляла коагулопатию и ацидоз, значимо увеличивая риск летального исхода [14]. Для предотвращения и лечения гипотермии в руководстве ТССС рекомендуется подогревать инфузионные среды до 38 °С с помощью портативных устройств, использовать специальный комплект, включающий теплоотражающее покрывало-мешок с автономным источником тепла [43]. Между тем, предложенные средства для предупреждения индуцированной травмой гипотермии были малоэффективны в полевых условиях и не снижали значимо риск ее развития [14].

Заключение

Кровотечение и геморрагический шок являются основной причиной потенциально предотвратимых смертей у пострадавших в боевых действиях. Концепция догоспитального контроля повреждений Remote Damage Control Resuscitation становится неотъемлемой частью оказания помощи раненым с шоком в военных конфликтах. В условиях будущих войн, которые могут вестись одновременно на суше, море, в воздухе, космосе, киберпространстве, значимость пролонгированной догоспитальной помощи по принципам Remote Damage Control Resuscitation повышается.

Основными принципами Remote Damage Control Resuscitation являются ранняя, в течение 10 мин после травмы, временная остановка кровотечения, проведение инфузионной терапии в рамках гемостатической реанимации и управляемой гипотензии, адекватная респираторная поддержка, предотвращение и устранение гипотермии. Мероприятия Remote Damage Control Resuscitation не должны задерживать эвакуацию пострадавших на этап оказания хирургической помощи. Эффективными средствами для остановки кровотечения в боевых условиях являются современные кровоостанавливающие турникеты, тазовый бандаж, гемостатические повязки с коалином и хитозаном. Основой гемостатической реанимации на поле боя становится раннее переливание крови или ее компонентов в сочетании с введением транексамовой кислоты и препаратов кальция. Цельная кровь 0(I) группы с низким титром анти-А- и анти-В-антител, лиофилизированная плазма и концентрат фибриногена обладают логистическими преимуществами для применения в боевых условиях.

Догоспитальная помощь по принципам Remote Damage Control Resuscitation эффективна и позволяет значимо уменьшить число предотвратимых смертей среди пострадавших в боевых действиях, но для ее реализации

требуется существенное дооснащение современной медицинской службы, специальная подготовка и увеличение количества высоко квалифицированного медперсонала, оказывающего помощь на передовых этапах эвакуации.

Перспективными направлениями совершенствования догоспитальной помощи по принципам Remote Damage Control Resuscitation являются разработка и внедрение эффективных местных кровоостанавливающих средств, многофункциональных кровезаменителей, внедрение метода реанимационной эндоваскулярной баллонной окклюзии аорты, развитие телемедицины и технологий машинного обучения.

Литература / References

1. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Чуприна А.П. [и др.] Методические рекомендации по лечению боевой хирургической травмы. Министерство обороны Российской Федерации / Гл. воен.-мед. упр. Минобороны России. М., 2022. 373 с.

1. Trishkin D.V., Kryukov E.V., Chuprina A.P. [et al.]. Metodicheskie rekomendatsii po lecheniyu boevoi khirurgicheskoi travmy [Guidelines for the treatment of combat surgical trauma]. Moscow. 2022. 373 p. (In Russ.). URL: https://vmeda.mil.ru/upload/site56/document_file/3w7uzoaLyP.pdf.

2. April M.D., Stednick P.J., Christian N.B. A Descriptive Analysis of Notional Casualties Sustained at the Joint Readiness Training Center: Implications for Health Service Support during Large-Scale Combat Operations. *Med. J. (Ft Sam Houst Tex)*. 2021; (PB 8-21-04/05/06):3–8.

3. April M.D., Stednick P.J., Landry C. [et al.]. Telemedicine at the Joint Readiness Training Center: Expanding Forward Medical Capability. *Med. J. (Ft Sam Houst Tex)*. 2021; (PB 8-21-04/05/06):9–13.

4. Benov Avi, Elon G., Baruch E.N. [et al.]. Augmentation of point of injury care: Reducing battlefield mortality-The IDF experience. *Injury*. 2016; 47(5):993–1000. DOI: 10.1016/j.injury.2015.10.078.

5. Borger van der Burg B.L.S., Keijzers P., van Dongen T.T.C.F. [et al.]. For debate: advanced bleeding control potentially saves lives in armed forces and should be considered. *BMJ Mil. Health*. 2020; 166(E):e43–e46. DOI: 10.1136/jramc-2019-001231.

6. Brown S.R., Reed D.H., Thomas P. [et al.]. Successful Placement of REBOA in a Rotary Wing Platform Within a Combat Theater: Novel Indication for Partial Aortic Occlusion. *J. Spec. Oper. Med*. 2020; 20(1):34–36. DOI: 10.55460/787R-5MUN.

7. Chen S., Yang J., Zhang L. [et al.]. Progress on combat damage control resuscitation/surgery and its application in the Chinese People's Liberation Army. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2019; 87(4):954–960. DOI: 10.1097/TA.0000000000002344.

8. Clarke E.E., Hamm J., Fisher A.D., April M.D. [et al.]. Trends in Prehospital Blood, Crystalloid, and Colloid Administration in Accordance With Changes in Tactical Combat Casualty Care Guidelines. *Mil. Med*. 2022; 187(11–12):e1265–e1270. DOI: 10.1093/milmed/usab461.

9. Covey D.C., Gentchos C.E. Field tourniquets in an austere military environment: A prospective case series. *Injury*. 2022; 53(10):3240–3247. DOI: 10.1016/j.injury.2022.07.044.

10. Crowe E., DeSantis S.M., Bonnette A. [et al.]. Whole blood transfusion versus component therapy in trauma resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *J. Am. Coll. Emerg. Physicians Open*. 2020; 1(4):633–641. DOI: 10.1002/emp2.12089.

11. De Schoutheete J.C., Fourneau I., Waroquier F. [et al.]. Three cases of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in austere pre-hospital environment-technical and methodological aspects. *World J. Emerg. Surg*. 2018; 13(54):1–11. DOI: 10.1186/s13017-018-0213-2.

12. Degueldre J., Dessy E., T'Sas F. [et al.]. Minimal tactical impact and maximal donor safety after a buddy transfusion: A study on elite soldier performances in both laboratory and field environments. *Transfusion*. 2021; 61(Suppl. 1):S32–S42. DOI: 10.1111/trf.16463.

13. Escandon M.A., Tapia A.D., Fisher A.D. [et al.]. An Analysis of the Incidence of Hypocalcemia in Wartime Trauma Casualties. *Med. J. (Ft Sam Houst Tex)*. 2022; (Per 22-04/05/06):17–21.

14. Fisher A.D., April M.D., Schauer S.G. An analysis of the incidence of hypothermia in casualties presenting to emergency departments in Iraq and Afghanistan. *Am. J. Emerg. Med*. 2020; 38(11):2343–2346. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.11.050.

15. Fisher A.D., Carius B.M., April M.D. [et al.]. An Analysis of Adherence to Tactical Combat Casualty Care Guidelines for the Administration of Tranexamic Acid. *J. Emerg. Med*. 2019; 57(5):646–652. DOI: 10.1016/j.jemermed.2019.08.027.

16. Fisher A.D., Washburn G., Powell D. [et al.]. Damage Control Resuscitation (DCR) in Prolonged Field Care (PFC). Joint Trauma System. Clinical Practice Guideline. 2018. 25 p. URL: https://deployedmedicine.com/market/29/content/1002.

17. Garrigue D., Godier A., Glacet A. [et al.]. French lyophilized plasma versus fresh frozen plasma for the initial management of trauma-induced coagulopathy: a randomized open-label trial. *J. Thromb Haemost*. 2018; 16(3):481–489. DOI: 10.1111/jth.13929.

18. Gurney J.M., Staudt A.M., Del Junco D.J. [et al.]. Whole blood at the tip of the spear: A retrospective cohort analysis of warm fresh whole blood resuscitation versus component therapy in severely injured combat casualties. *Surgery*. 2022; 171(2):518–525. DOI: 10.1016/j.surg.2021.05.051.

19. Howard J.T., Kotwal R.S., Santos-Lazada A.R. [et al.]. Reexamination of a Battlefield Trauma Golden Hour Policy. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2018; 84(1):11–18. DOI: 10.1097/TA.0000000000001727.

20. Howard J.T., Kotwal R.S., Stern C.A. [et al.]. Use of Combat Casualty Care Data to Assess the US Military Trauma System During the Afghanistan and Iraq Conflicts, 2001–2017. *JAMA Surg*. 2019; 154(7):600–608. DOI: 10.1001/jamasurg.2019.0151.

21. Hoyt B.W., Baird M.D., Schobel S. [et al.]. Tranexamic acid administration and pulmonary embolism in combat casualties with orthopaedic injuries. *OTA Int*. 2021; 4(4):e143. DOI: 10.1097/OI9.0000000000000143.

22. Johnston L.R., Rodriguez C.J., Elster E.A., Bradley MJ. Evaluation of Military Use of Tranexamic Acid and Associated Thromboembolic Events. *JAMA Surg*. 2018; 153(2):169–175. DOI: 10.1001/jamasurg.2017.3821.

23. Kotwal R.S., Scott L.L.F., Janak J.C. [et al.]. The effect of prehospital transport time, injury severity, and blood transfusion on survival of US military casualties in Iraq. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2018; 85(1S Suppl. 2):S112–S121. DOI: 10.1097/TA.0000000000001798.

24. Lairet J., Bebarta V.S., Maddry J.K. [et al.]. Prehospital Interventions Performed in Afghanistan Between November 2009 and March 2014. *Mil. Med*. 2019; 184(Suppl 1):133–137. DOI: 10.1093/milmed/usy311.

25. Levin D., Zur M., Shinar E. [et al.]. Low-Titer Group O Whole-Blood Resuscitation in the Prehospital Setting in Israel: Review of the First 2.5 Years' Experience. *Transfus. Med. Hemother*. 2021; 48(6):342–349. DOI: 10.1159/000519623.

26. Marenco C.W., Lammers D.T., Morte K.R. [et al.]. Shock Index as a Predictor of Massive Transfusion and Emergency Surgery on the Modern Battlefield. *J. Surg. Res*. 2020; 256:112–118. DOI: 10.1016/j.jss.2020.06.024.

27. Mazuchowski E.L., Kotwal R.S., Janak J.C. [et al.]. Mortality review of US Special Operations Command battle-injured fatalities. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2020; 88(5):686–695. DOI: 10.1097/TA.0000000000002610.

28. Morgan C.G., Neidert L.E., Hathaway E.N. [et al.]. Evaluation of prolonged 'Permissive Hypotension': results from a 6-hour hemorrhage protocol in swine. *Trauma Surg. Acute Care Open*. 2019; 4(1):e000369. DOI: 10.1136/tsaco-2019-000369.

29. Naylor J.F., Fisher A.D., April M.D., Schauer S.G. An analysis of radial pulse strength to recorded blood pressure in the Department of Defense Trauma Registry. *Mil. Med*. 2020; 185(11–12):e1903–e1907. DOI: 10.1093/milmed/usaa197.

30. Nemeth C., Amos-Binks A., Burris C. [et al.]. Decision Support for Tactical Combat Casualty Care Using Machine Learning to Detect Shock. *Mil. Med*. 2021; 186(1 Suppl. 1):273-280. DOI: 10.1093/milmed/usaa275.

31. Nguyen C., Mbuthia J., Dobson C.P. Reduction in Medical Evacuations from Iraq and Syria Following Introduction of an Asynchronous Telehealth System. *Mil. Med*. 2020; 185(9–10):e1693–e1699. DOI: 10.1093/milmed/usaa091.

32. Organization NAT. NATO Standard. AJP-4.10. Allied joint doctrine for medical support. Edition C Version 1. NATO standardization office. 2019. URL: https://www.coemed.org/files/stanags/01_AJP/AJP-4.10_EDC_V1_E_2228.pdf.

33. Parker W.J., Despain R.W., Delgado A. [et al.]. Pelvic Binder Utilization in Combat Casualties: Does It Matter? *Am. Surg*. 2020; 86(7):873–877. DOI: 10.1177/0003134820939928.

34. Pati S., Peng Z., Wataha K. [et al.]. Lyophilized plasma attenuates vascular permeability, inflammation and lung injury in hemorrhagic shock. *PLoS One*. 2018; 13(2):e0192363. DOI: 10.1371/journal.pone.0192363.

35. Reva V.A., Нцгер T.M., Makhnovskiy A.I. [et al.]. Field and en route resuscitative endovascular occlusion of the aorta: A feasible military reality? *J. Trauma Acute Care Surg*. 2017; 83(Suppl. 1):S170–S176. DOI: 10.1097/TA.0000000000001476.

36. Riesberg J., Powell D., Loos P. The Loss of the Golden Hour: Medical Support for the Next Generation of Military Operations. *Special Warfare*. 2017. Pp. 49–51.

37. Sanders S., Tien H., Callum J. [et al.]. Fibrinogen Concentrate in the Special Operations Forces Environment. *Mil. Med*. 2018; 183(1–2);e45–e50. DOI: 10.1093/milmed/usx057.

38. Schauer S.G., April M.D., Tannenbaum L.I. [et al.]. A Comparison of Prehospital Versus Emergency Department Intubations in Iraq and Afghanistan. *J. Spec. Oper. Med*. 2019; 19(2):87–90. DOI: 10.55460/NRMI-FF0K.

39. Shackelford S.A., Del Junco D.J., Powell-Dunford N. [et al.]. Association of Prehospital Blood Product Transfusion During Medical Evacuation of Combat Casualties in Afghanistan With Acute and 30-Day Survival. *JAMA*. 2017; 318(16):1581–1591. DOI: 10.1001/jama.2017.15097.

40. Shackelford S.A., Gurney J.M., Taylor A.L. [et al.]. Joint Trauma System, Defense Committee on Trauma, and Armed Services Blood Program consensus statement on whole blood. *Transfusion*. 2021; 61(Suppl. 1):S333–S335. DOI: 10.1111/trf.16454.

41. Shlaifer A., Siman-Tov M., Radomislensky I. [et al.]. The impact of prehospital administration of freeze-dried plasma on casualty outcome. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2019; 86(1):108–115. DOI: 10.1097/TA.0000000000002094.

42. Smith S., White J., Wanis K.N. [et al.]. The effectiveness of junctional tourniquets: A systematic review and meta-analysis. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2019; 86(3):532–539. DOI: 10.1097/TA.0000000000002159.

43. Tactical Combat Casualty Care (TCCC) Guidelines for Medical Personnel. 2021. URL: https://learning-media.allogy.com/api/v1/pdf/1045f287-baa4-4990-8951-de517a262ee2/contents.

44. Tsur A.M., Nadler R., Tsur N. [et al.]. Prehospital definitive airway is not associated with improved survival in trauma patients. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2020; 89(2S Suppl. 2):S237–S241. DOI: 10.1097/TA.0000000000002722.

45. Vitalis V., Carfantan C., Montcriol A. [et al.]. Early transfusion on battlefield before admission to role 2: A preliminary observational study during "Barkhane" operation in Sahel. *Injury*. 2018; 49(5):903–910. DOI: 10.1016/j.injury.2017.11.029.

46. Vrancken S.M., Borger van der Burg B.L.S., DuBose J.J. [et al.]. Advanced bleeding control in combat casualty care: An international, expert-based Delphi consensus. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2022; 93(2):256–264. DOI: 10.1097/TA.0000000000003525.

47. Webster S., Barnard E.B.G., Smith J.E. [et al.]. Killed in action (KIA): an analysis of military personnel who died of their injuries before reaching a definitive medical treatment facility in Afghanistan (2004–2014). *BMJ Mil. Health*. 2021; 167(2):84–88. DOI: 10.1136/bmjmilitary-2020-001490.

48. Wessels L.E., Roper M.T., Ignacio R.C. [et al.]. Telementorship in Underway Naval Operations: Leveraging Operational Virtual Health for Tactical Combat Casualty Care. *J. Spec. Oper. Med*. 2021; 21(3):93–95. DOI: 10.55460/ATK4-KWC0.

49. Wheeler A.R., Cuenca C., Fisher A.D. [et al.]. Development of prehospital assessment findings associated with massive transfusion. *Transfusion*. 2020; 60(Suppl. 3):S70–S76. DOI: 10.1111/trf.15595.

50. Winstanley M., Smith J.E., Wright C. Catastrophic haemorrhage in military major trauma patients: a retrospective database analysis of haemostatic agents used on the battlefield. *J. R. Army Med. Corps*. 2019; 165(6):405–409. DOI: 10.1136/jramc-2018-001031.

Поступила 21.11.2022 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Вклад авторов: Ю.Г. Шапкин – разработка концепции и дизайна статьи, утверждение окончательного варианта статьи; П.А. Селиверстов – анализ и интерпретация данных, написание статьи; Н.Ю. Стекольников – сбор данных и редактирование статьи; В.В. Ашевский – сбор данных и их анализ.

Для цитирования. Шапкин Ю.Г., Селиверстов П.А., Стекольников Н.Ю., Ашевский В.В. Догоспитальная помощь по принципам Damage Control Resuscitation в условиях современных боевых действий (обзор литературы) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 4. С. 55–65. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-55-65.

Prehospital care according to the principles of Damage Control Resuscitation in the conditions of modern warfare (literature review)

Shapkin Y.G., Seliverstov P.A., Stekolnikov N.Y., Ashevskiy V.V.

Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (112, B. Kazach'ya, Str., Saratov, 410012, Russia)

Yuriy Grigor'evich Shapkin – Dr. Med. Sci. Prof., Head of the General Surgery Department of the Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (112, B. Kazach'ya Str., Saratov, 410012, Russia), ORCID: 0000-0003-0186-1892, e-mail: shapkinyurii@mail.ru;

✉ Pavel Andreevich Seliverstov – PhD. Med. Sci., Associate Prof., General Surgery Department of the Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (112, B. Kazach'ya Str., Saratov, 410012, Russia), ORCID: 0000-0002-3416-0470, e-mail: seliwerstov.pl@ yandex.ru;

Nikolay Yurievich Stekolnikov – PhD. Med. Sci., Associate Prof., General Surgery Department of the Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (112, B. Kazach'ya Str., Saratov, 410012, Russia), ORCID: 0000-0002-1407-8744, e-mail: nimph2008@yandex.ru;

Vladislav Valer'yevich Ashevskiy – assistant Prof., General Surgery Department of the Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky (112, B. Kazach'ya Str., Saratov, 410012, Russia), ORCID: 0000-0001-6556-8754, e-mail: gjyxbr29@yandex.ru

Abstract

Relevance. Bleeding and hemorrhagic shock are the leading cause of potentially preventable deaths in combat casualties. The concept of pre-hospital injury control Remote Damage Control Resuscitation is becoming an integral part of care in the wounded with shock in the field. The significance of prehospital care provision according to the principles of Damage Control Resuscitation is increasing in future "multidomain battlefield".

The objective is to consider the effectiveness and features of prehospital care provision according to the principles of DCR in armed conflicts of the last two decades (in Afghanistan, Iraq, Africa, the Middle East).

Methodology. A search was made for scientific articles in the PubMed database and the Scientific Electronic Library (eLIBRARY.ru), published from 2017 to 2022.

Results and Discussion. Prehospital care according to the principles of Damage Control Resuscitation includes temporary arrest of bleeding, infusion therapy as part of hemostatic resuscitation and permissive hypotension, adequate respiratory support, prevention and elimination of hypothermia, and prompt evacuation to the stage of surgical care. Effective means to stop bleeding in combat casualties are modern hemostatic tourniquets, pelvic bandage, hemostatic dressings with koalin and chitosan. Resuscitation endovascular balloon occlusion of the aorta is recognized as a promising method for stopping internal bleeding. The basis of hemostatic resuscitation on the battlefield is the earlier transfusion of blood or its components in combination with the introduction of tranexamic acid and calcium preparations. Group O (I) whole blood with low titer anti-A and anti-B antibodies, lyophilized plasma and fibrinogen concentrate offer logistical advantages for combat use.

Conclusion. Pre-hospital care according to the principles of Damage Control Resuscitation is effective and can significantly reduce mortality among those injured in combat operations.

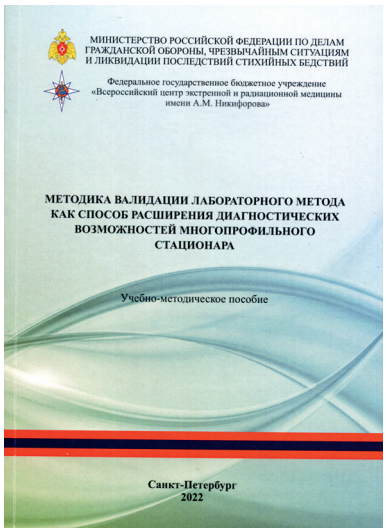
Keywords: military medicine, prehospital care, damage control, permissive hypotension, hemostatic resuscitation, whole blood transfusion, hemostatic dressings.

Received 21.11.2022

For citing: Shapkin Y.G., Seliverstov P.A., Stekolnikov N.Y., Ashevskiy V.V. Dogospital'naya pomoshch' po printsipam Damage Control Resuscitation v usloviyakh sovremennykh boevykh deistvii (obzor literatury). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (4):55–65. (In Russ.)

Shapkin Y.G., Seliverstov P.A., Stekolnikov N.Y., Ashevskiy V.V. Prehospital care according to the principles of Damage Control Resuscitation in the conditions of modern warfare (literature review). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (4):55–65. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-55-65

Вышли в свет методические материалы

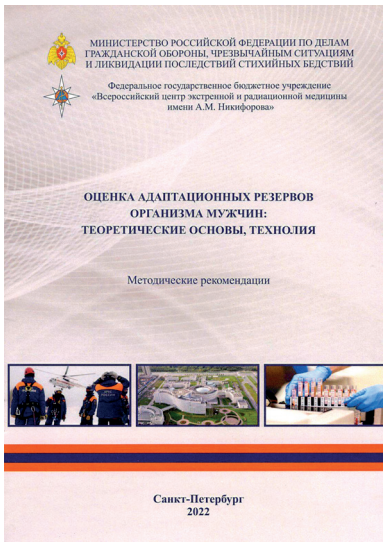


Алхутова Н.А., Ковязина Н.А., Зыбина Н.Н., Калинина Н.М, Бояркина М.П. Методика валидации лабораторного метода как способ расширения диагностических возможностей многопрофильного стационара : учеб-метод. пособие / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Измайловский, 2022. 33 с.

ISBN 978-5-00182-046-8. Тираж 100 экз.

Представлена информация о проведении валидационного исследования, которое является обязательным этапом при разработке новых или модификации стандартных методик. Содержится вариант валидации модифицированной комбинации ряда тестов. Приводятся критерии пригодности системы реагентов для расчета индекса ROMA, которые содержатся в перечне выбранных валидационных характеристик. Пример валидационного исследования, представленный в пособии, может быть использован для расширения диагностических возможностей лабораторий многопрофильных стационаров. Приводятся вопросы для проверки усвоенного материала.

Пособие предназначено для практического применения в медицинских организациях МЧС России и рекомендуется для использования в образовательном процессе Института дополнительного профессионального образования «Экстремальная медицина» Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России.



Алексанин С.С., Рыбников В.Ю., Ковязина Н.А., Алхутова Н.А., Зыбина Н.Н., Горбань В.И. Оценка адаптационных резервов организма мужчин: теоретические основы, технология: метод. рекомендации / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Измайловский, 2022. 19 с.

ISBN 978-5-00182-045-1. Тираж 100 экз.

Представлена технология лабораторной оценки адаптационных резервов организма мужчин, актуальной в аспекте профилактики стресс-индуцированного преждевременного старения и своевременной коррекции повреждающих адаптивных эффектов. Содержится теоретическое обоснование расчета индекса ДГАЭС/кортизол в качестве маркера стресс-индуцированного преждевременного старения и пример его определения у участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС с доказанным ускорением темпов старения. Представлены подробное описание условий и методики расчета, а также рекомендуемая интерпретация индекса ДГАЭС/кортизол в клинико-диагностических целях.

Предназначены для внедрения нового способа лабораторной оценки адаптационных резервов в медицинские организации МЧС России и использования в образовательном процессе Института дополнительного профессионального образования «Экстремальная медицина» Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России.

УДК 616.-001 : 614.84 DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-66-75

Е.В. Бобринев[1], А.А. Кондашов[1], Е.Ю. Удавцова[1], В.С. Путин[2]

ИЗУЧЕНИЕ ТРАВМАТИЗМА И ГИБЕЛИ ЛИЧНОГО СОСТАВА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ В ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ

[1] Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России (Россия, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12);
[2] Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий) (Россия, Москва, ул. Давыдковская, д. 7)

Актуальность. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) являются одной из основных причин гибели и травматизма личного состава МЧС России.

Цель – анализ обстоятельств производственного травматизма и гибели в дорожно-транспортных происшествиях личного состава Федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России в 2010–2021 гг.

Методология. Уровень производственного травматизма в ДТП с 2010 по 2021 г. в зависимости от вида транспорта, деятельности, дня недели и месяца года рассчитали на 10 тыс. пожарных, уровень гибели при исполнении служебных обязанностей – на 100 тыс. пожарных. Представлены средние арифметические показатели и их ошибки (M ± m). Зная число травм и количество рискуемых пожарных, рассчитали риски травматизма и гибели при выполнении профессиональных обязанностей.

Результаты и их анализ. Среднегодовой риск травматизма личного состава ФПС МЧС России при ДТП составил (1,52 ± 0,20) • 10^{-4} травм/(человек • год). За 12 лет в динамике отмечается уменьшение уровня травматизма в 3,4 раза. Риск гибели личного состава ФПС МЧС России при ДТП был (2,06 ± 0,28) • 10^{-5} смертей/(человек • год). В динамике отмечается рост уровня гибели в последние два года. Доля получивших травмы в ДТП составляет 13,2 % от общего количества производственных травм у пожарных, погибших в ДТП – 25,8 % от общей гибели пожарных при выполнении служебных обязанностей.

Заключение. Анализ обстоятельств получения травм в ДТП личным составом ФПС МЧС России будет способствовать профилактике производственного травматизма пожарных и снижать их гибель при выполнении служебных обязанностей.

Ключевые слова: травматизм, гибель, пожарный, Федеральная противопожарная служба, дорожно-транспортное происшествие, охрана труда.

Введение

Безопасность дорожного движения является важной задачей по реализации политики в области охраны жизни и здоровья населения, одной из важных социально-экономических и демографических задач России. МЧС России является одним из органов, уполномоченных на решение задач в области обеспечения безопасности дорожного движения.

Проблемам обеспечения безопасности дорожного движения уделяется большое внимание в научной литературе [1–2, 5, 8]. В работе [1] исследованы основные причины аварийности из-за нарушения Правил дорожного движения, предложены мероприятия по предупреждению дорожно-транспортных происшествий (ДТП), рассмотрены вопросы взаимодействии МЧС России и Минздрава России по обсуждаемой проблеме.

В публикациях [2, 5, 8] риски и угрозы сферы дорожного движения отнесены к угрозам внутренней безопасности государства, ее на-

✉ Бобринев Евгений Васильевич – канд. биол. наук, вед. науч. сотр. отд. 1.3, Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России (Россия, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12), ORCID: 0000-0001-8169-6297, e-mail: otdel_1_3@mail.ru;

Кондашов Андрей Александрович – канд. физ.-математ. наук, вед. науч. сотр. отд. 1.3, Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России (Россия, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12), ORCID: 0000-0002-2730-1669, e-mail: akond2008@mail.ru;

Удавцова Елена Юрьевна – канд. техн. наук, вед. науч. сотр., Всерос. ордена «Знак Почета» науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России (Россия, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12), ORCID: 0000-0002-1343-0849, otdel_1_3@mail.ru;

Путин Владимир Семенович – канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Всерос. науч.-исслед. ин-т по пробл. гражд. обороны и чрезв. ситуаций МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий) (Россия, 121352, Москва, ул. Давыдковская, д. 7), e-mail: vsputin@mail.ru

циональной безопасности. Общие правовые основы обеспечения безопасности дорожного движения на территории России установлены Федеральным законом от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» (с изменениями на 27 октября 2022 г.). Постановлением Правительства России от 3 октября 2013 г. № 864 утверждена Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах». Распоряжением Правительства России от 08.01.2018 г. № 1-р утверждена «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы».

В настоящее время можно подвести промежуточные итоги деятельности федеральных органов исполнительной власти и субъектов России, органов местного самоуправления для предупреждения ДТП и снижения тяжести их последствий. Оказалось, что снижение по всем абсолютным показателям состояния безопасности дорожного движения не всегда свидетельствует об его улучшении по всем параметрам.

На рис. 1 приведена динамика отношения количества погибших при ДТП людей к общему количеству пострадавших в России [7]. Данный показатель достиг своего минимума в 2019 г.: риск гибели у пострадавших при ДТП составил 7,5 %. В последующие годы его величина достигла 8,1 %. Подобное увеличение показателя является статистически достоверным – χ^2-статистика соотношения погибших и травмированных в 2019–2020 гг. равна 63,97, что превышает однопроцентный уровень значимости χ^2-распределения для I степени свободы (6,63). Таким образом, проблема травматизма и гибели людей при ДТП по-прежнему является актуальной для исследований.

В работах [3–4] отмечается, что среди сотрудников МЧС России ДТП оказываются одной из основных причин гибели и травматизма.

Цель – анализ обстоятельств производственного травматизма и гибели в ДТП личного состава Федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России в 2010–2021 гг.

Материал и методы

Данные о травматизме личного состава (сотрудников, имеющих специальные звания, и работников) ФПС МЧС России в 2010–2015 гг. при дорожно-транспортных происшествиях получили из базы статистических данных по заболеваемости, травматизму, инвалидности и гибели личного состава подразделений МЧС при выполнении служебных обязанностей [6], в 2016–2021 гг. – из донесений по МЧС России.

Полученные данные проанализировали по видам транспорта (служебный, общественный, личный, во время пешеходного передвижения), видам деятельности: по пути на службу (работу) или со службы (работы), во время служебных поездок, в том числе, по пути следования в служебную командировку, месяцам года и дням недели.

Уровень травматизма пожарных при ДТП при исполнении служебных обязанностей рассчитали на 10 тыс. человек личного состава ($\times 10^4$), уровень гибели – на 100 тыс. человек ($\times 10^5$). Зная число личного состава ФПС МЧС России, вычислили риск производственного травматизма и гибели.

Определили долю погибших при ДТП от общего количества пострадавших сотрудников и работников ФПС МЧС России при исполнении служебных обязанностей. Эти сведения соотнесли с аналогичным показателем для России в целом.

В тексте показаны средние арифметические показатели и их ошибки (M ± m). Для оценки динамики показателей травматизма и гибели использовали полиномиальный тренд 2-го порядка. Рассчитали коэффициент детер-

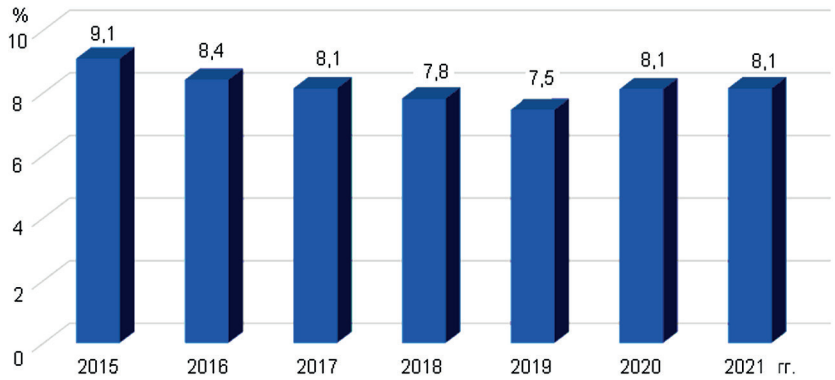


Рис. 1. Динамика отношения количества погибших при ДТП людей к общему количеству пострадавших в России.

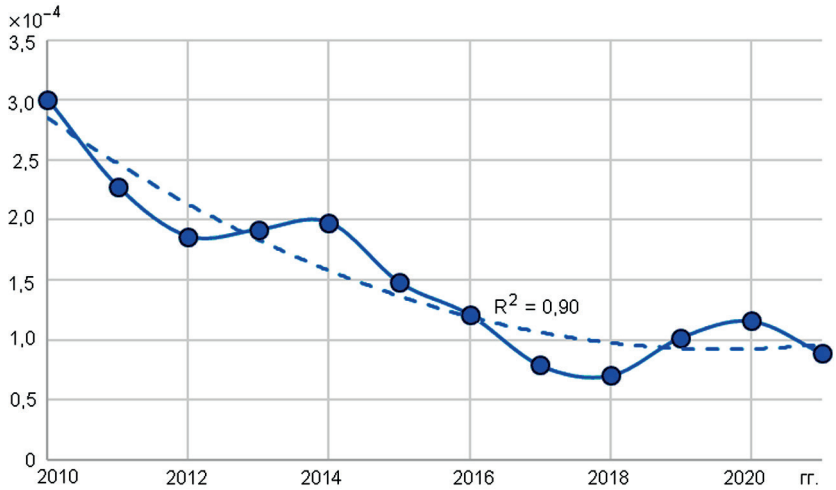


Рис. 2. Динамика риска производственного травматизма в ДТП личного состава ФПС МЧС России.

минации (R^2), характеризующий взаимосвязь построенного тренда с фактической тенденцией изменения показателя.

Результаты и их анализ

Травматизм. За 12 лет (2010–2021 гг.) в ДТП личный состав ФПС МЧС России при исполнении служебных обязанностей получил 359 травм, среднегодовой показатель – (30 ± 4) травмы. Уровень риска получения производственных травм при ДТП у личного состава ФПС МЧС России за рассматриваемый период составил (1,52 ± 0,20) • 10^{-4} травм/(человек • год).

При очень высоком коэффициенте детерминации (R^2 = 0,90) полиномиальный тренд травматизма в ДТП личного состава ФПС МЧС России показывает снижение показателей (рис. 2). Так, в 2010 г. риск травматизма личного состава ФПС МЧС России в ДТП составлял 3,01 • 10^{-4}, а в 2021 г. – уменьшился в 3,4 раза – до 0,89 • 10^{-4}.

Доля получивших травмы в ДТП составляет 13,2 % от общего количества производственных травм у личного состава ФПС МЧС России, из которых при движении на служебном транспорте было 6,7 %, риск травматизма составил (0,773 ± 0,115) • 10^{-4} травм/(человек • год), на личном транспорте – 5 % и (0,575 ± 0,107) • 10^{-4}, при пешеходном передвижении – 1,1 % и (0,123 ± 0,029) • 10^{-4}, при движении на общественном транспорте – 0,4 % и (0,052 ± 0,014) • 10^{-4} соответственно. В динамике наибольшая доля травмированных в ДТП по отношению к общему количеству производственных травм была в 2013–2015 гг. – около 18 %, меньше всего травмированных в ДТП отмечалось в 2011, 2017, 2018 и 2021 гг. – 9–10 % (рис. 3).

При значимых коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показывают снижение рисков травматизма на служебном и личном транспорте в 3,8 и 3,0 раза соответственно (рис. 4). При разных по значимости

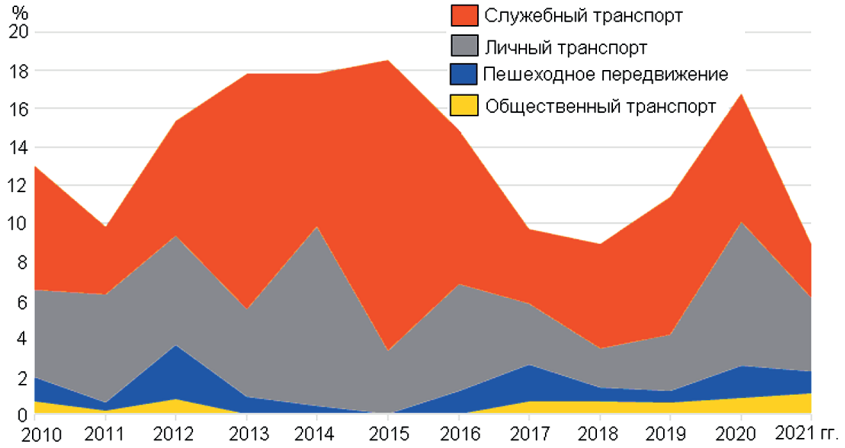


Рис. 3. Динамика доли травмированных в ДТП от общего числа производственных травм у пожарных.

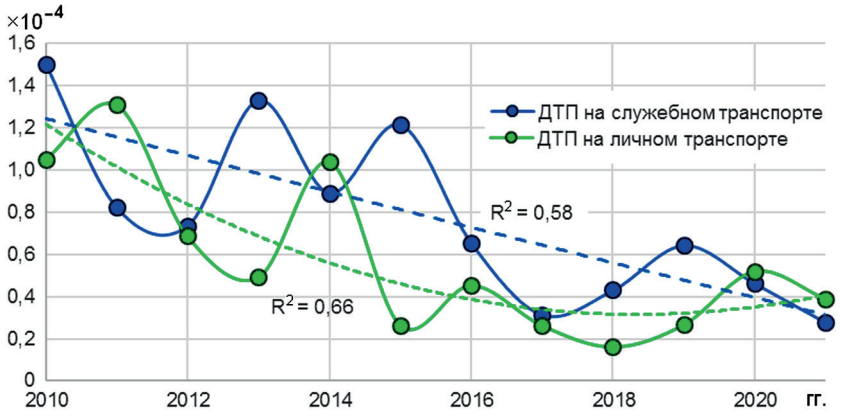


Рис. 4. Динамика рисков производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России при ДТП на служебном и личном транспорте.

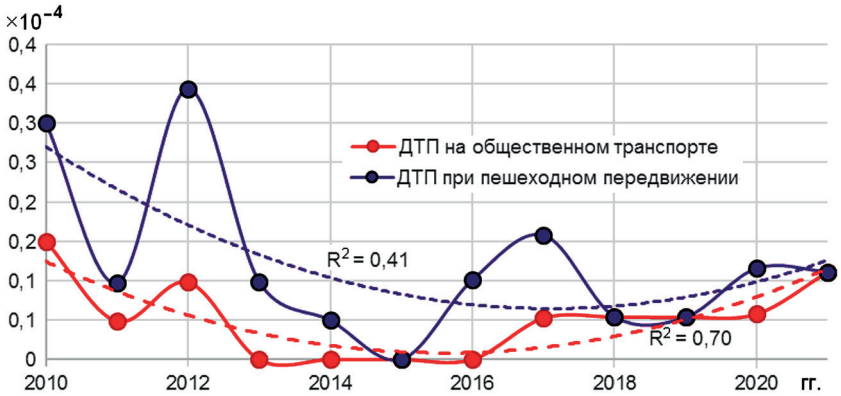


Рис. 5. Динамика рисков производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России при ДТП на общественном транспорте и во время пешеходного передвижения.

коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показателей рисков травматизма пожарных на общественном транспорте и во время пешеходного передвижения напоминают пологую U-кривую (рис. 5).

В структуре травматизма при ДТП личного состава ФПС МЧС России наибольшее количество травм было получено при движении на служебном и личном транспорте (рис. 6). Риск травматизма при ДТП по пути на службу (работу) или со службы (работы) у пожарных был (0,768 ± 0,123) • 10^{-4} травм/(человек • год), в том числе, 1-й ранг значимости составляли риски получения травм при следовании на личном транспорте – (0,375 ± 0,076) • 10^{-4} и долей 48,88 % от структуры, 2-й ранг – при движении на служебном транспорте – (0,276 ± 0,065) • 10^{-4} и 35,96 %, 3-й ранг – во время пешеходного передвижения – (0,069 ± 0,024) • 10^{-4} и 8,99 %, 4-й ранг – при следовании на общественном транспорте – (0,047 ± 0,020) • 10^{-4} и 6,18 % соответственно (см. рис. 6, наружная диаграмма).

Риск травматизма при ДТП во время служебных поездок был (0,780 ± 0,147) • 10^{-4} травм/(человек • год), в том числе, 1-й ранг значимости составили риски при движении на служебном транспорте – (0,509 ± 0,095) • 10^{-4} с долей 65,19 % от структуры, 2-й ранг – при следовании на личном транспорте – (0,211 ± 0,054) • 10^{-4} и 27,07 %, 3-й ранг – во время пешеходного передвижения – (0,056 ± 0,021) • 10^{-4} и 7,18 %, 4-й ранг – при следовании на общественном

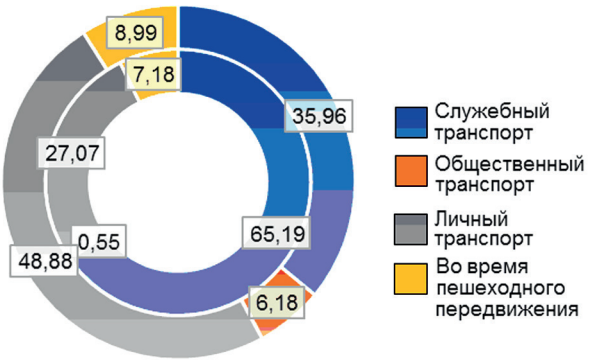


Рис. 6. Структура производственого травматизма личного состава ФПС МЧС России при ДТП по пути на службу (работу) или со службы (работы) (внешняя диаграмма) и во время служебных поездок (внутренняя диаграмма, %).

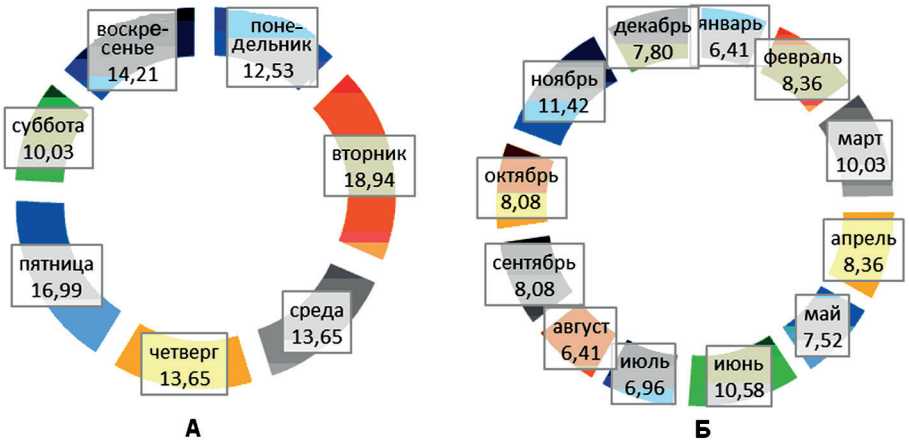


Рис. 7. Структура травматизма личного состава ФПС МЧС России при ДТП по дням недели (А) и месяцам (Б) (%).

транспорте – (0,004 ± 0,004) • 10^{-4} и 0,55 % соответственно (см. рис. 6, внутренняя диаграмма).

На рис. 7 показано распределение травм у личного состава ФПС МЧС России при ДТП по дням недели и месяцам года. 1-й ранг значимости риска травматизма по дням недели отмечен во вторник – (0,293 ± 0,046) • 10^{-4} травм/(человек • год) с долей 18,94 % от структуры, 2-й ранг – в пятницу – (0,263 ± 0,043) • 10^{-4} и 16,99 % соответственно. В эти дни при ДТП пожарные получают 35,9 % от всех травм, тогда как при равномерном распределении это число составляло бы 28,6 %. Меньше всего риск травматизма был в субботу – (0,155 ± 0,037) • 10^{-4} с долей 10,03 % (см. рис. 7А).

Среди месяцев года 1-й ранг значимости риска травматизма отмечен в ноябре – (0,177 ± 0,041) • 10^{-4} травм/(человек • год) с долей 11,42 % от структуры, 2-й ранг – в июне – (0,164 ± 0,040) • 10^{-4} и 10,58 %, 3-й ранг – в марте – (0,155 ± 0,040) • 10^{-4} и 10,03 % от структуры соответственно. В эти месяцы при ДТП пожарные получают 32 % от всех травм, тогда как при равномерном распределении это число составляло бы 25 %. Меньше всего травм при ДТП отмечается в январе и августе – риски травматизма – (0,099 ± 0,031) • 10^{-4} с долями по 6,41 % от структуры и в июле – (0,108 ± 0,032) • 10^{-4} с долей 6,96 % от структуры (см. рис. 7Б).

Гибель. За 12 лет (2010–2021 гг.) в ДТП при выполнении служебных обязанностей погибли 48 человек личного состава ФПС МЧС России, в среднем – (2 ± 1) человек/год. Среднегодовой риск гибели при ДТП за рассматриваемый период составил (2,06 ± 0,28) • 10^{-5} смертей/(человек • год). При низком коэффициенте детерминации полиномиальный тренд гибели в ДТП личного состава ФПС МЧС России имеет форму U-образной кривой с тенденцией роста в последний период наблюдения (рис. 8). Минимальный риск гибели в ДТП у личного состава ФПС МЧС России отмечен в 2018 г. – 0,54 • 10^{-5}, максимальный – в 2014 г. и 2020 г. – 3,47 • 10^{-5}.

Доля погибших в ДТП составляет 25,8 % от общего количества пожарных, погибших при выполнении служебных обязанностей, из которых при движении на служебном транс-

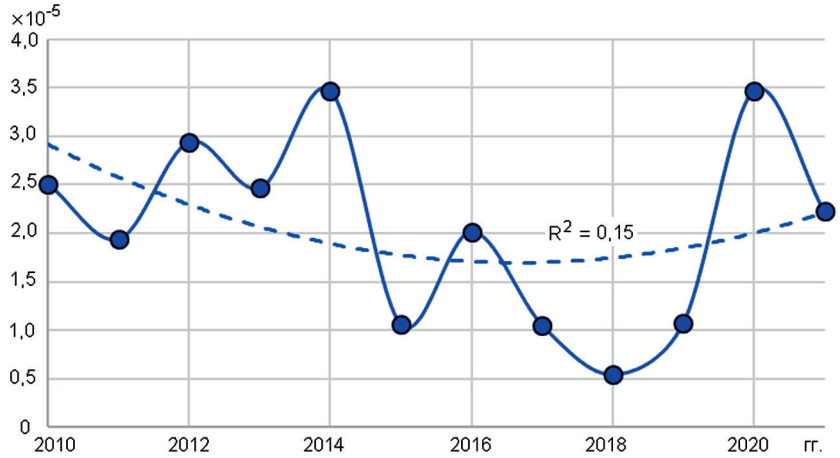


Рис. 8. Динамика риска гибели в ДТП личного состава ФПС МЧС России.

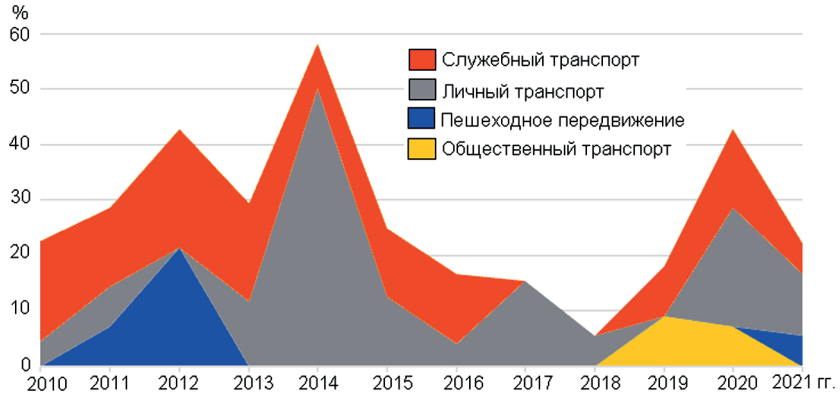


Рис. 9. Динамика доли погибших в ДТП от общего количества погибших пожарных при выполнении служебных обязанностей.

порте – 11,30 % при риске гибели – (0,892 ± 0,124) • 10^{-5} смертей/(человек • год), на личном транспорте – 10,76 % и (0,867 ± 0,237) • 10^{-5}, при пешеходном передвижении – 2,69 % и (0,209 ± 0,129) • 10^{-5}, при движении на общественном транспорте – 1,08 % и (0,093 ± 0,063) • 10^{-5} соответственно. В динамике наибольшая доля погибших в ДТП по отношению к общему количеству погибших была в 2014 г. – около 58 %, меньше всего погибших в ДТП отмечалось в 2018 г. – 5,6 % (рис. 9).

При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показывают тенденцию снижения риска гибели при ДТП на служебном транспорте с 2010 по 2021 г. в 2,8 раза, при ДТП на личном транспорте – очень низкий коэффициент детерминации (R^2 = 0,04) не позволяет сделать однозначный вывод о тенденции изменения данного показателя (рис. 10). Количество погибших в ДТП на общественном транспорте и во время пешеходного передвижения в рассматриваемый период по большинству годов равно нулю, поэтому их тренды были мало информативны.

В структуре гибели при ДТП личного состава ФПС МЧС России наибольшее количество погибших было при движении на служебном и личном транспорте (рис. 11). Риск гибели при ДТП по пути на службу (работу) или со службы (работы) составляет (0,733 ± 0,135) • 10^{-5} смертей/(человек • год), в том числе, 1-й ранг значимости риска гибели при следовании на личном транспорте был (0,474 ± 0,105) • 10^{-5} с долей 64,71 % от структуры, 2-й ранг – при движении на служебном транспорте – (0,129 ± 0,055) • 10^{-5} и 17,65 %, 3-й ранг – во время пешеходного передвижения – (0,086 ± 0,057) • 10^{-5} и 11,76 %, 4-й ранг – при следовании на общественном транспорте – (0,043 ± 0,043) • 10^{-5} и 5,88 % соответственно (см. рис. 11, внешняя диаграмма).

Риск гибели при ДТП во время служебных поездок составляет (1,337 ± 0,237) • 10^{-5} смертей/(человек • год), в том числе, 1-й ранг значимости риска гибели был при движении на служебном транспорте – (0,776 ± 0,153) • 10^{-5} с долей 58,06 % от структуры, 2-й ранг – при следовании на личном транспорте – (0,388 ± 0,094) • 10^{-5} и 29,03 %, 3-й ранг – во время пешеходного передвижения – (0,129 ± 0,072) • 10^{-5} и 9,68 %, 4-й ранг – при следовании на общественном транспорте –

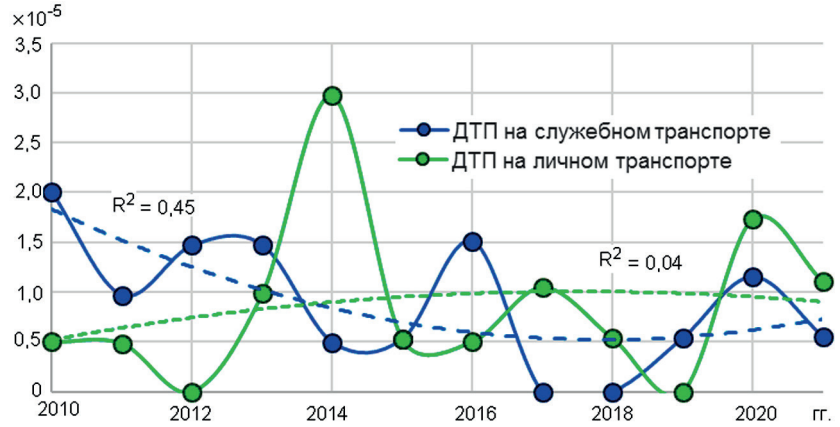


Рис. 10. Динамика гибели личного состава ФПС МЧС России при ДТП на служебном и личном транспорте.

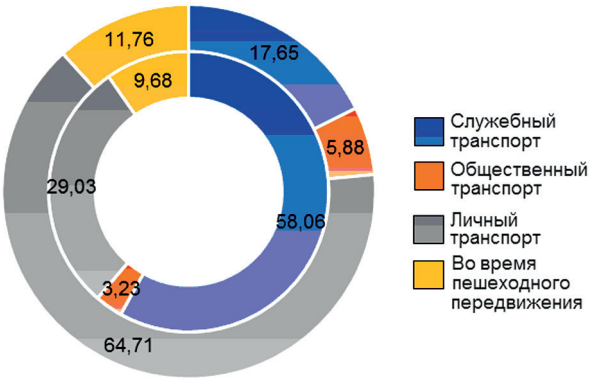


Рис. 11. Структура гибели личного состава ФПС МЧС России при ДТП по пути на службу (работу) или со службы (работы) (внешняя диаграмма) и во время служебных поездок (внутренняя диаграмма, %).

(0,043 ± 0,043) • 10^{-5} и 3,23 % соответственно (см. рис. 11, внутренняя диаграмма).

Наиболее высокий риск гибели по дням недели отмечен в пятницу – (0,431 ± 0,136) • 10^{-5} смертей/(человек • год) с долей 20,83 % от структуры и во вторник – (0,388 ± 0,120) • 10^{-5} и 18,75 % соответственно. В эти дни при ДТП погибли 39,6 % от общего количества, тогда как при равномерном распределении это число составляло бы 28,6 %. Меньше всего погибших при ДТП было в субботу – (0,129 ± 0,073) • 10^{-5} и 6,25 % соответственно (рис. 12А). Аналогичное распределение по дням недели наблюдается для количества травмированных сотрудников и работников ФПС МЧС России при ДТП (см. рис. 7).

Наиболее высокий риск гибели по месяцам года отмечен в июне – (0,259 ± 0,091) • 10^{-5} с долей 12,50 % от структуры, в феврале, апреле и июле – (0,216 ± 0,085) • 10^{-5} и 10,42 % соответственно. В эти месяцы при ДТП произошли 43,8 % гибели от всех случаев, тогда как при равномерном распределении это число составляло бы 33,3 %. Меньше всего случаев гибели при ДТП отмечается в марте, мае, сентябре, октябре и ноябре – (0,129 ± 0,078) • 10^{-5} с долями по 6,25 % от структуры (см. рис. 12Б).

На рис. 13 приведено изменение доли погибшего личного состава ФПС МЧС России при ДТП от общего количества пострадавших за период 2010–2021 гг. Наибольшее значение риска гибели среди пострадавших пожарных в ДТП было в 2020–2021 гг. – 25–30 %. Минимальные значения данного показателя (7–8 %) близки к значениям в целом по России (см. рис. 2). Среднее значение доли погибших от общего количества пострадавших пожарных при ДТП оказалось (13,4 ± 2,1)%, что в 1,6 раза больше, чем в целом по России.

Результаты проведенного обследования показали увеличение доли погибших при ДТП от общего количества пострадавших среди личного состава ФПС МЧС России. Возможно, это связано с прекращением использования программно-целевого подхода, как принципа обеспечения безопасности дорожного движения. В 2020 г. завершила свое действие Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах», несмотря на то, что ст. 3 Федерального закона от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ программно-целевой подход к деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения относит к основным принципам обеспечения безопасности деятельности.

Профилактика травматизма пожарных в ДТП при исполнении служебных обязанностей может обеспечиваться:

– использованием наглядных материалов, нужно довести до сведения личного состава пожарной охраны информацию, что за последние 2 года (2020–2021 гг.) уровень травматизма и гибели личного состава в ДТП на личном

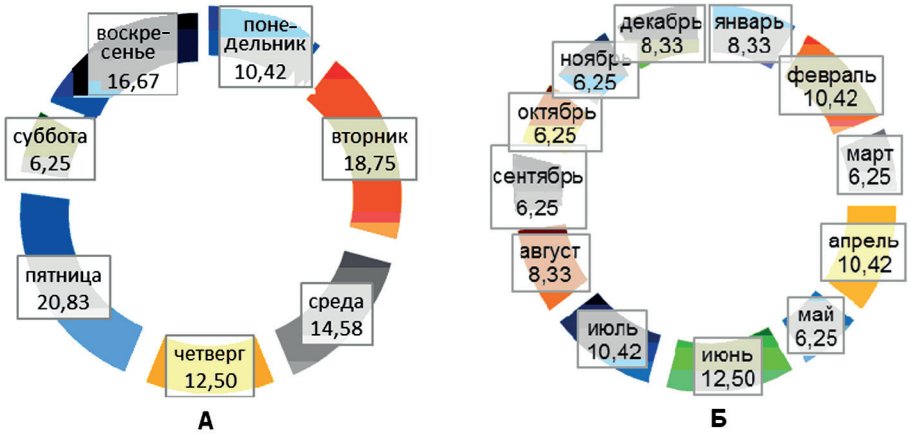


Рис. 12. Структура гибели личного состава ФПС МЧС России при ДТП по дням недели (А) и месяцам года (Б) (%).

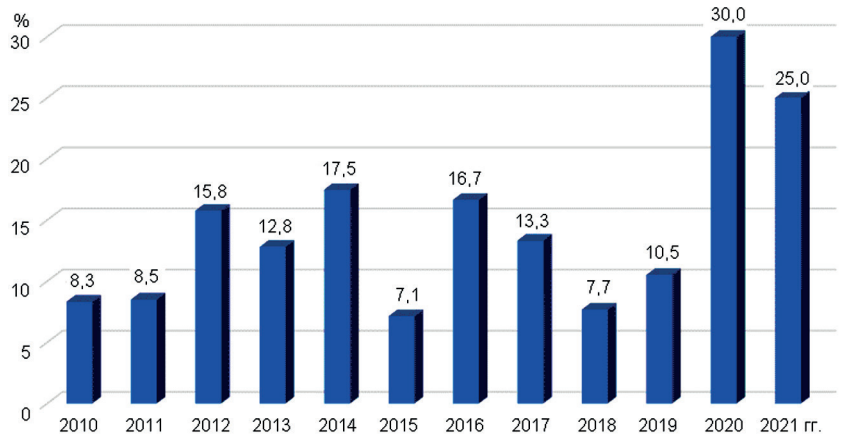


Рис. 13. Динамика отношения количества погибших при ДТП к общему количеству пострадавших сотрудников и работников ФПС МЧС России (%).

транспорте превысил аналогичные значения на служебном и общественном транспорте;

– регулярным мониторингом случаев по ДТП среди личного состава пожарной охраны;

– дополнительными занятиями с владельцами личных автомобилей об общих правилах поведения на дорогах;

– проведением тренингов, семинаров, конференций и других мероприятий с целью информирования о случаях аварий на дорогах с личным составом пожарной охраны. Доведением до личного состава информации о том, как правильно действовать в различных ситуациях на дороге, особенно в нестандартной обстановке (например, если водитель проезжает мимо уже случившейся аварии, правила поведения водителей на дорогах при проведении дорожных работ и пр.). Отдельное внимание следует уделить личному составу, использующему специальную передвижную технику с проблесковыми маячками и специальными звуковыми сигналами;

– регулярным техническим осмотром автотранспортных средств;

– информированием личного состава о внешних условиях, способствующих аварийным случаям на дорогах (например, непогода, авария и др.).

Заключение

В 2010–2021 гг. у личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России при выполнении служебных обязанностей в дорожно-транспортных происшествиях было зарегистрировано 359 травм, из них 48 – фатальные. Среднегодовой риск травматизма пожарных при дорожно-транспортных происшествиях составил $(1{,}52 \pm 0{,}20) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек • год), риск гибели – $(2{,}06 \pm 0{,}28) \cdot 10^{-5}$ смертей/(человек • год). В динамике отмечается уменьшение риска травматизма в 3,4 раза за 12 лет, риск гибели имеет форму U-образной кривой с тенденцией роста в последний период наблюдения.

Среднегодовое значение доли погибших пожарных от общего количества пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях составило $(13{,}4 \pm 2{,}1)$%, что в 1,6 раза больше, чем в целом по России.

Анализ обстоятельств получения травм в дорожно-транспортных происшествиях личным составом ФПС МЧС России позволит сделать травматизм управляемым процессом и будет способствовать профилактике производственного травматизма пожарных и снижать их гибель при выполнении служебных обязанностей.

Литература

1. Алексанин С.С., Шпорт С.В. Проблемы травматизма и безопасности дорожного движения в России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2020. № 4. С. 27–34. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-4-27-34.

2. Брунер Р.А. Безопасность дорожного движения как элемент системы национальной безопасности Российской Федерации // Вестн. Сиб. юридич. Ин-та МВД России. 2022. № 1 (46). С. 104–108. DOI: 10.51980/2542-1735_2022_1_104.

3. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Панкратов Н.А. Показатели производственного травматизма личного состава оперативных подразделений МЧС России за 10 лет (2012–2021 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2022. № 2. С. 5–21. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-2-5-21.

4. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. [и др.]. Производственный травматизм у категорий личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2006–2020) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2022. № 1. С. 41–51. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-1-41-51.

5. Калюжный Ю.Н. Безопасность дорожного движения как компонент системы обеспечения национальной безопасности Российской Федерации // Трансп. право. 2020. № 4. С. 3–7.

6. Порошин А.А., Харин В.В., Бобринев Е.В. [и др.]. Банк статистических данных по заболеваемости, травматизму, инвалидности и гибели личного состава подразделений МЧС России при выполнении служебных обязанностей: свидетельство о регистрации базы данных RU 2015621061, опубл. 13.07.2015, заявка № 2015620391, 17.04.2015; правообладатель: Всерос. науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны МЧС России.

7. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. URL: http://stat.gibdd.ru/ (дата обращения: 25.11.2022).

8. Эриашвили Н.Д. Безопасность дорожного движения в системе национальной безопасности Российской Федерации // Актуал. пробл. административного права и процесса. 2021. № 1. С. 11–13.

Поступила 12.11.2022 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Вклад авторов: Е.В. Бобринев – концепция исследования, анализ литературных данных; А.А. Кондашов – формирование актуальности исследования, обобщение полученного материала; Е.Ю. Удавцова – подготовка окончательного варианта статьи; В.С. Путин – сбор первичных данных.

Для цитирования. Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Путин В.С. Изучение травматизма и гибели личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России в дорожно-транспортных происшествиях // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 4. С. 66–75. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-66-75

Study of road traffic injuries and deaths among the Federal Fire Service personnel of the EMERCOM of Russia

Bobrinev E.V.[1], Kondashov A.A.[1], Udavtsova E.Yu.[1], Putin V.S.[2]

[1] All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (mkr. VNIIPO, 12, Balashikha, Moscow region, 143903, Russia);
[2] Civil defense and disaster management all Russian science research institute, EMERCOM of Russia (Federal center for science and high technologies) (7, Davydkovskaya Str., Moscow, 121352, Russia)

✉ Evgeny Vasil'yevich Bobrinev – PhD Biol. Sci, Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (12, mkr. VNIIPO, Balashikha, Moscow region, Russia), ORCID 0000-0001-8169-6297, e-mail: otdel_1_3@mail.ru;

Andrey Alexandrovich Kondashov – PhD Phys.-Mathemat. Sci., Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (12, mkr. VNIIPO, Balashikha, Moscow region, Russia), ORCID 0000-0002-2730-1669, e-mail: akond2008@mail.ru;

Elena Yuryevna Udavtsova – PhD in Engineering, Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (12, mkr. VNIIPO, Balashikha, Moscow region, Russia), ORCID 0000-0002-1343-0849, e-mail: otdel_1_3@mail.ru;

Vladimir Semenovich Putin – PhD in Engineering, Senior Research Associate, Civil defense and disaster management all Russian science research institute, EMERCOM of Russia (Federal center for science and high technologies) (7, Davydkovskaya Str., Moscow, 121352, Russia), e-mail: vsputin@mail.ru

Abstract

Relevance. Road accidents are one of the main causes of death and injury among the EMERCOM of Russia personnel.

The objective is to analyze the circumstances of road traffic occupational injuries and deaths of the Federal Fire Service (FFS) personnel of the EMERCOM of Russia within 2010 to 2021.

Methods. The level of occupational injuries in road accidents from 2010 to 2021, depending on the type of transport, type of activity, day of the week and month of the year, was calculated for 10 thousand firefighters, the level of deaths in the line of duty – for 100 thousand firefighters. Arithmetic averages and their errors (M ± m) are presented.

Results and discussion. The level of accident-caused injuries of the Russian EMERCOM FFS personnel was (1.52 ± 0.20) cases per 10 thousand people. The dynamics shows a decrease by 3.4 times in the statistics of injuries over 12 years. The rate of accident-caused deaths among the Russian EMERCOM FFS personnel was (2.06 ± 0.28) cases per 100 thousand people. The dynamics of the last two years demonstrates an increase in the statistics of injuries.

The road accident injuries constitute 13.2% of the total number of industrial injuries among Russian firefighters. The rate of fatalities caused by road accidents is 25.8% of the total number of firefighters killed in the line of duty.

Conclusion. The analysis of the circumstances of accident-caused injuries among the EMERCOM FFS personnel contributes to improved prevention of occupational firefighter injuries and reduces the on-duty firefighter death rate.

Keywords: injury, death, firefighter, Federal Fire Service, road traffic accident, labor protection

References

1. Aleksanin S.S., Shport S.V. Problemy travmatizma i bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v Rossii [Problems of road traffic injuries and road traffic safety in Russia]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2020; (4):27–34. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-4-27-34 (In Russ.)

2. Bruner R.A. Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya kak element sistemy natsional'noi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii [Road traffic safety as an element of the national security system of the Russian Federation]. *Vestnik Sibirskogo yuridicheskogo instituta MVD Rossii* [Vestnik of Siberian Law Institute of the MIA of Russia]. 2022; (1):104-108. DOI: 10.51980/2542-1735_2022_1_104 (In Russ.)

3. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A., Pankratov N.A. Pokazateli proizvodstvennogo travmatizma lichnogo sostava operativnykh podrazdelenii MChS Rossii za 10 let (2012–2021 gg.) [Occupational injury rates for personnel of operational units of the EMERCOM of Russia for 10 years (2012–2021)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2022; (2):5–21. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-2-5-21 (In Russ.)

4. Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Kondashov A.A. [et al.]. Proizvodstvennyi travmatizm u kategorii lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii (2006–2020) [Occupational injuries in categories of personnel of Federal Fire Service of EMERCOM of Russia (2006–2020)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2022; (1):41–51. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-1-41-51 (In Russ.)

5. Kalyuzhnyi Yu.N. Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya kak komponent sistemy obespecheniya natsional'noi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii [Road traffic safety as a component of the national security system of the Russian Federation]. *Transportnoe pravo* [Transport Law]. 2020; (4):3–7. (In Russ.)

6. Poroshin A.A., Kharin V.V., Bobrinev E.V. [et al.]. Bank statisticheskikh dannykh po zabolevaemosti, travmatizmu, invalidnosti i gibeli lichnogo sostava podrazdelenii MChS Rossii pri vypolnenii sluzhebnykh obyazannostei : svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh. RU 2015621061, 13.07.2015 [Bank of statistical data on morbidity, injury, disability and death of personnel of the EMERCOM of Russia units in the performance of official duties: database registration certificate. RU 2015621061, publ. 07/13/2015]. (In Russ.)

7. Svedeniya o pokazatelyakh sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Road traffic safety data]. [Electronic resource]. URL: http://stat.gibdd.ru (In Russ.)

8. Eriashvili N.D. Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya v sisteme natsional'noi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii [Road safety in the national security system of the Russian Federation]. *Aktual'nye problemy administrativnogo prava i protsessa* [Actual problems of administrative law and process]. 2021; (1):11–13. (In Russ.)

Received 12.11.2022

For citing: Bobrinev E.V., Kondashov A.A., Udavtsova E.Yu., Putin V.S. Izuchenie travmatizma i gibeli lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii v dorozhno-transportnykh proisshestviyakh. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (4):66–75. (In Russ.)

Bobrinev E.V., Kondashov A.A., Udavtsova E.Yu., Putin V.S. Study of road traffic injuries and deaths among the Federal Fire Service personnel of the EMERCOM of Russia. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (4):66–75. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-66-75

УДК 613.68 : 612.015 DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-76-82

С.А. Бычков[1], Д.П. Зверев[2], И.Р. Кленков[2], А.М. Ярков[1], З.М. Исрафилов[2]

БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС У ВОДОЛАЗОВ-ГЛУБОКОВОДНИКОВ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ВОДНОЙ СРЕДЫ

[1] Центр подводных исследований Русского географического общества (Россия, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А);
[2] Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Актуальность. Водолазное оборудование и методики водолазных спусков постоянно совершенствуются, что позволяет человеку более эффективно выполнять различные задачи под водой. Водолазный дыхательный аппарат с замкнутым циклом дыхания и электронным управлением более 20 лет используется в любительском дайвинге в нашей стране. Оценка биохимического статуса у водолазов-глубоководников в данном снаряжении необходима для доказательства безопасности и возможности использования его профессиональными водолазами и ведомственными структурами.

Цель – оценка биохимического статуса у водолазов-глубоководников в аппаратах с замкнутой схемой дыхания с электронным управлением со схожим уровнем внутрисосудистого декомпрессионного газообразования при воздействии факторов водной среды.

Методология. При проведении исследования оценивали 9 биохимических показателей крови с помощью аппарата «Fujifilm DRI-CHEM NX500» у 6 водолазов до и после глубоководных спусков. Всего было выполнено 14 водолазных спусков в аппаратах с замкнутой схемой дыхания на глубину от 60 до 100 м. Также после каждого водолазного спуска производили оценку уровня внутрисосудистого декомпрессионного газообразования с помощью ультразвуковой локации с эффектом Допплера постоянно волнового типа.

Результаты и их анализ. В результате данных исследований было установлено достоверное увеличение значений аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы и мочевины, связанное с повышенным парциальным давлением кислорода в гипербарической водной среде. По результатам проведенного анализа выявлены следующие корреляционные связи: у показателей кислородной интоксикации ЦНС со значениями концентрации ионов K^+ и уровнем глюкозы; взаимосвязь концентрации ионов Na^+ и ионов Cl^-, а также обратная взаимосвязь концентрации мочевины и креатинина с уровнем внутрисосудистого декомпрессионного газообразования. Примечательно, что была обнаружена корреляционная связь между уровнем внутрисосудистого декомпрессионного газообразования и кислородной интоксикацией ЦНС, при которой усиление кислородной интоксикации ЦНС приводит к увеличению уровня внутрисосудистого декомпрессионного газообразования.

Заключение. Исследуемые биохимические показатели крови не выходили за пределы референсных значений и имели незначительные индивидуальные вариации, что подтверждает безопасность технологии спусков в водолазных дыхательных аппаратах с замкнутой схемой дыхания с электронным управлением на глубину свыше 60 м. Результаты корреляционного анализа выявили изменения углеводного и водно-электролитного обмена в организме водолазов после глубоководного спуска из-за действия повышенного парциального давления кислорода и внутрисосудистого декомпрессионного газообразования.

Ключевые слова: подводная медицина, водолаз, водолазный дыхательный аппарат, биохимический показатель крови, декомпрессия, гипербария, глубоководный водолазный спуск, кислородная интоксикация ЦНС.

Введение

Число людей, выполняющих свои профессиональные обязанности в условиях измененного давления водной среды, увеличивается. Вместе с этим, технологии водолазного спуска и снаряжение, которые позволяют эффективно выполнять глубоководные работы с длительной экспозицией, совершенствуются. Совершенствования нацелены, в первую очередь, на повышение требований безопасности

✉ Бычков Сергей Анатольевич – врач водолазной медицины, Центр подвод. исслед. Рус. географич. о-ва (Россия, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А), ORSID: 0000-0002-8506-7815, e-mail: markis86@mail.ru;

Зверев Дмитрий Павлович – канд. мед. наук доц., нач. каф. физиол. подвод. плавания, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0003-3333-6769, e-mail: z.d.p@mail.ru;

Кленков Ильяс Рифатьевич – канд. мед. наук, препод. каф. физиол. подвод. плавания, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0002-1465-1539, e-mail: klen.ir@mail.ru;

Ярков Андрей Михайлович – канд. мед. наук, врач водолазной медицины, Центр подвод. исслед. Рус. географич. о-ва (Россия, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А), ORCID: 0000-0001-9349-0085, e-mail: a.yarkov@urc-rgs.ru;

Исрафилов Загир Маллараджабович – адъюнкт каф. физиол. подвод. плавания, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID 0000-0002-3524-7412, e-mail: warag05@mail.ru

и снижение риска развития специфических водолазных заболеваний.

Воздействие факторов водной среды вызывает физиологические изменения, которые до конца еще не изучены. Большинство исследований в области гипербарической физиологии и медицины проводились в условиях повышенного давления газовой среды в барокамере, что связано со сложностью организации исследований на поверхности воды у места водолазного спуска. При этом в барокамере нет влияния факторов глубоководного спуска под водой (воздействие гидростатического давления, низких температур воды, повышенной физической нагрузки и стресса, связанного с непосредственным нахождением в среде, не приспособленной для поддержания жизнедеятельности) [7, 16]. Эти факторы существенно влияют на изменение биохимических показателей крови и уровень внутрисосудистого декомпрессионного газообразования (ВДГ). Биохимические показатели, наряду с уровнем ВДГ, могут быть индикаторами развития острой декомпрессионной болезни и служить для ее профилактики [6, 15].

Анализ клинико-биохимических показателей крови может являться составляющей контроля состояния организма человека при водолазных спусках и быть объектом изучения процессов адаптации к условиям измененного давления [2].

Цель – оценка биохимического статуса у водолазов-глубоководников со схожим уровнем внутрисосудистого декомпрессионного газообразования после воздействия факторов водной среды.

Материал и методы

Исследования провели на Голубом озере в Республике Кабардино-Балкария, расположенном на высоте 809 м над уровнем моря. В них приняли участие 6 водолазов в возрасте от 31 до 51 года, средний возраст – (39 ± 3,6) года, имеющих стаж работы по специальности от 9 до 20 лет и водолазных часов от 470 до 3260.

В ходе глубоководных экспериментальных водолазных спусков были проведены комплексные исследования физиологических параметров, биохимических показателей крови и уровня ВДГ у водолазов. Водолазные спуски осуществляли в рамках ежегодных водолазно-тренировочных сборов Центра подводных исследований Русского географического общества совместно с кафедрой физиологии подводного плавания Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург) при содействии компании «Р-Фарм». В комплексном исследовании провели 14 водолазных спусков на глубину от 60 до 100 м.

Спуски проходили в водолазных дыхательных аппаратах с замкнутой схемой дыхания и электронным управлением. На вдох водолазам поступала газовая среда, формируемая в дыхательном контуре аппаратов, на основе 10 % кислородно-азотно-гелиевой смеси (10 % кислорода, 40 % азота, 50 % гелия) с поддержанием постоянного парциального давления кислорода – 1,3 кг/см^2.

Анализ биохимических показателей крови производили до и после водолазного спуска с помощью аппарата «DRI–CHEM NX500» (фирма «Fujifilm», Япония), габариты и эксплуатационные характеристики которого позволили использовать его в экспедиционных условиях на месте водолазного спуска. Также на месте водолазного спуска провели ультразвуковые исследования аппаратом «Edje 1» (фирма «Sonosite», США) на основе эффекта Допплера по 4-балльной шкале Спенсера [5, 12].

Обработку статистических данных осуществляли по программе IBM SPSS Statistics 24. В тексте представлены средние арифметические оценки и их ошибки (M ± m), медиана, верхний и нижний квартиль Me [q_{75}; q_{75}]. Такой вариант представления данных демонстрирует характер (нормальность или ненормальность) распределения и аргументирует возможность анализа данных, полученных в малых группах. Кроме того, предоставление всего спектра структурных средних облегчает дальнейшее использование данных при сравнении с другими опубликованными сведениями по проблеме. Корреляционный анализ полученных результатов провели с использованием непараметрического метода Спирмана.

Результаты и их анализ

Проведена оценка биохимических показателей крови у водолазов-глубоководников: АЛТ, АСТ, глюкоза, креатинин, общий белок, мочевина, натрий, калий и хлор до и после глубоководного водолазного спуска, также в эти периоды определяли уровень ВДГ (таблица).

При сравнении биохимических показателей в плазме крови до и после водолазного спуска выявлено:

– концентрация АСТ выросла на 9,4 % ($p < 0,01$) (рис. 1), что связано с активацией трансаминирования и разрушением аминокислот, которые окисляются до α-кетокислот и «сгорают» в цикле Кребса при высокой фи-

Биохимические показатели крови у водолазов-глубоководников до и после водолазного спуска

Показатель	Период водолазного спуска				Степень изменения, Δ, %	Референсные значения
	до		после			
	X ± Sx	Me [q_{25}; q_{75}]	X ± Sx	Me [q_{25}; q_{75}]		
АСТ, ЕД/л	24,14 ± 1,70	22,5 [19; 28]	26,64 ± 1,60	26 [20; 32]	10,4	8–38
АЛТ, ЕД/л	25,71 ± 2,50	24,5 [20; 35]	26,71 ± 2,60	26,5 [21; 36]	3,9	4–44
Глюкоза, ммоль/л	5,27 ± 0,10	5,15 5,0; 5,5]	5,76 ± 0,30	5,4 [4,9; 6,3]	9,3	3,9–6,1
Креатинин, ммоль/л	75,21 ± 1,50	76 [72; 79,]	74,57 ± 1,60	76 [71; 78]	–0,85	53–97
Общий белок, г/л	76,64 ± 0,80	77 [76; 79]	80,0 ± 1,0	80 [77; 83]	4,4	67–83
Мочевина, ммоль/л	5,68 ± 0,30	5,86 [5,03; 6,15]	6,09 ± 0,30	6,17 [4,94; 7,17]	7,2	3,2–7,3
Натрий, ммоль/л	143,64 ± 0,20	143,5 [143; 144]	143,9 ± 0,4	143,5 [143;145]	0,2	136–149
Калий, ммоль/л	4,23 ± 0,10	4,2 [4,1; 4,4]	4,43 ± 0,10	4,40 4,1; 4,7]	4,7	3,8–5,0
Хлор, ммоль/л	104,36 ± 0,70	104,5 [102; 106]	103,64 ± 0,70	104,5 [101; 105]	-0,7	98–106

зической нагрузке водолаза при спуске под воду [9];

– концентрация АЛТ увеличилась на 3,8 % ($p < 0,05$) (см. рис. 1), что, вероятно, вызвано ускоренным цитолизом гепатоцитов вследствие их разрушения свободными радикалами на фоне оксидативного стресса [6] и более высокой интенсивностью катаболических процессов [10]. В целом, изменение активности трансаминаз в плазме крови может быть связано с повышенным парциальным давлением кислорода в гипербарической водной среде. Известно, что при повышенном парциальном давлении кислорода увеличивается проницаемость клеточных мембран, что способствует усиленному выходу ферментов в кровь и общему повышению их активности в плазме. В исследовании Л.Г. Медведева и соавт. выявлено увеличение активности АЛТ и АСТ после воздействия повышенного давления кислорода в так называемый токсический период [8];

– концентрация глюкозы имеет тенденцию к увеличению после окончания водолазного спуска на 3,7 % (рис. 2), что характерно для проявления изменений углеводного обмена

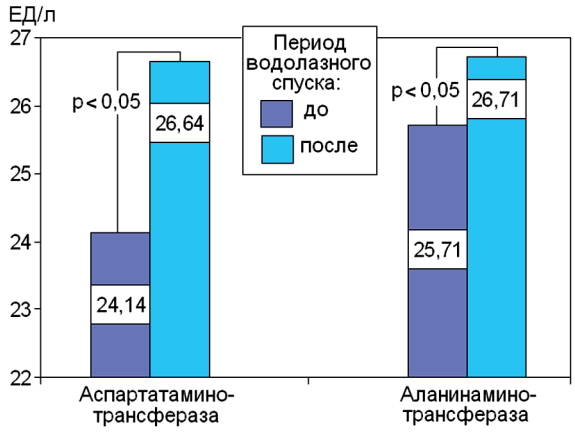


Рис. 1. Изменение показателей трансаминаз в крови водолазов до и после спуска под воду.

в организме после воздействия повышенного давления окружающей среды [3]. Возможным фактором гипергликемии может являться гипербарический стресс, вызывающий возбуждение нейронов гипоталамуса и ствола мозга, что приводит к выбросу адреналина и норадреналина, стимулирующих гликогенолиз [6];

– концентрация общего белка увеличилась на 4,2 % ($p < 0,01$) (см. рис. 2). Повышение содержания общего белка в крови происходит в основном за счет глобулиновых фракций при уменьшении альбумино-глобулинового коэффициента [12];

– концентрация мочевины увеличилась на 6,7 % ($p < 0,05$) (см. рис. 2), вероятный механизм повышения может быть связан с увеличением парциального давления кислорода, запускающего компенсаторные процессы трансмембранного выхода мочевины, аммиака и глутамина в периферическую кровь для дальнейшей экскреции [1];

– концентрация креатинина уменьшилась незначительно, менее 1 %;

– концентрация ионов K^+ выросла в среднем на 4,5 %. Вероятным механизмом возникновения гиперкалиемии на фоне ВДГ являлся выход ионов K^+ из поврежденных эритроцитов и других клеток вследствие интенсивного выделения гистамина и существенного ацидоза при гипербарическом стрессе [10];

– концентрации ионов Cl^-, Na^+ изменились незначительно, менее 1 %.

По результатам ультразвукового исследования ВДГ с помощью эффекта Допплера по шкале Спенсера после водолазного спуска были получены следующие результаты: 1 балл выявили в 12 случаях, 2 балла – в 2 случаях [5].

После водолазного спуска регистрировали показатель кислородной интоксикации ЦНС, который является расчетным параметром токсического действия кислорода на ЦНС, зависящий от времени нахождения на глубине

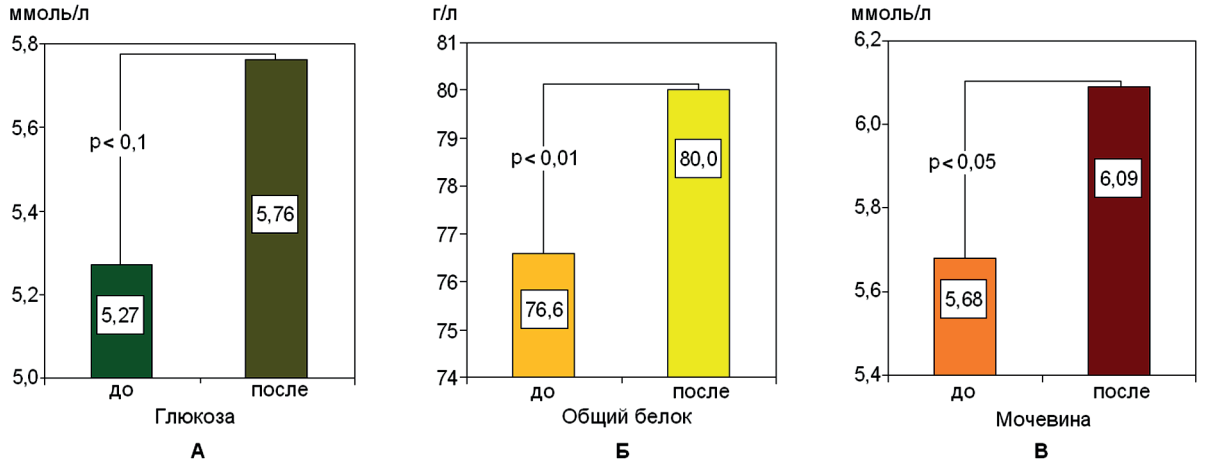


Рис. 2. Изменение показателей глюкозы (А), общего белка (Б) и мочевины (В) в крови водолазов до и после водолазного спуска.

и суммарного парциального давления кислорода за весь период погружения [11, 13]. В водолазных дыхательных аппаратах эта функция рассчитывается с помощью встроенного алгоритма, опираясь на значение показания кислородных датчиков в аппарате. Среднее значение кислородной интоксикации ЦНС составило (79,1 ± 7,6)%.

Проведен корреляционный анализ для определения взаимосвязи полученных биохимических показателей с уровнем ВДГ и кислородной интоксикацией ЦНС (рис. 3). По результатам анализа выявлены следующие корреляционные связи: у показателей кислородной интоксикации ЦНС со значениями концентрации ионов K^+ ($r = 0,480$; $p < 0,05$) и уровнем глюкозы ($r = 0,557$, $p < 0,05$) (см. рис. 3). Это объяснимо действием повышенного парциального давления кислорода на клеточные мембраны, приводящим к выходу ионов K^+ в кровяное русло, и активизацией процессов гликогенолиза в результате выброса глюкокортикостероидных гормонов в ответ на токсическое действие кислорода на эндотелий сосудов [9].

Выявлены взаимосвязь концентрации ионов Na^+ ($r = 0,484$, $p < 0,05$) и ионов Cl^- ($r = 0,458$, $p < 0,05$), а также обратная взаимосвязь концентрации мочевины ($r = -0,456$, $p < 0,05$) и креатинина ($r = -0,507$, $p < 0,05$) с уровнем ВДГ (см. рис. 3) [14]. Это связано с возникающей во время глубоководного водолазного спуска гиповолемией, обусловленной потерей жидкости через дыхание, повышенным слюноотделением, мочеотделением и длительностью водолазного спуска [17].

Примечательно, что имеется корреляционная связь уровня ВДГ с кислородной интоксикацией ЦНС ($r = 0,406$, $p = 0,15$), таким образом, уровень ВДГ повышается, в том числе, в результате кислородной интоксикации организма. Это актуально для глубоководных водолазных спусков, где в зависимости от глубины и экспозиции показатель кислородной интоксикации ЦНС может превышать в 4 раза.

Таким образом, в проведенных исследованиях биохимические показатели крови, уровень ВДГ и кислородная интоксикация ЦНС не

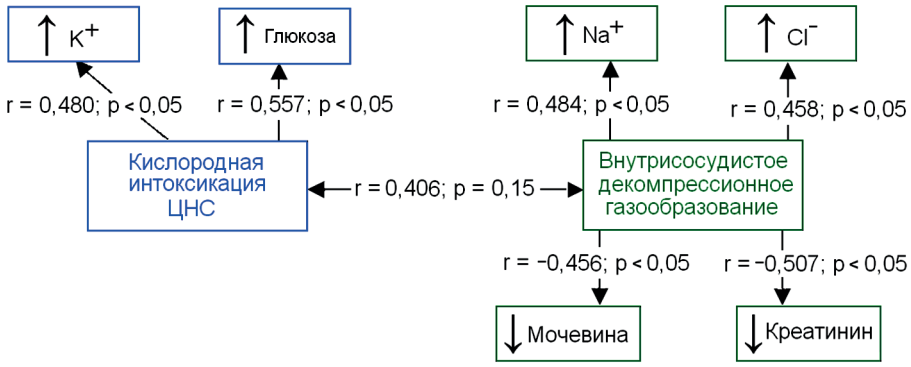


Рис. 3. Взаимосвязь биохимических показателей, ВДГ и кислородной интоксикации ЦНС.

превысили референсные значения, что свидетельствует об отсутствии неблагоприятного эффекта использования технологии глубоководного спуска в водолазных дыхательных аппаратах на организм водолаза. Полученные данные показывают, что при медицинском обеспечении глубоководных водолазных спусков важно и необходимо контролировать углеводный и водно-электролитный обмены в организме водолазов во избежание усиления патологического действия кислорода на ЦНС и внутрисосудистого декомпрессионного газообразования на организм водолаза.

Заключение

Отсутствие каких-либо отклонений от референсных значений биохимических показателей крови у водолазов после глубоководных спусков подтверждает безопасность технологии спусков в водолазных дыхательных аппаратах на глубину свыше 60 м. Результаты корреляционного анализа выявили изменения углеводного и водно-электролитного обмена в организме водолазов после глубоководного спуска из-за действия повышенного парциального давления кислорода и внутрисосудистого декомпрессионного газообразования.

Литература

1. Баишев И.С. [и др.]. Руководство по гипербарической медицине / под ред. С.А. Байдина, А.Б. Граменицкого, Б.А. Рубинчика. М. : Медицина, 2008. 561 с.

2. Буравкова Л.В., Попова Ю.А. Влияние гипербарической среды различного газового состава на метаболические показатели крови человека // Физиология человека. 2007. Т. 33, № 5. С. 102–112.

3. Головяшкин Г.В., Глушков В.А. Пособие по организации и медицинскому обеспечению добычи морепродуктов водолазным способом с использованием гипероксических кислородных смесей. СПб : Пресс-сервис, 2006. 203 с.

4. Горохов Н.М., Тимощенко Л.В. Изменение активности отдельных ферментов сыворотки крови у спортсменов разных специализаций при выполнении кратковременной физической нагрузки // Теория и практика физ. культуры. 2007. № 10, С. 44–46.

5. Зверев Д.П., Бычков С.А., Мясников А.А. [и др.]. Возможности ультразвуковых способов в диагностике декомпрессионной болезни // Мор. медицина. 2021. № 7. С. 75–83. DOI: 10.22328/2413-5747-2021-7-4-75-83.

6. Иванов А.М., Старовойт А.В. Клинико-лабораторная оценка метаболических нарушений при воздействии повышенного и пониженного давления и подходы к их коррекции / Гл. воен.-мед. упр. Минобороны России, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова. СПб., 2011. 305 с.

7. Котенко П.К., Шевцов В.И., Киреев С.Г. [и др.]. Организация медицинского обеспечения специалистов и сотрудников системы МЧС России в режиме повседневной деятельности [Электронный ресурс]. СПб. : Наукоемкие технологии, 2018. 351 с.

8. Медведев Л.Г., Кулешов В.И., Шевченко С.Б. Изменение обмена веществ при гипербарической оксигенации // Космич. биология и авиакосмич. медицина. 1991. № 25. С. 27–30.

9. Новиков М.В., Свистов А.С., Чумаков А.В. [и др.]. О влиянии некоторых потенциально опасных факторов гипербарии на состояние микроциркуляторного русла водолазов Военно-морского флота // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2015. № 3. С. 41–44.

10. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н. Глубоководные водолазные спуски и их медицинское обеспечение. М. : Слово, 2003. Т. 1. 592 с.

11. Aviner B., Arieli R., Yalov A. Power equation for predicting the risk of central nervous system oxygen toxicity at rest // Front. Physiol. 2020. Vol. 11. P. 1007. DOI: 10.3389/fphys.2020.01007.

12. Fichtner A., Brunner B.P., Pohl T. [et. al.]. A Doppler ultrasound self-monitoring approach for detection of relevant individual decompression stress in scuba diving // Intern. Emerg. Med. 2022. Vol. 17, N 1. P. 173–180. DOI: 10.1007/s11739-021-02802-z.

13. Fock A., Millar I. Oxygen toxicity in recreational and technical diving // Diving Hyperb. Med. 2008. Vol. 38, N 2. P. 86–90.

14. Jauchem R.J., Waligora J.M., Johnson P.C. Blood biochemical and cellular changes during decompression and simulated extravehicular activity // Int. Arch. Occup. Environ. Health. 1990. Vol. 62, N 5. P. 391–396. DOI: 10.1007/BF00381370.

15. Kelly R.K., Arrington L.J., Bernards J.R., Jensen A.E. Prolonged extreme cold water diving and the acute stress response during military dive training // Front. Physiol. 2022. Vol. 13. P. 842612. DOI:10.3389/fphys.2022.842612.

16. Lundell R.V., Tuominen L.O., Ojanen T. [et al.]. Diving responses in experienced rebreather divers: short-term heart rate variability in cold water diving // Front. Physiol. 2021. Vol. 12. P. 649319. DOI: 10.3389/fphys.2021.649319.

17. Wang Q., Guerrero F., Theron M. Pre-hydration strongly reduces decompression sickness occurrence after a simulated dive in the rat // Diving Hyperb. Med. 2020. Vol. 50, N 3. P. 288–291. DOI: 10.28920/dhm50.3.288-291.

Поступила 02.10.2022 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи. Коллектив авторов выражает благодарность Фокину Сергею Георгиевичу – исполнительному директору Центра подводных исследований Русского географического общества за организацию водолазных спусков, в течение которых были проведены данные исследования, и компании «Р-Фарм» за предоставленный аппарат «Fujifilm DRI-CHEM NX500», который позволил оценить биохимические параметры водолазов непосредственно на месте водолазного спуска.

Вклад авторов: С.А. Бычков – методология и дизайн, планирование цели и задач исследования, анализ литературных данных, организация сбора первичных клинических данных и отбора биопроб, редактирование окончательного варианта статьи; Д.П. Зверев – методология и дизайн исследования, организация сбора первичных клинических данных и отбора биопроб, анализ литературных данных; И.Р. Кленков – планирование цели и задач эксперимента, участие в написании статьи, статистический анализ первичных данных, редактирование окончательного варианта статьи; А.М. Ярков – методология и дизайн исследования, участие в написании статьи, подготовка иллюстративного материала, редактирование окончательного варианта статьи; З.М. Исрафилов – организация сбора первичных клинических данных и отбора биопроб, статистический анализ первичных данных.

Для цитирования. Бычков С.А., Зверев Д.П., Кленков И.Р., Ярков А.М., Исрафилов З.М. Биохимический статус у водолазов-глубоководников после воздействия факторов водной среды // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 4. С. 76–82. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-76-82.

Biochemical effects in deep-sea divers exposed to aquatic environmental factors

Bychkov S.A.[1], Zverev D.P.[2], Klenkov I.R.[2], Yarkov A.M.[1], Israfilov Z.M[2]

[1] Center for Underwater Research of the Russian Geographical Society
(3-A, Zakhar'evskaya Str., St. Petersburg, 191123, Russia)
[2] Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

✉ Sergei Anatol'evich Bychkov – diving medicine doctor of the autonomous non-profit organization, Center for Underwater Research of the Russian Geographical Society (3-A, Zakhar'evskaya Str., St. Petersburg, 191123, Russia), ORSID: 0000-0002-8506-7815, e-mail: markis86@mail.ru;

Dmitrii Pavlovich Zverev – PhD Med. Sci., Associate Prof., Head Department of Diving, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0003-3333-6769, e-mail: z.d.p@mail.ru;

Il'yas Rifat'evich Klenkov – PhD Med. Sci., Lecturer, Department of Physiology of Diving, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0002-1465-1539, e-mail: klen.ir @mail.ru;

Andrei Mikhailovich Yarkov – PhD Med. Sci., Doctor of Diving Medicine, Center for Underwater Research of the Russian Geographical Society (3-A, Zakharyevskaya Str., St. Petersburg, 191123, Russia), e-mail: a.yarkov@urc-rgs.ru, ORCID: 0000-0001-9349-0085;

Zagir Mallaradzhabovich Israfilov – PhD Student, Department of Diving Physiology, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0002-3524-7412, e-mail: warag05@mail.ru,

Abstract

Relevance. Diving equipment and diving launch techniques witness continuous improvements, which allow individuals to more effectively perform various tasks underwater. A controlled electronic closed circuit rebreather has been used in amateur diving in our country for more than 20 years. It is therefore necessary to assess the biochemical effects in deep-sea divers wearing deep sea diving equipment to ensure its safety and functionality in professional diving and the activities of dedicated departmental structures.

The objective is to assess the biochemical effects in deep-sea divers in controlled electronic closed circuit rebreather, with a similar level of intravascular decompression gas formation under the influence of aquatic environment factors.

Methods. During the study, 9 blood biochemical parameters were evaluated using the Fujifilm DRI-CHEM NX500 apparatus in 6 divers before and after deep-sea descents. In total, 14 diving descents were performed in a controlled electronic closed circuit rebreather to depths from 60 to 100 m. Also, after each diving descent, the level of intravascular decompression gas formation was assessed using ultrasonic location with the constant-wave Doppler effect.

Results and Discussion. As a result of these studies, a significant increase in the values of transaminases (ALT, AST) and urea was established, associated with increased partial pressure of oxygen in hyperbaric aquatic environment. The results of the analysis revealed that indicators of the CNS oxygen intoxication correlated with K+ ions concentration and glucose levels; a correlation between Na+ ions and Cl^- ions concentration was established, as well as the inverse relationship between the concentration of urea and creatinine and the level of intravascular decompression gas formation. It is noteworthy that a correlation was found between the level of intravascular decompression gas formation and the CNS oxygen intoxication, whereby an increase in the CNS oxygen intoxication leads to increased levels of intravascular decompression gas formation.

Conclusion. The studied blood biochemical parameters did not go beyond the reference values and had slight individual variations, which confirms the safety of the technology of descents in diving breathing apparatus with a controlled electronic

closed circuit rebreather at depths of more than 60 m. The results of the correlation analysis revealed changes in carbohydrate and water-electrolyte metabolism in the body of divers after a deep-sea descent due to the action of an increased partial pressure of oxygen and intravascular decompression gas formation.

Keywords: Closed circuit diving rebreathers, biochemical parameters of blood, intravascular decompression gas formation, deep-sea diving descents, oxygen intoxication of the CNS.

References

1. Baishev I.S. [et al.]. Rukovodstvo po giperbaricheskoi meditsine [A guide to hyperbaric medicine]. Eds.: S.A. Baidin, A.B. Gramenitskii, B.A. Rubinchik. Moscow. 2008. 561 p. (In Russ.)

2. Buravkova L.V., Popova Yu.A. Vliyanie giperbaricheskoi sredy razlichnogo gazovogo sostava na metabolicheskie pokazateli krovi cheloveka [Effects of various hyperbaric gas mixtures on metabolic parameters of human blood]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2007; (33):102–112. (In Russ.)

3. Golovyashkin G.V., Glushkov V.A. Posobie po organizatsii i meditsinskomu obespecheniyu dobychi moreproduktov vodolaznym sposobom s ispol'zovaniem giperoksicheskikh kislorodnykh smesei [Manual on the organization and medical support of seafood production by diving using hyperoxic oxygen mixtures]. St. Petersburg. 2006. 203 p. (In Russ.)

4. Gorokhov N.M., Timoshchenko L.V. Izmenenie aktivnosti otdel'nykh fermentov syvorotki krovi u sportsmenov raznykh spetsializatsiy pri vypolnenii kratkovremennoi fizicheskoi nagruzki [Activity change of single enzymes of blood serum in athletes of various specialization at short-term physical loading performance]. *Teoriya i praktika fizicheskoi kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture]. 2007; (10):44–46. (In Russ.)

5. Zverev D.P., Bychkov S.A., Myasnikov A.A. [et al.]. Vozmozhnosti ul'trazvukovykh sposobov v diagnostike dekompressionnoi bolezni [Possibilities of ultrasound methods in the diagnosis of decompression sickness]. *Morskaya meditsina* [Marine Medicine]. 2021; (7):75–83. DOI: 10.22328/2413-5747-2021-7-4-75-83. (In Russ.)

6. Ivanov A.M., Starovoit A.V. Kliniko-laboratornaya otsenka metabolicheskikh narushenii pri vozdeistvii povyshennogo i ponizhennogo davleniya i podkhody k ikh korrektsii [Clinical and laboratory assessment of metabolic disorders under the influence of high and low blood pressure and approaches to their correction: a report on research]. St. Petersburg. 2011. 305 p. (In Russ.)

7. Kotenko P.K., Shevtsov V.I., Kireev S.G. [et al.]. Organizatsiya meditsinskogo obespecheniya spetsialistov i sotrudnikov sistemy MChS Rossii v rezhime povsednevnoi deyatel'nosti [Organization of medical support for specialists and employees of the system of the EMERCOM of Russia in the mode of daily activities]. St. Petersburg. 2018. 351 p. (In Russ.)

8. Medvedev L.G., Kuleshov V.I., Shevchenko S.B. Izmenenie obmena veshchestv pri giperbaricheskoi oksigenatsii [Changes in metabolism during hyperbaric oxygenation]. *Kosmicheskaya biologiya i aviakosmicheskaya meditsina* [Aerospace and environmental medicine]. 1991; (25):27–30. (In Russ.)

9. Novikov M.V., Svistov A.S., Chumakov A.V. [et al.]. O vliyanii nekotorykh potentsial'no opasnykh faktorov giperbarii na sostoyanie mikrotsirkulyatornogo rusla vodolazov Voenno-morskogo flota [About influence of some potentially dangerous hyperbaric factors on microcirculation of Navy divers]. *Vestnik Rossiyskoi Voenno-meditsinskoi akademii* [Bulletin of the Russian military medical academy]. 2015; (3):41–44. (In Russ.)

10. Smolin V.V., Sokolov G.M., Pavlov B.N. Glubokovodnye vodolaznye spuski i ikh meditsinskoe obespechenie [Deep-sea diving descents and their medical support]. Moscow. 2003. Vol. 1. 592 p. (In Russ.)

11. Aviner B., Arieli R., Yalov A. Power equation for predicting the risk of central nervous system oxygen toxicity at rest. *Front. Physiol*. 2020 ; 11:1007. DOI: 10.3389/fphys.2020.01007.

12. Fichtner A., Brunner B.P., Pohl T. [et. al.]. A Doppler ultrasound self-monitoring approach for detection of relevant individual decompression stress in scuba diving. *Intern. Emerg. Med*. 2022; 17(1):173–180. DOI: 10.1007/s11739-021-02802-z.

13. Fock A., Millar I. Oxygen toxicity in recreational and technical diving. *Diving Hyperb. Med*. 2008; 38(2): 86–90.

14. Jauchem R.J., Waligora J.M., Johnson P.C. Blood biochemical and cellular changes during decompression and simulated extravehicular activity. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 1990; 62(5):391–396. DOI: 10.1007/BF00381370.

15. Kelly R.K., Arrington L.J., Bernards J.R., Jensen A.E. Prolonged extreme cold water diving and the acute stress response during military dive training. *Front. Physiol*. 2022; 13:842612. DOI:10.3389/fphys.2022.842612.

16. Lundell R.V., Tuominen L.O., Ojanen T. [et al.]. Diving responses in experienced rebreather divers: short-term heart rate variability in cold water diving. *Front. Physiol*. 2021; 12:649319. DOI: 10.3389/fphys.2021.649319.

17. Wang Q., Guerrero F., Theron M. Pre-hydration strongly reduces decompression sickness occurrence after a simulated dive in the rat. *Diving Hyperb. Med*. 2020; 50(3):288–291. DOI: 10.28920/dhm50.3.288-291.

Received 09.11.2022

For citing: Bychkov S.A., Zverev D.P., Klenkov I.R., Yarkov A.M., Israfilov Z.M. Biokhimicheskii status u vodolazov-glubokovodnikov posle vozdeistviya faktorov vodnoi sredy**.** *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (4):76–82. **(In Russ.)**

Bychkov S.A., Zverev D.P., Klenkov I.R., Yarkov A.M., Israfilov Z.M. Biochemical effects in deep-sea divers exposed to aquatic enviromental factors. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (4):76–82. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-76-82

УДК 614.84 DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-83-103

В.И. Евдокимов

КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ, РИСКИ СОЦИАЛЬНЫХ И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ В МИРЕ И ВЕДУЩИХ СТРАНАХ (2012–2021 ГГ.)

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Актуальность. Крупномасштабные чрезвычайные ситуации (ЧС) серьезно нарушают привычную жизнедеятельность и обусловливают значительную перестройку сил и средств при их ликвидации.

Цель – проанализировать динамику возникновения крупномасштабных ЧС в мире и риски социальных и медико-биологических последствий ЧС в мире и некоторых странах за последние 10 лет (2012–2021 гг.).

Методология. Объект исследования составили показатели крупномасштабных ЧС в мире, представленные в базе данных The Emergency Events Database (EM-DAT: OFDA/CRED) [https://www.emdat.be/]. Все ЧС сгруппированы в две обобщенные группы – природные (стихийные бедствия) и техногенные. Риски социальных и медико-биологических последствий ЧС вычислили на 1 млн человек населения ($\times 10^6$). В тексте указаны медианы, верхний и нижний квартиль показателей ЧС и их последствий (Me [q_{25}; q_{75}]). Развитие сведений представили в виде динамических рядов, для чего построили полиномиальные тренды 2-го порядка.

Результаты и их анализ. По данным EM-DAT, в 2012–2021 гг. в мире были учтены 5533 крупномасштабных ЧС, в том числе 3807 (67,2%) – природных и 1814 (32,8%) – техногенных. Оказалось, что общемировые риски оказаться в условиях ЧС, погибнуть, получить травму (заболеть), лишиться жилья были больше в природных ЧС по сравнению с техногенными. По характеру происхождения среди крупномасштабных природных ЧС геофизических было 301 (7,9%), метеорологических – 1238 (32,5%), климатологических – 272 (7,1%), гидрологических – 1780 (46,9%), биологических – 215 (5,6%). Больше всего пострадавших наблюдалось при гидрологических ЧС, медиана – 34,8 млн человек или 0,45% населения мира. Наиболее выраженные медико-биологические последствия наблюдались при метеорологических ЧС (риск погибнуть был $0{,}55 \cdot 10^{-6}$, получить травму или заболеть – $2{,}38 \cdot 10^{-6}$), социальные последствия – при гидрологических и метеорологических ЧС (риск лишиться жилья – $35{,}8 \cdot 10^{-6}$ и $16{,}1 \cdot 10^{-6}$ соответственно), экономические последствия – при климатологических и метеорологических ЧС (средний экономический ущерб 1 крупномасштабной ЧС составляет 1 млрд 727 млн и 1 млрд 600 млн долларов США соответственно). Среди крупномасштабных техногенных ЧС промышленных было 225 (13,1%), транспортных – 1206 (70%), бытовых – 291 (16,9%). Наиболее выраженные медико-биологические последствия наблюдались при транспортных ЧС (риск погибнуть был $0{,}54 \cdot 10^{-6}$, получить травму или заболеть – $0{,}25 \cdot 10^{-6}$), социальные последствия – при бытовых ЧС (риск лишиться жилья – $1{,}12 \cdot 10^{-6}$). Среди всех крупномасштабных ЧС в Европе были зарегистрированы 648 ЧС (11,7%), Азии – 2281 (41,2%), Америке – 1167 (21,1%), Африке – 1279 (23,1%), Австралии – 158 (2,1%). Как правило, риски медико-биологических и социальных последствий крупномасштабных ЧС в проанализированных ведущих странах (Германия, Индия, Китай, США и Япония) были меньше, чем общемировые. Необходима синхронизации сведений по отечественным крупномасштабным ЧС, которые осуществляют российские специалисты и сотрудники EM-DAT.

Заключение. Рассчитанные показатели могут быть использованы для определения необходимости разработки мероприятий по профилактике ЧС или минимизации их последствий в мире и регионах.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, техногенная катастрофа, стихийное бедствие, риск, гибель, пострадавшие, The Emergency Events Database.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей (Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвы-

✉ Евдокимов Владимир Иванович – д-р мед. наук проф., гл. науч. сотр., Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), препод. Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0002-0771-2102, e-mail: 9334616@mail.ru

чайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 № 68-ФЗ»).

ЧС оказывают существенное влияние на привычный характер жизнедеятельности – возникает угроза здоровью или даже жизни людей, наносится ущерб имуществу населения, экономике и экологическому состоянию окружающей среды. На основании Постановления Правительства России «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (от 21.05.2007 г. № 304, с изм. и доп), в России по масштабам последствий ЧС подразделяются на локальные, муниципальные, межмуниципальные, региональные, межрегиональные и федеральные. Понятия «крупномасштабные» ЧС в нормативных документах России нет. В научных публикациях под крупномасштабными понимаются ЧС регионального, межрегионального и федерального характера [1].

При ликвидации крупномасштабных ЧС выявляются методические, юридические, экономические, политические и другие особенности [2, 6]. Например, массовое появление пострадавших при крупномасштабной ЧС определяет необходимость оказания муниципальным органам здравоохранения помощи извне, особой организации работы медицинских учреждений, участвующих в ликвидации последствий ЧС. Основными особенностями медико-санитарного обеспечения в этих ЧС являются [5]:

– нуждаемость значительной части пораженных в немедленной медицинской помощи по жизненным показаниям на месте ЧС или территориях вблизи от него;

– выполнение медицинских пособий в сжатые сроки с сокращением объемов медицинской помощи;

– состояние многих пострадавших требует специализированной медицинской помощи, которую невозможно обеспечить на месте;

– эвакуация пораженных в специализированные стационары, включая их медицинскую подготовку перед эвакуацией.

Сведения о крупномасштабных ЧС необходимы для разработки профилактических мероприятий и прогноза готовности сил и средств региональных организаций для их ликвидации. В некоторых современных публикациях указывается на тенденции увеличения количества ЧС в мире и их последствий. Практика показывает, что улучшение технологических условий производства и оценка предвестников возникновения стихийных бедствий могут свидетельствовать об обратном. Безусловно, учесть все ЧС, происходящие в мире, практически невозможно.

На сегодняшний день имеются, по крайней мере, 6 крупных мировых баз данных о ЧС: Emergency Events Database (EM-DAT); Natural catastrophe services (NatCatSERVICE); SIGMA (Swiss Re); GLobal unique disaster IDEntifier (GLIDE); The Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR); BD CATNAT Global12 [7, 8].

Анализ более 11,1 тыс. крупномасштабных ЧС в мире, проиндексированных в EM-DAT в 1990–2020 гг., показал, что недостающие сведения об общем экономическом ущербе от ЧС были в 41,5 %, о количестве пострадавших – в 22,3 %, пропавших без вести – в 14,7 %, погибших – в 13,1 % [7]. Установлено, что в странах с низким экономическим развитием, которые являлись получателями международной помощи, данные представлялись более полно [8]. Необходимо согласование методических условий представления сведений о ЧС в крупных международных базах данных с организациями учета ЧС в странах.

Наиболее значимой базой данных о ЧС является The Emergency Events Database (EM-DAT: OFDA/CRED). Она содержит обширные сведения о более 22 000 крупномасштабных техногенных катастрофах и стихийных бедствиях в мире с 1990 г. EM-DAT позволяет провести поиск ЧС по типам (природные, техногенные, комплексные), медико-биологическим и социально-экономическим последствиям ЧС для населения в мире, континентов и стран. Ежегодно добавляются более 300 записей о ЧС. База данных EM-DAT включает крупномасштабные ЧС, при которых было (вместе или отдельно):

– количество погибших – 10 человек и более;

– количество пострадавших – 100 человек и более;

– объявление режима ЧС в регионе;

– обращение за международной помощью.

Поддерживают EM-DAT персонал Центра исследований эпидемиологии бедствий (The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, CRED), сотрудничающего с ВОЗ, при Католическом университете Лувена (UCLouvain), расположенном в г. Брюсселе (Бельгия). С 1999 г. CRED получает также поддержку от Управления иностранной помощи в случае стихийных бедствий (OFDA) Агентства США по международному развитию (USAID). Авторские права на базу данных принадлежат Католическому университету Лувена.

Цель – проанализировать динамику возникновения крупномасштабных ЧС в мире и риски социальных и медико-биологические последствий ЧС в мире и некоторых странах за последние 10 лет (2012–2021 гг.).

Материал и методы

Объект исследования составили показатели крупномасштабных ЧС в мире, представленные в базе данных The Emergency Events Database (EM-DAT: OFDA/CRED) [https://www.emdat.be/]. На официальном сайте открывали страницу базы данных (DATABASE) (рис. 1, п. 1), а затем через указанный адрес (см. рис. 1, п. 2) в окне идентифицировали сведения о пользователе – вводили созданный личный логин и пароль (см. рис. 1, п. 3). Открывалась страница сведений о ЧС, которые можно изучать при помощи инфографики или XL-таблиц. Задавали период исследования, в нашем случае – за последние 10 лет (с 2012 по 2021 г.) (см. рис. 1, п. 4), и тип по развитию ЧС (природные, в том числе, биолого-социальные, техногенные или комплексные). В нашем исследовании было решено вывести данные о природных ЧС (см. рис. 1, п. 5).

Поиск позволил создать XL-таблицу с подробными сведениями о 3807 крупномасштабных природных ЧС в мире, проиндексированных в EM-DAT в 2012–2021 гг. (см. рис. 1, п. 6). Сохраняли эту таблицу на личном компьютере и изучали ее.

При необходимости изучить крупномасштабные ситуации при помощи инфографики открывали страницу Mapping Tool (рис. 2, п. 1). Во всплывающих окнах следует задать тип ЧС (см. рис. 2, п. 2) и изучаемые последствия ЧС (см. рис. 2, п. 3). Указывали период исследования (см. рис. 2, п. 4). В нашем исследовании изучали число крупномасштабных природных ЧС, проиндексированных в EM-DAT в 2012–2021 гг.

Выводили инфограмму количества крупномасштабных природных ЧС в мире (см. рис. 2,

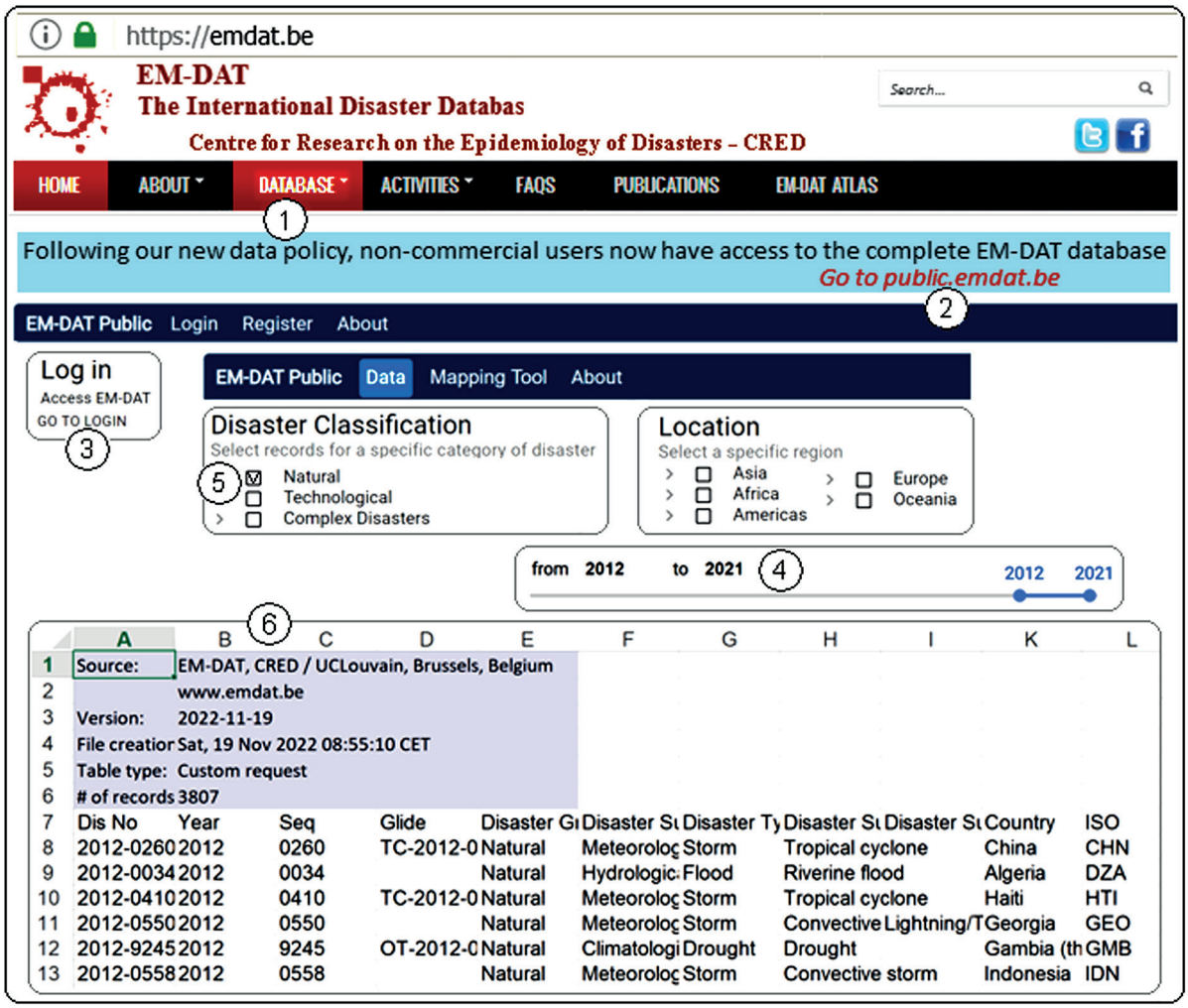


Рис. 1. Поиск крупномасштабных природных ЧС в мире в базе данных EM-DAT в 2012–2021 гг.

п. 5) и схему по 10 странам, в которых было самое большое число изучаемых показателей ЧС (см. рис. 2, п. 6). Например, наибольшее количество природных ЧС в 2011–2021 гг. регистрировались в Китае (278), США (260), Индонезии (169), Индии (161) и Филиппинах (142), однако, их влияние на экономику, экологию и жизнедеятельность населения было различным, для чего высчитали основные риски социальных и медико-биологических последствий.

Методически все ЧС в EM-DAT сгруппированы в две обобщенные группы: природные (стихийные бедствия) и техногенные. В рамках обобщенной группы ЧС подразделяются на подгруппы, типы и подтипы ЧС. Каждой номинации ЧС присвоены сокращенные индексы, которые отражены в сведениях о ЧС в формате XL. Классификация ЧС показана в табл. 1.

В базе данных EM-DAT представлены следующие медико-биологические и социально-экономические последствия ЧС:

– погибшие (total deaths) – количество погибших и пропавших без вести в результате ЧС;

– раненые и заболевшие (injured) – лица, получившие телесные повреждения, травмы или заболевания, требующие экстренной медицинской помощи в результате ЧС. Если в первичном источнике информации было указано

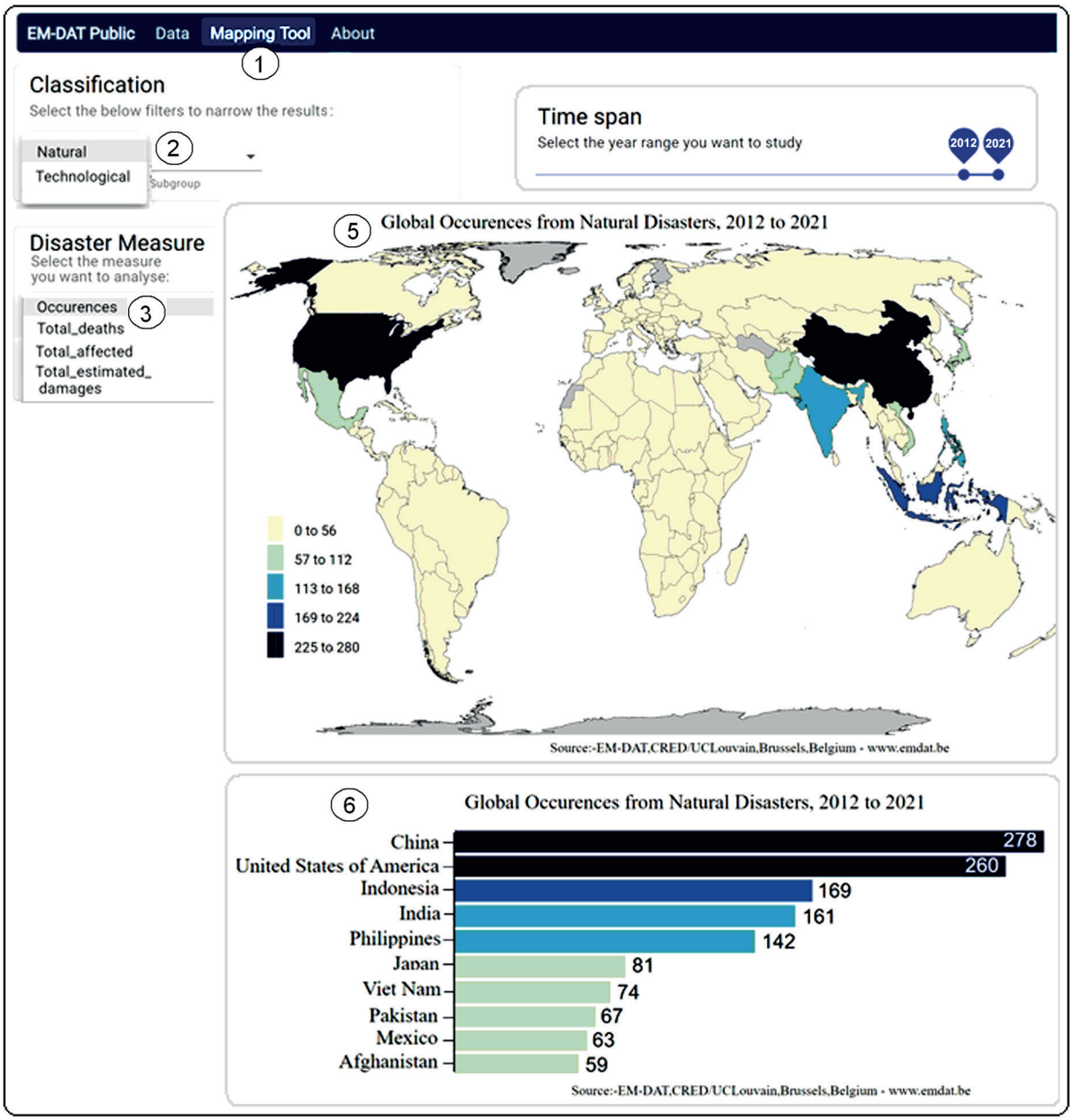


Рис. 2. Поиск схем количества крупномасштабных природных ЧС в мире в базе данных EM-DAT в 2012–2021 гг.

Таблица 1

Классификация ЧС, проиндексированных в базе данных EM-DAT

Группа	Подгруппа ЧС	Основной тип ЧС
Природные / Natural	Геофизические / Geophysical	Землетрясение / Earthquake Движение грунта / Mass Movement (dry) Вулканическая активность / Volcanic activity
	Метеорологические / Meteorological	Экстремальные температуры / Extreme Temperature Туман / Fog Шторм / Storm
	Гидрологические / Hydrological	Наводнение / Flood Оползень / Landslide Действие волны / Wave action
	Климатологические / Climatological	Засуха / Drought Выброс ледникового озера / Glacial Lake Outburst Лесной пожар / Wildfire
	Биологические / Biological	Эпидемия / Epidemic Заражение насекомыми / Insect infestation Несчастный случай с животным / Animal Accident
	Внеземные / Extraterrestrial	Опасность, вызываемая астероидами, метеоритами и кометами / Impact Космическая погода / Space weather
Технологические / Technological	Несчастный случай на производстве / Industrial accident	Разлив химических веществ / Chemical spill Разрушение, обрушение / Collapse Взрыв / Explosion Пожар / Fire Утечка газа / Gas leak Отравление / Poisoning Радиация / Radiation Разлив нефти / Oil spill Другое / Other
	Транспортное происшествие / Transport accident	Авиационное / Air Дорожно-транспортное / Road Рельсового транспорта / Rail Морского и речного транспорта / Water
	Прочий несчастный случай (бытовой) / Miscelleanous accident	Разрушение, обрушение / Collapse Взрыв / Explosion Пожар / Fire Другое / Other

«сотни раненых», то в базу данных вносится число 200 раненых, которых, возможно, было и больше;

– пораженные (affected) – люди, которым требуется первая помощь в период ЧС (нуждающиеся в основных жизненных потребностях, таких как пища, вода, жилье, санитария и пр.) и экстренная медицинская помощь. Раненые или госпитализированные входят в число пораженных. Если в первичном источнике информации было указано «тысячи пораженных», то в базу данных вносится число 2000 пострадавших (хотя это число может быть заниженным);

– лишившиеся крова (бездомные, homeless), люди, потерявшие жилье, чей дом разрушен или сильно поврежден в результате ЧС, и поэтому они нуждаются в убежище;

– общее число пострадавших представляет собой сумму пораженных и оставшихся без крова;

– общий предполагаемый экономический ущерб – в долларах США в год возникновения ЧС, без поправки и с поправкой на инфляцию – сумма всех убытков и экономических потерь, прямо или косвенно связанных с ЧС. К сожалению, этот показатель присутствует не у всех ЧС.

Зная количество происшествий или стихийных бедствий и количество рискуемых лиц, рассчитали индивидуальные риски для населения мира (страны) погибнуть, получить травму или заболевание в ЧС, лишиться жилья. Полагаем, что рассчитанные риски имеют очень обобщенный характер, должны быть использованы только для проведения широкомасштабных научных обобщений и характеризуют так называемые допустимые риски негативных последствий. Эти показатели могут быть использованы для определения необходимости разработки мероприятий по профилактике ЧС или минимизации их последствий. Риски вычислили на 1 млн человек населения ($\times 10^6$).

Количество населения получили из сайта [https://countrymeters.info/ru/]. Обычно ко-

Таблица 2

Медико-биологические и социальные последствия в группах крупномасштабных ЧС в мире (2012–2021 гг.)

Показатель	Группа крупномасштабных ЧС, Me [q_{25}; q_{75}]		
	общие	природные	техногенные
Количество ЧС	549 [533; 588]	371 [349; 402]	187 [170; 204]
Погибли, тыс. человек	19,4 [17,7; 27,4]	15,2 [11,9; 22,2]	5,4 [4,6; 6,5]
Получили травмы или заболели, тыс. человек	161,8 [112,3; 261,8]	156,7 [108,1; 257,4]	5,3 [4,4; 8,1]
Пораженные, млн человек	110,7 [98,9; 140,8]	110,6 [98,9; 140,6]	0,012 [0,002; 0,072]
Лишились жилья, тыс. человек	625,1 [403,9; 1028,7]	606,7 [389,0; 989,1]	9,7 [6,8; 15,0]
Пострадавшие, в том числе:			
количество, млн человек	111,6 [99,4; 142,3]	111,5 [99,4; 142,0]	0,027 [0,022; 0,143]
% от всего населения мира	1,44 [1,39; 1,96]	1,44 [1,39; 1,96]	0,0004 [0,0003; 0,0018]
Риск в ЧС, • 10^{-6}, в том числе:			
оказаться в условиях ЧС	0,08 [0,07;0,08]	0,05 [0,05; 0,05]	0,03 [0,02; 0,05]
погибнуть	2,56 [2,30; 3,78]	1,98 [1,65; 2,93]	0,74 [0,61; 0,89]
получить травму или заболеть	21,27 [15,48; 34,87]	20,59 [14,90; 34,29]	0,71 [0,58; 1,04]
лишиться жилья	84,2 [52,6; 139,7]	81,7 [50,7; 139,6]	1,3 [1,0; 2,0]

личество ЧС представляется на конец года, а число населения на указанном сайте – на начало года (на 1 января), в связи с чем при определении рисков брали сведения о населении по предыдущему году.

Результаты проверили на нормальность распределения признаков. В связи с высокой вариабельностью возникновения крупномасштабных ЧС в тексте представили медиану, верхний и нижний квартиль (Me [q_{25}; q_{75}]). Развитие показателей представили в виде динамических рядов, для чего рассчитали полиномиальный тренд 2-го порядка. Коэффициент детерминации (R^2) показывал объективность полученной кривой, чем больше был R^2 (максимальный 1,0), тем более приближался построенный тренд к реальной динамике. Конгруэнтность (согласованность) трендов определили при помощи коэффициента корреляции (r) Пирсона.

Результаты и их анализ

Группы ЧС. По данным EM-DAT, в 2012–2021 гг. в мире были учтены 5533 крупномасштабных ЧС, в том числе, природных ЧС – 3807 (68,8 %) и техногенных – 1726 (31,2 %). Среднегодовое количество пострадавших людей в крупномасштабных ЧС составляет 1,44 % от всего населения в мире, в природных – 1,44 %, в техногенных – 0,0004 %.

Медико-биологические и социальные последствия крупномасштабных ЧС в мире представлены в табл. 2. Индивидуальный риск оказаться в условиях ЧС для населения мира был 0,08 • 10^{-6} ЧС/(человек • год), в том числе, в природных – 0,05 • 10^{-6}, техногенных – 0,03 • 10^{-6} соответственно. Вероятность оказаться в условиях крупномасштабной ЧС в год была для 8 человек, в природной – для пяти человек, в техногенной – для трех человек на 100 млн человек населения мира.

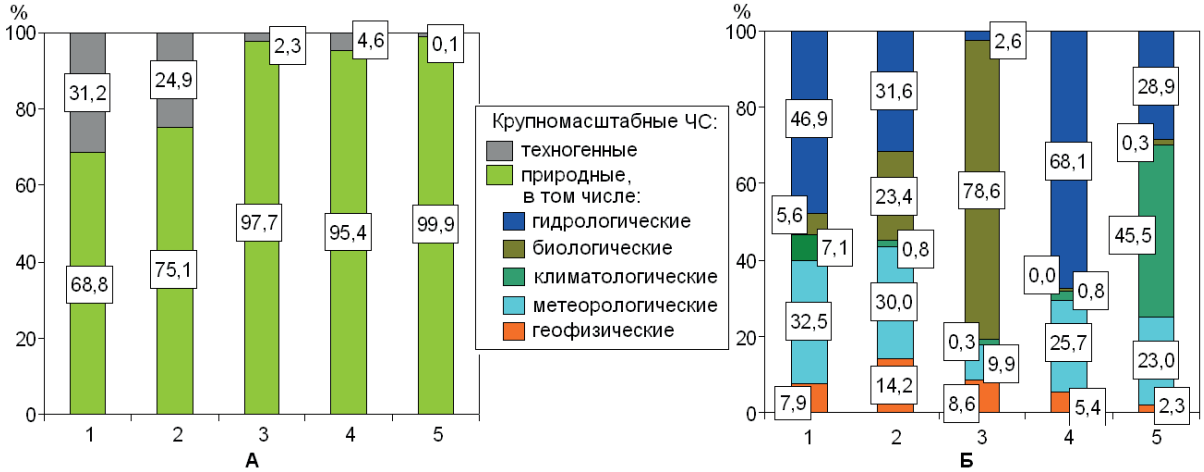


Рис. 3. Структура обобщенных показателей крупномасштабных ЧС в мире (А), подгрупп природных ЧС (Б). Здесь и на рис. 9: 1 – число ЧС; 2 – количество погибших людей; 3 – количество травмированных (заболевших); 4 – количество людей, лишившихся жилья; 5 – количество пострадавших.

Риск погибнуть в результате крупномасштабной ЧС был 2,56 • 10^{-6} смертей/(человек • год), быть травмированным (заболеть) – 21,27 • 10^{-6} травм/(человек • год), лишиться жилья – 84,2 • 10^{-6} жилье/(человек • год). Оказалось, что риск погибнуть в крупномасштабной природной ЧС был в почти 2,7 раза больше, чем в техногенной, получить травму (заболеть) – в 29 раз больше, лишиться жилья – в 62,8 раза больше (см. табл. 2). Структура основных сведений о природных и техногенных ЧС показана на рис. 3А. Подробные сведения о группах крупномасштабных ЧС в мире будут изложены в статье, принятой к печати в журнале «Медицина катастроф» (2023 г., № 1).

Подгруппы ЧС. По характеру происхождения среди 3807 крупномасштабных природных ЧС геофизических было 301 (7,9 %), метеорологических – 1238 (32,5 %), климатологических 272 (7,1 %), гидрологических – 1780 (46,9 %), биологических – 215 (5,6 %). Более подробные показатели в подгруппах природных ЧС представлены в табл. 3. Структура обобщенных показателей природных ЧС показана на рис. 3Б.

Наиболее выраженные медико-биологические последствия наблюдались при метеорологических ЧС (риск погибнуть был 0,55 • 10^{-6}, получить травму или заболеть – 2,38 • 10^{-6}), социальные последствия – при гидрологических ЧС (риск лишиться жилья – 35,8 • 10^{-6}), экономические последствия – при климатологических и метеорологических ЧС (средний экономический ущерб 1 крупномасштабной ЧС составляет 1 млрд 727 млн и 1 млрд 600 млн долларов США соответственно) (см. табл. 3).

Развитие медико-биологических и социальных рисков в подгруппах крупномасштабных ЧС представляется на рис. 4–8. Как правило, отмечаются низкие коэффициенты детерминации показателей, что может свидетельствовать только о тенденциях в динамике. В отечественных работах показатели рисков в крупномасштабных природных ЧС в мире исследуются впервые. Необходим более подробный их анализ.

Полиномиальные тренды крупномасштабных гидрологических ЧС показывают тенденции уменьшения рисков гибели (см. рис. 4А), получить травму (заболеть) (см. рис. 4Б) и ли-

Таблица 3

Медико-биологические и социальные последствия в подгруппах крупномасштабных ЧС в мире (2012–2021 гг.)

Показатель	Подгруппа крупномасштабных ЧС, Me [q_{25}; q_{75}]			
	гидрологические	климатологические	метеорологические	геофизические
Количество ЧС	166 [152; 220]	26 [24; 29]	123 [116; 133]	30 [29; 32]
Погибли, тыс. человек	4,63 [4,39; 5,88]	0,12 [0,04; 0,20]	4,0 [2,60; 8,10]	1,1 [0,73; 2,83]
Получили травмы или заболели, тыс. человек	4,53 [3,06; 8,84]	0,55 [0,42; 0,70]	17,3 [3,90; 40,62]	16,8 [5,97; 21,57]
Пораженные, млн человек	34,76 [32,00; 55,82]	29,02 [21,55; 63,26]	26,84 [18,44; 41,30]	2,46 [1,56; 5,13]
Лишились жилья, тыс. человек	255,2 [126,4; 691,4]	6,1 [1,3; 8,8]	118,9 [12,0; 352,3]	26,3 [14,5; 29,7]
Пострадавшие, в том числе:				
количество, млн человек	34,76 [32,00; 55,82]	29,03 [21,55; 63,26]	27,13 [18,50; 41,30]	2,51 [1,59; 5,23]
% от всего населения мира	0,45 [0,45; 0,74]	0,40 [0,28; 0,81]	0,37 [0,24; 0,53]	0,03 [0,02; 0,07]
Риск в ЧС, • 10^{-6}, в том числе:				
погибнуть	0,63 [0,57; 0,77]	0,02 [0,005; 0,03]	0,55 [0,36; 1,04]	0,15 [0,10; 0,36]
получить травму или заболеть	0,61 [0,39; 1,19]	0,07 [0,06; 0,09]	2,38 [0,52; 5,29]	2,19 [0,81; 3,01]
лишиться жилья	35,81 [16,15; 89,14]	0,82 [0,18; 1,19]	16,13 [1,58; 45,91]	3,50 [2,03; 4,09]
Экономический ущерб с учетом инфляции на 1 ЧС, млн $ США	823,4	1726,8	1602,5	934,9
	биологические	промышленные	бытовые	транспортные
Количество ЧС	22 [14; 27]	25 [17; 28]	30 [23; 32]	126 [115; 135]
Погибли, тыс. человек	2,25 [1,43; 4,05]	0,69 [0,43; 1,07]	0,89 [0,47; 1,15]	3,94 [3,12; 4,87]
Получили травмы (заболели), тыс. человек	96,51 [5,80; 202,18]	0,85 [0,26; 2,01]	2,06 [0,96; 3,76]	1,87 [1,54; 2,45]
Пораженные, тыс. человек	125 [26,95; 272,68]	0,29 [0,02; 12,00]	1,56 [0,01; 12,61]	0,97 [0,67; 2,84]
Лишились жилья, тыс. человек			8,22 [4,90; 12,00]	
Пострадавшие, тыс. человек	198 [141,3; 359,0]	6,21 [0,74; 25,27]	13,96 [7,36; 19,03]	3,11 [2,23; 5,75]
Риск в ЧС, • 10^{-6}, в том числе:				
погибнуть	0,30 [0,20; 0,52]	0,10 [0,06; 0,15]	0,12 [0,06; 0,15]	0,54 [0,41; 0,66]
получить травму или заболеть	12,68 [0,75; 26,63]	0,11 [0,07; 0,28]	0,28 [0,13; 0,49]	0,25 [0,21; 0,35]
лишиться жилья			1,12 [0,63; 1,56]	

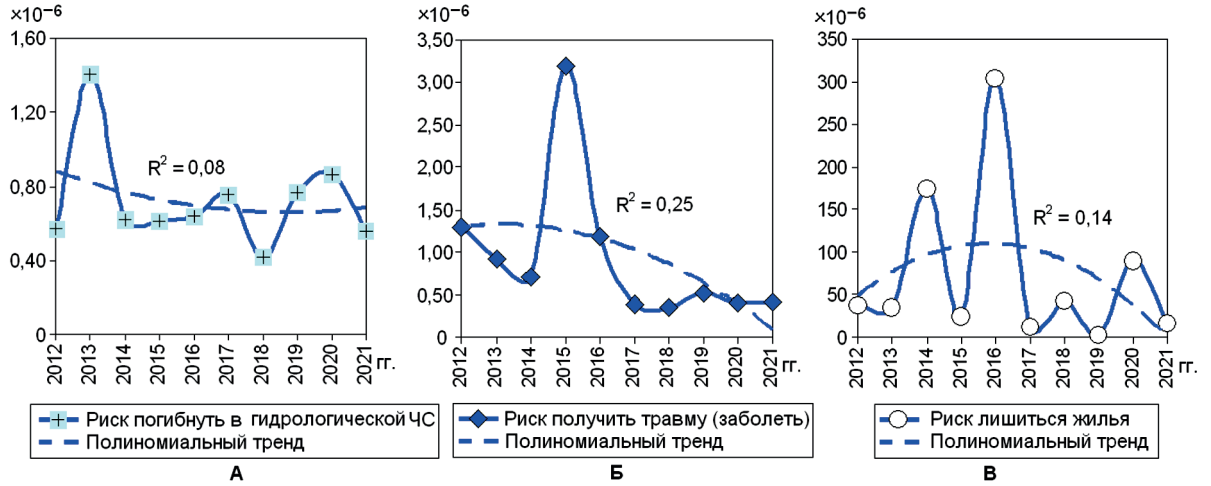


Рис. 4. Риски погибнуть (А), получить травму (заболеть) (Б), лишиться жилья (В) в крупномасштабных гидрологических ЧС для населения мира.

шиться жилья (см. рис. 4В). Пик показателей риска гибели в 2013 г. (см. рис. 4А) обусловливался речным паводком во время муссонного дождя в Западной Бенгалии (Индия, Южная Азия), во время которого погибли около 5 тыс. человек или 50 % от общего количества погибших в этом году.

Пик риска получить травму (заболеть) в 2015 г. (см. рис. 4В) создали 20,6 тыс. человек, которым требовалась экстренная медицинская помощь в результате речного паводка и обильных дождей в провинции Читтагонг (Пакистан, Южная Азия). В общей сложности в этом году в экстренной медицинской помощи нуждались 23,5 тыс. человек.

Пик риска потерять жилье при гидрологических ЧС в 2016 г. (см. рис. 4В) был обусловлен внезапными наводнениями в результате проливных дождей в Индии и Судане (Северная Африка), при которых лишились жилья около 2 млн и 110 тыс. человек соответственно. Всего в 2016 г., по данным EM-DAT, лишились жилья 2 млн 251 тыс. человек.

При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков погибнуть в крупномасштабных климатологических ЧС (см. рис. 5А) и получить травму (заболеть) (см. рис. 5Б) показывают увеличение данных, риск лишиться жилья – тенденции уменьшения показателей в последний период наблюдения (см. рис. 5В).

Резкое увеличение риска гибели в 2021 г. (см. рис. 5А) обусловливалось последствиями прорыва ледникового озера в штате Уттаракханд (Индия) с гибелью 234 человек. В общей сложности в 2021 г. в климатологических ЧС погибли 378 человек. Пик риска получить травму (заболеть) в 2015 г. (см. рис. 5Б) возник в результате распространения возгорания травы и кустарника при экстремально сухой

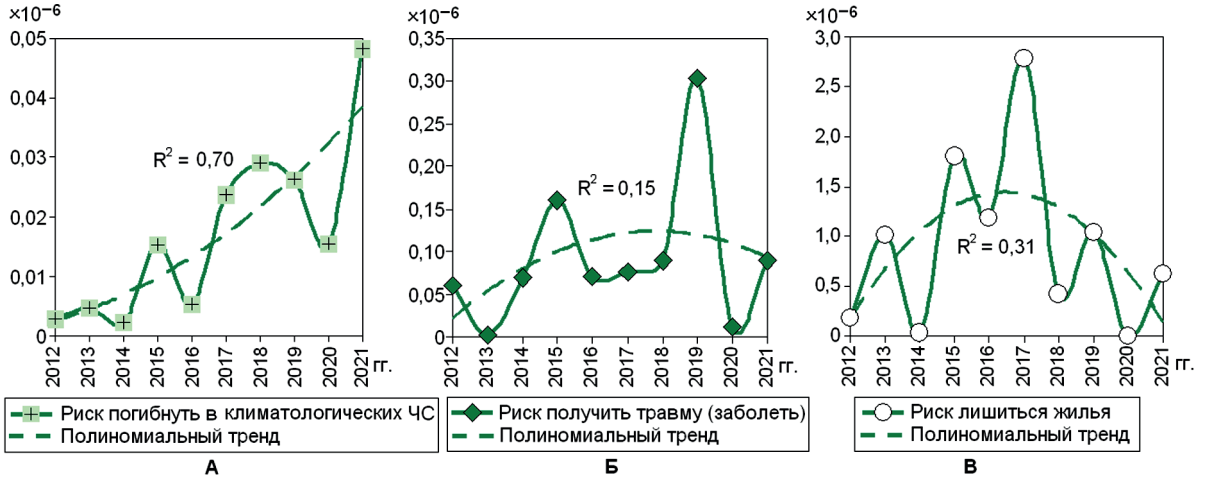


Рис. 5. Риски погибнуть (А), получить травму (заболеть) (Б), лишиться жилья (В) в крупномасштабных климатологических ЧС для населения мира.

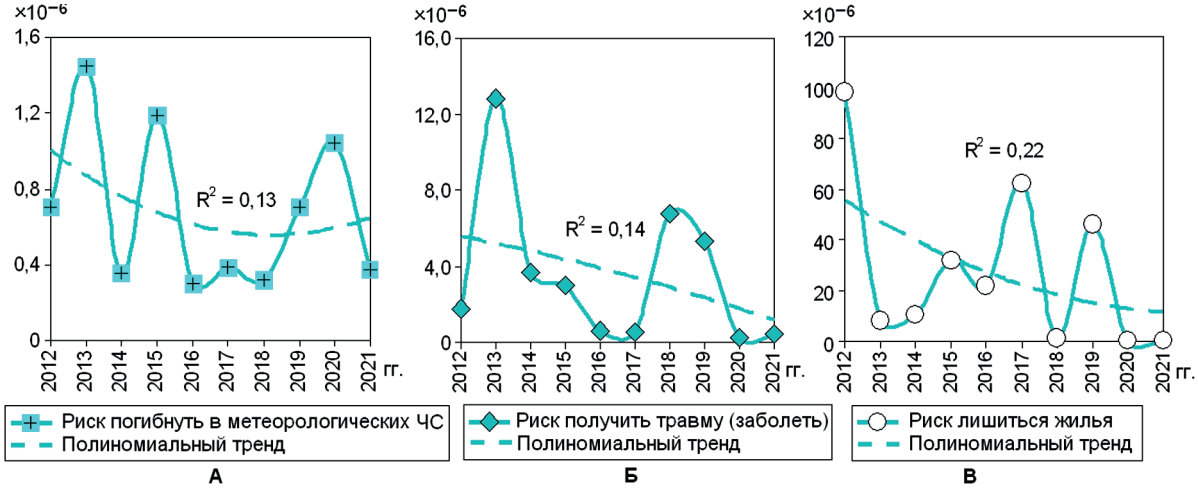


Рис. 6. Риски погибнуть (А), получить травму (заболеть) (Б), лишиться жилья (В) в крупномасштабных метеорологических ЧС для населения мира.

погоде и шквального ветра в Республике Хакасия, Читинской области и Агинском Бурятском округе (Россия). По данным EM-DAT, травмированными были около 1 тыс. человек. Пик аналогичного риска в 2019 г. (см. рис. 5Б) образовался в результате лесного пожара в дельте р. Амазонки (Бразилия, Южная Америка), при котором нуждались в оказании экстренной медицинской помощи 2,2 тыс. человек, что составило 48,6 % от общего количества травмированных (заболевших) в этом году.

Пик подъема риска лишиться жилья в 2017 г. в климатологических ЧС (см. рис. 5В) был в результате, в том числе, последствий лесного пожара в восточном штате Калифорния (США). В этом ЧС лишились жилья 9 тыс. человек. Всего остались без крова в 2017 г. 20,9 тыс. человек.

При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков погибнуть, получить травму или лишиться жилья при крупномасштабных метеорологических ЧС показывают тенденции уменьшения данных (см. рис. 6). Динамика рисков погибнуть образует пики в 2013 г., 2015 г. и 2020 г. (см. рис. 6А). В 2013 г. в результате тропического циклона на Филиппинах (Юго-Восточная Азия) погибли 7354 человека или 70,9 % от всех погибших в этом году. В 2015 г. по причине экстремально высоких температур воздуха (более 40 °С) во Франции, по данным EM-DAT, погибли 3275 человек, в Индии при температурах воздуха около 48 °С – 2248 человек. Всего погибли при метеорологических ЧС в этом году 8713 человек. В 2020 г. в результате экстремальной жары погибли во Франции 1924 человека, в Великобритании – 2556, при том, что всего в этом году погибли 8101 человек.

Пик риска быть травмированным или заболеть в метеорологических ЧС в 2013 г. (см. рис. 6Б) определялся уже упомянутым тропическим циклоном на Филиппинах, при котором были травмированы (заболели) 28,7 тыс. человек, и экстремальными температурами окружающей среды (около 41 °С) в Японии – 54 тыс. человек. Всего в этом году нуждались в оказании экстренной медицинской помощи 92,1 тыс. человек.

Высокий риск потерять жилье в метеорологических ЧС наблюдался в 2012 г. и 2017 г. (см. рис. 6В). Например, в 2013 г. потеряли жилье в результате тропических муссонов около 278,4 тыс. человек во Вьетнаме (Юго-Восточная Азия) и 162,6 тыс. человек – на Кубе (Карибский бассейн, Америка); в 2017 г. – 210 тыс. – в Пуэрто-Рико (Карибский бассейн, Америка), 60 тыс. – в Индии и 70 тыс. человек – в США.

При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков погибнуть или лишиться жилья при крупномасштабных геофизических ЧС напоминают инвертированные U-кривые с максимальными показателями в 2015–2016 гг. с тенденциями уменьшения данных в последний период наблюдения, риск получить травму показывает снижение показателей (см. рис. 7).

В динамике риска погибнуть в геофизических ЧС выявлены пики в 2015 г. и 2018 г. (см. рис. 7А). Подъем риска в 2015 г. обусловливался землетрясением (8 баллов по шкале Рихтера) в Непале (Южная Азия) с гибелью 8831 человека или 92,3 % от всех погибших в этом году, в 2018 г. – в Индонезии (Юго-Восточная Азия) при землетрясении (8 баллов по шкале Рихтера) погибли 4140 человек или 69,1 % от всех погибших в 2018 г.

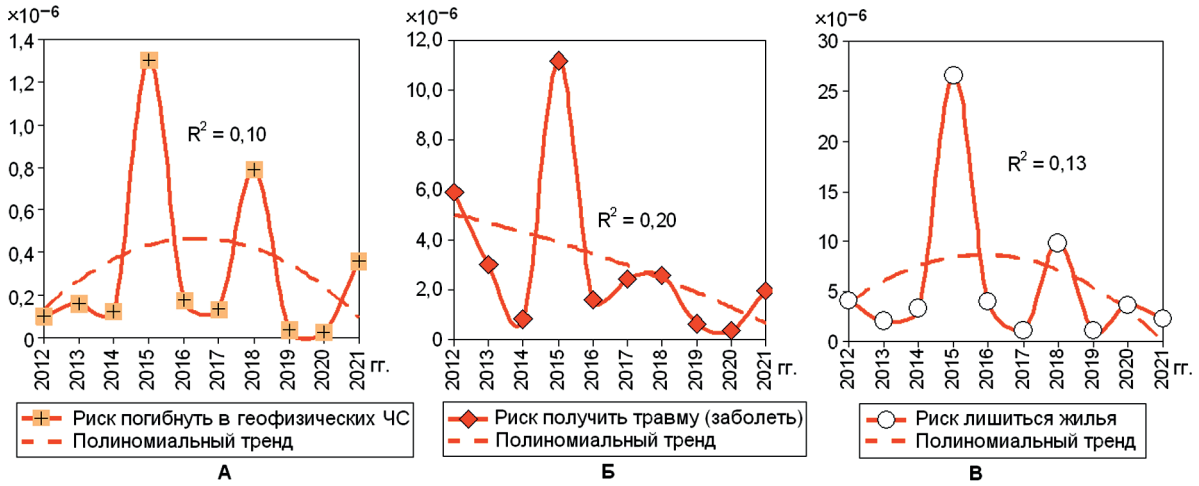


Рис. 7. Риски погибнуть (А), получить травму (заболеть) (Б), лишиться жилья (В) в крупномасштабных геофизических ЧС для населения мира.

Риск получить травму в геофизических ЧС имел пик в 2015 г. (см. рис. 7Б), который обусловливался землетрясением (8 баллов по шкале Рихтера) в Афганистане (Южная Азия) с количеством травмированных 58,1 тыс. человек и с уже упомянутым землетрясением в Непале – 17,9 тыс. человек. Всего в 2015 г. нуждались в оказании экстренной медицинской помощи 81,9 тыс. человек.

Риск потерять жилье в геофизических ЧС имел подъем в 2015 г. (см. рис. 7В). Он определялся землетрясением (8 баллов по шкале Рихтера) в Пакистане, во время которого лишились жилья 133,9 тыс. человек, и упомянутым землетрясением в Непале – 34,6 тыс. человек. Всего в этом году лишились жилья 195,2 тыс. человек.

Полиномиальные тренды при низких коэффициентах детерминации показывали тенденции уменьшения биологических крупномасштабных ЧС (см. рис. 8А) при увеличении погибших (см. рис. 8Б) и заболевших в них (см. рис. 8В). Пики риска гибели в биологических ЧС были обусловлены в 2014 г. эпидемиями вируса Эбола в Гвинеи (Центральная Африка), Либерии (Западная Африка), Сьерра-Леоне (Западная Африка), во время которых, по данным EM-DAT, погибли 2544, 4810 и 3956 человек соответственно; в 2019 г. – вирусными эпидемиями кори в Конго (Центральная Африка), в результате которых в разных провинциях страны умерли 7226 человек. В 2014 г. погибшими были признаны 12,9 тыс. человек, в 2019 г. – 10,7 тыс. человек.

Подъем риска заболевших в 2019 г. наблюдался за счет эпидемий инфекции холеры в Йемене (Западная Азия), во время которой была оказана неотложная медицинская помощь 461,5 тыс. человек, упомянутой вирусной инфекции кори в Конго – 180 тыс. чело-

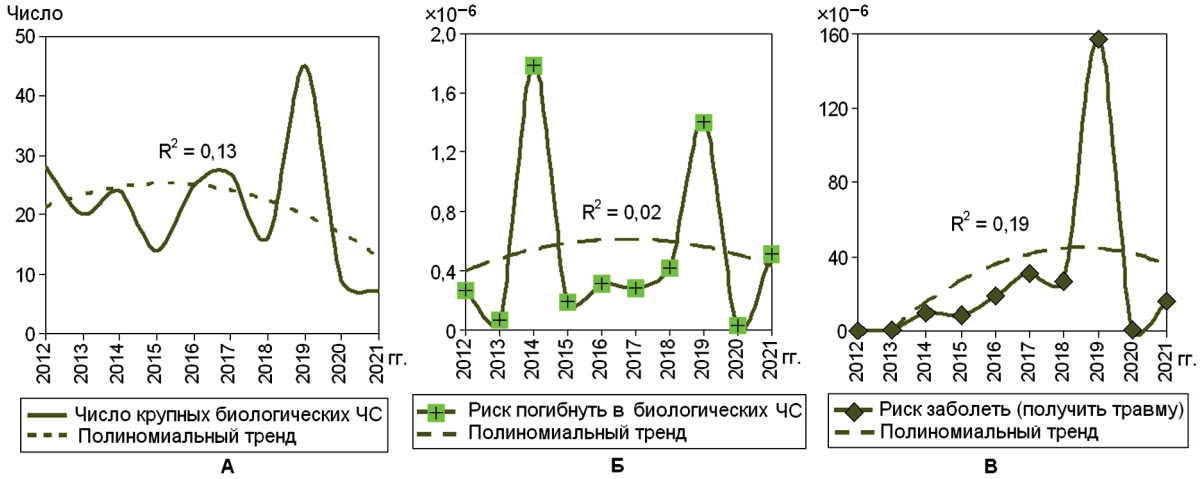


Рис. 8. Динамика крупномасштабных биологических ЧС (А), риски погибнуть (Б), заболеть (получить травму) (В) для населения мира.

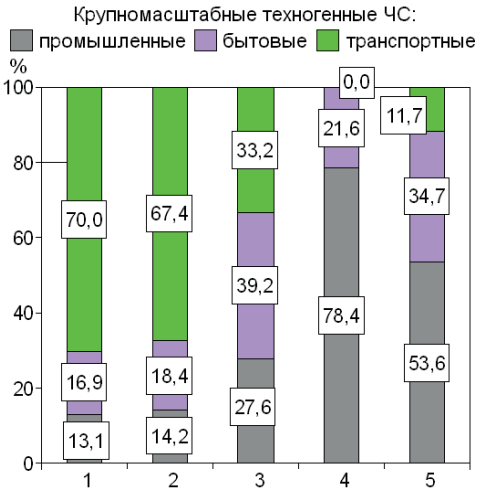


Рис. 9. Структура показателей крупномасштабных техногенных ЧС.

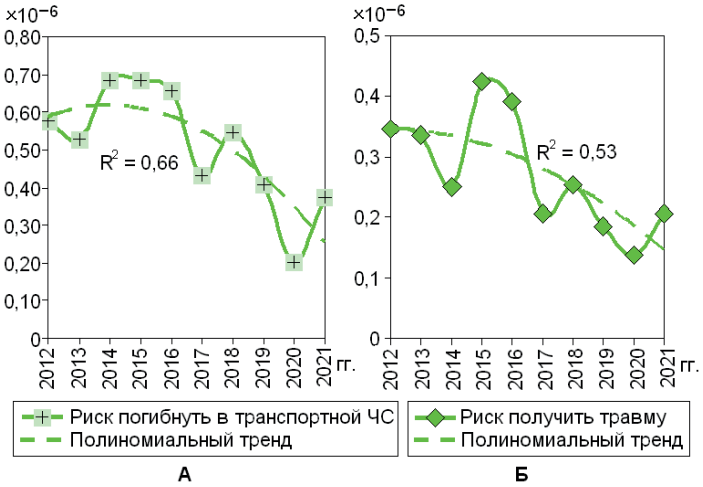


Рис. 10. Риски погибнуть (А), получить травму (заболеть) (Б) в крупномасштабных транспортных ЧС для населения мира.

век, вирусной инфекции денге на Филиппинах, в Колумбии (Южная Америка) и Никарагуа (Центральная Америка), Йемене и Пакистане – 106,6, 79,6, 94,5, 59,5 и 53,8 тыс. человек соответственно. В общей сложности экстренная медицинская помощь в этом году потребовалась 1 млн 206,5 тыс. человек.

Среди крупномасштабных техногенных ЧС промышленных было 225 (13,1 %), транспортных – 1206 (70 %), бытовых – 291 (16,9 %). Наиболее выраженные медико-биологические последствия наблюдались при транспортных ЧС (риск погибнуть был 0,54 • 10^{-6}, получить травму – 0,25 • 10^{-6}), социальные последствия – при бытовых ЧС (риск лишиться жилья – 1,12 • 10^{-6}) (см. табл. 3). Структура основных показателей медико-биологических и социальных последствий в подгруппах техногенных ЧС показана на рис. 9, их динамика – на рис. 10–12.

Полиномиальные тренды при значимых коэффициентах детерминации демонстрировали уменьшение рисков гибели (см. рис. 10А) и получить травму (см. рис. 10Б) во время крупномасштабных транспортных ЧС.

В динамике отмечается увеличение риска гибели в 2014–2015 гг. (см. рис. 10А). В 2014 г. было 8 транспортных ЧС, при которых погибли 100 человек и более, в 2015 г. и 2016 г. – по 7 таких ЧС. В эти годы погибли 4949, 5006 и 4865 человек соответственно, в сумме – 14 820 человек. Например, в 2014 г. в транспортной аварии на водном пароме в Южной Корее (Восточная Азия) погибли 304 человека; в 2015 г. на водной лодке в провинции Хубэй (Китай) – 442 человека, на морских судах в г. Большая Лампедуза (Италия) и городах Зувара и Триполи (Ливия, Северная Африка) – 329 и 822 мигранта из Африки соответственно; в 2016 г. на мор-

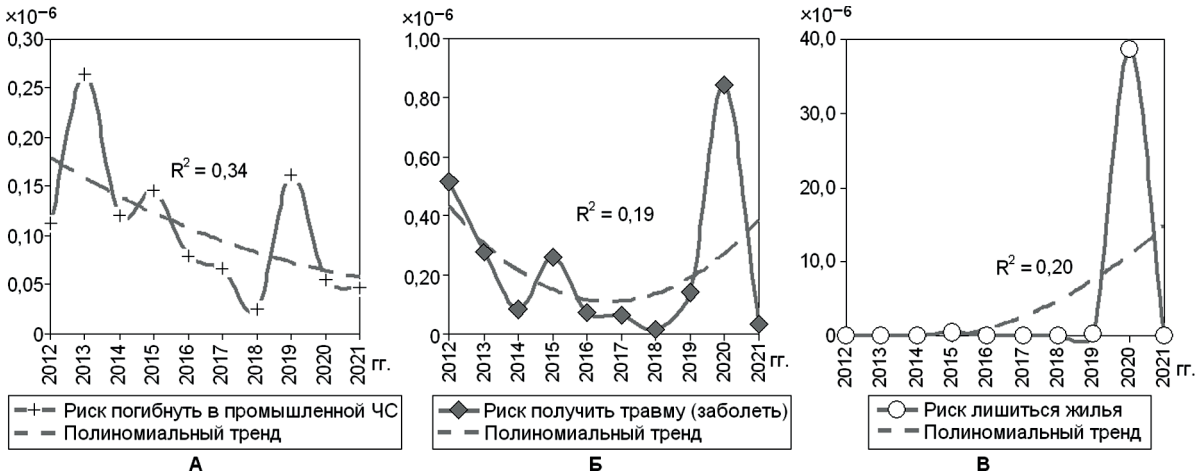


Рис. 11. Риски погибнуть (А), получить травму (заболеть) (Б), лишиться жилья (В) в крупномасштабных промышленных ЧС для населения мира.

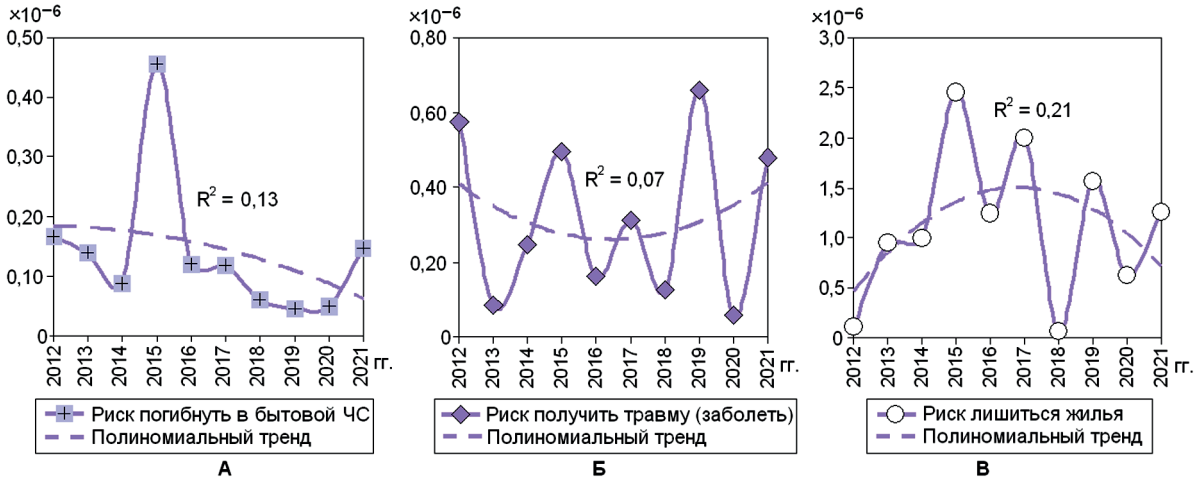


Рис. 12. Риски погибнуть (А), получить травму (заболеть) (Б), лишиться жилья (В) в крупномасштабных бытовых ЧС для населения мира.

ских судах в г. Ближний Крит (Греция, Южная Европа) и в Ливии в двух ЧС – 358, 500 и 366 мигрантов соответственно.

Выявлено увеличение риска получить травму в транспортных ЧС в 2015 г. и 2016 г. (см. рис. 10Б). В 2015 г. высокий риск был обусловлен, в том числе, в результате последствий аварии на дороге в Сенегале (Западная Африка), при которой получили ранения 466 человек, и железнодорожной аварии в г. Йоханнесбург (Южно-Африканская Республика) – около 300 человек. В 2016 г. высокий риск определили последствия железнодорожных аварий в г. Эсека (Камерун, Центральная Африка), г. Канпур (Индия) и г. Сан-Хосе (Коста-Рика, Центральная Америка), во время которых получили ранения 600, 260 и 245 человек соответственно.

При невысоких коэффициентах детерминации полиномиальные риски гибели в крупномасштабных промышленных ЧС показывают тенденции уменьшения данных (см. рис. 11А), риски получения травм (см. рис. 11Б) и лишиться жилья (см. рис. 11В) – увеличения показателей в последний период наблюдения.

Выраженные пики риска гибели были в 2013 г. и 2019 г. (см. рис. 11А). В 2013 г. произошло обрушение здания текстильной фабрики в Бангладеш (Южная Азия), при котором погибли 1127 человек или 59,7 % от всех погибших в этом году, в 2019 г. – обрушение плотины в Бразилии (Южная Америка) с гибелью 334 человек или около 27 % от всех погибших в 2019 г.

Значительный подъем рисков получить травму (см. рис. 11Б) и лишиться жилья (см. рис. 11В) в промышленных ЧС в 2020 г. был обусловлен взрывом селитры в портовом складе в г. Бейрут (Ливан, Западная Азия), во время которого получили травмы около 6 тыс. человек и лишились жилья около 300 тыс. человек.

При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков погибнуть при крупномасштабных бытовых ЧС показывали тенденции уменьшения данных (см. рис. 12А), получить травму – напоминали U-кривую (см. рис. 12Б), лишиться жилья – инвертированную U-кривую (см. рис. 12В).

Выраженный подъем риска погибнуть в бытовых ЧС в 2015 г. (см. рис. 12А) обусловливался, в том числе, паническим бегством, давкой во время хаджа в г. Мекка (Саудовская Аравия, Западная Азия) – погибли 2236 человек или 66,9 % от всех погибших в этом году.

Пик риска получить травму в 2019 г. (см. рис. 12Б) составили последствия пожара в трущобах г. Читтагонг (Бангладеш, Южная Азия), в результате чего получили травму 2350 человек и бытовой ЧС (отравление вредными парами в р. Ким) в г. Джохор (Малайзия, Юго-Восточная Азия) с учтенными 2355 травмированными людьми. По происхождению, по всей видимости, эту ЧС следует отнести к промышленной, она возникла в результате несанкционированного сброса токсичных отходов в реку.

Пик риска лишиться жилья при бытовых ЧС в 2015 г. (см. рис. 12В) был обусловлен шестью ЧС с количеством лишившихся жилья от 1,5 до 5 тыс. человек, в общей сложности – 18 тыс. человек. Например, при пожаре в трущобах рядом с портом г. Манила (Филиппины) остались без жилья около 5 тыс. человек. Уместно указать, что пожар в трущобах г. Манила в 2017 г. оставил без крова уже 15 тыс. человек.

Континенты. Среди всех крупномасштабных ЧС в Европе были зарегистрированы 648 ЧС

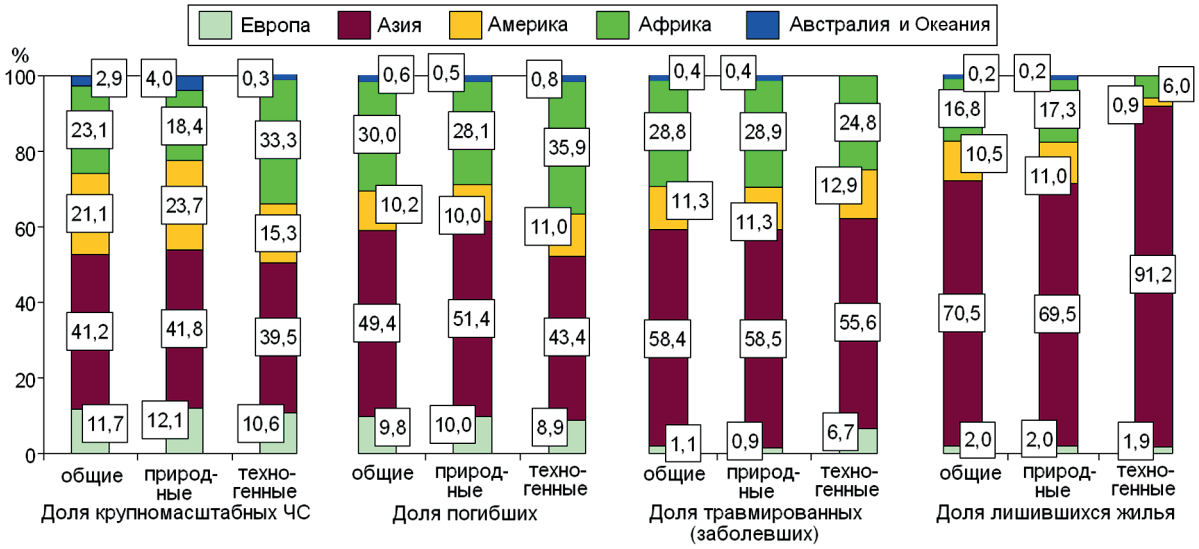


Рис. 13. Структура ЧС, медико-биологических и социальных последствий по виду происхождения крупномасштабных ЧС и континентам мира.

(11,7 %), Азии – 2281 (41,2 %), Америке – 1167 (21,1 %), Африке – 1279 (23,1 %), Австралии и Океании – 158 (2,1 %). Структура погибших, получивших травмы (заболевших) и лишившихся жилья в результате крупномасштабных ЧС по континентам, показана на рис. 13.

В Европе были зарегистрированы 462 (12,1 %) крупномасштабных природных ЧС, Азии – 1593 (41,8 %), Америке – 901 (23,7 %), Африке – 699 (18,4 %), Австралии и Океании – 152 (4,0 %) (см. рис. 13).

Среди всех крупномасштабных техногенных ЧС в мире были зарегистрированы в Европе 184 (10,6 %), Азии – 688 (39,5 %), Америке – 266 (15,3 %), Африке – 580 (33,3 %), Австралии и Океании – 6 (0,3 %) (см. рис. 13).

Самое большое количество погибших, получивших травмы или заболевших, лишившихся жилья, наблюдалось в самом большом по численности континенте Азии, значительная доля последствий крупномасштабных ЧС была также в Африке. Как и следовало ожидать, минимальное количество крупномасштабных ЧС и их последствий регистрировалось в малонаселенном континенте Австралии. Если количество крупномасштабных ЧС в Америке и Африке различалось не очень значительно, то доля их последствий в Америке была несоизмеримо меньшей (см. рис. 13). В Африке имеются большие возможности по минимизации крупномасштабных ЧС.

Страны мира. База данных EM-DAT позволяет выделить и проанализировать крупномасштабные ЧС по странам мира. В динамике сведения по определенной стране можно получить из сформированной общей таблицы по ЧС, а общие показатели за указанный период времени – из инфографики (см. рис. 2).

В 2012–2021 гг. в EM-DAT были проиндексированы данные по 108 крупномасштабным ЧС, происшедшим в России, в том числе, по 29 – природным и 79 – техногенным. За аналогичный период времени из официального банка данных о российских ЧС были получены сведения по ЧС, при которых погибшие составили 10 человек и более, пострадавшие – 100 человек и более (как в EM-DAT). Количество таких ЧС (без учета крупных террористических актов) в российском банке данных оказалось больше. Общее количество проиндексированных ЧС в EM-DAT составило 51 % от 212 ЧС в российском банке данных, в том числе, природных (+биолого-социальных) – 21 % от 137 ЧС, техногенных – 104 % от 76 ЧС соответственно.

Как и следовало ожидать, разными были и сведения о погибших и пострадавших при ЧС. Однако конгруэнтность общего количества погибших и пострадавших, представленных в официальном российском банке данных и EM-DAT, – высокая, положительная и статистически значимая ($r = 0{,}785$ при $p < 0{,}01$ и $r = 0{,}759$ при $p < 0{,}05$), что указывает на влияние в их развитии одинаковых факторов. Сравнительный анализ показателей российских крупных ЧС будет дан в отдельном исследовании.

В публикации А.А. Востриковой и О.А. Морозовой показана методология критериев представления показателей в российской и мировой базах данных о ЧС, а также проведен сравнительный анализ данных за 2010–2020 гг. Например, погрешность соответствия показателей по

крупномасштабным техногенным ЧС составляла 5 %, в то же время по природным ЧС она было значительно больше [3]. Высказываются мнения о необходимости синхронизации сведений по отечественным крупномасштабным ЧС, которые осуществляют российские специалисты в составе межучрежденческой и экспертной группы ООН по статистике, связанной со стихийными бедствиями [4].

В табл. 4 показаны сведения по крупномасштабным ЧС в ведущих странах мира. Как правило, риски медико-биологических и социальных последствий в проанализированных странах были меньше, чем общемировые.

По данным EM-DAT, в Китае возникли 387 крупномасштабных ЧС, в том числе, 278 – природных и 109 – техногенных. Риск погибнуть в природной ЧС для населения Китая составил 0,39 • 10^{-6}, в техногенной – 0,20 • 10^{-6}, получить травму (заболеть) – 0,67 • 10^{-6} и 0,16 • 10^{-6} соответственно (см. табл. 4). При разных по значимости коэффициентах детер-

Таблица 4

Медико-биологические и социальные последствия крупномасштабных ЧС в некоторых странах мира (2012–2021 гг.)

Показатель	Крупномасштабные ЧС, общее количество (Me [q_{25}; q_{75}])		
	общие	природные	техногенные
Китай			
Количество ЧС	387 (41 [28; 52])	278 (29 [17; 36])	109 (11 [8; 15])
Погибли, тыс. человек	11,1 (0,97 [0,58; 1,66])	7,9 (0,54 [0,46; 1,29])	3,2 (0,28 [0,15; 0,38])
Получили травмы (заболели), тыс. человек	67,1 (1,67 [0,51; 4,45])	63,7 (0,91 [0,45; 4,12])	3,4 (0,22 [0,07; 0,34])
Лишились жилья, тыс. человек	967,6 (64,9 [3,3; 96,2])	962,2 (64,9 [2,9; 96,2])	
Риск в ЧС, • 10^{-6}, в том числе:			
погибнуть	0,70 [0,41; 1,19]	0,39 [0,33; 0,92]	0,20 [0,11; 0,28]
получить травму или заболеть	1,19 [0,36; 3,23]	0,67 [0,32; 2,99]	0,16 [0,05; 0,24]
лишиться жилья	46,9 [2,3; 69,6]	46,9 [2,1; 69,6]	
США			
Количество ЧС	289 (27 [23; 33])	260 (25 [21; 28])	29 (3 [2; 4])
Погибли, тыс. человек	3,6 (0,32 [0,24; 0,35])	3,2 (0,28 [0,21; 0,33])	0,4 (0,03 [0,01; 0,08])
Получили травмы (заболели), тыс. человек	6,3 (0,53 [0,43; 0,79])	4,0 (0,32 [0,23; 0,53])	2,3 (0,19 [0,00; 0,38])
Лишились жилья, тыс. человек	148,3 (3,9 [0,4; 8,4])	148,3 (3,9 [0,4; 8,4])	
Риск в ЧС, • 10^{-6}, в том числе:			
погибнуть	1,01 [0,73; 1,08]	0,86 [0,67; 1,02]	0,08 [0,04; 0,24]
получить травму или заболеть	1,59 [1,34; 2,43]	0,98 [0,73; 1,60]	0,58 [0,00; 1,20]
лишиться жилья	12,0 [1,4; 26,1]	12,0 [1,4; 26,1]	
Индия			
Количество ЧС	292 (31 [24; 34])	161 (16 [12; 19])	131 (12[10; 13])
Погибли, тыс. человек	27,6 (2,37 [1,71; 2,93])	23,9 (2,22 [1,13; 2,42])	3,7 (0,35 [0,24; 0,54])
Получили травмы (заболели), тыс. человек	13,9 (0,87[0,56; 1,89])	9,9 (0,47 [0,04; 1,70])	4,0 (0,40 [0,18; 0,57])
Лишились жилья, тыс. человек	3028 (47,3 [0,0; 223,1])	3025 (45,8 [0,0; 223,1])	
Риск в ЧС, • 10^{-6}, в том числе:			
погибнуть	1,72 [1,27; 2,20]	1,61 [0,86; 1,78]	0,27 [0,18; 0,42]
получить травму или заболеть	0,64 [0,43; 1,39]	0,35 [0,03; 1,30]	0,30 [0,15; 0,43]
лишиться жилья	36,8 [0,0; 165,7]	35,7 [0,0; 165,7]	
Япония			
Количество ЧС	89 (9 [7; 11])	81 (9 [6; 10])	8 (1 [0; 1])
Погибли, тыс. человек	2,1 (0,15 [0,09; 0,30])	2,0 (0,14 [0,07; 0,30])	0,15 (0,01 [0,00; 0,05])
Получили травмы (заболели), тыс. человек	176 (9,40 [0,59; 24,62])	176 (9,39 [0,59; 24,62])	
Риск в ЧС, • 10^{-6}, в том числе:			
погибнуть	1,18 [0,68; 2,35]	1,07 [0,56; 2,35]	0,10 [0,00; 0,12]
получить травму или заболеть	73,56 [4,69; 194,35]	73,46 [4,67; 194,35]	
Германия			
Количество ЧС	25 (3 [2; 3])	21 (2 [1; 3])	4 (0 [0; 1])
Погибли, человек	300 (15 [5; 20])	245 (6 [5; 8])	55 (0 [0; 12])
Получили травмы (заболели), человек	1273 (23 [2; 70])	1076 (2 [0; 24])	197 (0 [0; 30])
Риск в ЧС, • 10^{-6}, в том числе:			
погибнуть	0,18 [0,06; 0,25]	0,07 [0,06; 0,10]	0,00 [0,00; 0,15]
получить травму или заболеть	0,27 [0,02; 0,86]	0,02 [0,00; 0,29]	0,00 [0,00; 0,29]

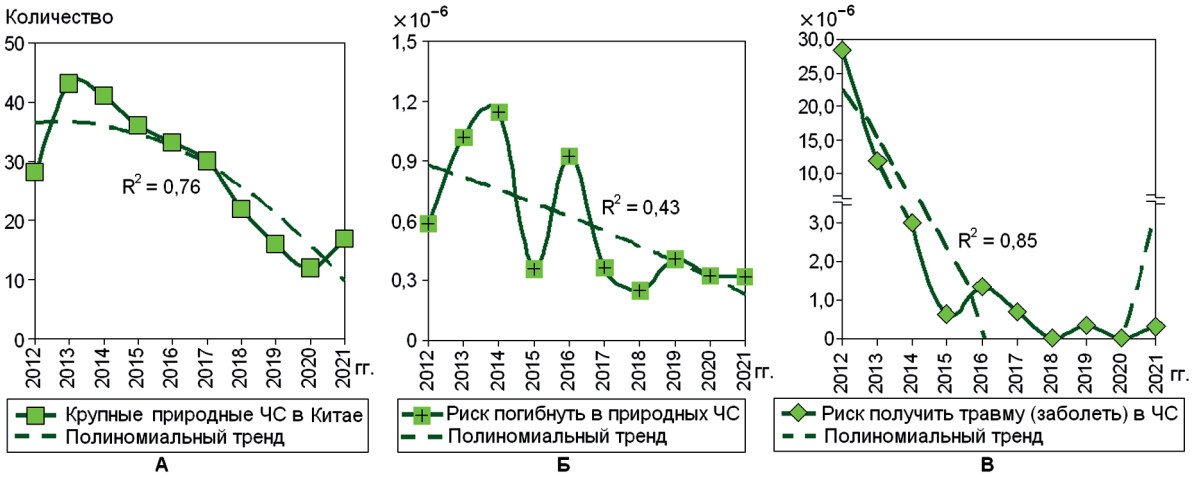


Рис. 14. Динамика крупномасштабных природных ЧС в Китае (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

Рис. 15. Динамика крупномасштабных техногенных ЧС в Китае (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

минации полиномиальные тренды показывали тенденции уменьшения числа крупномасштабных природных и техногенных ЧС и их медико-биологических рисков (рис. 14, 15).

По данным EM-DAT, в США возникли 289 крупномасштабных ЧС, в том числе, 260 – природных и 29 – техногенных. Риск погибнуть в природной ЧС для населения США составил 0,86 • 10^{-6}, в техногенной – 0,08 • 10^{-6}, получить травму (заболеть) – 0,98 • 10^{-6} и 0,58 • 10^{-6} соответственно (см. табл. 4).

При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показывают тенденции увеличения числа природных крупномасштабных ЧС, рисков погибнуть и уменьшения рисков получить травму (заболеть) в природных ЧС (рис. 16). Также при низких коэффициентах детерминации полиномиальный тренды демонстрировали практически аналогичную динамику таких же показателей при техногенных ЧС (рис. 17).

По данным EM-DAT, в Индии произошли 292 крупномасштабные ЧС, в том числе, 161 – природная и 131 – техногенная. Риск погибнуть в природной ЧС для населения Индии составил 1,61 • 10^{-6}, в техногенной – 0,27 • 10^{-6}, получить травму (заболеть) – 0,35 • 10^{-6} и 0,30 • 10^{-6} соответственно (см. табл. 4).

При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды демонстрировали тенденции увеличения числа крупномасштабных природных ЧС и тенденции уменьшения рисков гибели, получения травм или заболеть в этих ЧС (рис. 18). При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показателей при техногенных крупномасштабных ЧС напоминали инвертированные U-кривые с тенденцией уменьшения данных в последний период наблюдения (рис. 19).

По данным EM-DAT, в Японии были учтены 89 крупномасштабных ЧС, в том числе, 81 –природная и 8 – техногенных. Риск погиб-

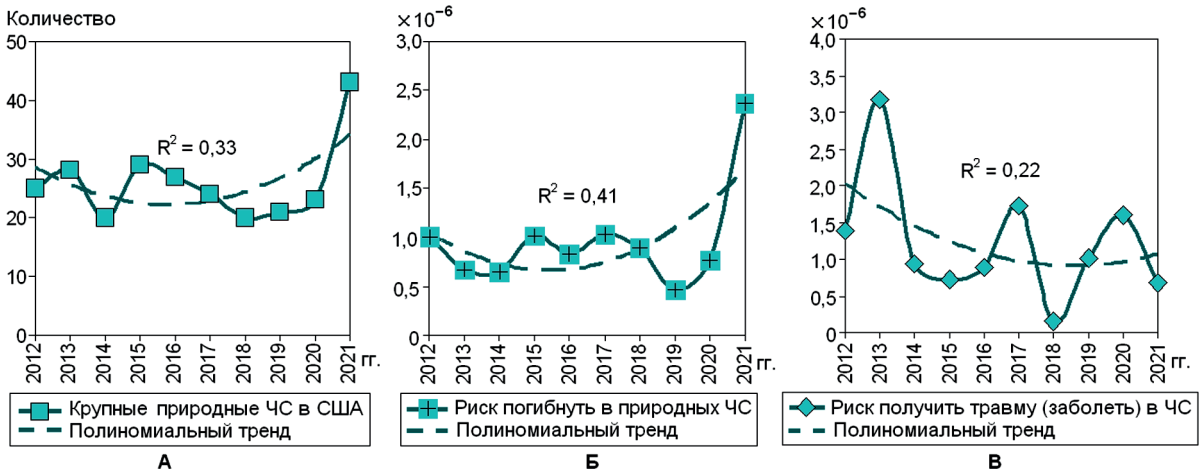


Рис. 16. Динамика крупномасштабных природных ЧС в США (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

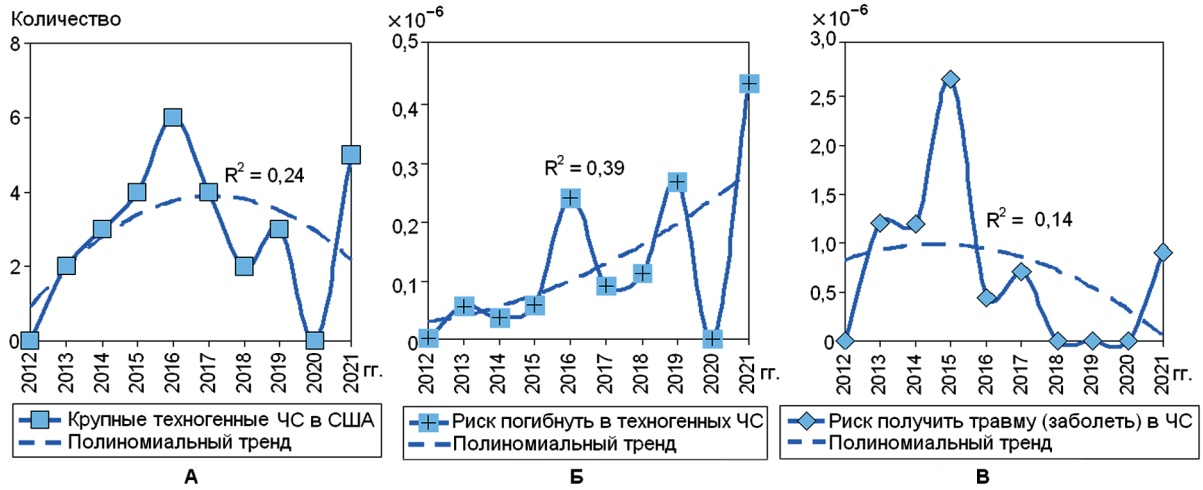


Рис. 17. Динамика крупномасштабных техногенных ЧС в США (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

нуть в природной ЧС для населения Японии составил 1,07 • 10^{-6}, в техногенной – 0,10 • 10^{-6}, получить травму (заболеть) в природной ЧС – 73,5 • 10^{-6} (см. табл. 4). Уместно указать, что риск получить травму или заболеть в крупномасштабных природных ЧС в Японии был в 3,5 раза больше, чем аналогичный общемировой риск (см. табл. 2).

При низких коэффициентах детерминации полиномиальный тренды показывали тенден-

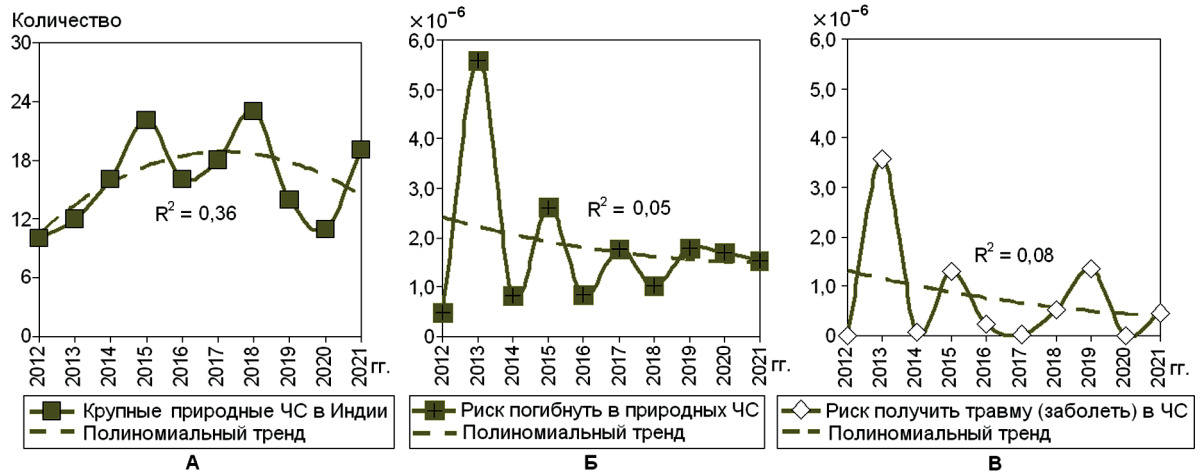


Рис. 18. Динамика крупномасштабных природных ЧС в Индии (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

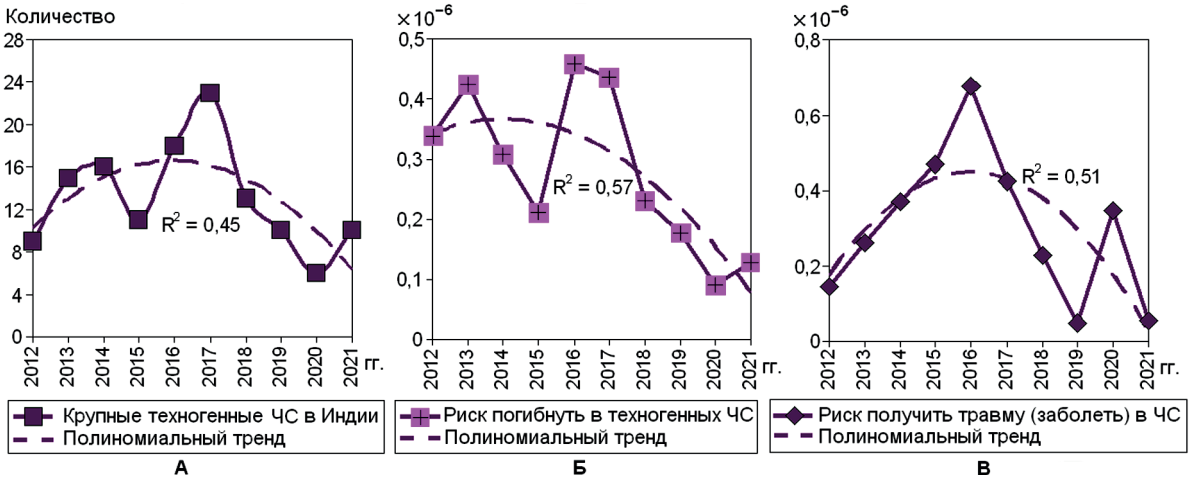


Рис. 19. Динамика крупномасштабных техногенных ЧС в Индии (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

ции уменьшения числа рисков гибели и получения травм (заболеть) в крупномасштабных природных ЧС (рис. 20). Также при низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды напоминали U-кривые числа крупномасштабных техногенных ЧС и увеличения рисков погибнуть в них в последний период наблюдения (рис. 21).

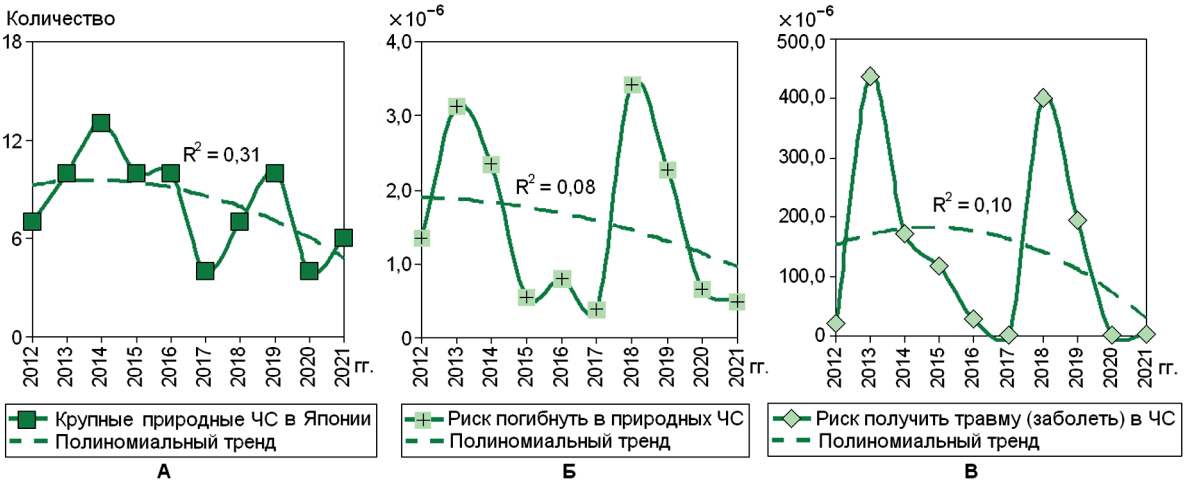


Рис. 20. Динамика крупномасштабных природных ЧС в Японии (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

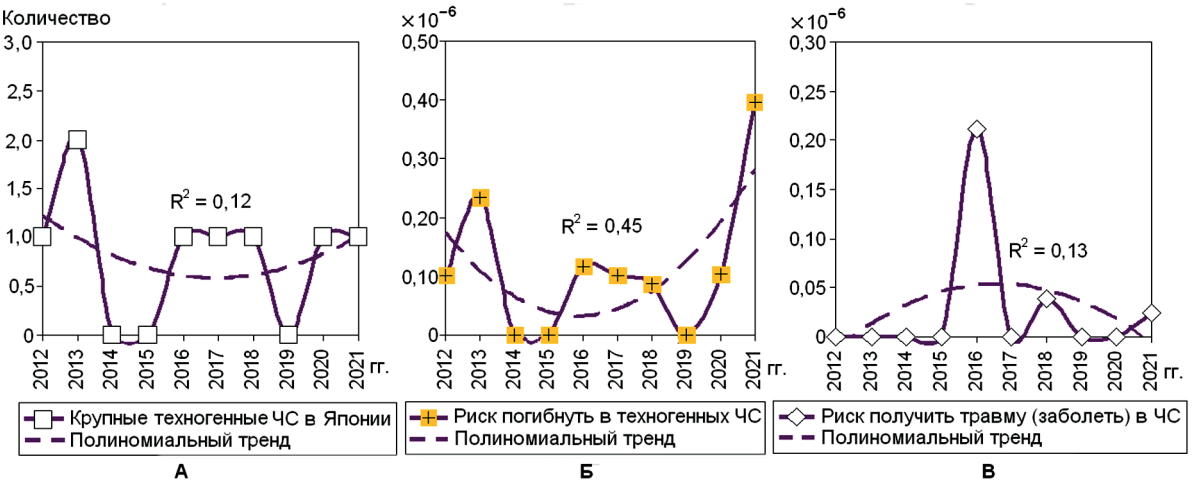


Рис. 21. Динамика крупномасштабных техногенных ЧС в Японии (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

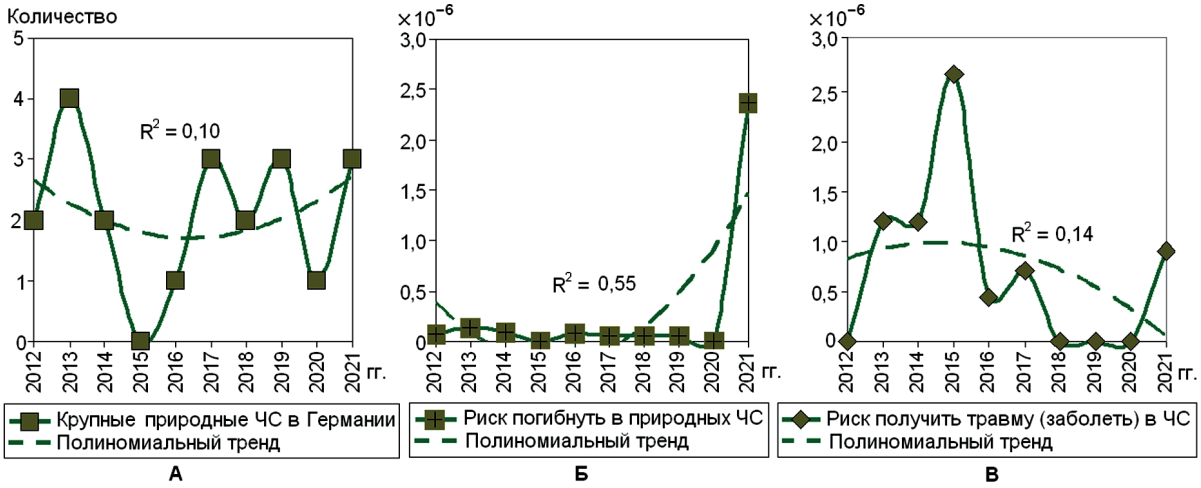


Рис. 22. Динамика крупномасштабных природных ЧС в Германии (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

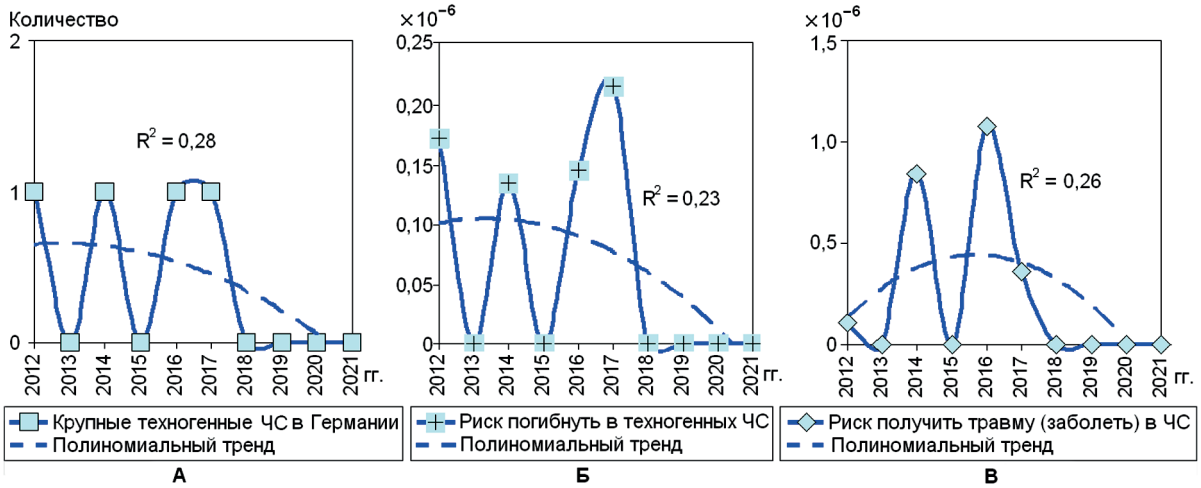


Рис. 23. Динамика крупномасштабных техногенных ЧС в Германии (А), рисков погибнуть (Б) и получить травму (заболеть) (В).

По данным EM-DAT, в Германии возникли 25 крупномасштабных ЧС, в том числе, 21 –природная и 4 – техногенных. Риск погибнуть в природной ЧС для населения Германии составил 0,07 • 10^{-6}, получить травму или заболеть – 0,02 • 10^{-6} (см. табл. 4). Вероятность погибнуть в крупномасштабной природной ЧС составляет 7 человек на 100 млн человек населения, в техногенной – 2 человека на 100 млн человек населения, при том, что общая численность населения Германии составляет около 83 млн человек.

В связи с малым количеством ЧС динамика показателей крупномасштабных природных и техногенных ЧС в Германии и их медико-биологических рисков представляла тенденции развития показателей (рис. 22, 23).

Обсуждение результатов. Регистрация показателей последствий всех ЧС, возникающих в мире, чрезвычайно трудоемкий процесс. Например, ежедневно регистрировались не менее 1–2 ЧС, которые по данным учета в EM-DAT трактовались как крупномасштабные. В статье [3] показаны проблемы статистического сбора сведений о ЧС:

– цель (намерения) предоставления данных региональными организациями. Например, при нуждаемости в оказании гуманитарной и финансовой помощи сведения даются в наиболее полном или даже в бóльшем объеме, с политической точки зрения имеются факты сокрытия реальных последствий ЧС;

– несогласованность терминологии, интерпретации стихийных бедствий. Например, в годовых отчетах о ЧС в России не выделяются люди, получившие травмы (заболевшие), которым требуется оказание неотложной медицинской помощи и пр.;

– отсутствие международно-признанных методов оценки ущерба катастроф, в том числе,

прямого негативного воздействия или негативного последействия, связанного с потерей прибыли или более высокими операционными расходами;

– в некоторых странах нет единого органа, отвечающего на ликвидацию ЧС, как следствие – учета числа ЧС, оценок ущерба и социальных последствий;

– географическое положение ЧС. Если ЧС распространяются вне зависимости от политических границ, например, стихийные бедствия (наводнения, землетрясения и пр.), то они могут регистрироваться во всех пострадавших странах, а затем расцениваться как разные события;

– первоначальный сбор информации из открытых источников (средства массовой информации), которая нередко предварительная и дальнейшем должна быть уточнена, проанализирована и систематизирована.

Не случайно индексация ЧС в России, по данным EM-DAT, и показателей в ежегодных государственных докладах, формируемых МЧС России, выявила несовпадения сведений по некоторым ЧС при высокой конгруэнтности ($p < 0{,}01$) медико-биологических последствий в динамике крупномасштабных ЧС, что указывает на влияние в их развитии однонаправленных факторов.

В то же время в статье «Human and economic impacts of natural disasters: can we trust the global data?» [7], в которой были проанализированы более 11,1 тыс. крупномасштабных ЧС, представленных в EM-DAT, показана высокая согласованность данных медико-биологических последствий ЧС с реальными событиями (рис. 24).

Полагаем, что данные о крупномасштабных ЧС в мире или регионах, содержащиеся в EM-DAT, следует рассматривать как обобщенные результаты, показывающие риски возникновения негативных социальных и медико-биологических последствий ЧС для расчета сил и средств по их минимизации. В работе межучрежденческих и экспертных групп ООН по статистике следует акцентировать внимание на создание международного корректного учета стихийных бедствий и техногенных катастроф [4]. Эти и другие мероприятия позволят с высокой долей вероятности судить о конкретных ЧС и межстрановых показателях.

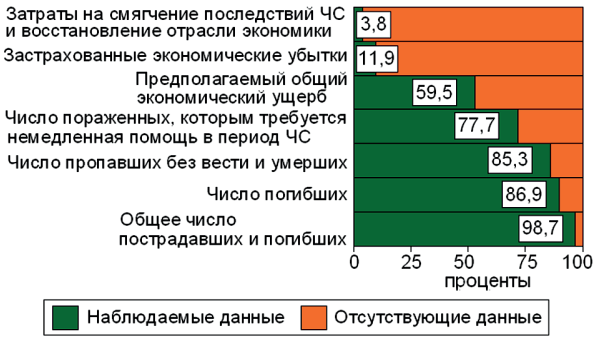


Рис. 24. Согласованность представления сведений о более 11,1 тыс. крупномасштабных ЧС в EM-DAT [адаптировано по 7].

Заключение

По данным EM-DAT, в 2012–2021 гг. в мире были учтены 5533 крупномасштабные чрезвычайные ситуации, в том числе, 3807 (68,8 %) – природных и 1726 (31,2 %) – техногенных. Оказалось, что общемировые риски оказаться в условиях чрезвычайных ситуаций, погибнуть, получить травму (заболеть), лишиться жилья были больше в природных чрезвычайных ситуациях по сравнению с техногенными.

По характеру происхождения среди крупномасштабных природных чрезвычайных ситуаций геофизических было 301 (7,9 %), метеорологических – 1238 (32,5 %), климатологических – 272 (7,1 %), гидрологических – 1780 (46,9 %), биологических – 215 (5,6 %). Больше всего пострадавших наблюдалось при гидрологических ЧС, медиана – 34,8 млн человек или 0,45 % населения мира. Наиболее выраженные медико-биологические последствия наблюдались при метеорологических ЧС (риск погибнуть был $0{,}55 \cdot 10^{-6}$, получить травму или заболеть – $2{,}38 \cdot 10^{-6}$), социальные последствия – при гидрологических и метеорологических ЧС (риск лишиться жилья – $35{,}8 \cdot 10^{-6}$ и $16{,}1 \cdot 10^{-6}$ соответственно), экономические последствия – при климатологических и метеорологических ЧС (средний экономический ущерб 1 крупномасштабной ЧС составляет 1 млрд 727 млн и 1 млрд 600 млн долларов США соответственно).

Среди крупномасштабных техногенных чрезвычайных ситуаций промышленных было 225 (13,1 %), транспортных – 1206 (70 %), бытовых – 291 (16,9 %). Наиболее выраженные медико-биологические последствия наблюдались при транспортных чрезвычайных ситуациях (риск погибнуть был $0{,}54 \cdot 10^{-6}$, получить травму или заболеть – $0{,}25 \cdot 10^{-6}$), социальные последствия – при бытовых чрезвычайных ситуациях (риск лишиться жилья – $1{,}12 \cdot 10^{-6}$).

Среди всех крупномасштабных ЧС в Европе были зарегистрированы 648 ЧС (11,7 %),

Азии – 2281 (41,2%), Америке – 1167 (21,1%), Африке – 1279 (23,1%), Австралии – 158 (2,1%).

Как правило, риски медико-биологических и социальных последствий в проанализированных ведущих странах были меньше, чем общемировые. Необходима синхронизации сведений по отечественным крупномасштабным чрезвычайным ситуациям, которые осуществляют российские специалисты и сотрудники EM-DAT. Сравнительный анализ показателей российских крупных чрезвычайных ситуаций будет дан в отдельной публикации.

Рассчитанные показатели могут быть использованы для определения необходимости разработки мероприятий по профилактике чрезвычайных ситуаций или минимизации их последствий в мире и регионах.

Литература

1. Артюхин В.В., Морозова О.А. Крупномасштабные чрезвычайные ситуации. Понятие и статистическая повторяемость // Технологии гражд. безопасности. 2021. Т. 18, № 1 (67). С. 8–15. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.1.67.2.8.

2. Бибарсова Г.Ш., Сулейманова М.В., Сулейманов А.М. Юридические, экономические, политические и педагогические аспекты в деятельности МЧС России при ликвидации последствий крупномасштабных чрезвычайных ситуаций // Право. Безопасность. Чрезв. ситуации. 2016. № 3 (32). С. 48–55.

3. Вострикова А.А., Морозова О.А. Усовершенствование международной базы данных EM-DAT для корректного статистического учета катастроф и стихийных бедствий на примере Российской Федерации // Технологии гражд. безопасности. 2022. Т. 19, № 1 (71). С. 87–94. DOI: 10.54234/CST.19968493.2022.19.1.71.18.87.

4. Вострикова А.А., Морозова О.А. Мировые интеграционные процессы в области статистического учета катастроф и стихийных бедствий // Технологии гражд. безопасности. 2021. Т. 18, № S. С 185–192. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.S.25.185.

5. Гончаров С.Ф., Гребенюк Б.В. К вопросу о ликвидации медико-санитарных последствий крупномасштабных чрезвычайных ситуаций // Опыт ликвидации крупномасштабных чрезвычайных ситуаций в России и за рубежом: тез. докл. XIX междунар. науч.-практ. конф. М., 2014. С. 15–18.

6. Овсяник А.И., Чеботарев С.С., Данилина М.В. [и др.]. Предложения по совершенствованию нормативной правовой базы, регламентирующей реализацию системы оценки экономических последствий крупномасштабных чрезвычайных ситуаций // Пробл. безопасности и чрезв. ситуаций. 2021. № 5. С. 11–15. DOI: 10.36535/0869-4179-2021-05-2.

7. Jones R.L., Guha-Sapir D., Tubeuf S. Human and economic impacts of natural disasters: can we trust the global data? // Scientific Data. 2022. Vol. 9, N 1. Art. 572. DOI: 10.1038/s41597-022-01667-x.

8. Mazhin S.A., Farrokhi M., Noroozi M. [et al.]. Worldwide disaster loss and damage databases: A systematic reviews // J. Edu. Health Promot. 2021. Vol. 10. Art. 329. DOI: 10.4103/jehp.jehp_1525_20.

Поступила 17.10.2022 г.

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи, и выражает благодарность С.И. Сибирко и В.Н. Копченову за предоставление сведений по отечественным крупномасштабным ЧС, соотнесенных с данными учета в EM-DAT, в 2012–2021 гг.

Для цитирования. Евдокимов В.И. Крупномасштабные чрезвычайные ситуации, риски социальных и медико-биологических последствий в мире и ведущих странах (2012–2021 гг.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 4. С. 83–103. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-83-103.

Large-scale emergencies, risks of social and biomedical consequences in the leading countries and globally (2012–2021)

Evdokimov V.I.

Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia
(4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

✉ Vladimir Ivanovich Evdokimov – Dr. Med. Sci. Prof., Principal Research Associate, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0002-0771-2102, e-mail: 9334616@mail.ru

Abstract

Relevance: Large-scale emergencies (LSE) cause critical disruption in routine activities, while the elimination requires profound redeployment of workforce and resources.

The *objective* is to analyse the dynamics and risks of large-scale emergencies, as well as their social and biomedical consequences in a few individual countries and globally over the past 10 years (2012–2021).

Methods: The study is based on global large-scale emergency indicators as reported in the Emergency Events Database (EM-DAT: OFDA/CRED) [https://www.emdat.be/]. All emergencies are split in two generalized groups – natural (natural disasters) and man-made. Risks of social and biomedical consequences of emergencies were calculated for 1 million people (10^{-6}). Medians, upper and lower quartiles for LSE indicators and their consequences (Me [q_{25}; q_{75}]) are specified. The data is dynamically presented as a set of polynomial trends of the 2nd order.

Results and discussion. According to EM-DAT, 5533 large-scale emergencies were recorded worldwide in 2012–2021, including 3807 (67.2%) natural and 1814 (32.8%) man-made events. It turned out that the global risks of exposure to emergencies, death, injury (illness) and homelessness were higher in natural emergencies than in man-made ones. The origin of large-scale natural emergencies was as follows: geophysical – 301 (7.9%), meteorological – 1238 (32.5%), climatological – 272 (7.1%), hydrological – 1780 (46.9%) and biological – 215 (5.6%). Most of the victims were observed during hydrological emergencies, median – 34.8 million people or 0.45% of the world's population. The most serious bio-medical consequences were observed in meteorological emergencies (risk of death $0.55 \cdot 10^{-6}$, risk of injury or illness $2.38 \cdot 10^{-6}$), social consequences were most serious in case of hydrological and meteorological emergencies (risk of homelessness $35{,}8 \cdot 10^{-6}$ and $16.1 \cdot 10^{-6}$ respectively), economic consequences were most serious in climatological and meteorological emergencies (average economic loss of 1 large scale emergency makes 1 billion 727 million and 1 billion 600 million USA dollars respectively). Large-scale man-made emergencies included 225 industry-related (13.1%), 1206 transport (70%) and 291 domestic (16.9%) events. The most serious bio-medical consequences were observed in transport emergencies (risk of death $0.54 \cdot 10^{-6}$, risk of injury or illness $0.25 \cdot 10^{-6}$), social consequences were most serious in domestic emergencies (risk of homelessness $1.12 \cdot 10^{-6}$). All large-scale emergencies included 648 (11.7%) reported for Europe, 2281 (41.2%) for Asia, 1167 (21.1%) for the Americas, 1279 (23.1%) for Africa and 158 (2.1%) for Australia. As a rule, risks of biomedical and social consequences of large-scale emergencies in leading countries under consideration (China, Germany, India, Japan and the USA) were lower than global risks. Information on domestic large-scale emergencies obtained by Russian experts and EM-DAT staff requires further synchronisation.

Conclusion: The calculated indicators can be used to determine the need to develop measures to prevent emergencies or minimize their consequences regionally and globally.

Keywords: emergency, man-made disaster, natural disaster, risk, deaths, victims, the Emergency Events Database.

References

1. Artyukhin V.V., Morozova O.A. Krupnomasshtabnye chrezvychainye situatsii. Ponyatie i statisticheskaya povtoryaemost' [Large-scale emergencies. Concept and statistical repeatability]. *Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti* [Civil Security Technology]. 2021; 18(1):8–15. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.1.67.2.8. (In Russ.)

2. Bibarsov G.Sh., Suleymanova M.V., Suleimanov A.M. Yuridicheskie, ekonomicheskie, politicheskie i pedagogicheskie aspekty v deyatel'nosti MChS Rossii pri likvidatsii posledstvii krupnomasshtabnykh chrezvychainykh situatsii [Legal, economic, political and pedagogical aspects in the activities of EMERCOM of Russia in the liquidation of the aftermath of large-scale emergencies]. *Pravo. Bezopasnost'. Chrezvychainye situatsii* [Law. Safety. Emergency situations]. 2016; (3):48–55. (In Russ.)

3. Vostrikova A.A., Morozova O.A. Usovershenstvovanie mezhdunarodnoi bazy dannykh EM-DAT dlya korrektnogo statisticheskogo ucheta katastrof i stikhiinykh bedstvii na primere Rossiiskoi Federatsii [EM-DAT international database improvement for the correct statistical accounting of disasters and natural disasters on the example of the Russian Federation]. *Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti* [Civil Security Technology]. 2022; 19(1):87–94. DOI: 10.54234/CST.19968493.2022.19.1.71.18.87. (In Russ.)

4. Vostrikova A.A., Morozova O.A. Mirovye integratsionnye protsessy v oblasti statisticheskogo ucheta katastrof i stikhiinykh bedstvii [Global integration processes in the field of statistical accounting of disasters and natural hazards]. *Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti* [Civil Security Technology]. 2021; 18(S):185–192. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.S.25.185. (In Russ.)

5. Goncharov S.F., Grebenyuk B.V. K voprosu o likvidatsii mediko-sanitarnykh posledstvii krupnomasshtabnykh chrezvychainykh situatsii [The elimination of medical and sanitary consequences of large-scale emergencies]. *Opyt likvidatsii krupnomasshtabnykh chrezvychainykh situatsii v Rossii i za rubezhom* [Experience of eliminating large-scale emergencies in Russia and abroad] : Scientific. Conf. Proceedings. Moscow. 2014. Pp. 15–18. (In Russ.)

6. Ovsyanik A.I., Chebotarev S.S., Danilina M.V. [et al.]. Predlozheniya po sovershenstvovaniyu normativnoi pravovoi bazy, reglamentiruyushchei realizatsiyu sistemy otsenki ekonomicheskikh posledstvii krupnomasshtabnykh chrezvychainykh situatsii [Proposals for improving the regulatory legal framework regulating the implementation of the system for assessing the economic consequences of large-scale emergencies]. *Problemy bezopasnosti i chrezvychainykh situatsii* [Safety and emergencies problems]. 2021; (5):11–15. DOI: 10.36535/0869-4179-2021-05-2. (In Russ.)

7. Jones R.L., Guha-Sapir D., Tubeuf S. Human and economic impacts of natural disasters: can we trust the global data? *Scientific Data*. 2022; 9(1):572. DOI: 10.1038/s41597-022-01667-x.

8. Mazhin S.A., Farrokhi M., Noroozi M. [et al.]. Worldwide disaster loss and damage databases: A systematic reviews. *J. Edu. Health Promot*. 2021; 10:329. DOI: 10.4103/jehp.jehp_1525_20.

Received 17.10.2022

For citing: Evdokimov V.I. Krupnomasshtabnye chrezvychainye situatsii, riski sotsialnykh i mediko-biologicheskikh posledstvii v mire i vedushchikh stranakh (2012–2021 gg.). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (4):83–103. (In Russ.)

Evdokimov V.I. Large-scale emergencies, risks of social and biomedical consequences in the leading countries and globally (2012–2021). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (4):83–103. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-83-103.

УДК [616.1 : 612.397.23] : 614.84 DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-104-111

И.И. Шантырь, Г.Г. Родионов, С.В. Дударенко, М.В. Санников, Е.В. Светкина, Е.А. Колобова, О.А. Ежова, Э.С. Сарьян

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ УРОВНЯ КОРОТКОЦЕПОЧЕЧНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ И АМИНОТИОЛОВ У ОПЕРАТИВНОГО СОСТАВА МЧС РОССИИ С ФАКТОРАМИ РИСКА РАЗВИТИЯ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Актуальность. Для лиц стрессоопасных профессий, к которым относится оперативный состав (пожарные и спасатели) МЧС России, болезни системы кровообращения (БСК) являются профессионально ускоренными. Частота выявления БСК при углубленных осмотрах оперативного состава МЧС России составляет не менее 10 %. Ранее проведенные исследования показали, что среди оперативного состава МЧС России широко распространены факторы риска развития БСК. В этой связи для сохранения профессионального здоровья и долголетия высококлассных специалистов МЧС России актуальным является наиболее раннее выявление предрасположенности к БСК. Патофизиологический механизм развития атеросклероза включает сложное взаимодействие сосудистой сети, иммунной системы и метаболизма липидов. Показано, что микробиом кишечника влияет на все составляющие факторы риска атеросклероза как прямо, так и косвенно, тем самым, играя важную роль в развитии БСК. Многочисленные исследования выявляют тесную связь гипергомоцистеинемии и других аминотиолов с проявлениями сосудистой дисфункции при атеросклерозе, ишемической болезни сердца, инфаркте миокарда, инсультах, тромбозах, что позволяет выделять гомоцистеин в качестве независимого фактора риска развития БСК.

Цель – оценить информативность показателей метаболизма микробиоты кишечника и аминотиолов в качестве ранних маркеров риска развития БСК у оперативного состава МЧС России.

Методология. Выполнено комплексное клинико-лабораторное обследование в амбулаторных условиях 96 человек оперативного состава МЧС России мужского пола в течение периодического медицинского обследования в поликлинике Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург). Средний возраст лиц оперативного состава – (35,9 ± 0,8) года, стаж работы в МЧС России – (8,8 ± 0,5) лет. Оперативный состав разделили на 3 группы: 1-я – 56 человек – практически здоровые, 2-я – 20 человек с риском развития БСК, 3-я группа – 20 человек с установленным диагнозом БСК. Всем обследованным провели хромато-масс-спектрометрическое определение короткоцепочечных жирных кислот, триметиламин N-оксида и аминотиолов.

Результаты и их анализ. Выявлено повышение уровня триметиламин N-оксида на 30 % у обследуемых 3-й группы по сравнению с 1-й. Обнаружено снижение уровня уксусной кислоты на 32 % у оперативного

Шантырь Игорь Игнатьевич – д-р мед. наук проф., гл. науч. сотр., зав. науч.-исслед. отд. биоиндикации, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2);

✉ Родионов Геннадий Георгиевич – д-р мед. наук доц., вед. науч. сотр., науч.-исслед. отд. биоиндикации, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: rodgengeor@yandex.ru;

Дударенко Сергей Владимирович – д-р мед. наук проф., зав. отд. терапии и интегративной медицины, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: svd2212@mail.ru;

Санников Максим Валерьевич – канд. мед. наук доц., вед. науч. сотр., мед. регистр МЧС России, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: smakv@mail.ru;

Светкина Екатерина Владимировна – врач клинич. лаб. диагностики, науч.-исслед. отд. биоиндикации, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: svetkina.evl@gmail.com;

Колобова Екатерина Алексеевна – канд. хим. наук, ст. науч. сотр., науч.-исслед. отд. биоиндикации, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: ekatderyabina@mail.ru;

Ежова Ольга Анатольевна – врач-терапевт, отд. терапии и интегративной медицины, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: olga-ejova@mail.ru;

Сарьян Элина Сергеевна – врач-терапевт, отд. терапии и интегративной медицины, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 190044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: lina@gmail.com

состава 2-й группы и на 45 % – у 3-й группы по сравнению с 1-й группой, снижение уровня валериановой кислоты в 1,9 раза и масляной кислоты в 2,5 раза у пациентов 3-й группы по сравнению с оперативным составом 1-й группы, а также снижение уровня валериановой и масляной кислоты в 2 раза у обследуемых лиц 3-й группы по сравнению со 2-й. Установлено снижение уровня цистина на 30 % в 3-й группе по сравнению с 1-й группой и повышение уровня восстановленного глутатиона в 2 раза по сравнению со 2-й группой.

Заключение. Выявленные изменения уровня короткоцепочечных жирных кислот, аминотиолов и триметиламин N-оксида у оперативного состава МЧС России свидетельствуют о нарушении метаболического равновесия, что способствует более глубокому пониманию взаимодействия между микробиомом кишечника и организмом человека, поэтому имеют фундаментальное значение для ранней диагностики, профилактики и коррекции БСК у оперативного состава МЧС России.

Ключевые слова: оперативный состав, пожарный, спасатель, обмен веществ, болезни системы кровообращения, метаболиты, микробиота, аминотиолы, короткоцепочечные жирные кислоты, МЧС России.

Введение

Распространенность болезней системы кровообращения (БСК) у оперативного состава МЧС России по результатам годовых отчетов находится только на 6-м ранговом месте по сравнению с другими классами заболеваний. Это связано с тем, что наличие таких заболеваний является прямым противопоказанием к продолжению профессиональной деятельности в качестве спасателя (пожарного).

В то же время, при углубленном медицинском обследовании оперативного состава МЧС России в условиях клиники Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины (ВЦЭРМ) им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург) гипертоническая болезнь выявлена у 13,9 % обследованных, цереброваскулярная болезнь – у 6,9 %, ишемическая болезнь сердца – у 5,6 %, нарушение сердечного ритма – у 12 %, нарушение проводимости сердца – у 18 % [5].

Актуальность поиска наиболее ранних информативных клинико-лабораторных маркеров нарушений липидного обмена в донозологической диагностике заболеваний БСК у оперативного состава МЧС России, по мнению авторов [5], обусловлена следующим:

– БСК для лиц стрессоопасных профессий, к числу которых относятся лица оперативного состава МЧС России, являются профессионально ускоренными заболеваниями;

– у оперативного состава МЧС России наличие даже компенсированных БСК служит противопоказанием для работы по специальности;

– при проведении ежегодных периодических медицинских осмотров у 10 % обследованных лиц оперативного состава МЧС России выявляются уже сформировавшиеся БСК;

– раннее выявление начальных стадий формирования патологии системы кровообращения у оперативного состава МЧС России является практически единственной возможностью проведения эффективных профилактических мероприятий для сохранения этих специалистов в профессии.

Патофизиологический механизм развития атеросклероза включает сложное взаимодействие сосудистой сети, иммунной системы и метаболизма липидов. Показано, что микробиом кишечника влияет на все составляющие факторы риска атеросклероза как прямо, так и косвенно, тем самым играя важную роль в развитии БСК [10].

Микробиота кишечника – совокупность микроорганизмов, находящихся в тесной функциональной связи с организмом. Интеграция метаболизма микробиоты в обмене веществ организма-хозяина достигается посредством регуляции синтеза биологически активных субстанций, таких как короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), желчные кислоты, изменения проницаемости кишечной стенки и вовлечения центральных механизмов контроля аппетита.

КЦЖК (метаболиты микробиоты кишечника) являются важнейшими регуляторами углеводного, липидного и энергетического метаболизма в желудочно-кишечном тракте, печени и других тканях. В многочисленных исследованиях установлено, что глюкогенез и липогенез в той или иной степени зависят от количества уксусной и пропионовой кислот, а ацетат и пропионат являются важными источниками энергии для клеток мозга, мышечной и сердечной тканей [2, 6], в то время как масляная кислота – для эпителиальных клеток толстой кишки, поддерживая кишечный гомеостаз [1, 7, 9].

Дисбиоз кишечника способствует нарушению регуляции липидных метаболических путей внутри артериальной оболочки с последующим образованием «жировой полосы» с атерогенными функциями через выработку

атеросклеротических метаболитов в кишечнике, таких как триметиламин N-оксида (ТМАО), и может изменять метаболизм желчных кислот. Недавние исследования прямо связали высокий уровень ТМАО с повышением сосудистого риска и его тяжестью, показав, что уровни ТМАО коррелировали с размером атеросклеротической бляшки [11].

Имеются данные о вовлечении кишечной микробиоты в синтез холина и его метаболита бетаина, которые влияют на синтез гомоцистеина, необходимого для внутрисосудистого метаболизма. Высокие уровни гомоцистеина приводят к риску поражения сосудов атеросклеротическими бляшками и тромбозам [8].

Цель – оценить информативность показателей метаболизма микробиоты кишечника и аминотиолов в качестве ранних маркеров риска развития БСК у оперативного состава МЧС России.

Материал и методы

Выполнили комплексное клинико-лабораторное обследование 96 человек оперативного состава МЧС России мужского пола в период их периодического медицинского обследования во ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова. Средний возраст составил (35,9 ± 0,8) года, стаж работы в МЧС России – (8,8 ± 0,5) лет. Оперативный состав разделили на 3 группы:

– 1-я (n = 56) – практически здоровые;
– 2-я (n = 20) – с риском развития БСК;
– 3-я (n = 20) – с установленным диагнозом БСК.

Критерии включения оперативного состава МЧС России в группу потенциального риска по развитию БСК представлены в табл. 1 [5]. При наличии любого признака оперативный состав МЧС России включался в группу потенциального риска по развитию БСК.

Для дополнительного обследования нарушений липидного обмена у оперативного состава МЧС России проведено хромато-масс-спектрометрическое исследование КЦЖК, ТМАО и аминотиолов.

Измерение концентрации ТМАО в пробах плазмы крови проводилось методом хромато-масс-спектрометрии с помощью высокоэффективного жидкостного хроматографа «Agilent 1200» с тройным квадруполем «Agilent 6460». За основу взята методика, описанная в работе [16].

Измерение концентрации КЦЖК: уксусной, пропионовой, масляной, валериановой в пробах плазмы крови проводилось методом хромато-масс-спектрометрии с помощью газового хроматографа «Agilent 7890» (фирма «Agilent Technologies», США) с масс-селективным детектором. За основу взята методика, описанная в работе [13].

Измерение концентрации восстановленных аминотиолов в пробах плазмы крови проводилось методом хромато-масс-спектрометрии с помощью высокоэффективного жидкостного хроматографа «Agilent 1200» с тройным квадруполем «Agilent 6460». За основу взята методика, описанная в публикациях [3, 4].

Материалом для исследования служила венозная кровь в количестве 5–6 мл, которую отбирали в вакуумные пробирки с K_2ЭДТА (цвет крышки фиолетовый) из локтевой вены. Плазму крови отделяли центрифугированием при 3000 об/мин в течение 10 мин. После центрифугирования из каждой пробирки автоматическим лабораторным дозатором отбирали по 150 мкл плазмы крови в две пробирки типа «Эппендорф» объемом 1,5 мл и хранили при –20 °С.

Обработку результатов проводили при помощи лабораторной информационной системы qLIS «СПАРМ» и статистических программ Excel-2000 и Statistica 10.0. Данные в тексте и таблицах представлены в виде медианы (Me), верхнего и нижнего квартиля [q_{25}; q_{75}]. Значи-

Таблица 1

Критерии включения в группу потенциального риска по развитию БСК

Категория	Признак
Артериальное давление (АД), мм рт. ст.	Систолическое АД – 130–139 и/или диастолическое АД – 85–89
Разница систолического артериального давления на левой и правой руке, мм рт. ст.	Более 5
Стаж работы по специальности, лет	Более 6
Избыточная масса тела или абдоминальное ожирение	Индекс массы тела – более 25 кг/м^2
	Окружность талии – более 102 см
	Окружность талии / окружность бедер – более 1,0
Лабораторные показатели	Общий холестерин – более 5,7 ммоль/л
	Глюкоза натощак – более 5,8 ммоль/л
Индекс функциональных изменений	Более 2,11 балла

Таблица 2

Содержание метаболитов микробиоты кишечника в плазме крови у оперативного состава МЧС России, Me [q_{25}; q_{75}]

Показатель	Референтные значения	Группа			p <
		1-я	2-я	3-я	
ТМАО, мкг/мл	0,34–0,54	0,67 [0,41; 0,76]	0,81 [0,48; 1,07]	0,87 [0,60; 1,40]	1–3 – 0,05
Короткоцепочечные жирные кислоты					
Уксусная, мг/мл	0,154–0,174	0,398 [0,275; 0,340]	0,271 [0,255; 0,290]	0,221 [0,155; 0,265]	1–3 – 0,05; 1–2 – 0,05
Пропионовая, мг/мл	0,009–0,017	0,037 [0,036; 0,038]	0,036 [0,035; 0,036]	0,035 [0,034; 0,036]	
Масляная, мг/мл	0,004–0,006	0,028 [0,016; 0,034]	0,021 [0,013; 0,022]	0,011 [0,009; 0,014]	1–3 – 0,05; 2–3 – 0,05
Валериановая, мг/мл	0,020–0,041	0,037 [0,022; 0,048]	0,041 [0,037; 0,047]	0,020 [0,015; 0,020]	1–3 – 0,05; 2–3 – 0,05

мость различий при парных сравнениях оценивали с помощью U-критерия Манна–Уитни. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их анализ

Результаты лабораторных исследований показателей метаболизма микробиоты у оперативного состава МЧС России представлены в табл. 2. Обращает на себя внимание увеличение в плазме крови уровня ТМАО выше референтного значения у всех обследуемых групп оперативного состава МЧС России на 25–50 %. При этом статистически значимое повышение уровня ТМАО на 30 % отмечалось только у обследуемых лиц 3-й группы по сравнению с 1-й.

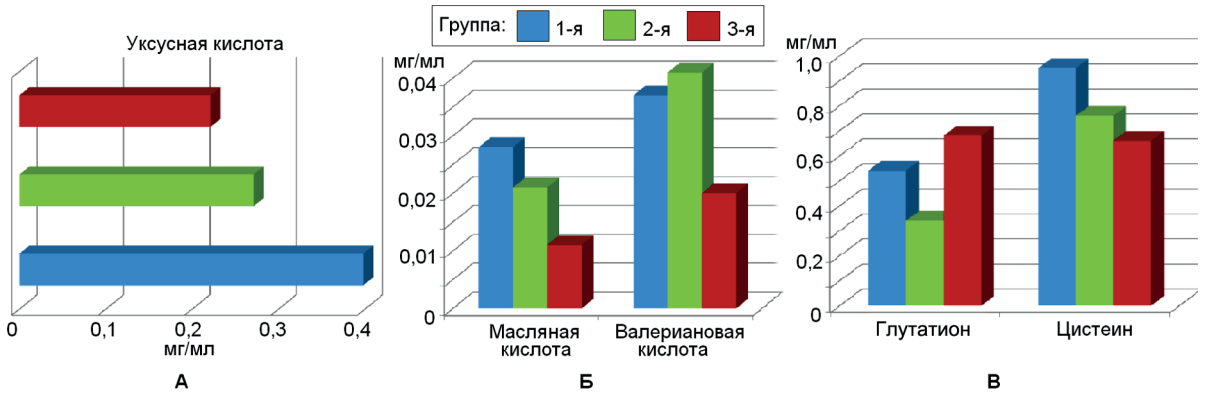
Обнаружено увеличение содержания уксусной и пропионовой кислот в 1,6–2,3 раза, а масляной кислоты – в 3,5–4,7 раза выше референтного значения у всех обследуемых групп оперативного состава МЧС России. Выявлено статистически значимое по сравнению с 1-й группой снижение уровня уксусной кислоты на 32 % у оперативного состава 2-й группы и на 45 % – у 3-й группы (рисунок А). При этом в 3-й группе по сравнению с 1-й обнаружили статистически значимое снижение уровня валериановой кислоты в 2 раза и уровня масляной кислоты – в 2,5 раза (см. рисунок Б). При сравнении показателей 3-й группы со 2-й выявлено достоверное снижение уровней валериановой (в пределах референтных значений) и масляной кислот в 2 раза (см. рисунок Б).

Содержание аминотиолов в плазме крови у оперативного состава МЧС России находилось в пределах их референтных значений, кроме уровня восстановленного глутатиона во 2-й группе, где он был снижен на 30 %. В 3-й группе уровень цистеинилглицина был выше его референтных значений на 42 %.

При этом в 3-й группе отмечалось статистически значимое снижение уровня цистеина на 30 % по сравнению с 1-й и повышение уровня восстановленного глутатиона в 2 раза по сравнению со 2-й группой (табл. 3, см. рисунок В).

Снижение во 2-й группе уровня глутатиона, центрального звена ферментативной и неферментативной детоксикации прооксидантов, а также уровня цистеина, указывает на истощение резервных возможностей антиоксидантной системы организма у оперативного состава МЧС России.

Обсуждение. Экстремальные условия деятельности оперативного состава МЧС России способствуют развитию чрезмерного напряжения функциональных резервов их организма и могут приводить к формированию



Концентрация метаболитов микробиоты кишечника и аминотиолов в плазме крови в группах оперативного состава МЧС России.

Таблица 3

Содержание восстановленных аминотиолов в плазме крови у оперативного состава МЧС России, Me [q_{25}; q_{75}]

Показатель, мг/мл	Референтные значения	Группа			p <
		1-я	2-я	3-я	
Глутатион	0,49–1,07	0,54 [0,20; 0,84]	0,34 [0,15; 0,48]	0,68 [0,46; 1,03]	2–3 – 0,05
Гомоцистеин	0,013–0,041	0,030 [0,023; 0,045]	0,034 [0,021; 0,061]	0,036 [0,024; 0,058]	
Цистеин	0,61–1,45	0,95 [0,75; 1,87]	0,76 [0,59; 2,74]	0,66 [0,22; 0,95]	1–3 – 0,05
Цистеинилглицин	0,27–0,64	0,62 [0,32; 0,92]	0,63 [0,57; 1,10]	0,91 [0,68; 1,11]	

расстройств здоровья и значительному психическому напряжению. Особую опасность для них представляют химические соединения, содержащиеся в продуктах горения и обладающие мембраноповреждающим свойством, которое усиливает процессы свободнорадикального окисления белков, жиров и углеводов. В результате развивается «оксидативный» стресс, который, в свою очередь, приводит к развитию таких социально значимых заболеваний, как сердечно-сосудистые, нарушения мозгового кровообращения, сахарный диабет, воспалительные, онкологические и некоторых других.

Наши исследования подтвердили наличие лабораторных признаков оксидативного стресса не только у лиц с БСК (3-я группа), но и в группе с риском их развития (2-я группа). В частности, установлено, что у оперативного состава МЧС России с риском БСК (2-я группа) отмечалось уменьшение уровня цистеина и восстановленного глутатиона, что свидетельствует о снижении резервных возможностей антиоксидантной системы организма.

Выявленное в нашем исследовании в группе с риском БСК уменьшение уровня уксусной, масляной и валериановой кислот в результате снижения метаболизма, в основном анаэробного рода микроорганизмов, может привести к нарушению липидного обмена.

В последнее время исследователи, наряду с КЦЖК, обращают внимание и на другие микробные метаболиты, которые могут также влиять на уровень липидов. Одним из них является ТМАО – метаболит, полученный из холина и фосфатидилхолина через действие кишечной микробиоты. Ряд авторов [12, 14, 15] связывают ТМАО с атеросклерозом и сердечно-сосудистым риском путем возможного воздействия на всасывание липидов и холестерина и уменьшение общего пула желчных кислот, активацией путей воспаления и стимуляцией образования пенистых клеток. Выявленное в нашем исследовании значимое повышение уровня ТМАО у группы с диагнозом БСК (3-я группа) подтверждает ранее изложенное.

Заключение

Диагностическая значимость выявленных изменений показателей метаболизма микробиоты кишечника и оксидативного стресса свидетельствует о нарушении метаболического равновесия, способствует более глубокому пониманию взаимодействия между микробиомом кишечника и организмом человека и имеет фундаментальное значение для ранней диагностики, профилактики и коррекции БСК у оперативного состава МЧС России.

Литература

1. Головенко О.В., Халиф А.О., Головенко А.О. Роль масляной кислоты в лечении органических и функциональных заболеваний толстой кишки // Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. 2011. № 3. С. 27–36.

2. Ерофеев Н.П., Радченко В.Г., Селиверстов П.В., Клиническая физиология толстой кишки. Механизмы действия короткоцепочечных жирных кислот в норме и при патологии: монография. СПб. : Форте Принт, 2012. 56 с.

3. Мельников И.О., Назимов И.В., Стукачева Е.А., Глубоков Ю.М. Определение содержания гомоцистеина и других низкомолекулярных аминотиолов в плазме крови // Журнал аналитической химии. 2006. Т. 61, № 11. С. 1185–1191.

4. Мирошниченко И.И., Платова А.И., Сафарова Т.П., Яковлева О.Б. Количественное определение гомоцистеина посредством тандемной хроматомасс-спектрометрии с химической ионизацией // Биомедицинская химия. 2014. Т. 60, № 2. С. 235–245.

5. Раннее выявление группы риска развития и профилактики неинфекционных заболеваний среди сотрудников МЧС России: руководство / под ред. О.М. Астафьева. СПб. : НПО ПБ АС, 2020. 90 с.

6. Шендеров Б.А. Мишени и эффекты короткоцепочечных жирных кислот // Современная медицинская наука. 2013. № 1–2. С. 21–52.

7. Bauer-Marinovic M., Florian S., Mьller-Schmehl K. [et al.]. Dietary resistant starch type 3 prevents tumor induction by 1, 2-dimethylhydrazine and alters proliferation, apoptosis and dedifferentiation in rat colon // Carcinogenesis. 2006. Vol. 27, N 9. P. 1849–1859. DOI: 10.1093/carcin/bgl025.

8. Ganguly P., Alam S.F. Role of homocysteine in the development of cardiovascular disease // Nutrition Journal. 2015. Vol. 14. P. 6. DOI: 10.1186/1475-2891-14-6.

9. Hamer H.M., Jonkers D., Venema K. [et al.]. Review article: the role of butyrate on colonic function // Aliment Pharmacol. Ther. 2008. Vol. 27, N 2. P. 104–119. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2007.03562.x.

10. Novakovic M., Rout A., Kingsley Th. [et al.]. Role of gut microbiota in cardiovascular diseases // World J. Cardiol. 2020. Vol. 12, N 4. P. 110–122. DOI: 10.4330/wjc.v12i4.110.

11. Qi J., You T., Li J. [et al.]. Circulating trimethylamine N-oxide and the risk of cardiovascular diseases: a systematic review and meta-analysis of 11 prospective cohort studies // J. Cell. Mol. Med. 2017. Vol. 22, N 1. P. 185–194. DOI: 10.1111/jcmm.13307.

12. Sanchez-Rodriguez E., Egea-Zorrilla A., Plaza-Díaz J. [et al.]. The Gut Microbiota and Its Implication in the Development of Atherosclerosis and Related Cardiovascular Diseases // Nutrients. 2020. Vol. 12, N 3. P. 605. DOI: 10.3390/nu12030605.

13. Shafaei A., Vamathevan V., Pandohee J. [et al.]. Sensitive and quantitative determination of short-chain fatty acids in human serum using liquid chromatography mass spectrometry // Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2021. Vol. 413, N 25. P. 6333–6342. DOI: 10.1007/s00216-021-03589-w.

14. Tang W.H.W., Hazen S.L. The contributory role of gut microbiota in cardiovascular disease // J. Clin. Invest. 2014. Vol. 124, N 10. P. 4204–4211. DOI: 10.1172/JCI72331.

15. Velasquez M.T., Ramezani A., Manal A., Raj D.S. Trimethylamine N-oxide: the good, the bad and the unknown // Toxins (Basel). 2016. Vol. 8. N 11. P. E326. DOI: 10.3390/toxins8110326.

16. Wang Z., Levison B.S., Hazen J.E. [et al.]. Measurement of trimethylamine-N-oxide by stable isotope dilution liquid chromatography tandem mass spectrometry // Anal. Biochem. 2014. Vol. 455. P. 35–40. DOI: 10.1016/j.ab.2014.03.016.

Поступила 29.11.2022 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Вклад авторов: И.И. Шантырь – методология и дизайн, планирование цели и задач исследования, анализ литературных данных, редактирование окончательного варианта статьи; Г.Г. Родионов – методология и дизайн исследования, анализ литературных данных, подготовка иллюстративного материала, написание первого варианта статьи; С.В. Дударенко – характеристика клинического материала, редактирование окончательного варианта статьи; М.В. Санников – организация сбора первичных клинических данных и отбора биопроб, характеристика клинического материала, редактирование окончательного варианта статьи; Е.В. Светкина – определение микробных маркеров в крови методом хромато-масс-спектрометрии, статистический анализ первичных данных, участие в написании статьи; Е.А. Колобова – статистический анализ первичных данных, анализ полученных результатов, участие в написании статьи, перевод на английский язык, редактирование окончательного варианта статьи; О.А. Ежова – анализ литературных данных, характеристика клинического материала, участие в написании статьи; Э.С. Сарьян – анализ литературных данных, характеристика клинического материала, участие в написании статьи.

Для цитирования. Шантырь И.И., Родионов Г.Г., Дударенко С.В., Санников М.В., Светкина Е.В., Колобова Е.А., Ежова О.А., Сарьян Э.С. Диагностическая значимость уровня короткоцепочечных жирных кислот и аминотиолов у оперативного состава МЧС России с факторами риска развития болезней системы кровообращения // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 4. С. 104–111. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-104-111

Diagnostic significance of the level of short chain fatty acids and aminothiols in the EMERCOM of Russia response officers with risk factors for circulatory system diseases

Shantyr' I.I., Rodionov G.G., Dudarenko S.V., Sannikov M.V., Svetkina E.V., Kolobova E.A., Ezhova O.A., Saryan E.S.

Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia
(4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

Igor' Ignat'evich Shantyr' – Dr. Med. Sci. Prof., Head of Scientific-Research Department of Bioindication, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva str., St. Petersburg, 194044, Russia);

✉ Gennadii Georgievich Rodionov – Dr. Med. Sci. Associate Prof., Head of the Laboratory of chromato-mass spectrometry of Bioindication Department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: rodgengeor@yandex.ru;

Maksim Valer'evich Sannikov – PhD Med. Sci. Associate Prof., Deputy Head, Medical Registry Department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva str., St. Petersburg, 194044, Russia), e mail: smakv@mail.ru;

Ekaterina Vladimirovna Svetkina – doctor of clinical laboratory diagnostics of the Laboratory of chromato-mass spectrometry of Bioindication Department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: svetkina.evl@gmail.com

Ekaterina Alekseevna Kolobova – PhD Chem. Sci., Senior Researcher of the Scientific-Research Department of Bioindication, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: ekatderyabina@mail.ru;

Sergei Vladimirovich Dudarenko – Dr. Med. Sci., Head of the Department of Therapy and Integrative Medicine; the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: svd2212@mail.ru;

Ol'ga Anatol'evna Ezhova – therapist of the Department of Therapy and Integrative Medicine; Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: olga-ejova@mail.ru;

Elina Sergeevna Sar'yan – therapist of the Department of Therapy and Integrative Medicine; Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: saryan.lina@gmail.com

Abstract

Relevance. Individuals of stressful professions, including the emergency response officers (firefighters and rescuers) of the Ministry of Emergency Situations of Russia, are prone to the early onset of circulatory system diseases (CSD). At in-depth examinations the CSD detection rate in EMERCOM response officers is above 10%. Earlier studies report that CSD risk factors are widespread among EMERCOM of Russia response officers. Therefore, it is relevant to identify the predisposition to CSD as soon as possible in order to maintain good health and longevity among highly qualified professionals of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

The pathophysiological mechanism underlying progression of atherosclerosis affects complicated interactions between vasculature, immune system and lipid metabolism. Evidence shows that intestinal microbiome exacerbates all compound risk factors for atherosclerosis, both directly and indirectly, thus playing an important role in CSD development.

Numerous studies revealed that elevated levels of plasma homocysteine and other aminothiols strongly correlate with manifestations of vascular dysfunction in atherosclerosis, coronary heart disease, myocardial infarction, stroke, and thrombosis, which makes it possible to isolate homocysteine as an independent risk factor for CSD progression.

Our *objective* is to evaluate intestinal microbiome metabolism indicators and plasma aminothiols as early CVD risk markers in emergency response officers of the Ministry of Emergency Situations of Russia.

Methodology. A comprehensive clinical and laboratory examination was performed in 96 emergency response male officers of the Russian Ministry of Emergency Situations at a regular medical check-up in the outpatient center of the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia, St. Petersburg. The average age of response officers was (35.9 ± 0.8) years, with average work experience in the EMERCOM of Russia of (8.8 ± 0.5) years. All emergency response officers were split in 3 groups: group 1 included 56 practically healthy males, group 2 – 20 males with risk of CVD development, group 3 – 20 males with established CVD diagnosis. Chromatography with mass-spectrometric determination of short-chain fatty acids (SCFAs), trimethylamine N-oxide (TMAO) and aminothiols was performed in plasma samples from all examined patients.

Results and analysis. TMAO level was elevated by 30 % in group 3 compared to group 1. Acetic acid level decrease by 32 % was found in group 2 and by 45 % in group 3 compared to group 1.

Plasma valeric and butyric acids were decreased by 1.9 and 2.5 times respectively in group 3 compared to group 1, as well as by 2 times in group 3 compared to group 2. It was found that in group 3 cystine concentration was decreased by 30 % compared to group 1 and reduced glutathione was elevated by 2 times compared to group 2.

Conclusion. The revealed changes in the level of SCFA, aminothiols and TMAO in emergency response officers of the Ministry of Emergency Situations of Russia indicate a metabolic imbalance, which expands our understanding of the interactions between the intestinal microbiome and human body. This is fundamentally important for CSD early diagnosis, prevention and correction in emergency response officers of the Russian Ministry of Emergency Situations.

Key words: emergency response officers, firefighter, rescuer, metabolism, diseases of the circulatory system, short-chain fatty acids, metabolites, microbiota, aminothiols, EMERCOM of Russia.

References

1. Golovenko O.V., Khalif A.O., Golovenko A.O. Rol' maslyanoi kisloty v lechenii organicheskikh i funktsional'nykh zabolevanii tolstoi kishki [Role of butyric acid in the treatment of patients with organic and functional bowel diseases (review of the literature)]. *Klinicheskie perspektivy gastroenterologii, gepatologii* [Clinical prospects of gastroenterology, hepatology]. 2011; (3):27–36.

2. Erofeev N.P., Radchenko V.G., Seliverstov P.V., Klinicheskaya fiziologiya tolstoi kishki. Mekhanizmy deistviya korotkotsepochechnykh zhirnykh kislot v norme i pri patologii [Clinical physiology of the colon. Mechanisms of action of short-chain fatty acids in norm and pathology] : monograph. St. Petersburg. 2012. 56 p.

3. Melnikov I.O., Glubokov Yu.M., Nazimov I.V., Stukacheva E.A. Determination of homocysteine and other low-molecular-weight amino thiols in blood plasma. *Journal of Analytical Chemistry*. 2006; 61(11):1093–1099.

4. Miroshnichenko I.I., Platova A.I., Safarova T.P., Yakovleva O.B. Kolichestvennoe opredelenie gomotsisteina posredstvom tandemnoi khromatomass-spektrometrii s khimicheskoi ionizatsiei [Determination of homocysteine by lc-ms-ms with atmospheric pressure chemical ionization]. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedical chemistry]. 2014. 60(2):235–245.

5. Rannee vyyavlenie gruppy riska razvitiya i profilaktiki neinfektsionnykh zabolevanii sredi sotrudnikov MChS Rossii [Early detection and prevention of higher risk for non-infectious diseases among the EMERCOM of Russia workforce: guidelines]. Ed. O.M. Astaf'ev. St. Petersburg. 2020. 90 p.

6. Shenderov B.A. Misheni i effekty korotkotsepochechnykh zhirnykh kislot [Short-chain fatty acids targets and affects]. *Sovremennaya meditsinskaya nauka* [Current Medical Science]. 2013; (1–2):21–52.

7. Bauer-Marinovic M., Florian S., Mыller-Schmehl K. [et al.]. Dietary resistant starch type 3 prevents tumor induction by 1, 2-dimethylhydrazine and alters proliferation, apoptosis and dedifferentiation in rat colon. *Carcinogenesis*. 2006; 27(9):1849–1859. DOI: 10.1093/carcin/bgl025.

8. Ganguly P., Alam S.F. Role of homocysteine in the development of cardiovascular disease. *Nutrition Journal*. 2015; 14:6. DOI: 10.1186/1475-2891-14-6.

9. Hamer H.M., Jonkers D., Venema K. [et al.]. Review article: the role of butyrate on colonic function. *Aliment Pharmacol. Ther*. 2008; 27(2):104–119. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2007.03562.x.

10. Novakovic M., Rout A., Kingsley Th. [et al.]. Role of gut microbiota in cardiovascular diseases. *World J. Cardiol*. 2020; 12(4):110–122. DOI: 10.4330/wjc.v12i4.110.

11. Qi J., You T., Li J. [et al.]. Circulating trimethylamine N-oxide and the risk of cardiovascular diseases: a systematic review and meta-analysis of 11 prospective cohort studies. *J. Cell. Mol. Med*. 2017; 22(1):185–194. DOI: 10.1111/jcmm.13307.

12. Sanchez-Rodriguez E., Egea-Zorrilla A., Plaza-Dıaz J. [et al.]. The Gut Microbiota and Its Implication in the Development of Atherosclerosis and Related Cardiovascular Diseases. *Nutrients*. 2020; 12(3):605. DOI: 10.3390/nu12030605.

13. Shafaei A., Vamathevan V., Pandohee J. [et al.]. Sensitive and quantitative determination of short-chain fatty acids in human serum using liquid chromatography mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2021; 413(25):6333–6342. DOI: 10.1007/s00216-021-03589-w.

14. Tang W.H.W., Hazen S.L. The contributory role of gut microbiota in cardiovascular disease. *J. Clin. Invest*. 2014; 124(10):4204–4211. DOI: 10.1172/JCI72331.

15. Velasquez M.T., Ramezani A., Manal A., Raj D.S. Trimethylamine N-oxide: the good, the bad and the unknown. *Toxins (Basel)*. 2016; 8(11):E326. DOI: 10.3390/toxins8110326.

16. Wang Z., Levison B.S., Hazen J.E. [et al.]. Measurement of trimethylamine-N-oxide by stable isotope dilution liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Anal. Biochem*. 2014; 455:35–40. DOI: 10.1016/j.ab.2014.03.016.

Received 12.11.2022

For citing: Shantyr' I.I., Rodionov G.G., Dudarenko S.V., Sannikov M.V., Svetkina E.V., Kolobova E.A., Ezhova O.A., Sar'yan E.S. Diagnosticheskaya znachimost' urovnya korotkotsepochechnykh zhirnykh kislot i aminotiolov u operativnogo sostava MChS Rossii s faktorami riska razvitya boleznei sistemy krovoobrashcheniya. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (4):104–111. (In Russ.)

Shantyr' I.I., Rodionov G.G., Dudarenko S.V., Sannikov M.V., Svetkina E.V., Kolobova E.A., Ezhova O.A., Sar'yan E.S. Diagnostic significance of the level of short chain fatty acids and aminothiols in the EMERCOM of Russia response officers with risk factors for circulatory system diseases *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (4):104–111. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-104-111

Вышла в свет книга

Померанцев Н.А. Чернобыль: летчики и авиационные медики. Как это было ... М. : Литературная республика, 2022. 352 с.

ISBN 978-5-7949-0898-5. Тираж 500 экз.

Историко-документальное научное издание подготовлено кандидатом медицинских наук, полковником медицинской службы в отставке Николаем Алексеевичем Померанцевым, с 27 апреля по 14 мая 1986 г. исполнявшим обязанности руководителя медицинской службы сводной авиационной группы Военно-воздушных сил, действовавшей в 30-километровой зоне отчуждения по локализации взорвавшегося реактора и ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС. Подробно, следуя день за днем, представлена деятельность летчиков-ликвидаторов в этот период времени, когда они впервые в мире решали задачи по «тампонированию» разрушенного реактора, излучавшего смертоносную радиацию запредельных уровней, где риск для жизни и здоровья людей приравнивался к риску деятельности в условиях боевой обстановки. В качестве наглядной иллюстрации приведены конкретные воспоминания летчиков авиационной группы, исторически значимые сведения из книг, освещающих события Чернобыльской трагедии и ликвидации ее последствий. Впервые показаны детали медицинского обеспечения наземного и особенно летного состава. В книге также впервые затронута тема многолетнего замалчивания деятельности первого медицинского коллектива сводной авиационной группы, с честью выполнившего свой профессиональный и воинский долг и получившего бесценный опыт медицинского обеспечения в условиях ликвидации последствий радиационных катастроф. Все это делает издание интересным и содержательным.

Книга рассчитана на широкий круг читателей.

УДК 614.8 : 159.9 DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-112-117

А.В. Соколовская, О.В. Казаева

ОЦЕНКА СКЛОННОСТИ К РИСКУ У БУДУЩИХ ТЕХНИКОВ-СПАСАТЕЛЕЙ

Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова
(Россия, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9)

Актуальность работы обусловлена возрастающей необходимостью в квалифицированных кадрах спасательных формирований, готовых эффективно выполнять свой профессиональный долг, а также современными тенденциями к реформированию системы среднего профессионального образования, что, несомненно, повлечет за собой изменения в программе подготовки будущих техников-спасателей.

Цель – оценить готовность к риску у студентов колледжа, обучающихся по направлению «Защита в чрезвычайных ситуациях», на разных курсах.

Методология. Была проведена оценка личностной готовности к риску по методике Г. Шуберта среди обучающихся колледжа I–IV курсов. Достоверность данных определяли с помощью одностороннего дисперсионного анализа (ANOVA). Для изучения действительно значимой разницы в показателях между курсами использовали тест Тьюки.

Результаты. В результате исследования установлено достоверное различие в степени готовности к риску между студентами I и IV курсов: первокурсники менее склонны рисковать по сравнению с четверокурсниками.

Заключение. Обозначены необходимость профессионального отбора и врачебного профессионального консультирования перед зачислением в образовательную организацию, а также внедрение в образовательный процесс дисциплин, формирующих профессиональную адаптацию спасателей, в частности, правильную модель поведения и соответствующую психологическую готовность к риску, начиная с первых курсов обучения.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, готовность к риску, профессиональные качества, психологическая диагностика, техник-спасатель, студент, колледж, среднее профессиональное образование.

Введение

В современном мире заметно меняется климат, интенсивно осваиваются новые территории, активно ведется деятельность по эксплуатации природных ресурсов, растет антропогенное воздействие на природную среду, что диктует необходимость подготовки высококвалифицированных кадров поисково-спасательных формирований.

Деятельность в условиях больших нагрузок физического и нервно-психического характера требует от спасателя наличия не только высокого профессионализма, но и обладания профессионально важными психологическими качествами. Учитывая, что одним из главных факторов в профессии спасателя является наличие ситуаций, непосредственно связанных с риском для жизни, немаловажным представляется соответствующее отношение к риску самого специалиста, что в итоге определяет эффективность ликвидации той или иной чрезвычайной ситуации (ЧС).

На профессиональное восприятие риска в ЧС оказывают влияние факторы, угрожающие жизни и здоровью человека. Причем действие этих факторов может иметь как ближайшие, так и отдаленные последствия, осознание которых у обычного человека и профессионального спасателя может существенно отличаться. Опытный спасатель достаточно информирован об опасных факторах, имеет определенные профессиональные навыки, обладает знаниями, средствами и оборудованием для изменения и преодоления чрезвычайной ситуации. Все это, безусловно, влияет на восприятие риска и принятие соответствующих рискованных решений [2]. Работа в экстремальных условиях требует наличия таких качеств личности, как самоконтроль, организованность, настойчивость, умение быстро принимать решения. Есть категория людей, которые легко идут на риск и при этом быстро справляются со стрессовыми ситуациями, так называемые «искатели приключений». Такого

Соколовская Анастасия Владимировна – аспирант каф. профильных гигиенических дисциплин с курсом гигиены, эпидемиологии и организации госсанэпидслужбы, Рязанский гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 390026, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9), ORCID: 0000-0001-6181-0566, e-mail: anastasiasokolovskaua@yandex.ru;

✉ Казаева Ольга Викторовна – канд. мед. наук доц., каф. профильных гигиенических дисциплин с курсом гигиены, эпидемиологии и организации госсанэпидслужбы, Рязанский гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 390026, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9), ORCID: 0000-0003-1630-6437, e-mail: o.kazaeva@rzgmu.ru

рода склонности к риску являются недопустимыми для спасателя в условиях ЧС. Высокая склонность к риску и обостренная реакция на неудачи являются противопоказаниями для работы спасателем. Также сложно представить эффективно действующего в условиях ЧС специалиста с низкой и нулевой готовностью к риску. Поэтому подавляющее большинство опытных спасателей имеют среднюю выраженность склонности к риску и при этом высокий уровень умения контролировать себя [2].

Оценку личностных качеств в отношении склонности и готовности к риску целесообразно проводить при поступлении в образовательные организации, готовящие будущих специалистов-спасателей.

Учебные заведения данного профиля функционируют в России с 1990 г., и на сегодняшний день, кроме вузов, выпускающих спасателей, существуют более 30 образовательных учреждений среднего профессионального образования, реализующих направление подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях», где в результате успешного освоения учебной программы обучающиеся получают квалификацию «Техник-спасатель». В отличие от многих других обучающихся в системе среднего профессионального образования к студентам данного направления предъявляются высокие требования по уровню физической, психологической и технико-тактической подготовленности.

Выбор учреждения для профессионального обучения зачастую связан с давлением на решение абитуриента извне, например, в результате уговоров семьи или престижности будущей профессии и учебного заведения. В результате этого, поступив на I курс, обучающиеся часто не представляют, в чем заключается суть выбранной ими специальности. Но в течение процесса обучения студенты погружаются в основы будущей профессии и могут принять решение, остаться или прекратить обучение. Получая специальность «Защита в чрезвычайных ситуациях», студенты, начиная с I курса, должны понимать, что их специальность сопряжена с риском больше, чем многие другие специальности. Факторами, формирующими отношение к риску среди обучающихся, могут быть как внутренние убеждения, так и степень увлеченности студентами профессиональными предметами, на что оказывают влияние методика и манера преподавания материала.

Некоторые авторы утверждают, что готовность к риску тем меньше, чем взрослее становится человек. У новичков в профессии готовность рисковать выше, чем у их более опытных коллег. Гендерные особенности также накладывают отпечаток на степень готовности к риску: у женщин она выше, чем у мужчин [8]. Но вне зависимости от различных факторов, как внешних, так и внутренних, студенты направления «Защита в чрезвычайных ситуациях» должны знать возможные риски в профессии и быть готовы к ним в будущем.

Цель – оценить готовность к риску у студентов колледжа, обучающихся по направлению «Защита в чрезвычайных ситуациях», на разных курсах.

Материал и методы

В психологическом обследовании приняли участие 253 обучающихся, из них 73 – первокурсника, 69 студентов – II курса, 60 – третьекурсников и 51 студент IV курса Рязанского колледжа им. Героя Советского Союза Н.Н. Комарова по направлению подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях». Возраст студентов – от 15 до 20 лет. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом Рязанского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова (протокол № 1 от 12.09.2022 г.). Все участники обследования дали информированное согласие на участие в анкетировании.

Использовали методику Г. Шуберта, которая представляет собой анкету из 25 вопросов и предполагает соотнесение обследуемого с одной из 5 категорий отношения к риску: слишком осторожны (–30 балла и менее), осторожны (от –30 до –11 баллов), среднее значение риска (от –10 до 10 баллов), склонные к риску (от 11 до 20 баллов), склонные к безудержному риску (21 балл и более). Суммирование категорий склонные к риску и склонные к безудержному риску позволило образовать новую категорию «готовность к риску».

Полученные результаты у студентов I–IV курсов были подвергнуты математической обработке. По тесту Колмогорова–Смирнова определили соответствие признаков нормальности распределения. Достоверность данных определяли с помощью одностороннего дисперсионного анализа (ANOVA). Для изучения действительно значимой разницы в показателях между курсами использовали тест Тьюки.

Результаты и их анализ

Результаты теста представлены в таблице. Слишком осторожных студентов по градации склонности к риску на курсах не выявлено. В общей группе студентов средние значения риска

Градации склонности к риску по методике Г. Шуберта у студентов по курсам обучения, n (%)

Градации склонности к риску	Курс				Общая группа	p
	I	II	II	IV		
Слишком осторожны	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	I–IV (p = 0,018)
Осторожны	21 (28,8)	15 (21,7)	14 (23,3)	9 (17,7)	59 (23,3)	
Среднее значение риска	34 (46,6)	30 (43,5)	28 (46,7)	20 (39,2)	112 (44,3)	
Склонные к риску	11 (15)	13 (18,9)	11 (18,3)	12 (23,5)	47 (18,6)	
Склонные к безудержному риску	7 (9,6)	11 (15,9)	7 (11,7)	10 (19,6)	35 (13,8)	
Всего	73 (100,0)	69 (100,0)	60 (100,0)	51 (100,0)	253 (100,0)	

выявлены у 44,3 %, были осторожны по отношению к риску – 23,3 %, готовы к риску – 32,4 %.

С помощью теста Тьюки на действительно значимую разницу (HSD) было определено, что между парами I–II, I–III, II–III, II–IV, а также III–IV курс достоверно значимой разницы в данных по методике Г. Шуберта нет. Статистически достоверные различия прослеживаются между показателями у студентов I и IV курса (p = 0,018) по всем показателям градаций склонности к риску. Наглядно уровни градаций склонности к риску показаны на рис. 1.

На I курсе количество студентов с новой категорией «готовность к риску» составило 24,7 %, на II курсе – 34,8 %, на III курсе – 30 %, на IV курсе – 43,1 %. Математическая обработка данных с помощью одностороннего дисперсионного анализа (ANOVA) свидетельствовала о статистически значимых различиях между группами (p = 0,03). Полиномиальный тренд готовности к риску студентов при высоком коэффициенте детерминации показывал увеличение данных по курсам обучения (рис. 2).

Анализ полученных данных позволяет предположить, что степень готовности к риску у обследованных студентов по специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях» имеет определенную связь с продолжительностью обучения: студенты I и II курсов оказались в меньшей степени готовыми к риску, чем студенты III и IV курсов. Установлено достоверное различие в степени готовности к риску между студентами I и IV курсов: первокурсники менее склонны рисковать по сравнению с четверокурсниками. Это можно объяснить у студентов I курса незавершенным процессом адаптации к новым условиям обучения (переход от школьного образования к среднему профессиональному), недооценкой факторов риска будущей профессии по выбранному направлению подготовки, отсутствием профессионального отбора и врачебного профессионального консультирования перед зачислением в образовательную организацию с подготовкой специалистов экстремальной профессии.

Высокая готовность к риску у старшекурсников может объясняться низкой мотивацией к избеганию неудач и прямо пропорциональна числу допущенных ошибок. С возрастом и опытом обычно готовность к риску падает, у опытных спасателей готовность к риску меньше, чем у новичков. Также, учитывая коллективную жизнь обучающихся, можно предполагать, что готовность к риску в коллективе у субъекта проявляется сильнее, чем если бы он был один. Следовательно, эта готовность зависит от групповых ожиданий относительно конкретного человека [3, 9]. Хорошо известно, что очень высокая склонность к риску

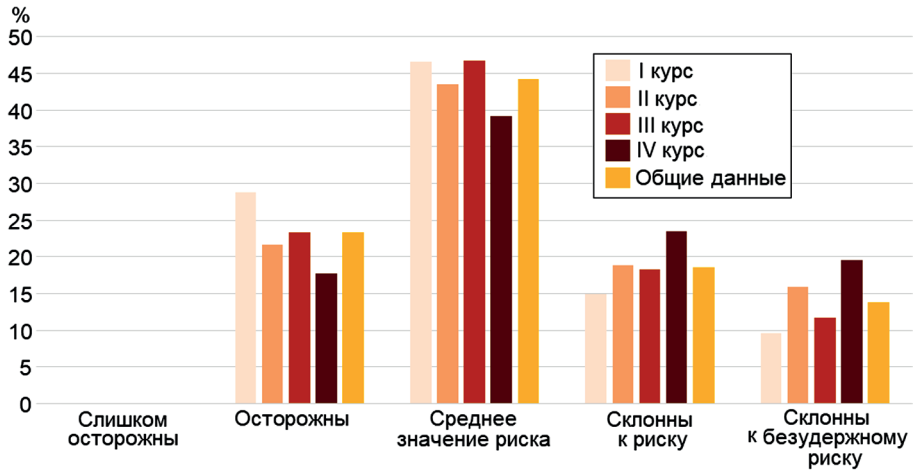


Рис. 1. Структура показателей склонности к риску у студентов по курсам обучения.

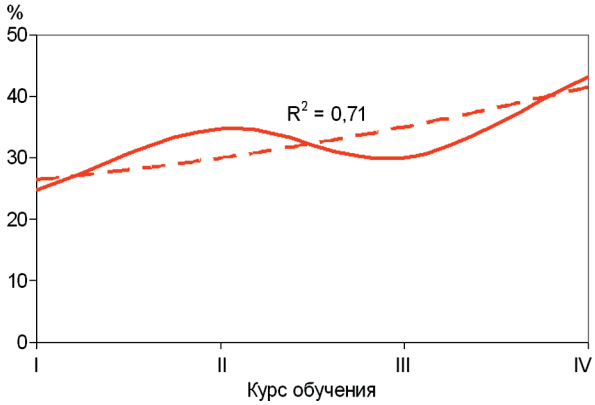


Рис. 2. Динамика показателей готовности к риску у студентов по курсам обучения.

для спасателя в условиях ЧС недопустима [13]. Именно поэтому, если на младших курсах обучающиеся среднего профессионального образования изучают в большем объеме общеобразовательные дисциплины и только знакомятся с основами профессии, то в программу обучения на старших курсах введена психология экстремальных ситуаций и подробно разбираются вопросы профессиональной адаптации спасателей.

Заключение

Для формирования правильной модели поведения, воспитания должных профессиональных качеств и, главным образом, соответствующей психологической готовности будущих спасателей к риску целесообразно шире внедрять в практическое обучение проведение тренингов [9] и занятий в форме деловых игр по отработке действий спасателей в условиях чрезвычайных ситуаций с последующим разбором действий и ошибок, активно использовать компьютерные программы, тренажеры и симуляторы, которые моделируют реальные ситуации для выработки соответствующих навыков и умений.

Учитывая современные тенденции по реформированию среднего профессионального образования, предполагающие сокращение сроков обучения, подобные методики, а также освоение дисциплин по психологии экстремальных ситуаций необходимо применять на протяжении всего обучения техников-спасателей, а не только на старших курсах. При поступлении в образовательные организации, готовящие будущих специалистов-спасателей, нужно проводить оценку личностных качеств, в том числе, в отношении склонности и готовности к риску, осуществляя, тем самым, профессиональный отбор для подготовки в перспективе спасателей, обладающих профессионально важными психологическими качествами.

Литература

1. Бунас А.А. Личностно-психологические предикторы склонности к рискованному поведению // Азимут науч. исслед.: педагогика и психология. 2013. № 2. С. 5–7.

2. Быкова С.В. Склонность к риску как устойчивое свойство личности // Междунар. журн. соц. и гуманит. наук. 2016. № 1-1. С. 157–160.

3. Врублевский А.В. Склонность и готовность к риску. Восприятие риска офицером-спасателем в условиях чрезвычайной ситуации // Вестн. Университета гражд. защиты МЧС Беларуси. 2017. Т. 1, № 3. С. 332–341.

4. Девришов Р.Д., Коломин В.В., Филяев В.Н., Кудряшева И.А. Гигиенические аспекты воздействия факторов среды обитания на формирование здоровья учащихся // Рос. мед.-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. 2019. Т. 27, № 4. С. 530–535. DOI: 10.23888/PAVLOVJ2019274530-535.

5. Ильин Е.П. Психология риска. СПб. [и др.] : Питер, 2012. 288 с.

6. Карапетян Л.В. Психологические предикторы эмоционально-личностного благополучия курсантов вуза Государственной противопожарной службы МЧС России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2020. № 3. С. 107–116. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-3-107-116.

7. Карапетян Л.В., Редина Е.А. Мотивационная готовность психологов к оказанию экстренной психологической помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2021. № 1. С. 107–115. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-1-107-115.

8. Кузнецова Л.Э., Золотарева Н.Н. Роль личности в процессе психической адаптации к профессиональной деятельности сотрудников Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2017. № 15, Ч. 6 (149). С. 528–530.

9. Назарова О. М. Психологическая готовность спасателей к риску [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2015. № 7 (87). С. 685–688.

10. Папко Е.В., Григорьев С.Г., Стукалов С.Ю. Способ оценки стрессоустойчивости сотрудников Федеральной противопожарной службы МЧС России для принятия управленческих решений // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2022. № 1. С. 109–116. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-1-109-116.

11. Соколовская А.В., Казаева О.В., Силкина А.О. Факторы риска здоровью обучающихся в условиях реформирования системы среднего профессионального образования // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2022. Т. 10, № 1. С. 113–122. DOI: 10.23888/HMJ2022101113-122.

12. Тарабаев Ю.Н. Специальность «Защита в чрезвычайных ситуациях» как основа подготовки кадров спасательного дела // Технол. гражд. безопасности. 2007. № 4 (16). С. 32–35.

13. Шойгу Ю.С. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных. М.: Смысл, 2007. 319 с.

Поступила 26.11.2022 г.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией статьи.

Вклад авторов: А.В. Соколовская – сбор первичных данных, статистический анализ, подготовка иллюстративного материала, написание первого варианта статьи; О.В. Казаева – анализ литературных источников по проблеме, редактирование окончательного варианта статьи.

Для цитирования. Соколовская А.В., Казаева О.В. Оценка склонности к риску у будущих техников-спасателей // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 4. С. 112–117. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-112-117.

Assessment of risk susceptibility score in future rescue technicians

Sokolovskaya A.V., Kazaeva O.V.

I.P. Pavlov Ryazan State Medical University (9, Visokovoltnaya Str., Ryazan, 390026, Russia)

Anastasiya Vladimirovna Sokolovskaya – PhD Student, Department of Specialized Hygienic Disciplines with a course in hygiene, epidemiology and organization of the state sanitary and epidemiological Service, I.P. Pavlov Ryazan State Medical University (9, Visokovoltnaya Str., Ryazan, 390026, Russia), ORCID: 0000-0001-6181-0566, e-mail: anastasiasokolovskaua@yandex.ru;

✉ Ol'ga Viktorovna Kazaeva – PhD Med. Sci. Associate Prof., Department of Specialized Hygienic Disciplines with a course in hygiene, epidemiology and organization of the state sanitary and epidemiological service I.P. Pavlov Ryazan State Medical University (9, Visokovoltnaya Str., Ryazan, 390026, Russia) ORCID: 0000-0003-1630-6437, e-mail: o.kazaeva@rzgmu.ru

Abstract

The relevance of the paper is due to the growing need for qualified personnel in rescue teams qualified to effectively fulfill their professional duties, as well as due to modern trends to upgrade the system of secondary vocational education, which is bound to affect the training of future rescue technicians.

The objective is to assess the risk preparedness among college students specializing in Emergency Protection within different courses of study.

Methods. Individual risk preparedness assessment was carried out among 1st to 4th year college students utilizing the method by G. Schubert.

Results and discussion. As a result of the study, significant difference in risk preparedness score was identified between 1st and 4th year students: 1st year students are less inclined to take risks compared to their 4th year fellows.

Conclusion. Enrollment of new recruits requires that educational organizations exercise professional discretion and provide medical counseling throughout professional training across various disciplines to ensure that future rescuers successfully undergo professional adaptation, acquiring appropriate models of behavior and psychological risk preparedness from as early as their 1st academic year.

Key words: emergency, risk preparedness, professional qualities, psychological diagnostics, rescue technician, student, college, secondary vocational education.

References

1. Bunas A.A. Lichnostno-psikhologicheskie prediktory sklonnosti k riskovannomu povedeniyu [Personality-psychological predictors of the propensity to risky behavior] *Azimut nauchnykh issledovanii: pedagogika i psikhologiya* [Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology]. 2013; (2);5–7. (In Russ.)

2. Bykova S.V. Sklonnost' k risku kak ustoichivoe svoistvo lichnosti [Risk tolerance as a stable trait of personality]. *Mezhdunarodnyi zhurnal sotsial'nykh i gumanitarnykh nauk* [International journal of humanities and natural sciences]. 2016; (1-1):157–160. (In Russ.)

3. Vrublevskii A.V. Sklonnost' i gotovnost' k risku. Vospriyatie riska ofitserom-spasatelem v usloviyakh chrezvychainoi situatsii [Risk appetite and readiness to take risks. Risk perseption of a rescue officer in case of an emergency]. *Vestnik Universiteta grazhdanskoi zashchity MChS Belarusi* [Journal of civil protection]. 2017; 1(3):332–341. (In Russ.)

4. Devrishov R.D., Kolomin V.V., Filyaev V.N., Kudryasheva I.A. Gigienicheskie aspekty vozdeistviya faktorov sredy obitaniya na formirovanie zdorov'ya uchashchikhsya [Hygienic aspects of influence of environmental factors on formation of schoolchildren's health]. *Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik imeni akademika I.P. Pavlova* [I.P. Pavlov Russian medical biological herald]. 2019; 27(4):530–535. DOI: 10.23888/PAVLOVJ2019274530-535. (In Russ.)

5. Il'in E.P. Psikhologiya riska [Psychology of risk]. St. Petersburg [et al.]. 2012. 288 p.

6. Karapetyan L.V. Psikhologicheskie prediktory emotsional'no-lichnostnogo blagopoluchiya kursantov vuza gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Psychological predictors of emotional and personal well-being of cadets of the institute of State fire service of the EMERCOM of Russia]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2020; (3):107–116. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-3-107-116. (In Russ.)

7. Karapetyan L.V., Redina E.A. Motivatsionnaya gotovnost' psikhologov k okazaniyu ekstrennoi psikhologicheskoi pomoshchi postradavshim v chrezvychainykh situatsiyakh [Psychologists' motivational readiness to provide emergency psychological assistance in emergency situations]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2021; (1):107–115. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-1-107-115. (In Russ.)

8. Kuznetsova L.E., Zolotareva N.N. Rol' lichnosti v protsesse psikhicheskoi adaptatsii k professional'noi deyatel'nosti sotrudnikov Ministerstva Rossiiskoi Federatsii po delam grazhdanskoi oborony, chrezvychainym situatsiyam i likvidatsii posledstvii stikhiinykh bedstvii [The role of the individual in the process of mental adaptation to professional activities of employees of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Situations and Elimination of Consequences of Natural Disasters]. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2017; (15, Pt. 6):528–530. (In Russ.)

9. Nazarova O. M. Psikhologicheskaya gotovnost' spasatelei k risku [Psychological readiness of rescuers for danger]. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2015; (7):685–688. (In Russ.)

10. Papko E.V., Grigor'ev S.G., Stukalov S.Yu. Sposob otsenki stressoustoichivosti sotrudnikov Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii dlya prinyatiya upravlencheskikh reshenii [A method for assessing the stress resistance in employees of the Federal fire service of the EMERCOM of Russia for managerial decision-making]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2022; (1):109–116. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-1-109-116. (In Russ.)

11. Sokolovskaya A.V., Kazaeva O.V., Silkina A.O. Faktory riska zdorov'yu obuchayushchikhsya v usloviyakh reformirovaniya sistemy srednego professional'nogo obrazovaniya [Risk factors for health in students in terms of reforming the system of secondary vocational education]. *Nauka molodykh (Eruditio Juvenium)* [Science of the young (Eruditio Juvenium)]. 2022; 10(1):113–122. DOI: 10.23888/HMJ2022101113-122. (In Russ.)

12. Tarabaev Yu.N. Spetsial'nost' «Zashchita v chrezvychainykh situatsiyakh» kak osnova podgotovki kadrov spasatel'nogo dela [Speciality "Defense in emergency situations" as the basis of emergency affairs staff preparation]. *Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti* [Civil Security Technology]. 2007; (4):32–35. (In Russ.)

13. Shoigu Yu.S. Psikhologiya ekstremal'nykh situatsii dlya spasatelei i pozharnykh [Psychology of extreme situations for rescuers and firefighters]. Moscow. 2007. 319 p. (In Russ.)

Received 26.11.2022

For citing: Sokolovskaya A.V., Kazaeva O.V. Otsenka sklonnosti k risku u budushchikh tekhnikov-spasatelei. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (4):112–117. **(In Russ.)**

Sokolovskaya A.V., Kazaeva O.V. Assessment of risk susceptibility score in future rescue technicians. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (4):112–117. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-112-117

При направлении статей в журнал должны соблюдаться международные этические нормы, разработанные Комитетом по этике научных публикаций (The Committee on Publication Ethics, COPE) (http://publicationethics.org/resources/guidelines), рецензируемых журналов издательства «Elsevier» (http://health.elsevier.ru/about/news/?id=990) и содержащиеся на сайте журнала (http://mchsros.elpub.ru/jour; http://nrcerm.ru/mediko-biologi.html).

1. Автор(ы) представляет(ют) электронную версию статьи в формате Word 97-2003 и скан титульного листа, подписанный авторами, которые следует направить по электронному адресу редколлегии (https://mchsros.elpub.ru/jour) через опцию «Отправить статью». В сведениях указываются фамилии, имена и отчества авторов полностью, ученые звания и степени, занимаемые должности, место работы с почтовым адресом учреждения и участие авторов в подготовке статьи.

2. Оформление статьи должно соответствовать ГОСТу 7.89–2005 «Оригиналы текстовые авторские и издательские» и ГОСТу 7.0.7–2009 «Статьи в журналах и сборниках». Диагнозы заболеваний и формы расстройств поведения следует соотносить с МКБ-10. Единицы измерений приводятся по ГОСТу 8.471–2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин».

3. Текст статьи набирается шрифтом Arial 10, интервал полуторный. Поля с каждой стороны по 3 см. Объем передовых и обзорных статей не должен превышать 15 стр., экспериментальных и общетеоретических исследований – 10 стр. В этот объем входят текст, иллюстрации (рисунки, таблицы), список литературы и англоязычный блок.

4. Схема построения статьи:

1) инициалы и фамилии авторов;

2) заглавие статьи (обычным строчным шрифтом), учреждение и его адрес (указываются для каждого из авторов);

3) реферат и ключевые слова, соотнесенные с Международным рубрикатором медицинских терминов (MeSH), русскоязычная версия которого представлена на сайте Центральной научной медицинской библиотеки (http://www.scsml.rssi.ru/);

4) краткое введение;

5) материал и методы;

6) результаты и их анализ;

7) заключение (выводы);

8) возможные конфликты интересов, которые могут повлиять на анализ и интерпретацию полученных результатов, источники финансовой поддержки (гранты, государственные программы, проекты и т.д.), благодарности;

9) участие авторов (конкретный вклад каждого автора в подготовку и написание статьи):

10) литература.

5. Реферат объемом не менее 250 знаков составляется на русском и английском языке. В разделах следует кратко ответить на вопросы: актуальность (Relevance) – для чего это надо? Почему провели это исследование? Цель (Relevance) – что надо сделать? Методология (Methodology) – что делали? Объект (предмет) исследования и задействованный для этого аппарат. Результаты и их анализ (Results and Discussion) – что было получено? Как эти результаты соотносятся с проведенными ранее исследованиями? Заключение (Conclusion) – что надо внедрить в научно-практическую деятельность?

6. Литература должна содержать в алфавитном порядке, кроме основополагающих, научные публикации за последние 5–10 лет [статьи, материалы конференций, авторефераты диссертаций (диссертация – рукопись), монографии, изобретения и пр., учебно-методическая литература не относятся к научной] и соответствовать ГОСТу 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка...». Для статей (книг), независимо от количества авторов, библиографическое описание приводится с заголовка, который содержит, как правило, фамилии и инициалы всех авторов. Точка и тире в записи заменяются точкой.

Евдокимов В.И., Кислова Г.Д. Анализ чрезвычайных ситуаций, возникших в России в 2000–2014 годах // Безопасность в техносфере. 2015. № 3. С. 48–56. DOI: 10. 12737/11882.

Гончаров С.Ф., Ушаков И.Б., Лядов К.В., Преображенский В.Н. Профессиональная и медицинская реабилитация спасателей. М. : ПАРИТЕТ ГРАФ, 1999. 320 с.

Обязательно приводятся место издания (издательство, если оно имеется), год издания, общее количество страниц и DOI статей. Для отдельных глав, статей – страницы начала и конца документа.

7. Требования к рисункам: допускаются только черно-белые рисунки (по согласованию с редакцией – цветные), заливка элементов рисунка – косая, перекрестная, штриховая; допустимые форматы файлов – TIFF, JPG, PDF; разрешение – не менее 300 dpi; ширина рисунка – не более 150 мм, высота рисунка – не более 130 мм, легенда рисунка должна быть легкочитаемой, шрифт не менее 8–9 пт.

8. Структура англоязычного раздела:

– заглавие статьи;

– англоязычное название учреждения приводится так, как оно представлено в Уставе учреждения;

– сведения об авторах – указываются транслитерированные имена, отчества и фамилии, ученые звания и степени, должность, учреждение, его адрес;

– реферат по разделам и ключевые слова;

– транслитерированный список литературы. При транслитерации следует использовать сайт (http://translit.net), формат транслитерации – BSI. После транслитерированного русского заглавия в квадратных скобках указывается его англоязычный перевод. Для заглавий статей и журналов следует применять официальные переводы, представленные в журналах, на сайтах научной электронной библиотеки (http://elibrary.ru) и ведущих библиотек страны.

Присланные статьи рецензируются членами редколлегии, редакционного совета и ведущими специалистами отрасли. Рецензирование – «двойное слепое». При положительном отзыве статьи принимаются к печати. При принятии статьи к публикации авторы дают право редакции размещать полные тексты статей и ее реферата в информационных справочно-библиографических базах данных.

Рукописи авторам не возвращаются.

Плата за публикацию рукописей с аспирантов не взимается.