

Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях **№ 1 2023 г.**

Научный рецензируемый журнал

Издается ежеквартально с 2007 г.

Учредитель

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никитова» 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. Никитова 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 29.03.2023 г. Выпуск в свет 05.04.2023 г. Формат 60х90 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. Никитова, 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

Медицинские проблемы

- Азизова Т.В., Мосеева М.Б., Брикс К.В.
Острая лучевая болезнь в результате аварии критичности на предприятии атомной промышленности 5
- Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Ветошкин А.А., Кондашов А.А.
Структура нозологий и риски развития производственного травматизма личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2012–2021 гг.) 13
- Селиверстов П.А., Шапкин Ю.Г.
Применение тактики контроля повреждений при боевых травмах конечностей на передовых этапах медицинской эвакуации в условиях современных войн (обзор литературы) 42
- Теплов В.М., Прасол Д.М., Резник О.Н., Цебровская Е.А., Коломойцев В.В., Архангельский Н.Д., Багненко С.Ф.
Результаты применения транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации при внезапной остановке кровообращения 53
- Ушаков И.Б., Кальманов А.С., Бубеев Ю.А.
Перспективы применения специальных газовых смесей на основе ксенона для коррекции стресса смертельно опасных ситуаций 59
- Шамрей В.К., Лыткин В.М., Баразенко К.В., Зун С.А.
О динамике развития проблемы посттравматического стрессового расстройства 68
- Шелухин Д.А., Алексанин С.С., Рыбников В.Ю., Павлов А.И.
Шкала оценки транспортабельности и вероятности летального исхода тяжелооболоченных и пострадавших в чрезвычайных ситуациях 78

Социальные и психологические проблемы

- Глебов В.В., Шевцов В.В., Ефремова Д.Н.
Вооруженные нападения на образовательные учреждения: социально-психологические и информационные проблемы безопасности образовательной среды в России и за рубежом . . . 87
- Пятибрат А.О., Зиамбетов В.Ю., Цикунова Н.С., Назыров Р.К., Шибаева А.Г.
Взаимосвязь повышения резистентности организма и нормализации психического состояния под влиянием гипоксической тренировки в изолирующем противогазе. 100

Науковедение.

Подготовка и развитие научных исследований

- Чернов К.А., Мисюрин С.Д., Глухов В.А., Дурнев С.А.
Медицина чрезвычайных ситуаций: анализ отечественных научных статей с использованием методов искусственного интеллекта (2005–2021 гг.) 109

Главный редактор

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., чл.-кор. РАН, Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России

Редакционная коллегия

Рыбников Виктор Юрьевич (зам. гл. редактора) – д-р мед. наук, д-р психол. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);

Евдокимов Владимир Иванович (науч. редактор) – д-р мед. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);

Григорьев Степан Григорьевич – д-р мед. наук проф., Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия);

Мухаметжанов Амантай Муканбаевич – д-р мед. наук доц., Карагандинский государственный медицинский университет (г. Караганда, Казахстан);

Ушаков Игорь Борисович – д-р мед. наук проф., акад. РАН, Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна (Москва, Россия);

Шабанов Петр Дмитриевич – д-р мед. наук проф., Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия)

Редакционный совет

Аклеев Александр Васильевич – д-р мед. наук проф., Уральский научно-практический центр радиационной медицины (г. Челябинск, Россия);

Беленький Игорь Григорьевич – д-р мед. наук, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия);

Благинин Андрей Александрович – д-р мед. наук проф., Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия);

Гончаров Сергей Федорович – д-р мед. наук проф., акад. РАН, Федеральный медицинский биомедицинский научный центр им. А.И. Бурназяна (Москва, Россия);

Ермаков Павел Николаевич – д-р биол. наук проф., акад. РАО, Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону, Россия);

Зыбина Наталья Николаевна – д-р биол. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);

Иванов Павел Анатольевич – д-р мед. наук проф., Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского (Москва, Россия);

Ильин Леонид Андреевич – д-р мед. наук проф., акад. РАН, Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна (Москва, Россия);

Кочетков Александр Владимирович – д-р мед. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова (Санкт-Петербург, Россия);

Майстренко Дмитрий Николаевич – д-р мед. наук проф., Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М. Гранова (Санкт-Петербург);

Марченко Татьяна Андреевна – д-р мед. наук проф., Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (Москва, Россия);

Миннуллин Ильдар Пулатович – д-р мед. наук проф., Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия);

Новикова Ирина Альбертовна – д-р мед. наук проф., Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (г. Архангельск, Россия);

Попов Валерий Иванович – д-р мед. наук проф., Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко (г. Воронеж, Россия);

Решетников Михаил Михайлович – д-р психол. наук проф., Восточно-Европейский институт психоанализа (Санкт-Петербург, Россия);

Рожко Александр Валентинович – д-р мед. наук проф., Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека (г. Гомель, Беларусь);

Романович Иван Константинович – д-р мед. наук проф., акад. РАН, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены им. проф. П.В. Рамзаева (Санкт-Петербург, Россия);

Романчишен Анатолий Филиппович – д-р мед. наук проф., Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (Санкт-Петербург, Россия);

Тихилов Рашид Муртузалиевич – д-р мед. наук проф., Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена (Санкт-Петербург, Россия);

Тулупов Александр Николаевич – д-р мед. наук проф., Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия);

Фисун Александр Яковлевич – д-р мед. наук проф., чл.-кор. РАН, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (филиал, Москва, Россия);

Хоминец Владимир Васильевич – д-р мед. наук проф., Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия);

Черешнев Валерий Александрович – д-р мед. наук проф., акад. РАН, Институт иммунологии и физиологии (г. Екатеринбург, Россия);

Шантырь Игорь Игнатьевич – д-р мед. наук проф., Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, Россия);

Hetzer Roland – д-р мед. наук проф., Немецкий сердечный центр (г. Берлин, ФРГ);

Bey Tareg – д-р мед. наук проф., Департамент гражданской защиты (г. Ориндж, США);

Bernini-Carri Enrico – д-р мед. наук проф., Департамент гражданской обороны (г. Модена, Италия)

Жанат Карр – д-р мед. наук, Сеть обеспечения готовности оказания медицинской помощи при радиационной аварийной ситуации, Всемирная организация здравоохранения (г. Женева, Швейцария)

© Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, 2022 г.

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).

Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях

Founder

The Federal State Budgetary Institute
«The Nikiforov Russian Center of Emer-
gency and Radiation Medicine», The Min-
istry of Russian Federation for Civil Defence,
Emergencies and Elimination of Conse-
quences 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 Commu-
nications 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. Aga-
pova. Translation O.V. Kameneva

Printed in the St. Petersburg
University State Fire-Fighting Service,
EMERCOM of Russia.

Approved for press 29.03.2023.

Publication date: 05.04.2023.

Format 60x90¹/₈.

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

Azizova T.V., Moseeva M.B., Briks K.V.

Acute radiation sickness due to critical accidents at a nuclear
production facility. 5

Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Vetoshkin A.A., Kondashov A.A.

The composition of nosologies and occupational injury risks in
officers of the Federal Fire Service of the Ministry of Emergency
Situations of Russia (2012–2021). 13

Seliverstov P.A., Shapkin Y.G.

Application of damage control tactics in combat injuries of limbs at
the advanced stages of medical evacuation in modern war settings
(literature review) 42

Teplov V.M., Prasol D.M., Reznik O.N., Tsebrovskaya E.A.,

Kolomoitsev V.V., Arkhangel'skiy N.D., Bagnenko S.F.

The results of the use of transport extracorporeal membrane
oxygenation in sudden circulatory arrest 53

Ushakov I.B., Kal'manov A.S., Bubeev Yu.A.

Specific xenon-based gas mixtures used for stress correction
therapy in patients exposed to lethal force scenarios 59

Shamrey V.K., Lytkin V.M., Barazenko K.V., Zun S.A.

PTSD development and dynamics 68

Shelukhin D.A., Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu., Pavlov A.I.

Transportability Assessment Scale (TAS) and transportation
associated mortality (TAS–mortality) critical patients and patients
with emergency-related injuries 78

Social and Psychological Issues

Glebov V.V., Shevtsov V.V., Efremova D.N.

Armed attacks in educational institutions: social, psychological and
informational problems of education security in Russia and abroad . . 87

Pyatibrat A.O., Ziambetov V.Yu., Tsikunova N.S., Nasyrov R.K.,

Shibaeva A.G.

Improved body resistance and mental health in students undergoing
hypoxic training wearing insulating gas masks 100

Science of Science.

Organization and Conduct of Research Studies

Chernov K.A. Misyurin S.D., Glukhov V.A., Durnev S.A.

Disaster medicine: analysis of research papers by Russian
investigators based on artificial intelligence methods
(2005–2021). 109

Editor-in-Chief

Sergei S. Aleksanin – Dr. Med. Sci. Prof., Corresponding Member Russian Academy of Sciences, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia)

Editorial Board

Viktor Yu. Rybnikov (Deputy Editor-in-Chief) – Dr. Med. Sci., Dr. Psychol. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Vladimir I. Evdokimov (Science Editor) – Dr. Med. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Stepan Grigorjevich Grigoriev – Dr. Med. Sci. Prof., Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia);

Amantai Mukanbaevich Mukhametzhano – Dr. Med. Sci. Associate Prof., Karaganda State Medical University (Karaganda, Kazakhstan);

Igor' B. Ushakov – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan (Moscow, Russia);

Petr D. Shabanov – Dr. Med. Sci. Prof., Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia)

Members of Editorial Council

Aleksandr V. Akleev – Dr. Med. Sci. Prof., Urals Research Center for Radiation Medicine (Chelyabinsk, Russia);

Igor G. Belenkii – Dr. Med. Sci., Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (St. Petersburg, Russia);

Andrei Aleksandrovich Blagin – Dr. Med. Sci. Prof., Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia);

Sergei F. Goncharov – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, Burnasyan Federal Medical Biophysical Center (Moscow, Russia);

Pavel N. Ermakov – Dr. Biol. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Education, Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russia);

Natal'ya N. Zybins – Dr. Biol. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Pavel A. Ivanov – Dr. Med. Sci. Prof., N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine (Moscow, Russia);

Leonid A. Il'in – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan (Moscow, Russia);

Aleksandr V. Kochetkov – Dr. Med. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Dmitry N. Maystrenko – Dr. Med. Sci. Prof., Russian Research Centre of Radiology and Surgical Technologies named after A.M. Granov (St. Petersburg, Russia);

Tat'yana A. Marchenko – Dr. Med. Sci. Prof., All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies EMERCOM of Russia (Moscow, Russia);

Il'dar P. Minnullin – Dr. Med. Sci. Prof., Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (St. Petersburg, Russia);

Irina Al'bertovna Novikova – Dr. Med. Sci. Prof., Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia);

Valerii I. Popov – Dr. Med. Sci. Prof., Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Voronezh, Russia);

Mikhail M. Reshetnikov – Dr. Psychol. Sci. Prof., East European Institute of Psychoanalysis (St. Petersburg, Russia);

Aleksandr V. Rozhko – Dr. Med. Sci. Prof., Republican Scientific Center for Radiation Medicine and Human Ecology (Gomel, Belarus);

Ivan K. Romanovich – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Prof. P.V. Ramzaev (St. Petersburg, Russia);

Anatoliy F. Romanchishen – Dr. Med. Sci. Prof., St. Petersburg State Pediatric Medical University (St. Petersburg, Russia);

Rashid M. Tikhilov – Dr. Med. Sci. Prof., Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden (St. Petersburg, Russia);

Aleksandr N. Tulupov – Dr. Med. Sci. Prof., I.I. Dzhanelidze St. Petersburg Research Institute of Emergency Medicine (St. Petersburg, Russia);

Aleksandr Y. Fisun – Dr. Med. Sci. Prof., Corresponding Member Russian Academy of Sciences, Kirov Military Medical Academy (St. Petersburg, Russia);

Vladimir V. Khominets – Dr. Med. Sci. Prof., Kirov Military Medical Academy (branch, Moscow, Russia);

Valerii A. Chereshev – Dr. Med. Sci. Prof., Member, Russian Academy of Sciences, Institute of Immunology and Physiology (Yekaterinburg, Russia);

Igor' I. Shantyr' – Dr. Med. Sci. Prof., Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (St. Petersburg, Russia);

Hetzer Roland – Dr. Med. Sci. Prof., Deutsches Herzzentrum (Berlin, Germany);

Bey Tareg – Dr. Med. Sci. Prof., Civil Defence Department (Orange, California, USA);

Bernini-Carri Enrico – Dr. Med. Sci. Prof., Civil Defence Department (Modena, Italy)

Zhanat Carr – DM, PhD, Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network (REMAN), World Health Organization (Geneva, Switzerland)

Т.В. Азизова, М.Б. Мосеева, К.В. Брикс

ОСТРАЯ ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ КРИТИЧНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Южно-Уральский институт биофизики (Россия, г. Озерск, Челябинская обл., Озерское шоссе, д. 19)

Введение. Радиационные аварии являются редким событием, однако, в настоящее время нельзя полностью исключить возможность их возникновения. В этой связи особую ценность для прогноза последствий кратковременного облучения с высокой мощностью дозы имеет весь накопленный в мире опыт.

Цель – представить описание клинических симптомов и признаков у работников, подвергшихся острому гамма-нейтронному облучению.

Методология. В настоящей работе рассматривается авария критичности, произошедшая 2 января 1958 г. на Производственном объединении «Маяк» при работе с экспериментальным сосудом, содержащим раствор нитрата урана. В результате аварии кратковременному гамма-нейтронному облучению подверглись четыре работника, у которых впоследствии развилась острая лучевая болезнь в различной степени тяжести.

Результаты и их анализ. Представлены симптомы первичной реакции, развития нарушений в различных органах и системах и течение острой лучевой болезни у пострадавших.

Заключение. При острой лучевой болезни в крайне тяжелой степени тяжести в ранний период после острого облучения наблюдаются нарушения в различных органах и тканях, при этом сердечно-сосудистый коллапс является наиболее критичным физиологическим состоянием. Нарушения в различных органах и тканях в отдаленный период после острого облучения являются вторичными проявлениями как ранней неспецифической реакции на облучение, так и специфических радиационно-индуцированных прямых повреждений высокорadioчувствительных клеток.

Ключевые слова: радиационная авария, гамма-нейтронное облучение, острая лучевая болезнь, Производственное объединение «Маяк», полиорганные нарушения.

Введение

Радиационные аварии являются редким событием, однако, в настоящее время нельзя полностью исключить возможность их возникновения в связи с широким использованием источников ионизирующего излучения (в промышленности, энергетике, медицине), а также ввиду угрозы ядерного терроризма. В связи с этим изучение влияния кратковременного облучения высокой мощности на здоровье человека остается актуальным. При этом особую ценность для прогноза последствий острого облучения имеет весь накопленный в мире опыт.

Острая лучевая болезнь (ОЛБ) – совокупность клинических синдромов, развивающихся при кратковременном облучении всего организма или его части в дозах, превышающих 1 Гр [3, 11]. В зависимости от величины поглощенной дозы излучения и, соответственно, в зависимости от преобладания признаков поражения тех или иных систем организма выделяют

несколько форм (синдромов) ОЛБ, а именно, церебральная, токсемическая, кишечная и костномозговая формы в русскоязычной литературе и нейроваскулярный, желудочно-кишечный и гемопоэтический синдромы в зарубежной литературе. Однако схожесть клинических проявлений свидетельствует о системной воспалительной реакции, что в тяжелых случаях приводит к полиорганной недостаточности.

Цель – представить описание клинических симптомов и признаков у работников, подвергшихся острому гамма-нейтронному облучению в результате аварии критичности, произошедшей на Производственном объединении «Маяк» 2 января 1958 г.

Описание аварии

Подробное описание аварии критичности, произошедшей 2 января 1958 г. на внутризаводской экспериментальной установке, для точного определения критических параметров

✉ Азизова Тамара Васильевна – канд. мед. наук, гл. науч. сотр., зам. дир. по науке, зав. клинич. отд. Юж.-Урал. ин-т биофизики (Россия, 456780, г. Озерск, Челябинская обл., Озерское шоссе, д. 19), ORCID: 0000-0001-6954-2674, e-mail: clinic@subi.su;

Мосеева Мария Борисовна – науч. сотр., Юж.-Урал. ин-т биофизики (Россия, 456780, г. Озерск, Челябинская обл., Озерское шоссе, д. 19), ORCID: 0000-0003-3741-6600, e-mail: clinic@subi.su;

Брикс Ксения Васильевна – науч. сотр., Юж.-Урал. ин-т биофизики (Россия, 456780, г. Озерск, Челябинская обл., Озерское шоссе, д. 19), ORCID: 0000-0001-8815-9742, e-mail: clinic@subi.su

Таблица 1

Характеристика пострадавших в аварии

Работник	Пол	Возраст, лет	Суммарная доза профессионального хронического внешнего гамма-излучения до аварии (Hr10), Зв	Острое гамма-нейтронное облучение	
				Доза (минимум–максимум), Гр	Мощность дозы (минимум–максимум), Гр/с
Л.	Мужской	30	0,09	69,50–124,50	0,58–1,04
М.	Мужской	24	0,10	76,30–131,30	0,64–1,09
Б.	Мужской	28	0,01	30,20–48,70	0,25–0,41
К.	Женский	33	3,59	7,13–12,13	0,06–0,10

ров емкостей, находящихся в повседневном использовании, представлено в [8, 12]. Кратко при перемещении раствора нитрата урана из экспериментального сосуда в емкости с более благоприятной геометрией произошла самоподдерживающаяся цепная реакция. Вместо использования сливной линии, как было предписано, трое работников (Л., М. и Б.) подняли экспериментальный сосуд и начали его двигать для того, чтобы вручную разлить содержимое в другие емкости. Тотчас же они заметили вспышку, и в это же время раствор с делящимся веществом был с силой выброшен из сосуда. Кроме работников Л., М. и Б., облучению подвергся четвертый работник (К.), находящийся на расстоянии 2,5 м от источника излучения. Все участники эксперимента немедленно покинули помещение и были подвергнуты дезактивации, а затем госпитализированы в специализированное медицинское учреждение.

Исходя из активности продуктов ядерного синтеза в растворе, выход одиночных импульсов составил примерно $2 \cdot 10^{17}$ делений. Впоследствии экспериментальная установка была демонтирована. Характеристика пострадавших в радиационной аварии работников и оценки доз облучения представлены в табл. 1. Следует отметить, что все пострадавшие до аварии подвергались хроническому профессиональному облучению.

Клиническое течение ОЛБ

Вскоре после облучения у трех работников (Л., М. и Б.) развились типичные симптомы первичной реакции (продромального синдрома) ОЛБ, такие как рвота, головная боль, слабость, диарея и повышение температуры тела (табл. 2). При неврологическом обследовании выявлено, что работники Л. и М., подвергшиеся облучению в очень высоких дозах,

Таблица 2

Симптомы первичной реакции (продромальный синдром) у пострадавших в аварии

Симптом и признак	Работник			
	Л.	М.	Б.	К.
Рвота	Непрекращающаяся, через 5 мин	Непрекращающаяся, через 10 мин	Множественная, через 10 мин	Множественная, через 30 мин
Локализация эритемы кожи в течение 1-го часа	Лицо, грудь, верхние конечности	Лицо, грудь, верхние конечности	Лицо, верхние конечности	Лицо, верхние конечности
Головная боль	Очень сильная, через 1 мин	Очень сильная, через 5–10 мин	Сильная, через 15 мин	Средняя, через 20 мин
Слабость	Очень сильная, через 30 с; не мог идти	Очень сильная, через 5 мин	Сильная, через 15 мин	Средняя, через 30 мин
Боли в животе в течение первых 2 ч	Да	Да	Да	Нет
Диарея в течение первых 2 ч	Да	Да	Да	Нет
Артериальное давление, мм рт.ст.	до аварии 130/70 в течение первых 4 ч 90/50	140/80 80/35	140/80 110/60	140/80 120/80
Частота сердечных сокращений через 2 ч (уд/мин)	116	110	100	120
Частота дыхательных движений через 2 ч (мин)	24	20	20	18
Температура тела через 2 ч (°C)	39,3	39,2	38,2	37,0
Нарушение рефлексов (рефлексы повышены)	Да	Да	Да	Нет
Нарушение чувствительности	Да	Да	Нет	Нет
Общее состояние	Дезориентация, возбуждение	Дезориентация, возбуждение	Возбуждение	Возбуждение

Таблица 3

Симптомы критической фазы у пострадавших в аварии

Симптом / признак	Работник			
	Л.	М.	Б.	К.
Периферическая кровь				
Агранулоцитоз	Нет; лейкопения на 6-й день	На 6-й день	На 6-й день	На 7-й день
Тромбоцитопения	ниже $150 \cdot 10^9/\text{л}$ ниже $30 \cdot 10^9/\text{л}$	На 5-й день Нет	На 2-й день На 5-й день	На 3-й день На 7-й день
Эритроциты, меньше $3 \cdot 10^{12}/\text{л}$	Нет	Нет	На 9-й день	С 5-го по 8-й день
Система кровообращения				
Сосудистая гипотония	С 1-го по 6-й день	С 1-го по 7-й день	С 1-го по 9-й день	Нет
Изменения на ЭКГ	С 3-го дня	Со 2-го дня	Со 2-го дня	Со 2-го по 4-й день
Тахикардия	С 1-го по 6-й день	С 1-го по 7-й день	С 1-го по 9-й день	С 1-го по 60-й день
Дыхательная система				
Одышка, увеличение частоты дыхательных движений	С 5-го дня	С 4-го дня	С 5-го дня	Нет
Желудочно-кишечный тракт				
Диарея	Нет	Нет	Нет	Нет
Непроходимость кишечника	На 5-й день	На 3-й день	На 8-й день	Нет
Рвота и боли в животе	Да	Да	Нет	Нет
Нервная система				
Нарушение сознания (сомнолентное состояние)	С 4-го дня	С 3-го дня	С 6-го дня	Нет
Нарушение рефлексов	С 1-го по 6-й день	Со 2-го по 7-й день	Со 2-го дня	Со 2-го по 44-й день
Нарушение чувствительности	С 1-го по 6-й день	Со 2-го дня	Нет	Нет
Атаксия	С 3-го дня	Со 2-го дня	Нет	Нет
Выделительная система				
Олигурия, протеинурия	С 3-го дня	С 4-го дня	Нет	Нет
Синдромы				
Геморрагический синдром	Со 2-го дня	Со 2-го дня	С 8-го дня	Нет
Инфекционный синдром	Нет	Нет	Нет	На 15-й день (лакунарная ангина)
Эпилепсия	Нет	Нет	С 8-го дня	С 11-го дня
Смерть	На 6-й день	На 7-й день	На 10-й день	Через 24 года
Основная причина смерти / код по МКБ-10	ОЛБ / T66	ОЛБ / T66	ОЛБ / T66	Рак легкого / C34.9

находились в состоянии дезориентации с первых часов после острого облучения. У них наблюдались нарушения рефлексов и чувствительности. Уже с 1-го дня у работников Л. и М. были зарегистрированы сосудистая гипотония и тахикардия, а на 2–4-й день после острого облучения регистрировались атаксия, олигурия и геморрагический синдром (табл. 3). У работника Б. в отличие от работников Л. и М. подобных симптомов не наблюдали (см. табл. 2, 3).

Несмотря на то, что у работника К. были симптомы первичной реакции, такие же как и у других участников радиационной аварии, у него не выявлено сосудистой гипотонии, одышки, диареи и лихорадки в критической фазе, а нервно-сосудистый синдром был слабо выражен (см. табл. 2 и 3). Латентный период у работника К. был коротким, и уже на 7-й день после острого облучения число нейтрофилов

в периферической крови составило $0,2 \cdot 10^9 \text{ л}^{-1}$, а число тромбоцитов снизилось до $52 \cdot 10^9 \text{ л}^{-1}$.

Изменения показателей в периферической крови у работников Л., М., Б. и К. представлены на рис. 1–4. В течение первых часов после аварии наблюдалось значительное увеличение числа нейтрофилов, а к 7–8-му дню после облучения, напротив, – достигало нуля за исключением работника Л., который умер прежде, чем число нейтрофилов достигло нуля. Уже на 2-е сутки у всех работников в периферической крови регистрировалась глубокая абсолютная лимфопения (менее $0,1 \cdot 10^9 \text{ л}^{-1}$), сохранившаяся до момента смерти, за исключением работника К. Падение тромбоцитов ниже $150 \cdot 10^9 \text{ л}^{-1}$ началось на 1-й неделе у всех работников, но критическая тромбоцитопения (ниже $30 \cdot 10^9 \text{ л}^{-1}$) была зарегистрирована позднее, и сроки ее наступления зависели от дозы облучения, за исключением работника Л.,

который умер на 6-й день после острого облучения. Снижение числа эритроцитов (ниже $3 \cdot 10^{12} \text{ л}^{-1}$) в периферической крови у работника Б. наблюдалось на 9-й день и у работника К. – с 5-го по 8-й день.

В то время набор лекарственных препаратов для лечения острой лучевой болезни был

ограничен (седативные, анальгезирующие, противосудорожные препараты, витамины, антибиотики).

Работник Л. умер на 6-й день после облучения, непосредственной причиной смерти явились выраженная сосудистая недостаточность и отек мозга. Работник М. умер от нарастаю-

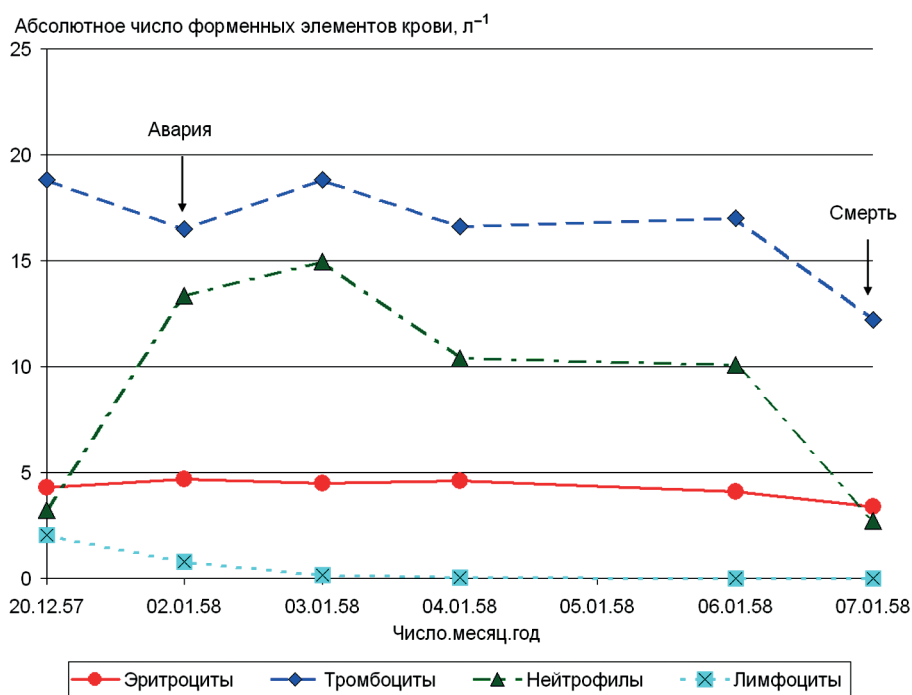


Рис. 1. Динамика абсолютного числа эритроцитов ($\times 10^{12} \text{ л}^{-1}$), тромбоцитов ($\times 10^{10} \text{ л}^{-1}$), нейтрофилов ($\times 10^9 \text{ л}^{-1}$) и лимфоцитов ($\times 10^9 \text{ л}^{-1}$), начиная с анализа до аварии и ежедневно после аварии, у работника Л.

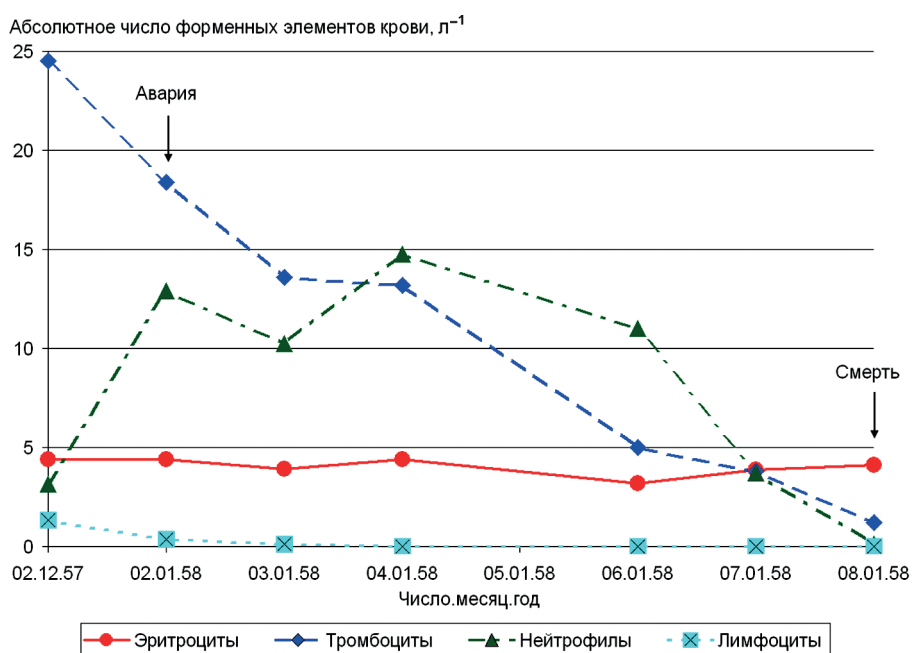


Рис. 2. Динамика абсолютного числа нейтрофилов ($\times 10^9 \text{ л}^{-1}$), лимфоцитов ($\times 10^9 \text{ л}^{-1}$), тромбоцитов ($\times 10^{10} \text{ л}^{-1}$) и эритроцитов ($\times 10^{12} \text{ л}^{-1}$), начиная с анализа до аварии и ежедневно после аварии, у работника М.

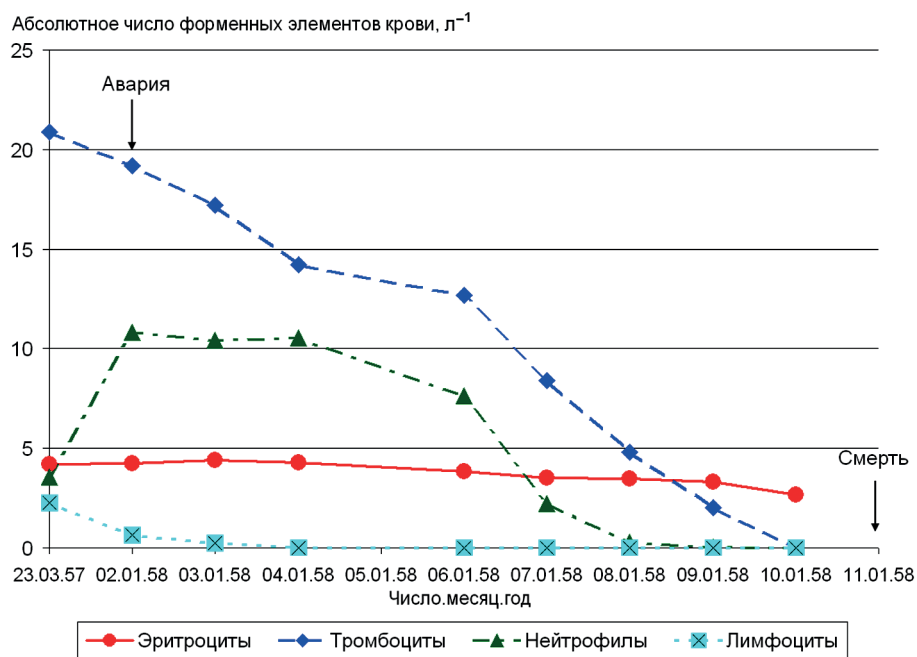


Рис. 3. Динамика абсолютного числа эритроцитов ($\times 10^{12} \text{ л}^{-1}$), тромбоцитов ($\times 10^{10} \text{ л}^{-1}$), нейтрофилов ($\times 10^9 \text{ л}^{-1}$) и лимфоцитов ($\times 10^9 \text{ л}^{-1}$), начиная с анализа до аварии и ежедневно после аварии, у работника Б.

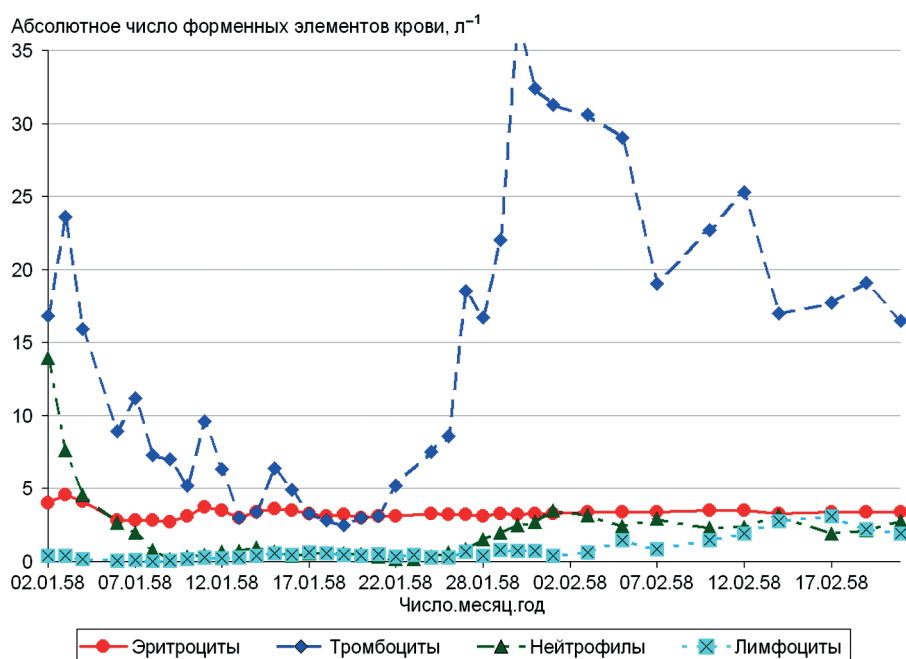


Рис. 4. Динамика абсолютного числа эритроцитов ($\times 10^{12} \text{ л}^{-1}$), тромбоцитов ($\times 10^{10} \text{ л}^{-1}$), нейтрофилов ($\times 10^9 \text{ л}^{-1}$) и лимфоцитов ($\times 10^9 \text{ л}^{-1}$), начиная с первого дня аварии, у работника К.

щего отека легких и мозга на фоне нарушений сердечно-сосудистой деятельности и аплазии кроветворных органов на 7-й день после облучения.

У работника Б. смерть последовала на 10-й день после облучения от нарастающей интоксикации в результате обширных некротических изменений скелетных мышц, слизистых

оболочек пищеварительного тракта, на фоне аплазии кроветворных органов он умер.

Работник К. восстановил здоровье через 3 мес после аварии и продолжил свою профессиональную деятельность на предприятии. В отдаленном периоде наблюдения у работника К. были зарегистрированы радиационная катаракта (в возрасте 35 лет через 2 года по-

сле острого облучения), артериальная гипертензия (в возрасте 41 года через 7 лет после острого облучения). В течение всего последующего периода наблюдения показатели периферической крови у работника К. оставались стабильными в пределах границ физиологической нормы. Работник К. умер от рака легкого через 24 года (1982 г.) в возрасте 58 лет.

Обсуждение. Известно, что в первые часы после острого радиационного воздействия развивается первичная реакция на облучение – продромальный синдром, продолжительность которого зависит от поглощенной дозы острого облучения [1, 2, 4, 7, 9–11, 13]. Продромальный синдром у работников, подвергшихся гамма-нейтронному облучению в дозе более 10 Гр, характеризовался более выраженными нарушениями в органах и системах. Непрекращающаяся рвота с первых минут после облучения и диарея, развившаяся в первые часы после облучения, а также сильная физическая слабость – прогностические признаки наиболее тяжелых форм ОЛБ (сердечно-сосудистой и церебральной) [4, 7, 9, 11]. У работников, пострадавших в аварии критичности 2 января 1958 г., эти симптомы и признаки продромального синдрома развились в течение первых часов после аварии. Более того, уже в 1-ю неделю после острого облучения (критическая фаза) регистрировались симптомы и признаки в различных органах и системах, включая нервную систему (центральный и вегетативный отдел), желудочно-кишечный тракт, системы кровообращения и дыхания. Три работника, описанные в настоящей работе, умерли в критический период ОЛБ, так как на момент аварии не было в наличии мощных современных методов интенсивного лечения и отсутствовали современные препараты, такие как цитокины. Четвертый работник, подвергшийся облучению в меньших дозах, несмотря на отсутствие современного лечения, восстановил свое здоровье. С другой стороны – пострадав-

ших при аварии в городах Несвиже и Токай-муре интенсивно лечили современными препаратами, однако, не удалось избежать развития нарушений во многих органах и системах [11], что привело к гибели пострадавших.

В настоящее время полагают, что комплекс полиорганных нарушений в различной степени тяжести развивается не только в результате прямого радиационно-индуцированного повреждения радиочувствительных клеток (костный мозг, кишечный эпителий, эндотелий сосудов), но и неспецифических изменений в сосудистой системе, в частности, в эндотелиальных клетках и иммунной системе, приводящих к развитию неконтролируемого синдрома системного воспалительного ответа [6, 11]. Опыт, полученный при лечении пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, говорит о положительной роли медикаментозного лечения пациентов с тяжелой степенью тяжести ОЛБ и меньшей роли трансплантации костного мозга или стволовых клеток [5]. Дальнейшее изучение и понимание патофизиологических механизмов формирования полиорганных нарушений открывает перспективные пути улучшения результатов лечения ОЛБ.

Выводы

1. При острой лучевой болезни крайне тяжелой степени тяжести в ранний период после острого облучения наблюдаются нарушения в различных органах и тканях, при этом сердечно-сосудистый коллапс является наиболее критичным физиологическим состоянием.
2. Нарушения в различных органах и тканях в отдаленный период после острого облучения являются вторичными проявлениями как ранней неспецифической реакции на облучение, так и специфических радиационно-индуцированных прямых повреждений высоко-радиочувствительных клеток.

Литература

1. Байсоголов Г.Д. Клиническая картина острой лучевой болезни и состояние кроветворения при ней // Радиация и риск. Спец. вып. 2002. С. 9–13.
2. Баранов А.Е. Оценка дозы и прогнозирование динамики количества нейтрофилов периферической крови по гематологическим показателям при гамма-облучении человека // Медицинская радиология. 1987. № 12. С. 3–18.
3. Гуськова А.К. Классификация лучевой болезни / ред. Ильин Л.А. М.: ИздАТ, 2001. Т. 2. Радиационные поражения человека. С. 41–61.
4. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека : очерки. М.: Медицина, 1971. 384 с.
5. Стюарт Ф.А. [и др.]. Отчет МКРЗ по тканевым реакциям, ранним и отдаленным эффектам в нормальных тканях и органах – пороговые дозы для тканевых реакций в контексте радиационной защиты / ред.: А.В. Аклев, М.Ф. Киселев. Челябинск : Книга, 2012. 384 с. (Труды МКРЗ; публикация 118).

6. Шано В.П., Нестеренко А.Н., Гюльмамедов Ф.И., Гюльмамедов П.Ф. Сепсис и синдром системного воспалительного ответа // Анестезиология и реаниматология. 1998. № 4. С. 60–63.
7. Anno G.H., Baum S.J., Withers H.R., Young R.W. Symptomatology of acute radiation effects in humans after doses of 0.5–30 Gy // Health Phys. 1989. Vol. 56, N 1. P. 821–838. DOI: 10.1097/00004032-198906000-00001.
8. Gusev G., Guskova A.K., Mettler F.A. Medical Management of Radiation Accidents. London: New York: Washington CRS Press, 2001. 611 p.
9. Hall E.J. Acute effects of total-body irradiation // Radiobiology for the radiologist / Eds.: John J.R., Sutton P., Marino D. Philadelphia : Lippincott Williams and Wilkins, 2000 P. 124–135.
10. International Atomic Energy Agency. Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Vienna : International Atomic Energy Agency, 1998. Safety Report Series N 2.
11. International Atomic Energy Agency. Medical management of radiation injuries. Vienna : International Atomic Energy Agency, 2020. Safety Reports Series N 101.
12. McLaughlin T.P., Monahan S.P., Pruvost N.L. [et al.]. A review of criticality accidents. 2nd ed. Report N LA-13638. Los Alamos : Los Alamos National Laboratory, 2000. 158 p.
13. Thoma G.E., Wald N. The diagnosis and management of accidental radiation injury // Journal of occupational medicine. 1959. Vol. 1, N 8. P. 421–447.

Поступила 06.01.2023 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи. Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016–2020 годы и на период до 2030 года».

Вклад авторов: Т.В. Азизова, К.В. Брикс – работа с первичной медицинской документацией, написание статьи; М.Б. Мосеева – работа с литературой, написание статьи.

Для цитирования. Азизова Т.В., Мосеева М.Б., Брикс К.В. Острая лучевая болезнь в результате аварии критичности на предприятии атомной промышленности // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 5–12. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-05-12.

Acute radiation sickness due to criticality accidents at a nuclear production facility

Azizova T.V., Moseeva M.B., Briks K.V.

Southern Urals Biophysics Institute (19, Ozyorskoe highway, Ozyorsk, Chelyabinsk region, Russia)

✉ Tamara Vasilyevna Azizova – PhD Med. Sci., principal scientist, deputy director, head of clinical department, Southern Urals Biophysics Institute (19, Ozyorskoe highway, Ozyorsk, Chelyabinsk region, 456780, Russia), ORCID: 0000-0001-6954-2674, e-mail: clinic@subi.su;

Maria Borisovna Moseeva – scientist, Southern Urals Biophysics Institute (19, Ozyorskoe highway, Ozyorsk, Chelyabinsk region, 456780, Russia), ORCID: 0000-0003-3741-6600, e-mail: clinic@subi.su;

Ksenia Vasilyevna Briks – scientist, Southern Urals Biophysics Institute (19, Ozyorskoe highway, Ozyorsk, Chelyabinsk region, 456780, Russia), ORCID: 0000-0001-8815-9742, e-mail: clinic@subi.su

Abstract

Introduction. Nuclear accidents are rare, however, today they cannot be entirely excluded. Thereupon the wealth of global experience is of particular value for prediction of outcomes that potentially follow short-term exposures to ionizing radiation at high dose rates.

The objective is to describe clinical symptoms and signs in workers exposed to acute gamma-neutron radiation.

Methodology. This paper considers health effects after radiation exposure due to a critical accident that happened on January, 2 1958 during operations with an experimental flask containing uranium nitrate solution at the Mayak PA. During accident four workers were exposed to short-term gamma-neutron radiation and subsequently suffered from acute radiation syndrome of different severity degree.

Results and discussion. Symptoms of the initial response, development of disorders in various organs and systems and the course of the acute radiation syndrome in exposed individuals are described.

Conclusion. Multiple organs or tissues are involved in severe acute radiation syndrome at an early period after acute exposure, at that cardiovascular collapse is the most critical physiological state. Multiple organs or tissues failure in the long-term period after acute exposure is a secondary manifestation both of the primary non-specific response to radiation and specific radiation-induced direct damage of highly sensitive cells

Keywords: radiation accident, gamma-neutron exposure, acute radiation syndrome, Production Association «Mayak», multiple organ failure.

References

1. Baisogolov G.D. Klinicheskaya kartina ostroi luchevoi bolezni i sostoyanie krovetvoreniya pri nei [Clinical picture of acute radiation sickness and the status of the haematopoietic system]. *Radiatsiya i risk*. [Radiation and risk] 2002; (Spetsial'nyi vypusk):9–13. (In Russ.).
2. Baranov A.E. Otsenka dozy i prognozirovaniye dinamiki kolichestva neutrofilov perifericheskoi krovi po gematologicheskim pokazatelyam pri gamma-obluchenii cheloveka [Dose estimate and prognosis of peripheral blood neutrophil count dynamics based on haematological indecies in humans after gamma ray exposure]. *Meditsinskaya radiologiya* [Medical radiology and radiation safety]. 1987; (12):3–18. (In Russ.).
3. Gus'kova A.K. Klassifikatsiya luchevoi bolezni [Radaiton syndrome classification]. Ed. L.A. Il'in. Moscow. 2001. Vol. 2. Radiatsionnye porazheniya cheloveka [Radiation injuries in humans]. Pp. 41–61. (In Russ.).
4. Gus'kova A.K., Baisogolov G.D. Luchevaya bolezni' cheloveka [Radiation syndrome in a human]. Moscow. 1971. 384 p. (In Russ.).
5. Styuart F.A. [et al.]. Otchet MKRZ po tkanevym reaktsiyam, rannim i otdalennym efektam v normal'nykh tkanyakh i organakh – porogovye dozy dlya tkanevykh reaktsii v kontekste radiatsionnoi zashchity [ICRP statement on tissue reactions, early and late effects of radiation in normal tissues and organs – threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context]. Eds.: A.V. Akleev, M.F. Kiselev. Chelyabinsk. 2012. 384 p. (Trudy MKRZ; publikatsiya 118 [ICRP Publication 118]). (In Russ.).
6. Shano V.P., Nesterenko A.N., Gyl'mamedov F.I., Gyl'mamedov P.F. Sepsis i sindrom sistemnogo vospalitel'nogo otveta [Sepsis and systemic inflammatory response syndrome]. *Anesteziologiya i reanimatologiya* [Anesthesiology and Critical Care Medicine]. 1998; (4):60–63. (In Russ.).
7. Anno G.H., Baum S.J., Withers H.R., Young R.W. Symptomeatology of acute radiation effects in humans after doses of 0.5–30 Gy. *Health Phys.* 1989; 56(1):821–838. DOI: 10.1097/00004032-198906000-00001.
8. Gusev G., Guskova A.K., Mettler F.A. Medical Management of Radiation Accidents. London : New York : Washington : CRS Press. 2001. 611 p.
9. Hall E.J. Acute effects of total-body irradiation. *Radiobiology for the radiologist* / Eds.: John J.R., Sutton P., Marino D. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2000. P. 124–35.
10. International Atomic Energy Agency. Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Vienna: International Atomic Energy Agency, 1998. Safety Report Series N 2.
11. International Atomic Energy Agency. Medical management of radiation injuries. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2020. Safety Reports Series N 101.
12. McLaughlin T.P., Monahan S.P., Pruvost N.L. [et al.]. A review of criticality accidents. 2nd ed. Report N LA-13638. Los Alamos : Los Alamos National Laboratory, 2000. 158 p.
13. Thoma G.E., Wald N. The diagnosis and management of accidental radiation injury. *Journal of occupational medicine*. 1959; 1(8):421–447.

Received 06.01.2023

For citing: Azizova T.V., Moseeva M.B., Briks K.V. Ostraya luchevaya bolezni' v rezul'tate avarii kritichnosti na predpriyatii atomnoi promyshlennosti. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2023; (1):5–12. (In Russ.)

Azizova T.V., Moseeva M.B., Briks K.V. Acute radiation sickness due to critical accidents at a nuclear production facility. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (1):5–12. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-05-12

В.И. Евдокимов¹, Е.В. Бобринев², А.А. Ветошкин¹, А.А. Кондашов²**СТРУКТУРА НОЗОЛОГИЙ И РИСКИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
ТРАВМАТИЗМА ЛИЧНОГО СОСТАВА ФЕДЕРАЛЬНОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ (2012–2021 гг.)**¹ Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2);² Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны
МЧС России (Россия, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12)

Актуальность. Высокие физические и эмоциональные нагрузки, испытываемые пожарными в профессиональной деятельности, могут способствовать развитию ошибочных действий и производственного травматизма.

Цель – определить производственный травматизм и соотнести производственные травмы с нозологиями воздействий внешних причин по XIX классу по Международной классификации болезней и расстройств поведения десятого пересмотра (МКБ-10) за 10 лет (2012–2021 гг.).

Методология. Провели анализ производственного травматизма по категориям личного состава Федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России (оперативный состав, профилактический, технический и управленческий персонал), причинам травм (технические, организационные, психофизиологические и опасные факторы пожаров) и деятельности (пожаротушение, учебно-спортивная и повседневная). Риски травматизма и воздействия внешних причин на области тела по МКБ-10 рассчитали на 10 тыс. человек (10^{-4}).

Результаты и их анализ. За 10 лет у личного состава ФПС МЧС России учтены 1769 травм, связанных с исполнением производственных обязанностей. Уровень производственного травматизма пожарных составил $(9,19 \pm 0,54) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек $\cdot$ год), что было статистически достоверно меньше ($p < 0,001$), чем у мужчин-работников по экономике России — $(16,50 \pm 1,09) \cdot 10^{-4}$. На каждый случай травмы в среднем в общем массиве приходилось 1,3 диагноза, в том числе, при пожаротушении и ликвидации последствий других ЧС – 1,4, при учебно-спортивной деятельности – 1,1, при повседневной деятельности – 1,3 диагноза. Средневзвешанный риск поражений областей тела составил $(11,96 \pm 0,89) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек $\cdot$ год), в том числе, суммарный риск травм – $(10,01 \pm 0,83) \cdot 10^{-4}$ с долей 83,6% от структуры, ожогов – $(1,39 \pm 0,23) \cdot 10^{-4}$ и 11,6%, отравлений продуктами горения – $(0,39 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 3,3%, тепловых обмороков – $(0,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ и 1,5% соответственно. Конгруэнтность трендов риска производственного травматизма, числа производственных травм с рисками травмирования областей тела, головы и ожогов – положительная и статистически значимая, что указывает на участие в развитии трендов одинаковых (однаправленных) показателей. При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальный тренд риска травмирования областей тела показывает тенденцию уменьшения данных, риска ожогов – напоминает инвертированную U-кривую, риска отравлений продуктами горения – увеличения показателей. 1-й ранг значимости поражений анатомических областей тела в общем массиве пожарных при производственном травматизме образовали риски травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(2,49 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек $\cdot$ год) и долей 20,8% от структуры всех производственных травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(1,87 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$ и 15,6%, 3-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(1,11 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ и 9,3%, 4-й ранг – грудной клетки (S20–S29) – $(0,91 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$ и 7,6%, 5-й ранг – запястья и кисти (S40–S49) – $(0,88 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 7,4% соответственно. Указанные травмы областей тела в сумме составили 60,7% от структуры всех внешних воздействий при производственном травматизме. В генезисе поражений областей тела у пожарных при производствен-

✉ 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;

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: otel_1_3@mail.ru;

Ветошкин Александр Александрович – канд. мед. наук доц., врач-травматолог-ортопед отд. травматологии и ортопедии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID 0000-0003-3258-2220, e-mail: totoalex5@gmail.com;

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

ном травматизме ведущее место отводится травмам головы, которые способствуют потере равновесия и создают условия для падения, в результате чего травмируются другие области тела. Проведен анализ травматизма и нозологий по категориям личного состава, причинам травм и видам деятельности.

Закключение. Анализ причинно-следственных отношений всех травм с привлечением руководителей подразделений, специалистов по охране труда, инженеров, пожарных и врачей будет способствовать профилактике производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России.

Ключевые слова: пожар, чрезвычайная ситуация, пожарный, производственный травматизм, травма, ожог, отравление, тепловой обморок, XIX класс по МКБ-10, охрана труда, Федеральная противопожарная служба.

Введение

Экстремальные условия деятельности пожарных могут способствовать чрезмерному напряжению функциональных резервов организма, возникновению ошибочных действий, травм и профессионально ускоренных заболеваний. В некоторых публикациях эти заболевания называют «профессионально значимыми», однако, практика показывает, что они могут возникать во многих профессиональных когортах людей, работающих в экстремальных условиях. Полагаем, что термин «профессионально ускоренные» заболевания является более адекватным, он характеризует более раннее их возникновение в результате перенапряжения функциональных резервов организма у специалистов экстремальных профессий, чем в основной популяции населения.

Травматизм – число травм, возникших в единицу времени. Производственный травматизм – совокупность травм, полученных работниками на производстве и обусловленных несоблюдением условий организации труда за определенный период времени, например за 1 год. Производственный травматизм – управляемый процесс и показатель безопасности деятельности. Производственные причины составляют экономический ущерб 4–8% от валового внутреннего продукта стран [16] и 5–7% – от всех смертей при внешних причинах в мире [15].

Риск – вероятность развития какого-либо явления, как правило, негативного. Зная число травм, которые были получены в период профессиональной деятельности, и количество работников, можно высчитать уровень производственного травматизма. При этом уровень профессионального травматизма будет свидетельствовать об уже состоявшемся явлении. Используя этот показатель, можно предугадывать события и прогнозировать риски развития травматизма в будущем.

В предыдущих наших публикациях представлен производственный травматизм за 15 лет (2006–2020 гг.) в мире, России и личного состава Федеральной противопожарной службы (ФПС) Государственной противопожарной службы МЧС России [5]. В указанный период

среднегодовой показатель уровня травматизма составил у работающих мужчин в мире $(144,11 \pm 9,77)$ травм в год на 10 тыс. мужчин или 10^{-4} , у работников-мужчин в экономике России – $(22,73 \pm 2,18) \cdot 10^{-4}$, личного состава ФПС МЧС России – $(14,66 \pm 2,01) \cdot 10^{-4}$ травм/ (пожарных $\cdot$ год).

Уместно указать, что уровень производственного травматизма работающих мужчин в мире был высчитан по данным Международной организации труда (The International Labour Organization, ILO) [12] и является предварительным. Для этих целей использовали ресурс статистического департамента ILOSTAT «Indicator 8.8.1 – Non-fatal occupational injuries per 100'000 workers» [<https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer2/>]. К сожалению, в ILOSTAT сведения по производственному травматизму имеются не по всем странам. Наибольшие показатели были в 2009–2015 гг., минимальные – в 2018–2020 гг.

Выраженный уровень производственного травматизма в странах с высоким уровнем социального страхования обуславливался учетом всех травм. В международной [11, 13, 14] и отечественной [3, 6, 10] практике по изучению производственного травматизма используется понятие «пирамида несчастных случаев», когда на 1 случай травм с тяжелыми последствиями вреда здоровью приходится около 10 случаев травм со средними последствиями вреда и 100 случаев травм с легкими последствиями, на 1 случай смерти – 500 случаев травм.

В производственном травматизме личного состава ФПС России наблюдается обратная ситуация. На 1 случай травм с легким ущербом вреда здоровью в среднем приходится 8 случаев травм со средним ущербом и 10 случаев травм с тяжелым ущербом [7]. Соотношение производственных травм и гибели у работников-мужчин России в 2006–2020 гг. оказалось 1 : 17, у личного состава ФПС МЧС России – 1 : 16.

Отмечается уменьшение производственного травматизма в мире, России и МЧС России в динамике, чему способствова-

ли улучшение условий труда, оптимизация охраны труда и другие мероприятия. Например, производственный травматизм в 2006 г. работающих мужчин в мире был $196,4 \cdot 10^{-4}$ травм/(человек $\cdot$ год), в 2020 г. – стал $58,8 \cdot 10^{-4}$, уменьшение в 3,3 раза, работников-мужчин в России – $39,0 \cdot 10^{-4}$, $12,0 \cdot 10^{-4}$ и 3,2 раза, пожарных – $29,0 \cdot 10^{-4}$, $6,9 \cdot 10^{-4}$ и 4,2 раза соответственно. Уменьшается и риск гибели на производстве [5].

Чтобы определить вклад производственного травматизма в общий травматизм по XIX классу «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» по МКБ-10 личного состава МЧС России надо сравнить изучаемые показатели за одинаковый период времени. Данные по травмам по XIX классу у пожарных были рассчитаны за 1996–2015 гг. [1, 4]. К сожалению, за более поздний период эти сведения найти не удалось. Решено для сравнения использовать опубликованные результаты за 2006–2015 гг. Среднегодовой уровень случаев с временной нетрудоспособностью у личного состава ФПС МЧС России в этот период по всем классам по МКБ-10 был $(3894,3 \pm 273,2) \cdot 10^{-4}$, по XIX классу – $(468,1 \pm 42,7) \cdot 10^{-4}$, производственного травматизма – $(18,0 \pm 2,4) \cdot 10^{-4}$, среднегодовой уровень смертности – $(102,9 \pm 6,0) \cdot 10^{-5}$, $(60,1 \pm 4,5) \cdot 10^{-5}$ и $(8,5 \pm 1,2) \cdot 10^{-5}$ соответственно.

Оказалось, что доля производственного травматизма в структуре травм у пожарных за 10 лет (2006–2015 гг.) по XIX классу была невысокой и составила около 3,8 %. Учитывая, что при каждой производственной травме поражаются несколько областей тела (о чем будет представлено далее), полученный показатель следует увеличить в 1,3–1,5 раза.

Доля гибели пожарных от травм в структуре смертности по XIX классу – 14,1 % (табл. 1). Уместно указать, что производственная гибель личного состава МЧС России в 2021 г. была 9 %, в 2022 г. – 5,9 %.

Конгруэнтности рисков общего травматизма по XIX классу и производственного травматизма, рисков общей смертности по XIX классу и гибели при выполнении служебной деятельности пожарных – низкие и статистически незначимые ($r = 0,21$ и $r = 0,34$; $p > 0,05$ для обоих показателей), что указывает на влияние в развитии трендов разных (разнонаправленных) показателей.

В доступной литературе не найдены показатели соотношения травм с Международной классификацией болезней и расстройств поведения (МКБ-10) у пожарных при производственном травматизме.

Цель – выявить риски развития производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России за последние 10 лет (2012–2021 гг.) и определить структуру нозологий по МКБ-10.

Материал и методы

Показатели производственного травматизма личного состава (сотрудников, имеющих специальные звания, и работников) ФПС МЧС России получили из банка статистических данных по заболеваемости, травматизму, инвалидности и гибели личного состава подразделений МЧС России при выполнении служебных обязанностей [9].

Травмы соотнесли с деятельностью личного состава: пожаротушение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС), учебно-спортивная и повседневная. Обстоятельства получения травм свели в обобщенные группы причин: технические, организационные, психофизиологические и опасные факторы пожаров и других ЧС [8]. Проанализированные причины и обстоятельства производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России представлены в табл. 2.

Нередко травмы возникали из-за совместного воздействия ряда опасных факторов пожаротушения или личного фактора (психо-

Таблица 1

Показатели заболеваемости, травматизма и смертности личного состава ФПС МЧС России [4, 5]

Показатель	Год									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Случаи с временной нетрудоспособностью, на 10 тыс. пожарных ($\times 10^{-4}$)										
Общий показатель по всем классам	5916	4863	4050	3402	3149	3457	3556	3244	3546	3760
XIX класс по МКБ-10	629,0	733,0	580,0	384,0	434,0	364,0	413,0	377,0	310,0	457,0
Производственный травматизм	29,0	1,5	21,3	27,1	23,1	23,2	12,1	10,8	11,1	8,0
Смертность, на 100 тыс. пожарных ($\times 10^{-5}$)										
Общий показатель по всем классам	105,9	113,7	134,5	101,3	125,0	113,8	83,0	85,4	84,4	81,5
XIX класс по МКБ-10	59,0	72,1	91,3	51,2	68,7	63,0	51,3	45,6	46,7	52,1
Гибель на производстве	11,2	3,6	13,8	13,5	11,0	6,8	6,9	8,4	5,9	4,2

Таблица 2

Причины и обстоятельства производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России

Причины	Обстоятельства
1. Технические	1.1. Конструктивные недостатки и недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования, специальной одежды и обуви 1.2. Неудовлетворительное техническое состояние здания, сооружения 1.3. Воздействие вредных веществ 1.4. Взрыв газовых баллонов или газовой смеси из-за неисправности
2. Организационные	2.1. Воздействие электрического тока 2.2. Воздействие неисправных предметов, деталей, машин и т.д. 2.3. Повреждения в результате противоправных действий других лиц 2.4. Недостатки в обучении безопасным приемам труда
3. Психофизиологические	3.1. Личная неосторожность (падение пострадавшего и пр.) 3.2. Нарушение правил дорожного движения 3.3. Психические и физические перенапряжения функций организма 3.4. Нарушение правил по охране труда, трудовой дисциплины
4. Опасные факторы пожаров и других ЧС	4.1. Обрушение, падение, обвалы строительных конструкций, предметов, материалов 4.2. Взрыв газовых баллонов или газовой смеси из-за высокой температуры окружающей среды и огня 4.3. Воздействие экстремальных температур окружающей среды на функциональные резервы организма (перегревание) 4.4. Отравление продуктами горения 4.5. Воздействие дыма, огня или пламени (ожог или недостаточная видимость) 4.6. Воздействие предметов, деталей, машин и т.д.

физиологических причин), поэтому классификацию причин проводили в соответствии со статистическими данными, взятыми из п. 9 «Акта о несчастном случае на производстве (форма Н-1)». Причины несчастного случая устанавливались комиссией. Одни и те же обстоятельства несчастного случая (п. 8 «Акта о несчастном случае на производстве») решением комиссии могли быть отнесены к разным причинам (п. 9 «Акта о несчастном случае на производстве»). Задача авторов статьи состояла не только в отнесении обстоятельств к различным причинам, а в статистическом анализе случаев производственного травматизма с уже установленными обстоятельствами и причинами [5].

Среднегодовой уровень производственного травматизма рассчитали на 10 тыс. человек личного состава ($\times 10^{-4}$). Предположили, что эти данные могут явиться показателями риска возникновения производственного травматизма в ближайшей перспективе. Среднегодовое число личного состава ФПС МЧС России (люди, подверженные риску производственного травматизма) было $(191,3 \pm 3,3)$ тыс. человек, в том числе, оперативного состава, который участвует в оперативных дежурствах, проводит пожаротушение и ликвидацию последствий других ЧС, – $(130,4 \pm 2,4)$ тыс. человек, профилактического персонала, осуществляющего надзорную деятельность, в том числе, за соблюдением мер профилактики

пожаров, – $(14,6 \pm 0,2)$ тыс., технического – $(16,8 \pm 0,3)$ тыс. и управленческого персонала – $(29,5 \pm 0,5)$ тыс. человек.

Данные производственного травматизма работников-мужчин России в 2012–2021 гг. получили из сайта Росстата, которые были адаптированы в публикации [5].

По сложившейся практике пострадавшими при несчастных случаях на производстве являлись пожарные с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом при выполнении ими профессиональных обязанностей, а также при следовании на работу или с работы и подлежащие учету на основании акта о травме.

Производственные травмы соотнесли с таксонами XIX класса по МКБ-10 (табл. 3). К сожалению, клинико-морфологические особенности травм в 2012–2021 гг. были представлены не во всех изученных актах о несчастных случаях на производстве, в связи с чем эти травмы классифицировались как прочие или не идентифицированные. Некоторые малочисленные нозологии, например, T79.5 «Синдром длительного сдавления», W87 «Несчастный случай, связанный с источником электрического тока неуточненным» и другие в отдельные анализируемые рубрики не выделяли.

Массив карточек с кратким описанием случаев получения травм, который позволил соотнести травмы с таксонами нозологий по МКБ-10, оказался меньше, чем общий мас-

Таблица 3

Группы, представленные в XIX классе «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» (S00–T98), по МКБ-10

Группа	Название группы	Таксон по МКБ-10
1-я	Травмы головы	S00–S09
2-я	Травмы шеи	S10–S19
3-я	Травмы грудной клетки	S20–S29
4-я	Травмы живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза	S30–S39
5-я	Травмы плечевого пояса и плеча	S40–S49
6-я	Травмы локтя и предплечья	S50–S59
7-я	Травмы запястья и кисти	S60–S69
5–7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей	S40–S69
8-я	Травмы области тазобедренного сустава и бедра	S70–S79
9-я	Травмы колена и голени	S80–S89
10-я	Травмы области голеностопного сустава и стопы	S90–S99
8–10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей	S70–S99
12-я	Травмы неуточненной части туловища, конечности или области тела	T08–T14
14–16-я	Термические и химические ожоги	T20–T32
19-я	Токсическое действие веществ, преимущественно немедицинского назначения, в том числе, токсическое действие окиси углерода (T58), других газов, дымов и паров (T59)	T51–T65
20-я	Другие и неуточненные эффекты воздействия внешних причин, в том числе, тепловой обморок (T67.1), воздействие электрическим током (T75.4)	T66–T78

сив, использовавшийся для расчета производственного травматизма. Оказалось, что из общего массива были исключены фатальные и некоторые другие случаи внешних воздействий. При расчете уровней риска развития конкретных нозологий этот факт учитывался. Недостающее количество травм считали как неидентифицированные.

В ряде случаев в карточках указывалось: «Перелом костей верхней конечности» или «Перелом костей нижней конечности», эти нозологии соотносили с таксонами T10 «Перелом верхней конечности на неуточненном уровне» или T12 «Перелом нижней конечности на неуточненном уровне» по МКБ-10 соответственно и т.д. При статистическом анализе указанные нозологии относили в группы травм частей тела, например, в группы 5–7-я «Травмы плечевого пояса и верхних конечностей» и 8–10-я «Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей». Однако при расчете анатомических областей туловища или конечностей (например, травм плечевого пояса и плеча, локтя и предплечья, запястья и кисти) нозологии неуточненных областей тела были отнесены в группу малодифференцированных травм.

Используя коэффициенты, которые учитывали вклад малодифференцированных и неидентифицированных травм, рассчитали средневзвешенный прогнозируемый риск поражений областей тела ($\times 10^{-4}$), который образовали риски травмирования частей и областей тела (голова, шея, туловище, верхние

и нижние конечности) и некоторых областей тела (например, грудной клетки, запястья и кисти и пр.), ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков.

При изучении динамики показателей травматизма личного состава ФПС МЧС России возникали сложности, связанные с неоднородностью данных, их значительными колебаниями в разные периоды времени. Провели сглаживание показателей травматизма с использованием методов скользящего среднего и экспоненциального распределения. Оба метода представляли близкие результаты. При этом средние значения и среднеквадратичные отклонения сглаженных распределений существенно отличались от соответствующих параметров исходного распределения. В окончательном анализе для исключения возможного искажения результатов процедуру сглаживания не использовали [5].

При расчете доли рисков использовали общее количество травм ($n = 1767$), в некоторых случаях, например для определения динамики развития травмирования областей тела при конкретных причинах производственного травматизма или деятельности пожарных, количество травм, которые возникали при них, принимали за 100%.

Результаты проверили на нормальность распределения признаков. В связи с небольшими показателями травм по некоторым обстоятельствам рассчитанный уровень травматизма отличался от нормального рас-

пределения. В статье представлены средние арифметические показатели и их ошибки ($M \pm m$). При округлении процентов до десятых величин сумма в строках некоторых таблиц может незначительно различаться.

Развитие травм оценивали при помощи динамических рядов, для чего использовали полиномиальный тренд второго порядка. Коэффициент детерминации (R^2) показывал связь построенного тренда с реальной тенденцией развития показателей, чем больше был R^2 (максимальный 1,0), тем более объективным оказался тренд [2]. Согласованность (конгруэнтность) изучаемых трендов травматизма провели с использованием коэффициента корреляции (r) Пирсона.

Результаты и их анализ

1. Общие риски производственного травматизма

В 2012–2021 гг. при выполнении служебных обязанностей у личного состава ФПС МЧС России были зарегистрированы 1769 травм. Среднегодовой риск производственного травматизма составил $(9,19 \pm 0,54) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), за аналогичный период у работников-мужчин России риск оказался статистически достоверно большим ($p < 0,001$) – $(16,50 \pm 1,09) \cdot 10^{-4}$.

На рис. 1 показана динамика рисков производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России. При высоких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показывают динамику уменьшения данных. Конгруэнтность (согласованность) трендов – очень высокая, положительная и статистически значимая ($r = 0,923$; $p < 0,001$), что может

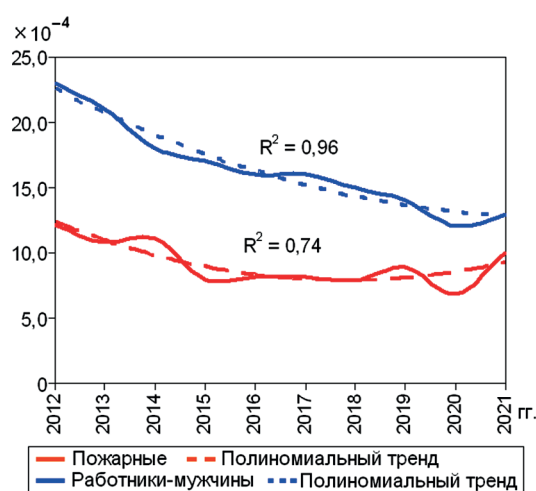


Рис. 1. Динамика производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России.

указывать на влияние в развитии травматизма одинаковых (однонаправленных) факторов, таких как улучшение условий труда, совершенствование комплекса мероприятий по охране труда и средств индивидуальной защиты.

Общий массив нозологий. Как уже было указано ранее, производственный травматизм составлял небольшую долю (около 4%) в структуре общего травматизма пожарных по XIX классу по МКБ-10. Однако в 1412 проанализированных карточках по производственным травмам поражения частей и областей тела соотносились с 2184 диагнозами. Оказалось, что на каждый случай производственной травмы в среднем в общем массиве приходилось 1,3 диагноза, в том числе, при пожаротушении и ликвидации последствий других ЧС – 1,4, при учебно-боевой деятельности – 1,1, при повседневной деятельности – 1,3 диагноза, что в какой-то степени характеризовало тяжесть поражений.

В табл. 4 сведены показатели средневзвешенных рисков поражений областей тела у личного состава ФПС МЧС России при производственном травматизме. Риск травмирования областей тела составил $(10,01 \pm 0,83) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 83,6% от структуры, ожогов – $(1,39 \pm 0,23) \cdot 10^{-4}$ и 11,6%, отравлений продуктами горения – $(0,39 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 3,3%, тепловых обмороков – $(0,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ и 1,5% соответственно (см. табл. 4).

На рис. 2 изображена динамика рисков внешних воздействий при производственном травматизме личного состава ФПС МЧС России. При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальный тренд риска травмирования областей тела показывает тенденцию уменьшения данных (см. рис. 2А), риска ожогов – напоминает инвертированную U-кривую с минимальными показателями в 2016 г. (см. рис. 2Б), риска отравлений продуктами горения – увеличения показателей (см. рис. 2В).

На рис. 3 показана структура и динамика структуры травм частей и областей тела у пожарных при производственном травматизме. Среди частей тела чаще всего травмами поражались тазобедренный сустав и нижние конечности (28,5%), голова (20,8%), плечевой пояс и верхние конечности (19,3%) (см. рис. 3Б), среди областей тела – голова (20,8%), колени и голени (15,6%), область голеностопного сустава и стопы (9,3%), грудная клетка (7,6%) и запястье и кисть (7,4%) (см. рис. 3В). В динамике структуры отмечается уменьшение

Таблица 4

Риски внешних воздействий на анатомические области тела при производственном травматизме (n = 1769)

Группа по МКБ-10	Название	Общий показатель		
		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг
1-я	Травмы головы	2,49 ± 0,32	20,8	1-й
2–5-я	Травмы шеи и туловища, в том числе:	1,80 ± 0,18	15,0	
	• шеи	0,21 ± 0,04	1,8	10-й
	• грудной клетки	0,91 ± 0,13	7,6	4-й
	• живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза	0,68 ± 0,08	5,6	8-й
5–7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей, в том числе:	2,31 ± 0,09	19,3	
5-я	• плечевого пояса и плеча	0,72 ± 0,09	6,0	6-й
6-я	• локтя и предплечья	0,71 ± 0,10	5,9	7-й
7-я	• запястья и кисти	0,88 ± 0,07	7,4	5-й
8–10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей, в том числе:	3,41 ± 0,13	28,5	
8-я	• области тазобедренного сустава и бедра	0,43 ± 0,08	3,6	9-й
9-я	• колена и голени	1,87 ± 0,24	15,6	2-й
10-я	• области голеностопного сустава и стопы	1,11 ± 0,15	9,3	3-й
1–12-я	Сумма травм	10,01 ± 0,83	83,6	
14–16-я	Ожоги	1,39 ± 0,23	11,6	
19-я	Отравления	0,39 ± 0,09	3,3	
20-я	Прочие (тепловой обморок и др.)	0,18 ± 0,04	1,5	
	Общий средневзвешенный риск поражений областей тела	11,96 ± 0,89	100,0	

Здесь и в табл. 5–10: полужирный шрифт – 1–5-й ранг значимости.

доли травм головы и увеличение доли травм на верхних и нижних конечностях и других внешних воздействий (ожоги, отравления), определенная стабильность доли – при травмах шеи и туловища (см. рис. 3А).

1-й ранг значимости поражений анатомических областей тела в общем массиве пожарных при производственном травматизме образовали риски травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(2,49 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/ (человек · год), 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(1,87 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$, 3-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) –

$(1,11 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$, 4-й ранг – грудной клетки (S20–S29) – $(0,91 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$, 5-й ранг – запястья и кисти (S60–S69) – $(0,88 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ соответственно (см. табл. 4). Указанные травмы областей тела в сумме составили 60,7% от структуры всех внешних воздействий при производственном травматизме.

Как и следовало ожидать, конгруэнтность трендов средневзвешенного риска поражений областей тела, риска производственного травматизма и числа производственных травм – положительная, средняя и статистически значимая ($r = 0,685$ и $r = 0,686$ при $p < 0,05$

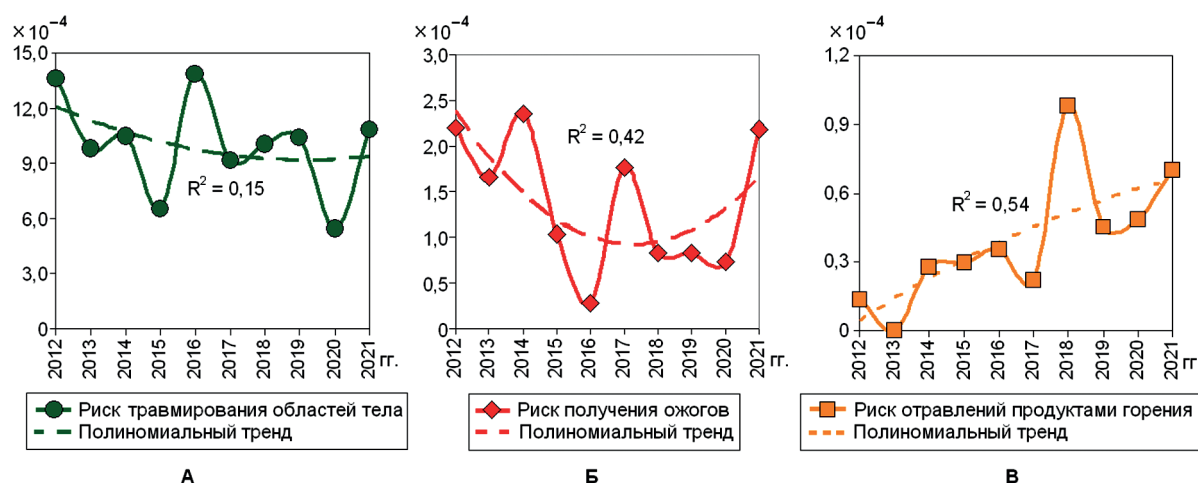


Рис. 2. Динамика рисков травмирования областей тела (А), получения ожогов (Б) и отравлений продуктами горения (В) при производственном травматизме личного состава ФПС МЧС России.

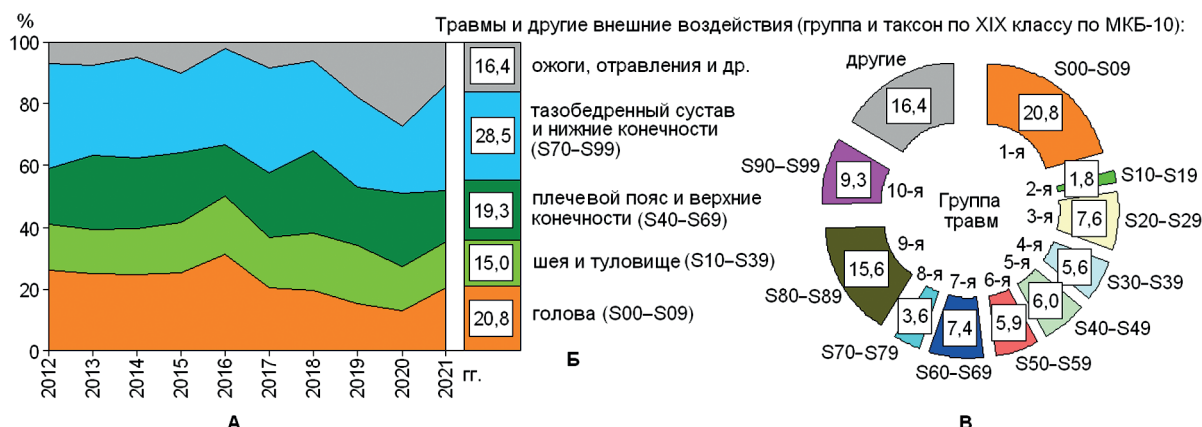


Рис. 3. Динамика структуры (А), структура поражений частей (Б) и областей тела (В) при производственном травматизме личного состава ФПС МЧС России.

для обоих показателей), указанных двух показателей производственного травматизма и риска ожогов – высокая ($r = 0,789$ и $r = 0,733$ при $p < 0,01$ для обоих показателей); числа производственных травм и травм головы – средняя ($r = 0,628$ при $p < 0,05$), что указывает на участие в развитии трендов одинаковых (однаправленных) показателей (рис. 4А). Приведенные данные могут также характеризовать валидность наших расчетов по определению средних прогнозируемых рисков нозологий.

Тренды рисков травм головы были конгруэнтны с рисками травм шеи и туловища ($r = 0,668$; $p < 0,05$) и рисками травм нижних конечностей ($r = 0,776$ при $p < 0,01$); риски травм шеи и туловища – с рисками травм нижних конечностей ($r = 0,716$ при $p < 0,05$), что указывает на влияние в развитии указанных травм одинаковых (однаправленных) показателей и, возможно, характеризует тяжесть

этих зарегистрированных случаев производственных травм (см. рис. 4Б).

Тренды рисков травм головы оказались статистически достоверно конгруэнтны с рисками травм груди ($r = 0,770$; $p < 0,01$), локтя и предплечья ($r = 0,673$; $p < 0,05$), тазобедренного сустава и бедра ($r = 0,708$; $p < 0,05$), голеностопного сустава и стопы ($r = 0,726$; $p < 0,05$). В свою очередь динамика рисков травм груди была конгруэнтна с рисками травм колена и голени ($r = 0,693$; $p < 0,05$) и голеностопного сустава и стопы ($r = 0,733$; $p < 0,05$), а риски травм тазобедренного сустава и бедра – с рисками травм локтя и предплечья ($r = 0,847$; $p < 0,01$) (см. рис. 4Б).

Полагаем, что травмы головы (сотрясение, ушиб головного мозга и пр.) могут сопровождаться потерей равновесия, создают условия для падения, в результате чего травмируются другие области тела. Известно, что травмы го-

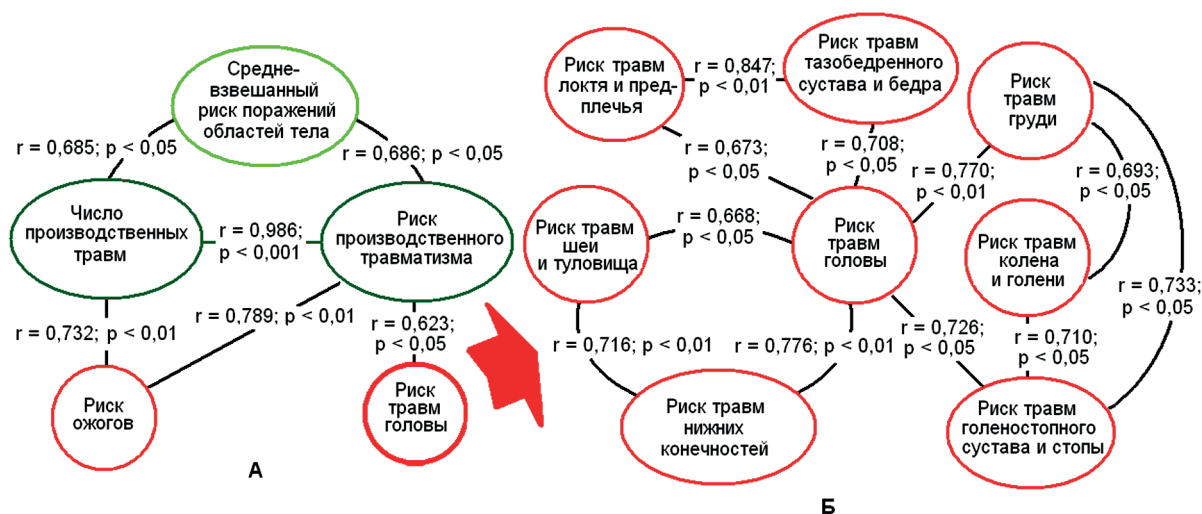


Рис. 4. Конгруэнтность трендов развития рисков нозологий и производственного травматизма (А), рисков травм головы и других областей тела (Б).

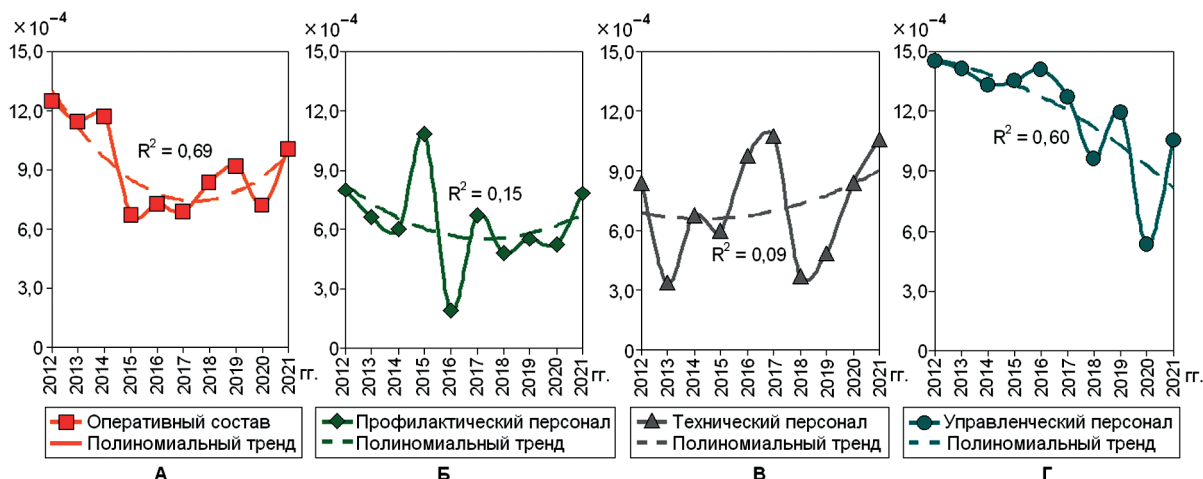


Рис. 5. Динамика рисков производственного травматизма оперативного состава (А), профилактического (Б), технического (В) и управленческого персонала ФПС МЧС России.

ловы с переломами костей конечностей и таза встречаются в 40–70% политравм. В структуре сочетанной травмы поражения головы бывают в 70–80%, травмы конечностей – в 35–45%, травмы грудной клетки – в 40%, живота и костей таза – в 20%, позвоночника – в 5–10%. Достаточно часто у пострадавших наблюдаются сочетания травматических поражений двух анатомических областей.

Указанные корреляции в какой-то степени могут отражать морфологию и механизм образования телесных повреждений при производственном травматизме и требуют специального исследования, в том числе, для усовершенствования средств индивидуальной защиты пожарных.

2. Производственный травматизм категорий личного состава

В процессе выполнения служебных обязанностей в 2012–2021 гг. у оперативного состава учтены 416 травм у профилактического персонала – 92, у технического – 122, у управленческого – 357 травм. Среднегодовой уровень производственного риска травматизма у них составил $(9,12 \pm 0,69) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), $(6,36 \pm 0,74) \cdot 10^{-4}$, $(7,26 \pm 0,87) \cdot 10^{-4}$ и $(11,97 \pm 0,90) \cdot 10^{-4}$ соответственно. Неожиданно самый выраженный риск травматизма был не у оперативного персонала, который непосредственно участвует в тушении пожаров и ликвидации других ЧС, а у руководящего персонала. Вероятно, это связано с отсутствием сменного режима, ненормированным рабочим днем и частым участием управленческого персонала в пожаротушении. Например, 22.09.2016 г. в Москве во время пожара на складе пластиковой продук-

ции в результате обрушения кровли погибли 8 пожарных, в том числе, 2 руководящих сотрудника ФПС МЧС России Москвы.

На рис. 5 изображена динамика производственного травматизма категорий личного состава ФПС МЧС России. Полиномиальные тренды рисков травматизма при разных по значимости коэффициентах детерминации у оперативного состава и профилактического персонала напоминают U-кривые с тенденцией уменьшения данных в последний период наблюдения (см. рис. 5А, Б), у технического персонала – демонстрируют тенденции роста (см. рис. 5В), у управленческого персонала – уменьшение показателей (см. рис. 5Г).

В структуре травматизма наибольшую долю составляют травмы, полученные оперативным составом – 67,7% и управленческим персоналом – 20,2% (рис. 6). В динамике структуры

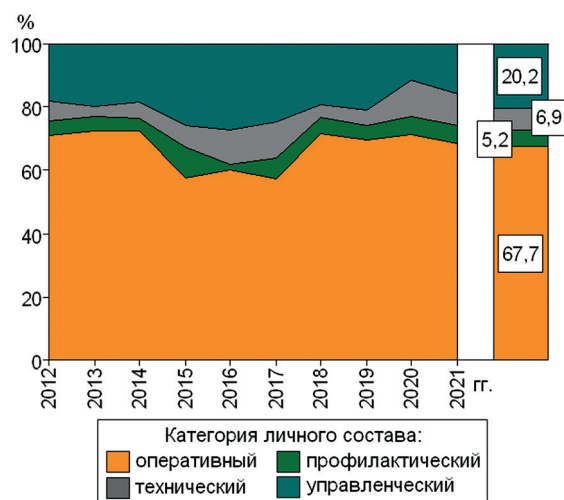


Рис. 6. Динамика структуры и структура производственных травм по категориям личного состава ФПС МЧС России.

выявлено увеличение доли травм у профилактического и технического персонала, уменьшение доли травм – у управленческого персонала. Отмечается определенная стабильность доли получения травм оперативным составом, при том что в 2015–2017 гг. она была минимальной (см. рис. 6).

В табл. 5 сведены показатели рисков производственного травматизма в зависимости от категорий личного состава ФПС МЧС России. У оперативного состава риск производственного травматизма в результате технических причин был $(0,10 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 1 % от структуры травм у оперативного состава, организационных причин – $(0,87 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ и 9,6 %, психофизиологических – $(4,97 \pm 0,43) \cdot 10^{-4}$ и 54,5 %, опасных факторов пожаров – $(3,18 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$ и 34,9 % соответственно.

Среди обстоятельств получения травм у оперативного состава 1-й ранг значимости составили показатели личной неосторожности (например, падение пострадавшего и прочие обстоятельства) – $(3,53 \pm 0,33) \cdot 10^{-4}$ с долей 38,6 % от структуры травм, 2-й ранг – обрушений, падений, обвалов строительных конструкций, предметов, материалов при пожаротушении – $(1,12 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и 12,3 %, 3-й ранг – нарушений правил дорожного движения – $(0,91 \pm 0,16) \cdot 10^{-4}$ с долей 10 % соответственно (см. табл. 5). В сумме перечисленные три обстоятельства образовали 60,9 % от всех травм у оперативного персонала.

У профилактического персонала риск производственного травматизма в результате организационных причин был $(0,49 \pm 0,23) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 7,7 % от структуры травм у профилактического персонала, психофизиологических – $(5,54 \pm 0,82) \cdot 10^{-4}$ и 87 %, опасных факторов пожаров – $(0,34 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$ и 5,3 % соответственно. Технических причин производственных травм у профилактического персонала не выявлено.

Среди обстоятельств получения травм у профилактического персонала 1-й ранг значимости составили также показатели личной неосторожности – $(3,03 \pm 0,49) \cdot 10^{-4}$ с долей 47,6 % от структуры травм, 2-й – нарушений правил дорожного движения – $(1,74 \pm 0,31) \cdot 10^{-4}$ и 27,4 %, 3-й ранг – психических и физических перенапряжений функций организма – $(0,76 \pm 0,30) \cdot 10^{-4}$ и 12 % соответственно (см. табл. 5). Перечисленные три обстоятельства образовали 87 % от структуры всех травм у профилактического персонала.

У технического персонала риск производственного травматизма в результате технических причин был минимальным – $(0,06 \pm 0,06) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 0,8 % от структуры травм у технического персонала, организационных – $(0,94 \pm 0,25) \cdot 10^{-4}$ и 13 %, психофизиологических – $(5,47 \pm 0,72) \cdot 10^{-4}$ и 75,4 %, опасных факторов пожаров – $(0,78 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ и 10,8 % соответственно.

Среди обстоятельств получения травм у технического персонала 1-й ранг значимости составили также показатели личной неосторожности – $(3,07 \pm 0,63) \cdot 10^{-4}$ с долей 42,3 % от структуры травм, 2-й – нарушений правил дорожного движения – $(2,04 \pm 0,35) \cdot 10^{-4}$ и 28,1 %, 3-й ранг – недостатков в обучении безопасным приемам труда – $(0,60 \pm 0,16) \cdot 10^{-4}$ и 8,3 % соответственно (см. табл. 5). В сумме перечисленные три обстоятельства образовали 78,7 % от всех травм у технического персонала.

Риск производственного травматизма в результате технических причин у управленческого персонала был $(0,61 \pm 0,22) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 5,1 % от структуры травм у руководящего персонала, организационных – $(1,37 \pm 0,29) \cdot 10^{-4}$ и 11,4 %, психофизиологических – $(8,00 \pm 0,75) \cdot 10^{-4}$ и 66,9 %, опасных факторов пожаров – $(1,99 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ и 16,6 % соответственно.

Среди обстоятельств получения травм у управленческого персонала 1-й ранг значимости составили также показатели личной неосторожности – $(4,77 \pm 0,65) \cdot 10^{-4}$ с долей 40 % от структуры травм, 2-й – нарушений правил дорожного движения – $(2,39 \pm 0,43) \cdot 10^{-4}$ и 20 %, 3-й ранг – воздействия неисправных предметов, деталей и машин, в результате организационных причин – $(0,93 \pm 0,29) \cdot 10^{-4}$ и 7,8 % соответственно (см. табл. 5). Перечисленные три обстоятельства образовали 67,8 % от структуры всех травм, полученных управленческим персоналом.

Более высокие риски производственного травматизма практически по всем обстоятельствам наблюдались у управленческого персонала, за исключением рисков, обусловленных опасными факторами пожаров, которые выявлены у оперативного состава. Статистически значимых различий в рисках травматизма профилактического и технического персонала не установлено (см. табл. 5).

Нозологии у категорий персонала. Соотношение числа нозологий и случаев производственных травм у оперативного состава, профилактического и управленческого пер-

Таблица 5

Риски производственного травматизма категорий личного состава ФПС МЧС России (2012–2021 гг.)

Причины травм	Обстоятельства травм	Категория личного состава														p <					
		оперативный (1)				профилактический (2)		технический (3)		управленческий (4)											
		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг	1/2	1/3	1/4	2/3	2/4	3/4		
Технические	1.1.																				
	1.2.																				
	1.3.	0,06 ± 0,02	0,6	15-й								0,06 ± 0,06	0,8	12–13-й	0,23 ± 0,11	1,9	12-й	*			
	1.4.	0,04 ± 0,02	0,4	16-й								0,06 ± 0,06	0,8	12–13-й	0,32 ± 0,21	2,6	11-й	*			
Организационные	Всего	0,10 ± 0,04	1,0									0,06 ± 0,06	0,8	12–13-й	0,07 ± 0,07	0,6	15-й	*	*		
	2.1.	0,09 ± 0,02	1,0	14-й								0,06 ± 0,06	0,8	12–13-й	0,61 ± 0,22	5,1		***	*		
	2.2.	0,36 ± 0,09	4,0	8–9-й								0,28 ± 0,17	3,9	4-й	0,93 ± 0,29	7,8	3-й	*	*		
	2.3.	0,17 ± 0,04	1,9	13-й								0,00 ± 0,00			0,07 ± 0,04	0,5	16-й	**			
	2.4.	0,24 ± 0,09	2,7	11-й								0,60 ± 0,16	8,3	3-й	0,37 ± 0,13	3,1	7–8-й	**	*		
	Всего	0,87 ± 0,12	9,6									0,94 ± 0,25	13,0		1,37 ± 0,29	11,4			*		
	3.1.	3,53 ± 0,33	38,6	1-й								3,07 ± 0,63	42,3	1-й	4,77 ± 0,65	40,0	1-й				
	3.2.	0,91 ± 0,16	10,0	3-й								2,04 ± 0,35	28,1	2-й	2,39 ± 0,43	20,0	2-й	*	**		
Опасные факторы пожаров	3.3.	0,36 ± 0,11	3,9	10-й								0,24 ± 0,10	3,3	6–7-й	0,33 ± 0,15	2,7	10-й				
	3.4.	0,18 ± 0,06	2,0	12-й								0,13 ± 0,08	1,7	8-й	0,51 ± 0,17	4,2	4–5-й	*	*		
	Всего	4,97 ± 0,43	54,5									5,47 ± 0,72	75,4		8,00 ± 0,75	66,9		**	*		
	4.1.	1,12 ± 0,10	12,3	2-й								0,11 ± 0,07	1,5	10-й	0,50 ± 0,17	4,2	4–5-й	***	*		
	4.2.	0,49 ± 0,14	5,4	4-й								0,06 ± 0,06	0,9	11-й	0,34 ± 0,10	2,8	9-й	*	*		
	4.3.	0,39 ± 0,09	4,3	7-й								0,25 ± 0,14	3,5	5-й	0,37 ± 0,15	3,1	7–8-й	**	*		
	4.4.	0,41 ± 0,08	4,5	5-й								0,12 ± 0,08	1,6	9-й	0,20 ± 0,07	1,7	13-й	**	*		
	4.5.	0,40 ± 0,11	4,4	6-й								0,24 ± 0,19	3,3	6–7-й	0,44 ± 0,14	3,7	6-й	*			
Итого	4.6.	0,36 ± 0,06	4,0	8–9-й								0,07 ± 0,07	1,0	6–9-й	0,13 ± 0,07	1,1	14-й	***	*		
	Всего	3,18 ± 0,24	34,9									0,78 ± 0,26	10,8		1,99 ± 0,26	16,6		***	*		
		9,12 ± 0,69	100,0									7,26 ± 0,87	100,0		11,97 ± 0,90	100,0		***	*		

Здесь и в табл. 6, 8–10: * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

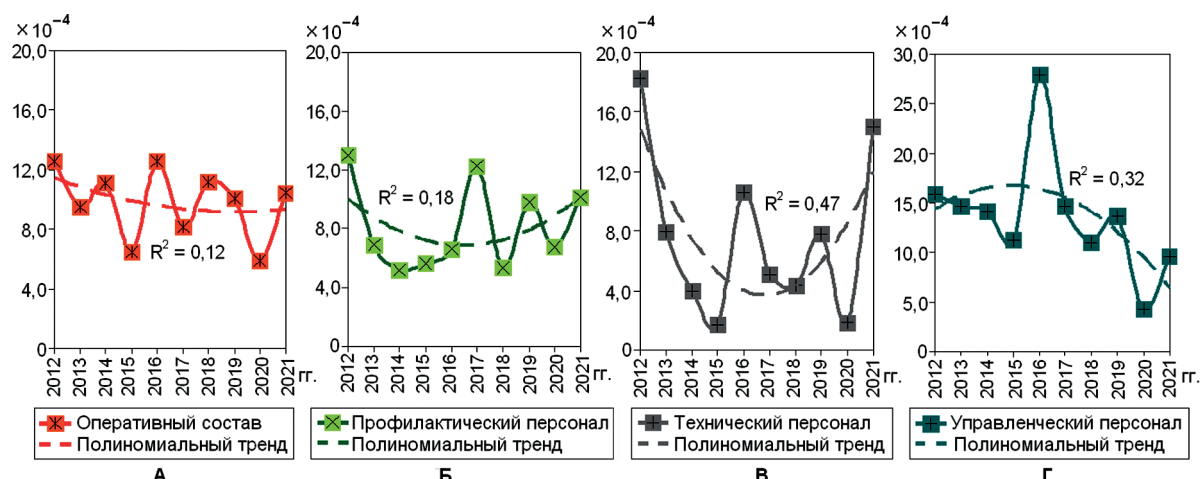


Рис. 7. Динамика общих рисков травмирования областей тела у оперативного состава (А), профилактического (Б), технического и управленческого (Г) персонала ФПС МЧС России при производственном травматизме (2012–2021 гг.).

сонала было 1,3, технического – 1,2 диагноза. Показатели нозологий при производственном травматизме категорий личного состава ФПС МЧС России показаны в табл. 6.

Общий риск травмирования областей тела у оперативного состава был $(9,79 \pm 0,73) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 80,3 % от структуры всех нозологий при внешних воздействиях, профилактического персонала – $(8,17 \pm 0,091) \cdot 10^{-4}$ и 95 %, технического – $(7,66 \pm 1,75) \cdot 10^{-4}$ и 88,9 %, управленческого – $(13,71 \pm 1,90) \cdot 10^{-4}$ и 84,1 % соответственно (см. табл. 6).

При очень низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков травмирования областей тела у оперативного состава (рис. 7А), профилактического (см. рис. 7Б) и управленческого (см. рис. 7Г) персонала показывают тенденции уменьшения

данных, технического персонала – напоминают U-кривую (см. рис. 7В).

Риск ожогов при производственном травматизме оперативного состава был $(1,72 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 14,1 % от структуры всех нозологий при внешних причинах, у профилактического персонала – $(0,43 \pm 0,35) \cdot 10^{-4}$ и 5 %, технического – $(0,16 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ и 1,9 % соответственно. Максимальный риск получения ожогов оказался у управленческого персонала с уровнем $(2,21 \pm 0,55) \cdot 10^{-4}$ и долей 13,6 % от структуры внешних воздействий у управленческого персонала (см. табл. 6).

При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальные тренды динамики рисков получения ожогов у оперативного (рис. 8А) и управленческого персонала (см. рис. 8Г) напоминают U-кривые, профилакти-

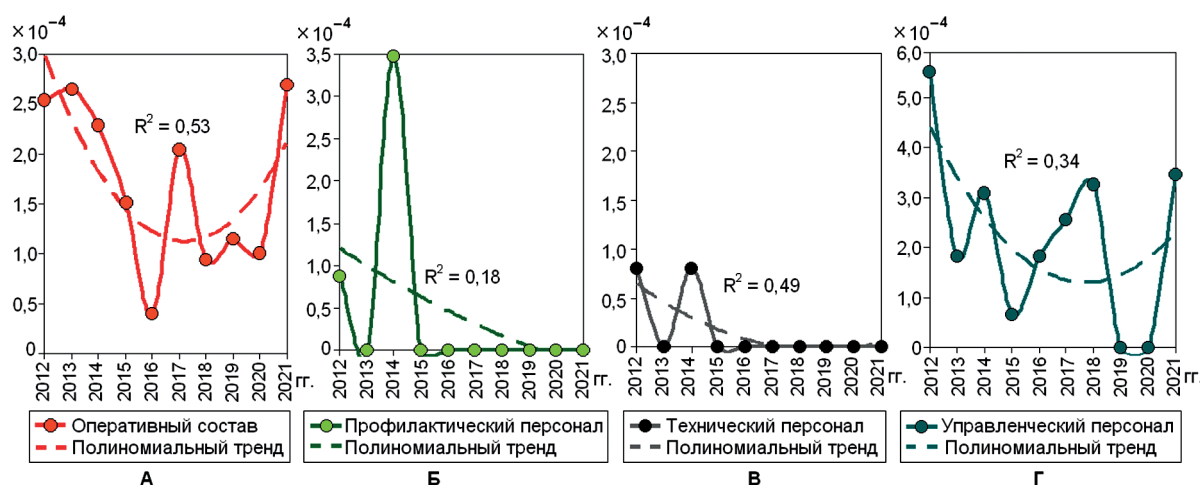


Рис. 8. Динамика рисков получения ожогов при производственном травматизме оперативным составом (А), профилактическим (Б), техническим (В) и управленческим (Г) персоналом ФПС МЧС России.

Таблица 6
Риски внешних воздействий на анатомические области тела у категорий личного состава ФПС МЧС России при производственном травматизме (2012–2021 гг.)

Группа по МКБ-10	Нозология	Категория личного состава										p <								
		оперативный (1)		профилактический (2)		технический (3)		управленческий (4)												
		(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	1/2	1/3	1/4	2/3	2/4	3/4	
1-я	Травмы головы	2,30 ± 0,33	18,8	1-й	2,08 ± 0,51	24,1	1-й	1,42 ± 0,61	16,4	2-й		4,60 ± 1,05	28,2	1-й						*
2-5-я	Травмы шеи и туловища, в том числе:	2,01 ± 0,19	16,5		1,23 ± 0,46	14,2		0,74 ± 0,38	8,6			1,63 ± 0,42	10,0		*					
	• шеи	0,14 ± 0,04	1,2	10-й	0,35 ± 0,20	4,1	8-й	0,12 ± 0,12	1,4	10-й		0,59 ± 0,15	3,6	7-8-й		*				*
	• грудной клетки	1,06 ± 0,17	8,7	3-4-й	0,61 ± 0,19	7,1	6-й	0,38 ± 0,27	4,4	7-й		0,58 ± 0,22	3,6	7-8-й						
	• живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза	0,81 ± 0,09	6,6	6-й	0,26 ± 0,19	3,0	10-й	0,25 ± 0,16	2,8	8-й		0,460,20	2,8	9-й	*					
5-7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей, в том числе:	2,25 ± 0,11	18,4		1,88 ± 0,37	21,9		2,50 ± 0,44	29,1			2,65 ± 0,46	16,2							
5-я	• плечевого пояса и плеча	0,76 ± 0,09	6,2	7-й	0,35 ± 0,20	4,0	9-й	0,55 ± 0,31	6,4	6-й		0,76 ± 0,26	4,6	6-й						
6-я	• локтя и предплечья	0,67 ± 0,11	5,5	8-й	0,69 ± 0,38	8,0	5-й	0,84 ± 0,31	9,8	5-й		0,93 ± 0,32	5,7	5-й						
7-я	• запястья и кисти	0,82 ± 0,11	6,7	5-й	0,85 ± 0,53	9,9	4-й	1,11 ± 0,35	12,9	4-й		0,96 ± 0,32	5,9	4-й						
8-10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей, в том числе:	3,23 ± 0,29	26,5		2,98 ± 0,53	34,8		3,00 ± 0,80	34,8			4,84 ± 0,69	29,7							
8-я	• области тазобедренного сустава и бедра	0,43 ± 0,08	3,6	9-й	0,40 ± 0,16	4,6	7-й	0,20 ± 0,13	2,3	9-й		0,36 ± 0,16	2,2	10-й						
9-я	• колена и голени	1,74 ± 0,22	14,3	2-й	1,39 ± 0,35	16,2	2-й	1,65 ± 0,50	19,2	1-й		3,12 ± 0,60	19,1	2-й			*			
10-я	• области голеностопного сустава и стопы	1,06 ± 0,13	8,7	3-4-й	1,20 ± 0,38	14,0	3-й	1,15 ± 0,44	13,3	3-й		1,37 ± 0,29	8,4	3-й						
1-12-я	Сумма травм	9,79 ± 0,73	80,3		8,17 ± 0,91	95,0		7,66 ± 1,75	88,9			13,71 ± 1,90	84,1		*		*			**
14-16-я	Ожоги	1,72 ± 0,26	14,1		0,43 ± 0,35	5,0		0,16 ± 0,11	1,9			2,21 ± 0,55	13,6		*	***	*			**
19-я	Отравления	0,47 ± 0,11	3,8					0,79 ± 0,79	9,2			0,27 ± 0,15	1,6		**					
20-я	Прочие (тепловой обморок)	0,22 ± 0,06	1,8									0,12 ± 0,08	0,7		**					
Общий средневзвешенный риск поражений областей тела		12,19 ± 0,80	100,0		8,61 ± 0,91	100,0		8,61 ± 2,26	100,0			16,32 ± 2,09	100,0		*		**			**

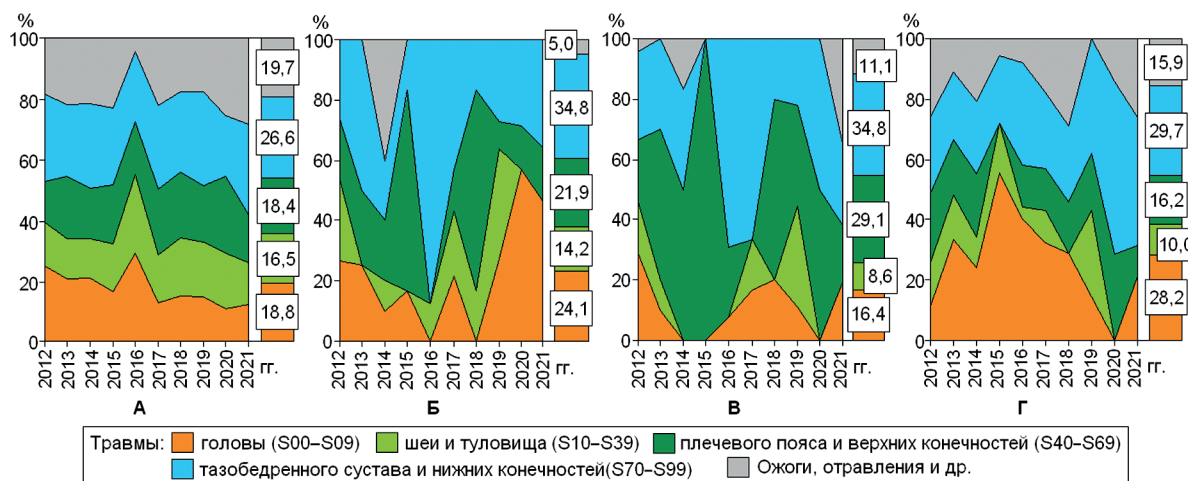


Рис. 9. Динамика структуры и структура поражений частей тела у оперативного состава (А), профилактического (Б), технического (В) и управленческого (Г) персонала ФПС МЧС России.

ческого (см. рис. 8Б) и технического персонала (см. рис. 8В) демонстрируют тенденции уменьшения данных.

На рис. 9 структура внешних воздействий представлена у категорий личного состава, показатели каждой из которых приняты за 100%. При сравнении внешних воздействий у категорий личного состава оказалось, что чаще всего травмы головы наблюдались у управленческого персонала (см. рис. 9Г), плечевого пояса и верхних конечностей – у профилактического персонала (см. рис. 9Б), тазобедренного сустава и нижних конечностей – у профилактического и технического персонала (см. рис. 9Б, В), ожоги и другие воздействия внешних причин – у оперативного состава и управленческого персонала (см. рис. 9А).

В динамике структуры внешних поражений у оперативного состава выявлено увеличение доли травм шеи и туловища, верхних конечностей, ожогов и отравлений продуктами горения, уменьшение – доли травм головы, определенная стабильность – доли травм нижних конечностей (см. рис. 9А); у профилактического персонала – увеличение доли травм головы и нижних конечностей, уменьшение – доли травм шеи и туловища и верхних конечностей (см. рис. 9Б); у технического персонала – увеличение доли травм головы и нижних конечностей, уменьшение – доли травм шеи, туловища и верхних конечностей (см. рис. 9В); у управленческого персонала – уменьшение доли травм головы, шеи и туловища, увеличение – доли травм верхних и нижних конечностей, ожогов и отравлений продуктами горения (см. рис. 9Г).

1–3-й ранги значимости поражений анатомических областей тела у категорий личного

состава при производственном травматизме совпали и составили половину от всех травмированных (см. табл. 6). Это были травмы головы (S00–S09), колена и голени (S80–S89) и области голеностопного сустава и стопы (S90–S99). Например, указанные травмы областей тела в сумме образовали 50,5% от всех травм у оперативного состава, 48,9% – у профилактического персонала, 48,9% – у технического, 55,7% – у управленческого.

При выполнении профессиональных обязанностей у оперативного состава по сравнению с профилактическим и техническим персоналом были статистически достоверно большие риски возникновения ожогов, отравлений продуктами горения, тепловых обмороков, травмирования живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза. У профилактического и технического персонала достоверных различий в травмировании областей тела не обнаружено. При выполнении профессиональных обязанностей у управленческого персонала по сравнению с профилактическим и техническим персоналом отмечались статистически достоверно большие риски внешних воздействий, в том числе, ожогов и суммарного риска травмирования частей и областей тела, а по сравнению с оперативным составом – травм шеи (см. табл. 6).

3. Причины производственного травматизма

В 2012–2021 гг. учтены 32 травмы, которые обуславливались техническими причинами, 178 – организационными, 1066 – психофизиологическими и 493 – опасными факторами пожаров. Среднегодовой уровень рисков производственного травматиз-

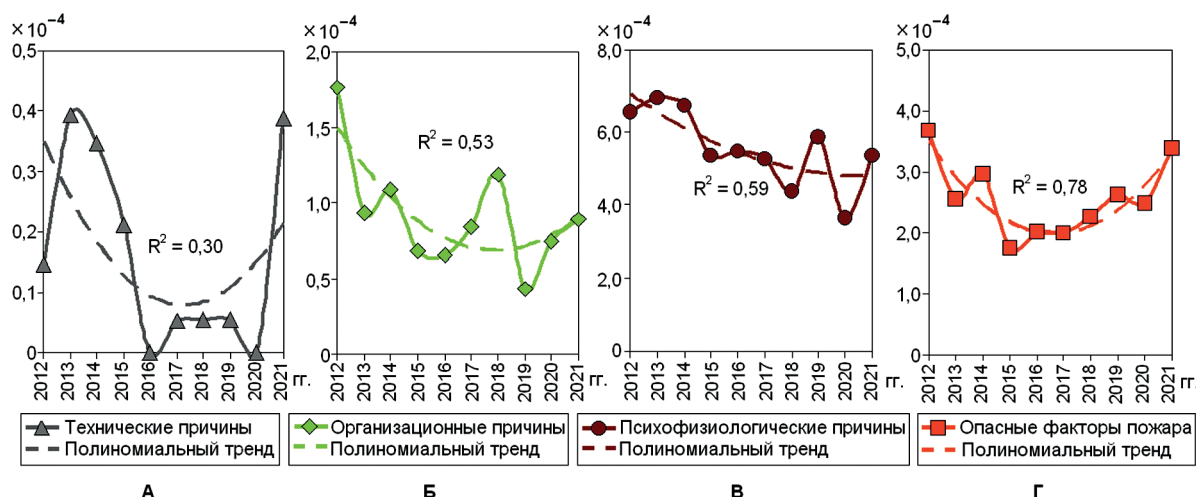


Рис. 10. Динамика рисков производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России от технических (А), организационных (Б), психофизиологических (В) причин и опасных факторов пожаров (Г).

ма от технических причин составил $(0,16 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), организационных – $(0,92 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$, психофизиологических – $(5,53 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$, опасных факторов пожаров – $(2,57 \pm 0,20) \cdot 10^{-4}$. Риск психофизиологических причин был статистически достоверно больше всех других проанализированных рисков возникновения производственного травматизма ($p < 0,001$).

На рис. 10 изображена динамика производственного травматизма по причинам травм. Полиномиальные тренды рисков травматизма при разных по значимости коэффициентах детерминации демонстрируют по техническим причинам (см. рис. 10А) и опасным факторам пожаров (см. рис. 10Б) U-кривую с минимальными данными в 2016–2018 гг., по организационным (см. рис. 10В) и психофизиологическим

причинам (см. рис. 10Г) – уменьшение показателей.

В структуре наибольшую долю составляли травмы, обусловленные психофизиологическими причинами (личный фактор) – 60,3% и опасными факторами пожаров – 27,9% (рис. 11). В динамике структуры выявлено увеличение доли травм при опасных факторах пожаров, уменьшение доли – по психофизиологическим и организационным причинам. Травмы, обусловленные техническими причинами, отмечались только в начале и конце периода наблюдения, их доля составила 1,8% (см. рис. 11).

В табл. 7 сведены уровень и структура рисков производственного травматизма в зависимости от причин и обстоятельств получения травм у личного состава ФПС МЧС России. Оказалось, что 1-й ранг значимости травматизма составили показатели личной неосторожности (например, падение пострадавшего и прочие обстоятельства) с уровнем $(3,64 \pm 0,25) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 39,7% от структуры всех травм, 2-й ранг – нарушений правил дорожного движения – $(1,30 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ и 14,2%, 3-й ранг – обрушений, падений, обвалов строительных конструкций, предметов, материалов при пожаротушении – $(0,85 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 9,3%, 4-й ранг – воздействий неисправных предметов, деталей, машин и т.д., обусловленные организационными причинами, – $(0,42 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и 4,6%, 5-й ранг – взрывов газовых баллонов или газовой смеси из-за высокой температуры окружающей среды и огня – $(0,40 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и 4,4% соответственно (см. табл. 7). В сумме указанные пять обстоятельств составили 72,2% от всех травм.

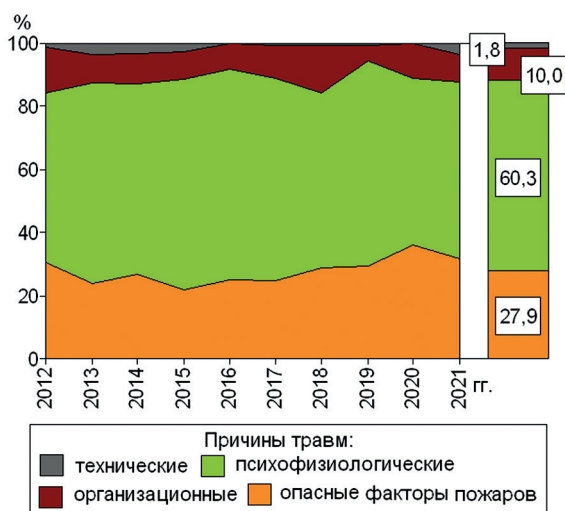


Рис. 11. Динамика структуры и структура производственного травматизма по причинам.

Таблица 7

Показатели рисков производственного травматизма в зависимости от причин травм

Причины травм	Обстоятельства	Уровень, ($M \pm m$) $\cdot 10^{-4}$	Структура, %	Ранг
Технические	1.1			
	1.2.	$0,03 \pm 0,02$	0,4	16–17-й
	1.3.	$0,09 \pm 0,04$	1,0	14-й
	1.4.	$0,04 \pm 0,02$	0,4	16–17-й
	Всего	$0,16 \pm 0,05$	1,8	
Организационные	2.1.	$0,07 \pm 0,02$	0,7	15-й
	2.2.	$0,42 \pm 0,10$	4,6	4-й
	2.3.	$0,13 \pm 0,03$	1,4	13-й
	2.4.	$0,31 \pm 0,09$	3,3	10-й
	Всего	$0,92 \pm 0,12$	10,0	
Психофизиологические	3.1.	$3,64 \pm 0,25$	39,7	1-й
	3.2.	$1,30 \pm 0,15$	14,2	2-й
	3.3.	$0,37 \pm 0,10$	4,1	6-й
	3.4.	$0,21 \pm 0,06$	2,3	12-й
	Всего	$5,53 \pm 0,32$	60,3	
Опасные факторы ЧС	4.1.	$0,85 \pm 0,07$	9,3	3-й
	4.2.	$0,40 \pm 0,10$	4,4	5-й
	4.3.	$0,35 \pm 0,08$	3,7	8-й
	4.4.	$0,33 \pm 0,05$	3,5	9-й
	4.5.	$0,37 \pm 0,10$	4,0	7-й
	4.6.	$0,27 \pm 0,05$	3,0	11-й
	Всего	$2,57 \pm 0,20$	27,9	
Итого		$9,19 \pm 0,54$	100,0	

Нозологии по причинам травматизма.

Соотношение числа нозологий и травм при опасных факторах пожаров составило 1,5, по психофизиологическим причинам – 1,3, организационным – 1,2, техническим – 1,1 диагноза.

Риск травмирования областей тела по техническим причинам был $(0,12 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек $\cdot$ год) с долей 1 % от структуры всех нозологий при внешних воздействиях, организационным – $(1,09 \pm 0,16) \cdot 10^{-4}$

и 9,1 %, психофизиологическим – $(6,32 \pm 0,56) \cdot 10^{-4}$ и 52,8 %, при опасных факторах пожаров – $(1,89 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ и 16,6 % соответственно (табл. 8). При очень низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков травмирования областей тела по организационным (рис. 12Б) и психофизиологическим (см. рис. 12В) причинам демонстрируют тенденции уменьшения показателей, при опасных факторах пожаров (см. рис. 12Г) –

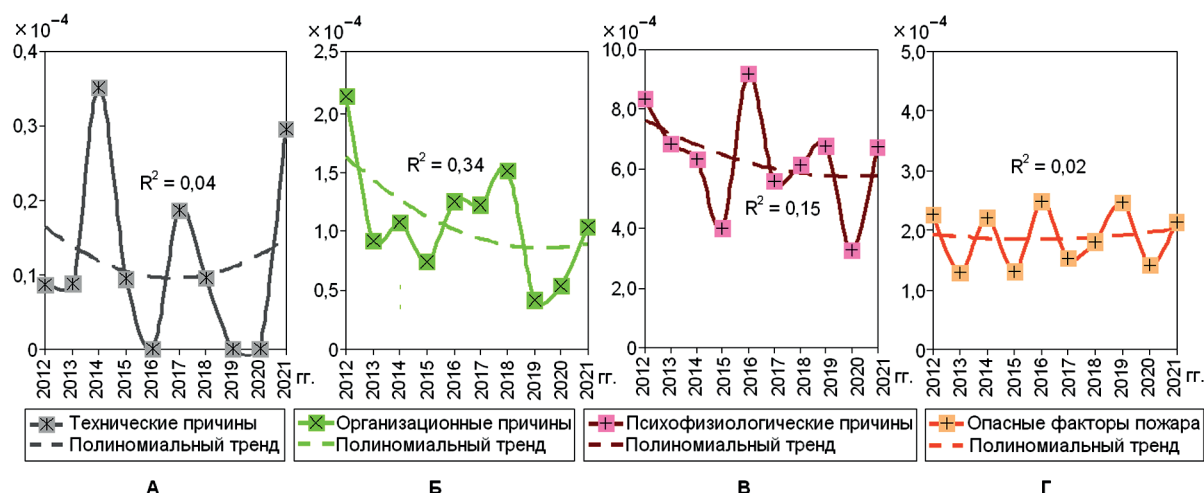


Рис. 12. Динамика рисков травмирования областей тела у личного состава ФПС МЧС России по техническим (А), организационным (Б), психофизиологическим (В) причинам производственных травм и при опасных факторах пожаров (Г).

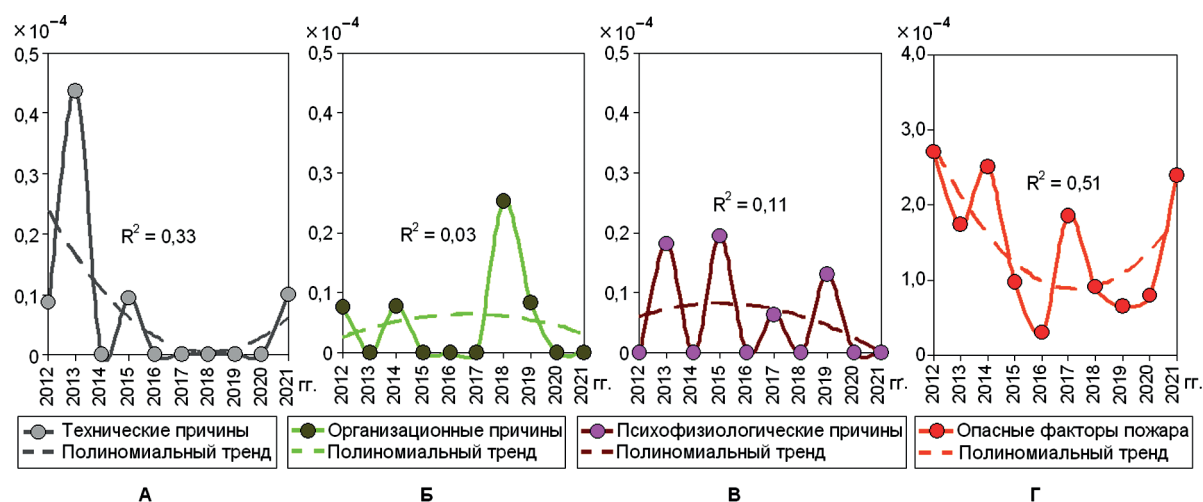


Рис. 13. Динамика рисков получения ожогов у личного состава ФПС МЧС России по техническим (А), организационным (Б), психофизиологическим (В) причинам травм и при опасных факторах пожаров (Г).

незначительный рост, по техническим причинам (см. рис. 12А) – U-кривую.

Как и следовало ожидать, максимальный риск ожогов наблюдался у личного состава ФПС МЧС России при пожаротушении. Среднегодовой риск получения ожогов по техническим причинам был $(0,07 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 0,6 % от структуры всех нозологий по внешним причинам, организационным – $(0,05 \pm 0,03) \cdot 10^{-4}$ и 0,4 %, психофизиологическим – $(0,06 \pm 0,03) \cdot 10^{-4}$ и 0,5 %, при опасных факторах пожаров – $(1,49 \pm 0,27) \cdot 10^{-4}$ и 13,1 % соответственно (см. табл. 8).

При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальные тренды рисков получения ожогов по техническим (рис. 13А), организационным (см. рис. 13Б) и психофизиологическим (см. рис. 13В) причинам демонстрируют тенденции уменьшения показателей, при опасных факторах пожаров (см. рис. 13Г) – U-кривую с минимальными данными в 2016 г.

Среди поражений анатомических областей тела по организационным причинам производственного травматизма 1-й ранг значимости составили показатели рисков травм головы (S00–S09) с уровнем $(0,41 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 3,2 % от структуры всех травм ($n = 1769$) при производственном травматизме, 2-й ранг – запястья и кисти (S60–S69) – $(0,23 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 1,7 %, 3-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(0,12 \pm 0,02) \cdot 10^{-4}$ и 1,0 % соответственно (см. табл. 8). Указанные травмы областей тела в сумме образовали 5,9 % от всех травм по всем причинам или 63,2 % от травм по организационным причинам.

Среди поражений анатомических областей тела по психофизиологическим причинам производственного травматизма 1-й ранг значимости составили также показатели рисков травм головы (S00–S09) с уровнем $(1,45 \pm 0,20) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 12,1 % от структуры всех травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(1,28 \pm 0,17) \cdot 10^{-4}$ и 10,7 %, 3-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(0,81 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ и 6,8 % соответственно (см. табл. 8). Перечисленные травмы областей тела в сумме образовали 29,6 % от всех травм по всем причинам или 54,7 % от травм по психофизиологическим причинам.

Среди поражений анатомических областей тела при производственном травматизме при опасных факторах пожаров 1-й ранг значимости составили также показатели рисков травм головы (S00–S09) с уровнем $(0,46 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 4,1 % от структуры всех травм, 2-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(0,37 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 3,2 %, 3-й ранг – грудной клетки (S30–S39) – $(0,29 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 2,5 % соответственно (см. табл. 8). Перечисленные травмы трех анатомических областей тела в сумме образовали 9,8 % от всех травм по всем причинам или 28,2 % от структуры травм, которые были обусловлены опасными факторами пожаров. Следует также указать, что ожоги составили 13,1 % от всех травм по всем причинам или 37,6 % от травм в результате опасных факторов пожаров.

По психофизиологическим причинам (личный фактор) по сравнению с организационными причинами и опасными факторами пожаров выявлены статистически достоверно высокие

Таблица 8
Риски внешних воздействий на анатомические области тела по причинам производственного травматизма (n = 1769) у личного состава ФПС МЧС России (2012–2021 гг.)

Группа по МКБ-10	Нозология	Причины травм											р <		
		технические		организационные (1)			психофизиологические (2)			опасные факторы пожаров (3)					
		(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	1/2	1/3	2/3
1-я	Травмы головы	0,06 ± 0,03	0,5			1-й	1,45 ± 0,20	12,1	1-й	0,46 ± 0,10	4,1	1-й	***	***	**
2–5-я	Травмы шеи и туловища, в том числе:	0,02 ± 0,01	0,2				1,04 ± 0,13	8,7		0,54 ± 0,04	4,7		***	***	**
	• шеи					11-й	0,14 ± 0,04	1,2	10-й	0,04 ± 0,01	0,4	10-й	*		*
	• грудной клетки					7–10-й	0,52 ± 0,09	4,4	4-й	0,29 ± 0,05	2,5	3-й	***	**	*
	• живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза					5–6-й	0,37 ± 0,05	3,1	8-й	0,21 ± 0,03	1,8	4-й	***	**	*
5–7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей, в том числе:	0,03 ± 0,01	0,2				1,46 ± 0,10	12,2		0,32 ± 0,05	2,8		***		***
5-я	• плечевого пояса и плеча					5–6-й	0,48 ± 0,08	4,0	6–7-й	0,13 ± 0,03	1,1	5-й	***		**
6-я	• локтя и предплечья					7–10-й	0,51 ± 0,09	4,3	5-й	0,09 ± 0,04	0,8	9-й	***		**
7-я	• запястья и кисти					2-й	0,48 ± 0,09	4,0	6–7-й	0,09 ± 0,03	0,9	6–8-й	*	*	**
8–10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей, в том числе:	0,01 ± 0,01	0,1			1,9	2,37 ± 0,26	19,8		0,56 ± 0,07	5,0		***	***	***
8-я	• области тазобедренного сустава и бедра						0,27 ± 0,06	2,3	9-й	0,11 ± 0,03	0,9	6–8-й	**	**	**
9-я	• колена и голени														
10-я	• области голеностопного сустава и стопы					3-й	1,28 ± 0,17	10,7	2-й	0,37 ± 0,08	3,2	2-й	***	*	
1–12-я	Сумма травм	0,12 ± 0,04	1,0				6,32 ± 0,56	52,8		1,89 ± 0,15	16,6		***		***
14–16-я	Ожоги	0,07 ± 0,04	0,6			7–10-й	0,06 ± 0,03	0,5		1,49 ± 0,27	13,1		***	***	***
19-я	Отравления						0,08 ± 0,07	0,7		0,42 ± 0,09	3,7		***	***	*
20-я	Прочие (тепловой обморок)						0,01 ± 0,01	0,1		0,15 ± 0,04	1,4		*	*	**
	Воздействие электрическим током					7–10-й									
	Суммарный риск внешних воздействий	0,19 ± 0,06	1,6				6,47 ± 0,57	54,1		3,94 ± 0,32	34,8		***	***	**

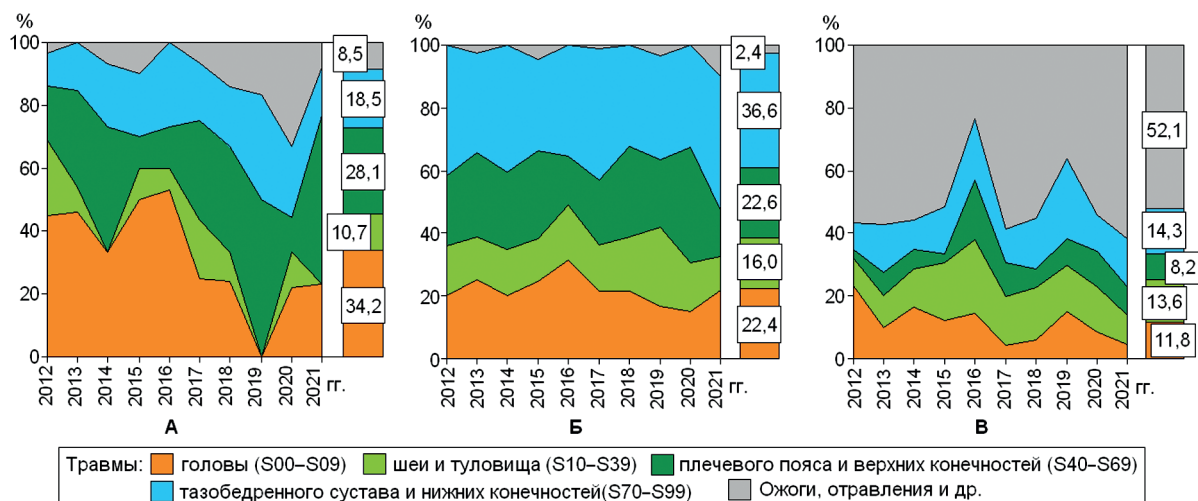


Рис. 14. Динамика структуры и структура поражений частей тела у личного состава ФПС МЧС России по организационным (А), психофизиологическим (Б) причинам и при опасных факторах пожаров (В).

риски поражений всех областей тела. Исключение составили риски ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков, которые обуславливались опасными факторами пожаров, они были статистически достоверно большими (см. табл. 8).

На рис. 14 структура внешних воздействий представлена по причинам возникновения травм, показатели каждой из которых приняты за 100%. Построить динамику внешних воздействий по техническим причинам травм из-за малого их числа не представилось возможным. Оказалось, что чаще всего травмы головы наблюдались в структуре организационных причин (см. рис. 14А), тазобедренного сустава и нижних конечностей – по психофизиологическим причинам (см. рис. 14Б), ожогов и других воздействий внешних причин – при опасных факторах пожаров (см. рис. 14В).

В динамике структуры внешних воздействий по организационным причинам отмечается уменьшение доли травм головы, шеи и туловища, увеличение – доли травм плечевого сустава и верхних конечностей, тазобедренного сустава и нижних конечностей, ожогов и отравлений продуктами горения (см. рис. 14А).

В динамике структуры внешних воздействий по психофизиологическим причинам производственного травматизма выявлено уменьшение доли травм головы, увеличение – доли травм шеи и туловища, ожогов и отравлений продуктами горения, относительная стабильность – при травмах плечевого сустава и верхних конечностей, тазобедренного сустава и нижних конечностей (см. рис. 14Б).

Высокозначимой конгруэнтности показателей профессионального травматизма и рисков

нозологий не выявлено. В то же время, тренды рисков травм головы были статистически достоверно согласованы с рисками травм груди ($r = 0,785$; $p < 0,01$), локтя и предплечья ($r = 0,677$; $p < 0,05$), тазобедренного сустава и нижних конечностей ($r = 0,748$; $p < 0,01$), в том числе, с рисками травм области тазобедренного сустава и бедра ($r = 0,779$; $p < 0,01$), колена и голени ($r = 0,711$; $p < 0,05$).

В динамике структуры внешних воздействий при опасных факторах пожаров выявлено уменьшение доли травм головы, шеи и туловища, увеличение – доли травм плечевого сустава и верхних конечностей, определенная высокая стабильность доли – при ожогах, отравлениях продуктами горения и тепловых обмороках (см. рис. 14В).

По техническим причинам отмечается незначительное количество производственных травм и невысокое травмирование областей тела. По психофизиологическим причинам (личный фактор) по сравнению с организационными причинами и опасными факторами пожаров выявлены статистически достоверно высокие риски поражений всех областей тела. Исключение составили риски ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков, они были статистически достоверно большими (см. табл. 8).

4. Производственный травматизм по видам деятельности

В 2021–2021 гг. при оперативной деятельности личного состава ФПС МЧС России учтены 830 производственных травм, при учебно-спортивной – 279, при повседневной –

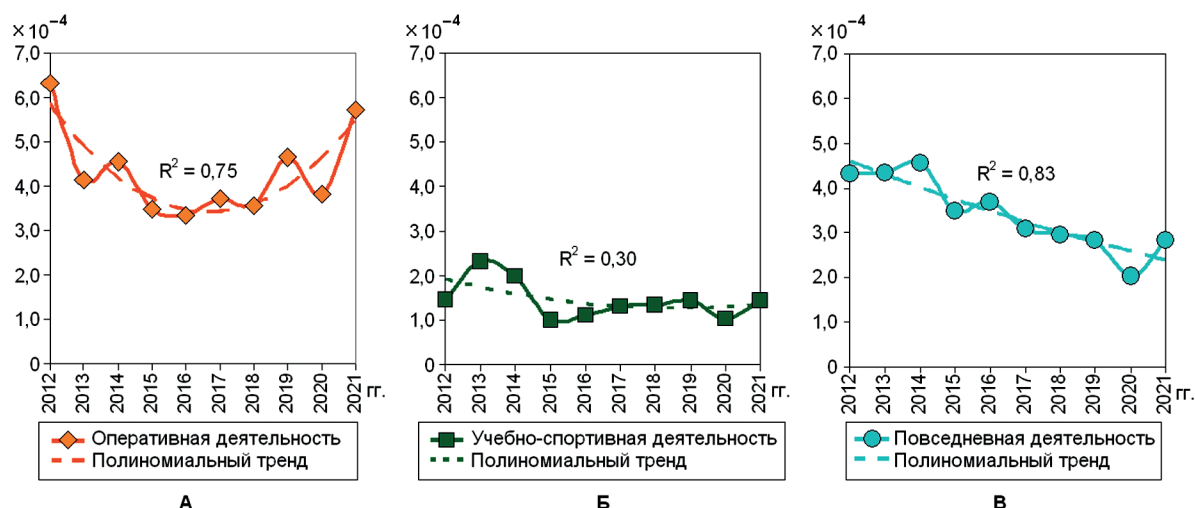


Рис. 15. Динамика рисков производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России при оперативной (А), учебно-спортивной (Б) и повседневной (В) деятельности.

660 травм. Уровень риска производственного травматизма при оперативной деятельности составил $(4,33 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек $\cdot$ год), при учебно-спортивной – $(1,45 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$, при повседневной работе – $(3,41 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек $\cdot$ год). Как уже было отмечено, эти показатели были меньше, чем в опубликованных ранее работах за более длительный период [5].

На рис. 15 показана динамика рисков производственного травматизма. При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальный тренд рисков травматизма при оперативной деятельности напоминает U-кривую с минимальными показателями в 2005–2018 гг., при учебно-спортивной и повседневной деятельности – уменьшение данных.

На рис. 16 показана динамика и структура производственного травматизма личного состава ФПС МЧС России по видам деятельности. В структуре риска производственного травматизма 46,9 % составляют травмы, полученные при оперативной деятельности, 15,8 % – при учебно-спортивной и 37,3 % – при повседневной работе. В динамике структуры отмечается увеличение доли травм, связанных с оперативной деятельностью, определенная стабильность доли – при учебно-спортивной деятельности и уменьшение показателей – при повседневной работе (см. рис. 16).

В табл. 9 сведены показатели рисков по видам деятельности у личного состава ФПС МЧС России за 10 лет. При оперативной деятельности риск производственного травматизма был самым большим в результате опасных факторов пожаров – $(2,57 \pm 0,20) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек $\cdot$ год) и долей 27,8 % от структуры всех

травм ($n = 1769$), полученных пожарными при пожаротушении и ликвидации других ЧС. Риск травматизма при учебно-спортивной деятельности составил $(1,45 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$ и 15,8 %, при повседневной – $(3,41 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ и 37,3 % соответственно.

Среди обстоятельств травматизма при оперативной деятельности 1-й ранг значимости составили показатели личной неосторожности с уровнем $(1,27 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек $\cdot$ год) и долей 13,8 % от структуры всех травм, 2-й ранг – обрушений, падений, обвалов строительных конструкций, предметов, материалов при пожаротушении – $(0,85 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 9,2 %, 3-й ранг – взрывов газовых баллонов или газозооной смеси из-за высокой температуры окружающей среды и огня – $(0,40 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и 4,4 % соответственно (см.

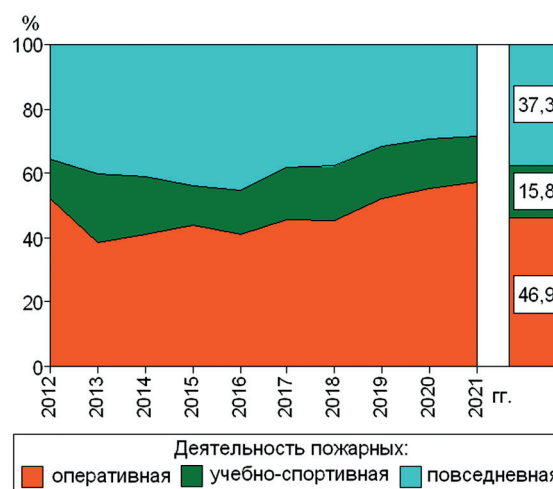


Рис. 16. Структура и динамика структуры производственного травматизма по видам деятельности.

Таблица 9
 Риски производственного травматизма (n = 1769) личного состава ФПС МЧС России при оперативной, учебно-спортивной и повседневной деятельности (2012–2021 гг.)

Причины травм	Обстоятельства травм	Деятельность											p <		
		оперативная (1)		учебно-спортивная (2)		повседневная (3)									
		(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) • 10 ⁻⁴	%	ранг	1–2	1–3	2–3		
Технические	1.1.							0,03 ± 0,02	0,4	8–10-й					
	1.2.							0,09 ± 0,04	1,0	5-й		*	*		
	1.3.							0,04 ± 0,02	0,4	8–10-й					
	1.4.							0,16 ± 0,05	1,8			**	**		
Организационные	Всего							0,02 ± 0,01	0,2	11-й	**				
	2.1.	0,05 ± 0,01	0,6	13-й				0,31 ± 0,08	3,4	3-й	*	**	*		
	2.2.	0,01 ± 0,01	0,1	14-й	0,10 ± 0,04	1,1	3–4-й	0,04 ± 0,02	0,5	7-й	**				
	2.3.	0,09 ± 0,02	1,0	9-й				0,18 ± 0,07	1,9	4-й	*		*		
Психофизиологические	2.4.	0,13 ± 0,04	1,3	8-й				0,55 ± 0,08	6,0		*	*	***		
	Всего	0,27 ± 0,05	3,0		0,10 ± 0,04	1,1		1,39 ± 0,14	15,3	1-й			*		
	3.1.	1,27 ± 0,12	13,8	1-й	0,98 ± 0,10	10,7	1-й	1,21 ± 0,14	13,2	2-й	*	***	***		
	3.2.	0,08 ± 0,03	0,9	10-й	0,01 ± 0,01	0,1	5-й	0,06 ± 0,01	0,6	6-й		*	*		
Опасные факторы пожаров	3.3.	0,06 ± 0,02	0,7	11–12-й	0,25 ± 0,08	2,8	2-й	0,04 ± 0,02	0,4	8–10-й					
	3.4.	0,07 ± 0,02	0,7	11–12-й	0,11 ± 0,04	1,1	3–4-й	2,70 ± 0,22	29,5		***	***	***		
	Всего	1,49 ± 0,12	16,1		1,35 ± 0,11	14,7									
	4.1.	0,85 ± 0,07	9,2	2-й											
	4.2.	0,40 ± 0,10	4,4	3-й											
	4.3.	0,35 ± 0,08	3,7	5-й											
	4.4.	0,33 ± 0,05	3,5	6-й											
	4.5.	0,37 ± 0,10	4,0	4-й											
Итого	4.6.	0,27 ± 0,05	3,0	7-й											
	Всего	2,57 ± 0,20	27,8		1,45 ± 0,13	15,8		3,41 ± 0,26	37,3		***	*	***		
		4,33 ± 0,32	46,9												
	Итого														



Рис. 17. Динамика риска травмирования областей тела у личного состава ФПС МЧС России при оперативной (А), учебно-спортивной (Б) и повседневной (В) деятельности.

табл. 9). В сумме указанные три обстоятельства составили 27,4 % от всех травм.

При учебно-спортивной деятельности риск травматизма был также самым большим в результате психофизиологических причин – $(1,35 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ с долей 14,7 % от структуры всех травм, в том числе, по обстоятельствам, которые классифицировались как личная неосторожность с риском – $(0,98 \pm 0,10) \cdot 10^{-4}$ и долей 10,7 % (см. табл. 9).

При повседневной деятельности самым выраженным был риск в результате психофизиологических причин – $(2,70 \pm 0,22) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 29,5 % от структуры всех травм, организационных – $(0,55 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 6 %, технических – $(0,16 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 1,8 % соответственно (см. табл. 9).

1-й ранг значимости обстоятельств травм при повседневной деятельности составили показатели личной неосторожности с уровнем $(1,39 \pm 0,14) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 15,3 % от структуры всех травм, 2-й ранг – нарушений правил дорожного движения – $(1,21 \pm 0,14) \cdot 10^{-4}$ и 13,2 %, 3-ранг – воздействия неисправных предметов, деталей и машин по организационным причинам – $(0,31 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 3,4 % соответственно (см. табл. 9). В сумме они образовали 31,9 % от структуры всех производственных травм, полученных пожарными.

Нозологии по видам деятельности. Общий средневзвешанный риск поражений областей тела при оперативной деятельности был $(6,14 \pm 0,41) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), при учебно-спортивной – $(1,67 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$, повседневной деятельности – $(4,49 \pm 0,48) \cdot 10^{-4}$.

Риск травмирования областей тела при оперативной деятельности составил $(4,15 \pm 0,35) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год)

с долей 34,7 % от всех внешних воздействий или 67,6 % от всех поражений при оперативной деятельности, при учебно-спортивной – $(1,67 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$ и 14 % от всех внешних воздействий или 100 % от всех поражений при учебно-спортивной деятельности, повседневной – $(4,25 \pm 0,45) \cdot 10^{-4}$ и 32,8 % от всех внешних воздействий или 94,6 % от всех поражений при повседневной деятельности. На рис. 17 показана динамика риска травмирования областей тела. При низких коэффициентах детерминации полиномиальные тренды показывают при оперативной и повседневной деятельности тенденции уменьшения данных (см. рис. 17А, Б), при учебно-спортивной – незначительный рост показателей (см. рис. 17Б).

Суммарный риск внешних воздействий (ожоги, отравления продуктами горения и тепловые обмороки) при оперативной деятельности составил $(1,99 \pm 0,34) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 16,6 % от всех внешних воздействий или 32,4 % от всех поражений при оперативной деятельности, при учебно-спортивной – других внешних воздействий не зафиксировано, при повседневной – $(0,25 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 1,9 % от всех внешних воздействий или 5,4 % от всех поражений при повседневной деятельности.

Динамика суммарного риска внешних воздействий при оперативной деятельности изображена на рис. 18А, повседневной – см. рис. 18Б. При разных по значимости коэффициентах детерминации полиномиальные тренды напоминают U-кривые с минимальными показателями в 2016 г.

Структура и динамика структуры рисков травмирования частей тела и других внешних воздействий по видам профессиональной де-

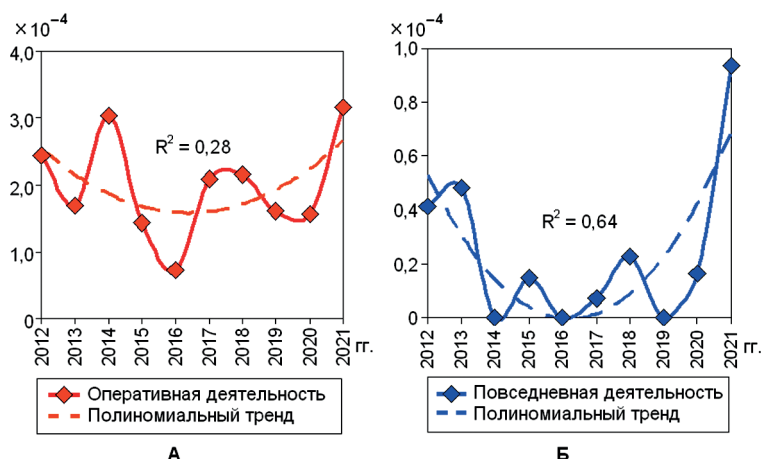


Рис. 18. Динамика суммарного риска ожогов, отравлений продуктами горения и другими внешними воздействиями у личного состава ФПС МЧС России при оперативной (А) и повседневной (Б) деятельности.

тельности показана на рис. 19. Как и следовало ожидать, больше всего в структуре производственного травматизма при оперативной деятельности (пожаротушение и ликвидация других ЧС) наблюдалось ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков (32,4 %), при учебно-спортивной деятельности – травм тазобедренного сустава и нижних конечностей (58,8 %), при повседневной деятельности – травм тазобедренного сустава и нижних конечностей (27,4 %) и травм плечевого пояса и верхних конечностей (22 %).

В динамике структуры внешних воздействий у оперативного состава отмечается увеличение рисков ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков, травм шеи и туловища, уменьшение – доли рисков травм головы, тазобедренного сустава и нижних конечностей, относительно равномерная ди-

намика – доли рисков травм плечевого пояса и верхних конечностей (см. рис. 19А).

При учебно-спортивной деятельности отмечается увеличение доли рисков травм шеи и туловища, верхних конечностей, уменьшение – доли рисков травм головы, плечевого пояса и верхних конечностей (см. рис. 19Б).

При повседневной деятельности выявлено увеличение доли риска травм верхних и нижних конечностей и ожогов, уменьшение – доли риска травм головы, шеи и туловища (см. рис. 19В).

При оперативной деятельности (пожаротушение и ликвидация других ЧС) средневзвешенный риск поражений областей тела составил $(6,14 \pm 0,41) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 51,3 % от структуры всех производственных травм ($n = 1769$), в том числе, риск травмирования – $(4,15 \pm 0,35) \cdot 10^{-4}$ и 34,7 %, травмы плечевого пояса и верхних конечностей – $(1,99 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ и 17,9 %, травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей – $(1,06 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 8,7 %, травмы головы – $(0,94 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 7,7 %, травмы шеи и туловища – $(0,94 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 7,7 %, ожоги, отравления и др. – $(0,94 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 7,7 %.

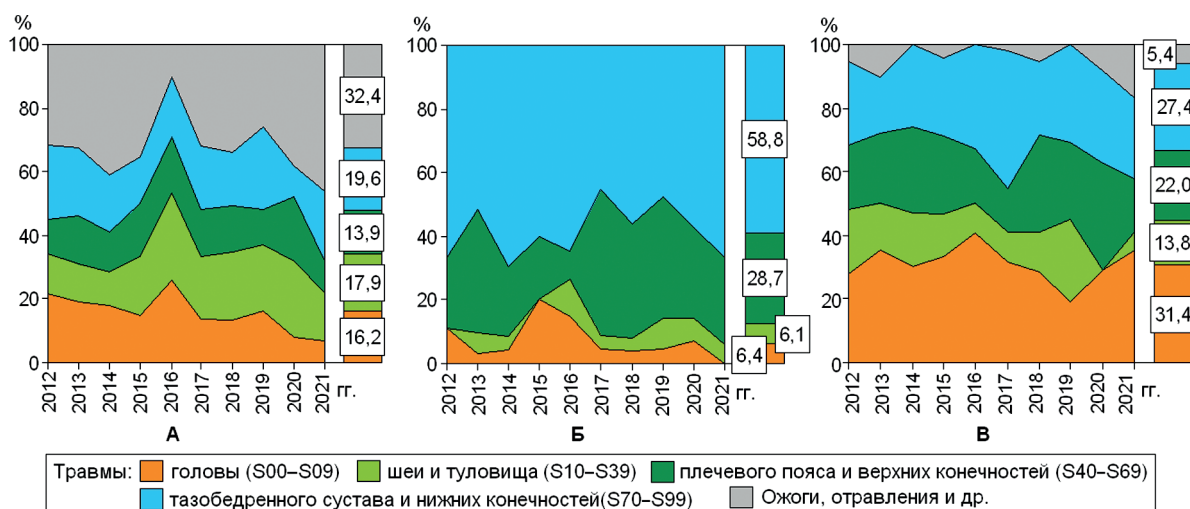


Рис. 19. Динамика структуры и структура поражений частей тела у личного состава ФПС МЧС России при пожаротушении (А), учебно-спортивной (Б) и повседневной деятельности (В).

ожогов – $(1,41 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$ и 11,8 %, отравлений продуктами горения – $(0,40 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 3,3 %, тепловых обмороков – $(0,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ и 1,5 % соответственно (табл. 10).

При оперативной деятельности 1-й ранг значимости рисков поражений анатомических частей тела составили показатели травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(0,99 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 8,3 % от структуры всех травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(0,70 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ и 5,9 %, 3-й ранг – грудной клетки (S20–S29) – $(0,58 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ и 4,8 (см. табл. 10). В сумме указанные травмы частей тела составили 19 % от структуры всех внешних воздействий у личного состава ФПС МЧС России.

При учебно-спортивной деятельности средневзвешенный риск поражений областей тела и средний риск травмирования были одинаковыми и составили $(1,67 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 14 % от структуры всех производственных травм ($n = 1769$). Других внешних воздействий при этом виде деятельности не выявлено (см. табл. 10).

1-й ранг значимости рисков поражений анатомических частей тела при учебно-спортивной деятельности составили показатели травм колена и голени (S80–S89) – $(0,59 \pm 0,11) \cdot 10^{-4}$ и 4,9 %, 2-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(0,35 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 2,9 %, 3-й ранг – локтя и предплечья (S50–S59) – $(0,20 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ и 1,6 % соответственно (см. табл. 10). В сумме указанные травмы частей тела составили 9,4 % от структуры всех внешних воздействий у личного состава ФПС МЧС России.

При повседневной деятельности средневзвешенный риск поражений областей тела составил $(4,49 \pm 0,48) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 34,7 % от структуры всех производственных травм, в том числе, риск травмирования – $(4,25 \pm 0,45) \cdot 10^{-4}$ и 32,8 %, ожогов – $(0,14 \pm 0,06) \cdot 10^{-4}$ и 1,1 %, отравлений продуктами горения – $(0,08 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 0,6 %, тепловых обмороков – $(0,02 \pm 0,02) \cdot 10^{-4}$ и 0,2 % соответственно (см. табл. 10).

1-й ранг значимости рисков поражений анатомических частей тела при повседневной деятельности составили показатели травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(1,41 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 10,9 % от структуры всех травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(0,58 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$ и 4,4 %, 3-й ранг – запястья и кисти (S60–S69) – $(0,47 \pm 0,08) \cdot 10^{-4}$ и 3,6 % соответственно (см.

табл. 10). В сумме указанные травмы частей тела составили 18,9 % от структуры всех внешних воздействий у личного состава ФПС МЧС России.

Статистически достоверно меньшие риски внешних поражений практически во всех областях тела выявлены при учебно-спортивной деятельности по сравнению с оперативной и повседневной. При оперативной деятельности по сравнению с повседневной отмечались статистически достоверно большие риски отравлений продуктами горения, а также риски травм шеи и туловища, в том числе, травм грудной клетки и живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза (см. табл. 10), что вполне согласовывалось с генезисом (морфология и механизм) травмирования в зависимости от рода деятельности.

Заключение

1. За 10 лет у личного состава ФПС МЧС России учтены 1769 травм, связанных с исполнением служебных обязанностей. Уровень производственного травматизма пожарных составил $(9,19 \pm 0,54) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), что было статистически достоверно меньше ($p < 0,001$), чем у мужчин-работников по экономике России – $(16,50 \pm 1,09) \cdot 10^{-4}$. На каждый случай травмы в среднем в общем массиве приходилось 1,3 диагноза, в том числе, при пожаротушении и ликвидации последствий других ЧС – 1,4, при учебно-боевой деятельности – 1,1, при повседневной деятельности – 1,3 диагноза. Средневзвешенный риск поражений областей тела составил $(11,96 \pm 0,89) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), в том числе, риск травмирования областей тела – $(10,01 \pm 0,83) \cdot 10^{-4}$ с долей 83,6 % от структуры всех поражений, ожогов – $(1,39 \pm 0,23) \cdot 10^{-4}$ и 11,6 %, отравлений продуктами горения – $(0,39 \pm 0,09) \cdot 10^{-4}$ и 3,3 %, тепловых обмороков – $(0,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$ и 1,5 % соответственно.

2. В общем массиве личного состава ФПС МЧС России 1-й ранг значимости поражений анатомических областей тела при производственном травматизме образовали риски травм головы (S00–S09 по МКБ-10) с уровнем $(2,49 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) и долей 20,8 % от структуры всех производственных травм, 2-й ранг – колена и голени (S80–S89) – $(1,87 \pm 0,24) \cdot 10^{-4}$ и 15,6 %, 3-й ранг – области голеностопного сустава и стопы (S90–S99) – $(1,11 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$ и 9,3 %, 4-й ранг – грудной клетки (S20–S29) – $(0,91 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$ и 7,6 %, 5-й ранг – запястья и кисти

Таблица 10

Риски внешних воздействий на анатомические части и области тела при производственном травматизме (n = 1769)
по видам деятельности у личного состава ФПС МЧС России (2012–2021 гг.)

Группа	Название	Деятельность										p <		
		оперативная (1)		учебно-спортивная (2)		повседневная (3)		ранг		1/2	1/3	2/3		
		(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг	(M ± m) · 10 ⁻⁴	%	ранг							
1-я	Травмы головы	0,99 ± 0,15	8,3	1-й	0,11 ± 0,03	0,9	6-й	1-й	10,9	***		***		
2–5-я	Травмы шеи и туловища, в том числе:	1,10 ± 0,12	9,2		0,10 ± 0,03	0,9			4,8	***	*	**		
	• шеи	0,06 ± 0,02	0,5	10-й	0,01 ± 0,01	0,1	10-й	10-й	1,1			*		
	• грудной клетки	0,58 ± 0,11	4,8	3-й	0,07 ± 0,03	0,6	7-й	5-й	2,2	**	*	*		
	• живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза	0,47 ± 0,05	3,9	4-й	0,02 ± 0,01	0,2	9-й	8–9-й	1,5	***	**	**		
5–7-я	Травмы плечевого пояса и верхних конечностей, в том числе:	0,85 ± 0,05	7,1		0,48 ± 0,08	4,0			7,7	**		**		
5-я	• плечевого пояса и плеча	0,34 ± 0,07	2,8	5-й	0,11 ± 0,04	1,0	5-й	6-й	2,1	*		*		
6-я	• локтя и предплечья	0,26 ± 0,05	2,2	7-й	0,20 ± 0,05	1,6	3-й	7-й	2,0					
7-я	• запястья и кисти	0,25 ± 0,06	2,1	8-й	0,17 ± 0,04	1,4	4-й	3-й	3,6			*		
8–10-я	Травмы тазобедренного сустава и нижних конечностей, в том числе:	1,20 ± 0,14	10,1		0,98 ± 0,13	8,2			9,4	**				
8-я	• области тазобедренного сустава и бедра	0,19 ± 0,03	1,6	9-й	0,04 ± 0,02	0,4	8-й	8–9-й	1,5	**				
9-я	• колена и голени	0,70 ± 0,12	5,9	2-й	0,59 ± 0,11	4,9	1-й	2-й	4,4					
10-я	• области голеностопного сустава и стопы	0,27 ± 0,06	2,6	6-й	0,35 ± 0,05	2,9	2-й	4-й	3,5					
1–12-я	Сумма травм	4,15 ± 0,35	34,7		1,67 ± 0,18	14,0			32,8	***		***		
14–16-я	Ожоги	1,41 ± 0,24	11,8						1,1					
19-я	Отравления	0,40 ± 0,09	3,3						0,6	***	***	*		
20-я	Прочие (тепловой обморок и др.)	0,18 ± 0,04	1,5						0,2	**	*	*		
Суммарный риск поражений частей тела		6,14 ± 0,41	51,3		1,67 ± 0,18	14,0			34,7	***	***	*		

(S40–S49) – $(0,88 \pm 0,07) \cdot 10^{-4}$ и 7,4 % соответственно. Указанные травмы областей тела в сумме составили 60,7 % от структуры всех внешних воздействий при производственном травматизме.

3. Конгруэнтность трендов средневзвешанного риска поражений областей тела, риска производственного травматизма и числа производственных травм – положительная и статистически значимая ($r = 0,685$ и $r = 0,686$ при $p < 0,05$ для обоих показателей), указанных двух показателей производственного травматизма и риска ожогов – высокая ($r = 0,789$ и $r = 0,733$ при $p < 0,01$ для обоих показателей); числа производственных травм и травм головы – средняя ($r = 0,630$ при $p < 0,05$), что указывает на участие в развитии трендов одинаковых (однаправленных) показателей. Приведенные данные могут также характеризовать валидность наших расчетов по определению средневзвешенных прогнозируемых рисков нозологий. В генезисе поражений областей тела у пожарных при производственном травматизме ведущее место отводится травмам головы, которые способствуют потере равновесия и создают условия для падения, в результате чего травмируются другие области тела.

4. Среднегодовой уровень риска производственного травматизма оперативного состава составил $(9,12 \pm 0,69) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), профилактического персонала – $(6,36 \pm 0,74) \cdot 10^{-4}$, технического – $(7,26 \pm 0,87) \cdot 10^{-4}$, управленческого – $(11,97 \pm 0,90) \cdot 10^{-4}$ соответственно. Средневзвешенный риск поражений областей тела у оперативного состава был $(12,19 \pm 0,80) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), профилактического персонала – $(8,61 \pm 0,091) \cdot 10^{-4}$, технического – $(8,61 \pm 2,26) \cdot 10^{-4}$, управленческого – $(16,32 \pm 2,09) \cdot 10^{-4}$. 1–3-й ранги значимости поражений анатомических областей тела у категорий личного состава при производственном травматизме совпали. Это были травмы головы (S00–S09), колена и голени (S80–S89) и области голеностопного сустава и стопы (S90–S99). Указанные травмы областей тела в сумме у оперативного состава были 50,5 % от всех травм, у профилактического персонала – 48,9 %, у технического – 48,9 %, у управленческого – 55,7 %.

5. Среднегодовой уровень рисков производственного травматизма по техническим причинам составил $(0,16 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ травм/(чело-

век · год), организационным – $(0,92 \pm 0,12) \cdot 10^{-4}$, психофизиологическим – $(5,60 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$, по опасным факторам пожаров – $(2,57 \pm 0,20) \cdot 10^{-4}$. Средневзвешенный риск поражений областей тела по техническим причинам был $(0,19 \pm 0,06) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год) с долей 1,6 % от структуры всех нозологий при внешних воздействиях, организационным – $(1,14 \pm 0,17) \cdot 10^{-4}$ и 9,5 %, психофизиологическим – $(6,47 \pm 0,57) \cdot 10^{-4}$ и 54,1 %, опасным факторам пожаров – $(3,94 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ и 34,8 % соответственно. По техническим причинам отмечаются незначительное количество производственных травм и невысокое поражение областей тела. По психофизиологическим причинам (личный фактор) по сравнению с организационными причинами и опасными факторами пожаров выявлены статистически достоверно высокие риски поражений всех областей тела. Исключение составили риски ожогов, отравлений продуктами горения и тепловых обмороков, которые обуславливались опасными факторами пожаров, они были статистически достоверно большими по сравнению с другими причинами производственного травматизма.

6. Уровень риска производственного травматизма при оперативной деятельности составил $(4,33 \pm 0,32) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), при учебно-спортивной – $(1,45 \pm 0,13) \cdot 10^{-4}$, при повседневной работе – $(3,41 \pm 0,26) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год). Средневзвешенный риск поражений областей тела при оперативной деятельности был $(6,14 \pm 0,41) \cdot 10^{-4}$ травм/(человек · год), при учебно-спортивной – $(1,67 \pm 0,18) \cdot 10^{-4}$, повседневной деятельности – $(4,49 \pm 0,48) \cdot 10^{-4}$. Статистически достоверно меньшие риски внешних поражений практически во всех областях тела выявлены при учебно-спортивной деятельности по сравнению с оперативной и повседневной. При оперативной деятельности по сравнению с повседневной отмечались статистически достоверно большие риски отравлений продуктами горения, а также риски травм шеи и туловища, в том числе, грудной клетки, живота, нижней части спины, поясничного отдела позвоночника и таза и, соответственно, средневзвешенные риски поражений частей тела.

7. Анализ всех травм с участием руководителей, специалистов по охране труда, пожарных, инженеров и врачей поможет выявить причины травм, механизм их возникновения и разработать меры по профилактике производственного травматизма.

Литература

1. Алексанин С.С., Бобринев Е.В., Евдокимов В.И., Кондашов А.А., Санников М.В., Харин В.В. 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.
2. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование. М. : Финансы и статистика : Инфра-М, 2015. 320 с.
3. Ворошилов С.П., Ворошилов А.С. Травматизм. Функция распределения степени тяжести вреда здоровью среди работников // Безопасность и охрана труда. 2014. № 3. С. 55–59.
4. 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 ; Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2019. 167 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих» ; вып. 7).
5. 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 ; Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России. СПб. : Измайловский, 2022. 138 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих» ; вып. 18).
6. Карначев П.И., Винниченко Н.А., Карначев И.П. Статистические показатели производственного травматизма, используемые в отечественной и международной практике оценки уровня безопасности труда // Безопасность и охрана труда. 2015. № 2 (63). С. 37–40.
7. Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Маштаков В.А. [и др.]. Оценка допустимого риска травмирования личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2021. № 1. С. 40–49. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-1-40-49.
8. 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.
9. 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.
10. Файнбург Г.З. Санитарно-гигиеническое нормирование производственных факторов как объективная исходная основа управления рисками // Безопасность и охрана труда. 2015. № 2 (63). С. 17–21.
11. Black J., Baldwin R. When risk-based regulation aims low: approaches and challenges // Regulation and Governance. 2012. Vol. 6, N 1. P. 2–22. DOI: 10.1111/j.1748-5991.2011.01124.x.
12. Gammarano R. Quick guide on sources and uses of statistics on occupational safety and health / International Labour Organization. Geneva, 2020. 39 p.
13. Kendall K. The Increasing Importance of Risk Management in an Uncertain World // The Journal for Quality and Participation. 2017. Vol. 40, N 1. P. 4–8.
14. Paul R., Huber M. Risk-based Regulation in Continental Europe? Explaining the Corporatist Turn to Risk in German Work Safety Policies // European Policy Analysis. 2015. Vol. 1, N 2. P. 5–33. DOI: 10.18278/epa.1.2.2.
15. Safety and Health at the heart of the Future of Work: Building on 100 years of experience / International Labour Organization. Geneva, 2019. 82 p.
16. Takala J., Hämäläinen P., Nenonen N. [et al.]. Comparative Analysis of the Burden of Injury and Illness at Work in Selected Countries and Regions // Centr. Europ. J. Occup. Environ. Med. 2017. Vol. 23, N 1-2. P. 6–31.

Поступила 19.12.2022 г.

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

Участие авторов: В.И. Евдокимов – разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, подготовка иллюстраций и написание первого варианта статьи; Е.В. Бобринев, А.А. Кондашов – сбор и обработка массива травматизма, анализ полученных данных, редактирование окончательного варианта статьи; А.А. Ветошкин – методическое сопровождение, редактирование окончательного варианта статьи.

Для цитирования. Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Ветошкин А.А., Кондашов А.А. Структура нозологий и риски развития производственного травматизма личного состава Федеральной противопожарной службы МЧС России (2012–2021 гг.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 13–41. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-13-41.

The composition of nosologies and occupational injury risks in officers of the Federal Fire Service of the EMERCOM of Russia (2012–2021)

Evdokimov V.I.¹, Bobrinev E.V.², Vetoshkin A.A.¹, Kondashov A.A.²

¹ Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia

(4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia);

² All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia

(mkr. VNIPO, 12, Balashikha, Moscow region, 143903, 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;

Evgeny Vasil'yevich Bobrinev – PhD Biol. Sci., Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (12, mkr. VNIPO, Balashikha, Moscow region, Russia), ORCID: 0000-0001-8169-6297, e-mail: otel_1_3@mail.ru;

Aleksandr Aleksandrovich Vetoshkin – PhD Med. Sci. Associate Prof., orthopedic trauma surgeon, traumatology and orthopedics department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0003-3258-2220, e-mail: totoalex5@gmail.com;

Andrey Alexandrovich Kondashov – PhD Phys.-Mathemat. Sci., Leading Researcher, All-Russian Research Institute for Fire Protection, EMERCOM of Russia (12, mkr. VNIPO, Balashikha, Moscow region, Russia), ORCID: 0000-0002-2730-1669, e-mail: akond2008@mail.ru

Abstract

Relevance. Professional firefighters are exposed to high levels of physical and emotional stress which impacts their functional reserves and makes the susceptible to erroneous actions and occupational traumas.

The objective is to assess the decade-long (2012 to 2021) risk of occupational injuries and to establish its correlation with nosologies of external causes under Chapter XIX of the International Classification of Diseases and Related Health Problems, 10th Revision (ICD-10).

Methods. We analyzed occupational injuries across different categories among Federal Fire Service (FFS) officers of the EMERCOM of Russia (emergency response squads, prevention, technical and administrative workforce), their causes (technical, organizational, psychophysiological and hazardous fire-related factors), and performed occupational activities (firefighting, training, sport or daily activities). Based on the ICD-10, injury risks and exposure of particular body areas to external factors were calculated per 10,000 people according ($\times 10^{-4}$).

Results and Discussion. Over a 10 year's timespan, 1,769 occupational injuries have been registered among Federal Fire Service officers EMERCOM of Russia. The occupational injury rate for firefighters was $(9.19 \pm 0.54) \cdot 10^{-4}$ injuries/(person $\cdot$ year), which was statistically significantly lower ($p < 0.001$) than for male workforce employed in Russian economy sectors – $(16.50 \pm 1.09) \cdot 10^{-4}$. The overall average diagnose per injury rate was 1.5, including 1.7 in firefighting and other emergency response activities, 1.4 in combat training activities, and 1.5 in routine activities. The weighted average risk of body injuries was $(11.96 \pm 0.89) \cdot 10^{-4}$ injuries/(person $\cdot$ year); in particular, cumulative injury risk rate was $(10.01 \pm 0.83) \cdot 10^{-4}$ responsible for 83.6% of the total value, with burns $(1.39 \pm 0.23) \cdot 10^{-4}$ (equal to 11.6%), poisoning by combustion products $(0.39 \pm 0.09) \cdot 10^{-4}$ (equal to 3.3%), heat fainting $(0.18 \pm 0.04) \cdot 10^{-4}$ (equal to 1.5%) respectively. The congruent risk trends for occupational injuries, industrial head and body injuries, including burns, are positive and statistically significant, which suggests the trends are driven by identical (unidirectional) parameters. For determination coefficients of different significance, the polynomial trend of body injuries risk shows a downward trend of data reduction; the risk of burns resembles an inverted U-curve; while the risk of poisoning by combustion products demonstrates an increase in indicator values. Risks of injuries to the head (S00–S09 in ICD-10) showed rank 1 of significance among occupational body lesions in the entire cohort of firefighters, reaching the level of $(2.49 \pm 0.32) \cdot 10^{-4}$ injuries/(person $\cdot$ year) equal to 20.8 % of all occupational injuries; knee and shin injuries were assigned rank 2 (S80–S89) – $(1.87 \pm 0.24) \cdot 10^{-4}$ equal to 15.6 %; ankle and foot area were assigned rank 3 (S90–S99) – $(1.11 \pm 0.15) \cdot 10^{-4}$ equal to 9.3 %; rank 4 injuries were injuries of the thorax (S20–S29) – $(0.91 \pm 0.13) \cdot 10^{-4}$ equal to 7.6 %; wrist and hand injuries were assigned rank 5 (S40–S49) – $(0.88 \pm 0.07) \cdot 10^{-4}$ equal to 7.4 % respectively. Overall, these body traumas amounted to 60.7 % of all occupational injuries of external causes. In the genesis of damages of body areas of firefighters during occupational injury, the leading place is given to head injuries, which contribute to loss of balance and create conditions for falling, as a result of which other areas of the body are injured. The analysis of occupational injuries and nosologies across different workforce categories was effectively performed taking account of injury causes and types of activity.

Conclusion. The analysis of cause-and-effect relations of all injuries among heads of subdivisions, occupational safety officers, fire engineers, firefighters and doctors allows to improve prevention of occupational injuries among officers of the Federal Fire Service of EMERCOM of Russia.

Keywords: fire, emergency situation, firefighter, occupational traumas, injury, burns, poisoning, heat fainting, ICD-10 Chapter XIX, labor protection, Federal Fire Service.

References

1. 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.)

2. Afanas'ev V.N., Yuzbashev M.M. Analiz vremennykh ryadov i prognozirovaniye [Time Series Analysis and Forecasting]. Moscow. 2015. 320 p. (In Russ.)
3. Voroshilov S.P., Voroshilov A.S. Travmatizm. Funktsiya raspredeleniya stepeni tyazhesti vreda zdorov'yu sredi rabotnikov [Traumatism. The function of health severity distribution among employees]. *Bezopasnost' i okhrana truda* [Safety and Labor Protection]. 2014; (3):55–59. (In Russ.)
4. Evdokimov V.I., Aleksanin S.S., Bobrinev E.V. [et al.] Analiz pokazatelei zabolevaemosti, travmatizma, invalidnosti i smernosti 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.)
5. 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.)
6. Karnachev P.I., Vinnichenko N.A., Karnachev I.P. Statisticheskie pokazateli proizvodstvennogo travmatizma, ispol'zuemye v otechestvennoi i mezhdunarodnoi praktike otsenki urovnya bezopasnosti truda [Statistical indicators of traumatism, used in the domestic and international practice of industrial safety assessment level]. *Bezopasnost' i okhrana truda* [Safety and Labor Protection]. 2015; (2):37–40. (In Russ.)
7. Kondashov A.A., Udavtsova E.Yu., Mashtakov V.A. [et al.]. Otsenka dopustimogo riska travmirovaniya lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii [Assessment of the acceptable risk of injury in employees of the Federal fire service of EMERCOM of Russia]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2021. № 1. С. 40–49. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-1-40-49. (In Russ.)
8. 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.)
9. 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.)
10. Fainburg G.Z. Sanitarno-gigienicheskoe normirovaniye proizvodstvennykh faktorov kak ob'ektivnaya iskhodnaya osnova upravleniya riskami [Sanitary regulation of production factors as an objective basis of the original risk management]. *Bezopasnost' i okhrana truda* [Safety and Labor Protection]. 2015; (2):17–21. (In Russ.)
11. Black J., Baldwin R. When risk-based regulation aims low: approaches and challenges. *Regulation and Governance*. 2012; 6(1):2–22. DOI: 10.1111/j.1748-5991.2011.01124.x.
12. Gammarano R. Quick guide on sources and uses of statistics on occupational safety and health / International Labour Organization. Geneva. 2020. 39 p.
13. Kendall K. The Increasing Importance of Risk Management in an Uncertain World. *The Journal for Quality and Participation*. 2017; 40(1):P. 4–8.
14. Paul R., Huber M. Risk-based Regulation in Continental Europe? Explaining the Corporatist Turn to Risk in German Work Safety Policies. *European Policy Analysis*. 2015; 1(2):5–33. DOI: 10.18278/epa.1.2.2.
15. Safety and Health at the heart of the Future of Work: Building on 100 years of experience / International Labour Organizatio. Geneva. 2019. 82 p.
16. Takala J., Hämäläinen P., Nenonen N. [et al.]. Comparative Analysis of the Burden of Injury and Illness at Work in Selected Countries and Regions. *Centr. Europ. J. Occup. Environ. Med*. 2017; 23(1-2):6–31.

Received 19.12.2022

For citing: Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Vetoshkin A.A., Kondashov A.A. Struktura nozologii i riski razvitiya proizvodstvennogo travmatizma lichnogo sostava Federal'noi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii (2012–2021 gg.). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2023; (1):13–41. (In Russ.)

Evdokimov V.I., Bobrinev E.V., Vetoshkin A.A., Kondashov A.A. The composition of nosologies and occupational injury risks in officers of the Federal Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia (2012–2021). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (1):13–41. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-13-41

П.А. Селиверстов, Ю.Г. Шапкин

ПРИМЕНЕНИЕ ТАКТИКИ КОНТРОЛЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ БОЕВЫХ ТРАВМАХ КОНЕЧНОСТЕЙ НА ПЕРЕДОВЫХ ЭТАПАХ МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВОЙН (обзор литературы)

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского
(Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112)

Актуальность. Повреждения конечностей занимают первое место в структуре современных боевых травм и являются одной из основных причин снижения годности к военной службе и инвалидности. В условиях ведения крупномасштабных боевых действий возрастает роль передовых этапов медицинской эвакуации, на которых хирургическая помощь оказывается по принципам контроля повреждений. Особенности тактики контроля повреждений при боевых травмах конечностей определяют необходимость специальной подготовки военных хирургов.

Цель – рассмотреть особенности и эффективность оказания хирургической помощи по принципам контроля повреждений при боевых травмах конечностей на передовых этапах медицинской эвакуации в вооруженных конфликтах последних двух десятилетий (в странах Ближнего Востока и Африки, Афганистане, Украине).

Методология. Проведен поиск научных статей в базе данных PubMed и Научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru), опубликованных с 2013 по 2023 г.

Результаты и их анализ. Современная боевая травма конечностей отличается высокой частотой повреждений сосудов, обширным разрушением мягких тканей и костей от воздействия поражающих факторов боеприпасов взрывного действия. Оперативные вмешательства по поводу боевых травм конечностей (внешняя фиксация переломов костей стержневыми аппаратами, перевязка или временное протезирование поврежденных сосудов, фасциотомия, ампутация) были наиболее частыми из всех операций, выполненных на передовых этапах медицинской эвакуации во время современных военных конфликтов. Объем хирургических вмешательств соответствовал первому этапу травматологического и сосудистого контроля повреждений и определялся тяжестью состояния раненого, степенью ишемии и тяжести повреждений конечности, медико-тактической обстановкой.

Заключение. Оказание помощи на передовых этапах медицинской эвакуации по принципам травматологического и сосудистого контроля повреждений позволяет значительно уменьшить частоту ампутаций и улучшить функциональные результаты лечения при боевых травмах конечностей.

Ключевые слова: военная медицина, боевая травма, повреждения конечностей, контроль повреждений, внешняя фиксация, временное протезирование сосудов, ампутация, фасциотомия.

Введение

Широкое использование в современных военных конфликтах индивидуальных средств защиты и бронированных транспортных средств снизило летальность среди личного состава благодаря защите головы, груди и живота, но привело к относительному повышению в структуре боевых травм частоты повреждений незащищенных конечностей до 73–82 % [12, 23, 33, 48].

Боевые травмы конечностей отличаются большей тяжестью повреждений, высокой частотой осложнений, требуют значительных финансовых затрат на сложное лечение и длительную реабилитацию [11, 12, 33]. Леталь-

ность при боевых травмах конечностей невысокая – 2–7 %, но функциональные нарушения после тяжелых повреждений, потери сегмента конечности снижают годность к военной службе у 80–90 % военнослужащих и становятся причиной инвалидности у 24–46 % пострадавших [29, 33, 42, 46].

Боевые действия последних двух десятилетий в Афганистане, странах Ближнего Востока и Африки велись в рамках асимметричных локальных войн при подавляющем превосходстве одной из сторон конфликта в вооружении, технике и авиации, что обеспечивало быструю, в течение «золотого» часа, эвакуацию пострадавших на этапы оказания специализирован-

✉ Селиверстов Павел Андреевич – канд. мед. наук, доц. каф. общ. хирургии, Саратовский 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;

Шапкин Юрий Григорьевич – д-р. мед. наук проф., зав. каф. общ. хирургии, Саратовский 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

ной помощи. В настоящее время страны НАТО ведут подготовку к крупномасштабным военным действиям в рамках концепции «многодоменного боя» («multidomain battlefield»), подразумевающего одновременное применение высокоточного вооружения в различных доменах (на суше, море, в воздухе, космосе, киберпространстве) против технологически равного противника. Ведение боевых действий на большой территории и возможно на нескольких фронтах, удаленность госпитальных баз, ограниченные возможности воздушной транспортировки раненых из-за широкого применения средств ПВО, массовое поступление пострадавших вследствие применения высокоэнергетического оружия с широкой зоной поражения приведет к задержке эвакуации раненых на этапы специализированной хирургической помощи. В этих условиях возрастает необходимость приближения к району боевых действий передовых этапов медицинской эвакуации, на которых оказывается квалифицированная (сокращенная специализированная) помощь по принципам тактики хирургического контроля повреждений (Damage Control Surgery, DCS) и вынужденной «продолженной полевой помощи» (Prolonged field care, PFC) [13].

Принципы DCS закреплены в Методических рекомендациях по лечению боевой травмы, недавно утвержденных Главным военно-медицинским управлением Минобороны России, и в последних руководствах Clinical Practice Guideline, разработанных Объединенной системой травм (Joint Trauma System, JTS) Министерства обороны США и являющихся стандартами оказания помощи пострадавшим в бою для стран НАТО [4, 28, 35, 36].

Опыт применения тактики контроля повреждений в современных вооруженных конфликтах может быть полезен для улучшения медицинского обеспечения текущих и будущих боевых действий, совершенствования системы подготовки военных хирургов и врачей, оказывающих помощь пострадавшим в чрезвычайных ситуациях.

Цель – рассмотреть особенности и эффективность оказания хирургической помощи по принципам контроля повреждений при боевых травмах конечностей на передовых этапах медицинской эвакуации в условиях современных войн.

Материал и методы

Проведен поиск научных статей в реферативно-библиографической базе данных PubMed и Научной электронной библиоте-

ки (eLIBRARY.ru), опубликованных с 2013 по 2023 г.

Обобщены результаты исследований механизма и структуры боевых травм конечностей, проведен анализ эффективности оказания помощи по принципам DCS на передовых этапах медицинской эвакуации в вооруженных конфликтах последних двух десятилетий (в Афганистане, странах Ближнего Востока и Африки, Украине). Под передовыми этапами медицинской эвакуации понимали оказание помощи в медицинской роте бригады и полка, отдельном медицинском батальоне, отдельном медицинском отряде («роль 2» по классификации НАТО) в объеме первой врачебной помощи и квалифицированной хирургической помощи [4, 27].

Результаты и их анализ

Механизм и структура современных боевых травм конечностей. Воздействие поражающих факторов взрывных боеприпасов является основным механизмом современных боевых травм и причиной 60–75 % повреждений конечностей. Доля пулевых ранений в структуре травм конечностей по сравнению с предыдущими военными конфликтами уменьшилась и составляет 20–35 % [1, 12, 14, 30]. В локальных антитеррористических операциях в Афганистане, странах Ближнего Востока и Африки взрывные травмы конечностей в 32–65 % случаев причинялись самодельными взрывными устройствами [11, 26, 48]. Одной из особенностей вооруженного конфликта на Украине является широкое применение высокоэнергетических боеприпасов взрывного действия с большим радиусом поражения (реактивных систем залпового огня, термобарических боеприпасов тяжелых огнеметных систем), что привело к увеличению случаев тяжелых травм с обширным разрушением мягких тканей, костей и отрывом конечностей [6, 22].

Повреждения нижних конечностей встречаются в 2–3 раза чаще, чем верхних [1, 11, 12]. Травмы нижних конечностей, по данным анализа латентных классов, составляли отдельный и самый многочисленный (20 % случаев) класс боевых травм, полученных военнослужащими США в Ираке и Афганистане (2002–2019 гг.) [14].

Раны и переломы костей преобладают в структуре боевых повреждений конечностей и составляют 48 и 20 % соответственно. Переломы костей в 62 % случаев – открытые [12, 30]. Огнестрельные переломы длинных костей конечностей у раненых, находившихся

на лечении в Республиканском травмоцентре г. Донецка (2016–2017 гг.), в 97 % случаев сопровождались тяжелыми повреждениями мягких тканей и относились к IIIB и IIIC типам по классификации Gustilo–Andersen [1]. В то же время, у пострадавших в боевых действиях в Сирии, лечившихся в больнице г. Килис в Турции (2018 г.), преобладали переломы типа IIIA (57 % случаев) [11].

Отрыв конечности выше запястья или лодыжек встречался у каждого 10-го пострадавшего с боевой травмой конечностей [12]. Распределение случаев потери нижней конечности по уровню ампутации было сходным у военнослужащих армии США, раненных в Ираке и Афганистане (2002–2016 гг.), и у военнослужащих вооруженных сил Украины, раненных в Донбассе (2014–2016 гг.): ампутации бедра составили 43–44 %, голени – 41–42 %, стопы – 14–16 %. Ампутации верхней конечности у военных США в большинстве случаев выполнялись на уровне кисти (68 %), в то время как у украинских военных – значительно чаще на уровне предплечья (40 %) и плеча (29 %) [6, 43]. У раненных в Донбассе (2014–2016 гг.) ампутации конечностей в 69 % случаев были выполнены в связи с одномоментным необратимым поражением мощной ударной волной и осколками высокоэнергетических взрывных боеприпасов [6]. Отрыв двух конечностей и более имелся у 50 % британских военнослужащих, потерявших конечности в Ираке и Афганистане (2003–2014 гг.), и только у 18 % украинских военнослужащих, потерявших конечности в Донбассе (2014–2016 гг.) [6, 12]. Меньшее количество пациентов с множественными отрывами конечностей среди раненных в Донбассе, вероятно, связано с высокой летальностью при таких травмах на поле боя вследствие поражения высокоэнергетическим оружием.

Частота повреждений сосудов в современных боях выше, чем во время предыдущих войн, и увеличивается с повышением активности боевых действий. По данным Регистра травм Министерства обороны США, повреждения крупных сосудов имелись у 18 % военнослужащих, и у 72 % из них были ранения сосудов конечностей [29]. На верхних конечностях наиболее часто повреждались лучевая и локтевая артерии (51–63 %), реже – плечевая (22–27 %) и подмышечная артерии (6–9 %). Из повреждений сосудов нижних конечностей наиболее часто встречались ранения артерий голени (25–39 %), затем – бедренной (23–33 %) и подколенной артерий (14–20 %) [29, 41, 46]. Повреждения сосудов становились главной

причиной смерти и второй причиной потери конечности при боевых травмах. Общая частота ампутаций при боевых травмах конечностей с повреждениями артерий составляла 20–28 % [20, 21, 31, 40].

Боевая травма конечностей отличается значимо большей частотой множественных и сочетанных повреждений. У одного военнослужащего с травмой конечностей имеется в среднем 2,4 повреждения конечностей [30]. Сочетанная боевая травма диагностируется у 22–36 % пациентов со скелетными повреждениями [1, 30].

Травматологический контроль повреждений в боевых условиях. Тактика контроля повреждений разработана как этапное хирургическое лечение тяжелой травмы в гражданских учреждениях в мирное время и направлена на предупреждение неблагоприятного исхода травмы за счет сокращения объема первого оперативного вмешательства и отсрочки окончательного восстановления поврежденных органов и тканей до стабилизации жизненно важных функций организма. Концепция контроля повреждений, применяемая в условиях боевых действий, имеет существенные отличия и получила название тактический сокращенный хирургический контроль (Tactical abbreviated surgical control, TASC). Во-первых, показания к DCS в боевых условиях определяются не только тяжелым общим состоянием раненого, но также медико-тактической обстановкой, массовым поступлением пострадавших на этап эвакуации, отсутствием или ограниченностью возможностей диагностики и лечения сложных повреждений, сроками эвакуации. Во-вторых, на передовых этапах медицинской эвакуации выполняется только I фаза DCS, последующие фазы лечения откладываются до этапа специализированной помощи [34].

Травматологический контроль повреждений (Damage Control Orthopedics – DCO) включает малотравматичную временную внешнюю аппаратную фиксацию переломов (в основном бедренной, большеберцовой костей и нестабильных переломов костей таза) без репозиции отломков (1-й этап), интенсивную терапию по принципам Damage Control Resuscitation (2-й этап) и отсроченный стабильный остеосинтез (внутренний или аппаратный) через 5–14 дней (3-й этап). Эффективность применения концепции DCO на передовых этапах эвакуации в асимметричных военных конфликтах не доказана. Выполнение временной аппаратной фиксации переломов в условиях, при которых возможна эвакуация на вышестоя-

ящий этап в пределах «золотого часа», вряд ли целесообразна и будет только задерживать оказание специализированной помощи [15]. Между тем, роль тактики DCO возрастает в крупномасштабных военных конфликтах при необходимости оказания вынужденной «продолжительной полевой помощи» [13]. Внешняя аппаратная фиксации переломов костей рекомендуется в случаях задержки эвакуации более 4–24 ч при переломах бедренной кости, открытых переломах длинных костей с обширным повреждением мягких тканей, временном протезировании сосудов или нестабильной гемодинамике [4, 10, 15]. Стабильная аппаратная фиксация отломков длинных трубчатых костей становится противошоковым мероприятием, предотвращает вторичное повреждение тканей, уменьшает кровопотерю, снижает риск местных и системных осложнений и облегчает транспортировку на следующий этап медицинской эвакуации (лечебно-транспортная иммобилизация). Кроме того, ранняя аппаратная фиксация огнестрельных переломов костей на передовых этапах медицинской эвакуации становится первой фазой лечения боевой травмы конечностей по принципам местного контроля повреждений (Local Damage Control). На этапе специализированной помощи внешняя фиксация отломков костей может остаться окончательным методом остеосинтеза или заменена на внутренний минимально инвазивный остеосинтез после полной стабилизации физиологических параметров и удовлетворительном состоянии мягких тканей в области перелома. Тактика местного контроля повреждений высокоэнергетической боевой травмы конечностей доказала свою эффективность, позволяет уменьшить зону вторичного некроза тканей, частоту инфекционных осложнений и нарушений консолидации переломов, сократить сроки лечения и добиться лучших анатомо-функциональных результатов [7, 8].

Аппараты внешней фиксации, используемые на передовых этапах медицинской эвакуации, должны быть стержневыми, одноплоскостными, универсальными, совместимыми с другими внешними фиксаторами и простыми в применении. При монтаже аппарата рекомендуется вводить минимальное количество штифтов в кость, по два стержня в каждый отломок, вдали от перелома, чтобы снизить риск инфекционных осложнений в случае перехода на внутренний остеосинтез [10, 28]. Достижение репозиции отломков не является обязательным требованием, достаточно вос-

становить правильную ось и длину конечности, обеспечить стабильную фиксацию отломков. Первичная хирургическая обработка ран в полевых условиях не выполняется. В случаях задержки эвакуации более 6–24 ч в рамках 1-го этапа контроля повреждений выполняются только отдельные элементы хирургической обработки ран, такие как рассечение раны, фасциотомия, удаление инородных тел, частичное иссечение нежизнеспособных тканей [4, 10, 35].

В 1979 г. медицинская служба вооруженных сил Франции создала первый аппарат внешней фиксации, предназначенный для использования в боевых условиях. Универсальный модульный аппарат «Percy Fx®» (Biomet) успешно использовался французскими военными хирургами как для временной, так и окончательной фиксации открытых и закрытых переломов костей верхних и нижних конечностей в «роли 2» на театрах современных военных действий в Косово, Ираке, Афганистане и странах Африки (в Чаде, Кот-д'Ивуаре, Мали, Центральноафриканской Республике) [26].

Под руководством ГВМУ Минобороны России разработан и включен в набор оборудования мобильных хирургических подразделений комплект стержневой военно-полевой (КСВП) для фиксации длинных трубчатых костей и таза. Использование комплекта на передовых этапах оказания медицинской помощи во время боевых действий в Сирии позволяло добиться репозиции отломков в 95 % случаев, снизить количество повторных операций – в 2,5 раза, общий срок лечения – в 1,5 раза [5].

Министерство обороны США проводит перспективные исследования по разработке полевых экзоскелетных систем, которые могут уменьшать нагрузку на поврежденные конечности и обеспечивать мобильность пострадавшего [13].

Сосудистый контроль повреждений в боевых условиях.

Лечение боевых травм конечностей с повреждением магистральных сосудов на передовых этапах медицинской эвакуации осуществляется по принципам сосудистого контроля повреждений (Damage Control Vascular, DCV). Оперативные вмешательства 1-го этапа DCV направлены только на остановку кровотечения и предупреждение ишемического некроза конечности и включают тампонаду раны, перевязку, шов или временное протезирование поврежденных сосудов, фасциотомию. Данные вмешательства выполняются по неотложным показаниям при продолжающемся наружном кровотечении или

в срочном порядке после стабилизации гемодинамики при отсутствии наружного кровотечения. Выбор хирургического вмешательства зависит от степени ишемии и тяжести повреждений конечности, общего состояния раненого и медико-тактической обстановки [4].

Степень ишемии конечности определяют по классификации Резерфорда и ее модификациям (по В.А. Корнилову). Перевязка сосуда допустима при компенсированной ишемии, реконструкция или временное протезирование магистральной артерии необходимы при некомпенсированной ишемии, ампутирована конечность показана при необратимой ишемии и может быть отсрочена до этапа специализированной помощи [4, 10, 37].

Реконструкция сосудов при боевых травмах конечностей с повреждением сосудов требовалась у 48–57% раненых в Ираке и Афганистане (2009–2015 гг.) и у 88% – в Донбассе (2014–2015 гг.) [2, 29, 41, 46]. Тяжелое состояние раненого, неблагоприятная медико-тактическая обстановка могут вынудить к сокращению объема вмешательства до перевязки или временного протезирования сосуда. Лигирование артерии, как метод DCV, было начальной стратегией лечения 31–52% повреждений артерий у раненых в Ираке и Афганистане [29, 41, 46].

Временное протезирование артерий с использованием специальных или импровизированных средств (полихлорвиниловых трубок разного диаметра) в условиях задержки эвакуации позволяет восстановить и обеспечить перфузию тканей в период до проведения реконструкции сосудов на этапе специализированной помощи. Для спасения конечности принципиально важны временное протезирование и последующая реконструкция подмышечной, плечевой, бедренной, подколенной артерий, одной из двух артерий предплечья и голени – локтевой или лучевой, передней или задней большеберцовой [36]. Максимальная продолжительность функционирования временного протеза артерии составляет 24–48 ч, но в сроки более 6 ч значительно увеличивается риск осложнений (миграция протеза, тромбоз артерии и некомпенсированной ишемии) [4, 25].

По данным Регистра травм Министерства обороны США, временное протезирование артерий применено в 15–16% случаев ранений сосудов конечностей [41, 46]. У раненых в Ираке и Афганистане (2004–2012 гг.) частота ампутаций после этапного лечения, включающего временное протезирование поврежденных бедренных и подколенных артерий

в «роли 2» и последующую реконструкцию сосудов в «роли 3» (на этапе специализированной помощи), была такой же как при первоначальном восстановлении сосудов в «роли 3», несмотря на более высокую тяжесть повреждений конечностей у пострадавших, которым выполнялось протезирование сосудов [20]. Временное протезирование поврежденных артерий нижних конечностей у пострадавших в военном конфликте в Сирии (2013–2016 гг.) уменьшало продолжительность ишемии и частоту ампутаций конечностей [19].

Повреждения сосудов при боевой травме конечностей у 43–61% пострадавших сочетаются с переломами костей [21, 40, 42, 46]. В таких случаях восстановление кровотока в конечности является приоритетным, поэтому в первую очередь рекомендуется выполнить временное протезирование артерии трубкой в форме петли, а затем стабилизацию отломков кости аппаратом внешней фиксации. Обратная последовательность действий увеличивает риск ампутации в 3 раза [47].

Повреждения артерий при боевых травмах конечностей в 20–83% случаев сочетаются с повреждением вены [21, 39, 40, 42]. Влияние ранения вены на исходы боевых травм конечностей неясно. Частота ампутаций в одних исследованиях была значимо выше при сочетанном повреждении артерии и вены, в других исследованиях наличие сопутствующего повреждения вены не увеличивало риск ампутации [21, 39, 40, 42]. Хирургическая тактика при ранениях магистральных вен конечностей четко не определена. В большинстве случаев поврежденную вену перевязывают [39]. Частота ранних и поздних ампутаций конечности при сочетанном повреждении подколенных артерии и вены не различалась у пациентов с восстановленной и перевязанной веной, но перевязка вены в 3,5 раза увеличивала риск ампутации при неудачной реконструкции артерии [18]. В экспериментальных исследованиях гистологические проявления ишемии конечности после реконструкции поврежденных наружных подвздошных артерий и вены были менее выраженными, чем после восстановления артерии с перевязкой вены [17]. Реконструкцию или временное протезирование вены рекомендуется выполнять при стабильном состоянии пациента и наличии признаков венозной гипертензии – баллонообразного расширения периферического конца вены, взятого на зажим, что чаще бывает при ранениях наружной подвздошной, бедренной и подколенной вен. Последовательность действий с начальным восстановлением арте-

рии, последующим вымыванием сгустков крови из поврежденной вены и ее реконструкцией позволяет предотвратить тромбоэмболию легочной артерии [4, 36].

Открытая фасциотомия выполняется с целью предотвращения компартмент-синдрома и показана при временном протезировании сосудов, перевязке магистральной вены и превышении срока сдавления конечности кровоостанавливающим жгутом более 2 ч [4, 37].

Ампутации по первичным показаниям производятся в 6–24 % случаев боевых травм конечностей с повреждениями сосудов [19, 41, 42, 46]. Ампутация по типу первичной хирургической обработки при отрывах и разрушениях конечностей выполняется по срочным показаниям после стабилизации гемодинамики либо в неотложном порядке при продолжающемся, несмотря на наложенный жгут, кровотечении из раны культи конечности (из межкостных артерий, сосудов костномозгового канала). У пострадавших с нестабильной гемодинамикой в качестве 1-го этапа контроля повреждений осуществляется только перевязка кровоточащих сосудов [4, 10].

Решение о выполнении ранней ампутации при отсутствии абсолютных показаний (отрыв, разрушение, необратимая ишемия конечности) является сложным. Значимыми прогностическими факторами ампутации при современной боевой травме конечностей с повреждением магистральных артерий были длительность и степень выраженности ишемии, взрывной механизм травмы, наличие перелома кости, политравмы или массивной кровопотери [21, 40–42]. Однако частота ампутаций не превышала 50 % даже при сочетании нескольких факторов риска [40]. С другой стороны – попытка сохранения конечности в боевых условиях у пострадавшего с тяжелыми повреждениями тканей, особенно при политравме, может усугубить тяжесть состояния и повлиять на исход ранения. Ампутация по первичным показаниям в такой ситуации может быть обоснована спасением жизни раненого, так как позволяет удалить очаг эндотоксикоза и предотвратить развитие полиорганной недостаточности («жизнь или конечность»).

Шкала MESS (Mangled Extremity Severity Score) наиболее часто применяется для объективизации показаний к ранней ампутации конечности при боевой травме. Шкала учитывает тяжесть повреждений и степень ишемии конечности, наличие шока и возраст пациента. Вопрос об ампутации рекомендуется рассмотреть при сумме 7 баллов и более. Между тем, во время военных действий в Ираке, Афгани-

стане (2004–2012 гг.) и Сирии (2011–2013 гг.) частота ампутаций при боевых травмах конечностей с повреждением сосудов и тяжестью по шкале MESS 7 баллов и более составляла 40–43 %. В сирийском военном конфликте у раненых с показателем 9 баллов и менее ампутаций не было. Частота ампутаций составляла 50 % при оценке 8 баллов и более и достигала 100 % только при значении 12 баллов и более [40, 42]. Чувствительность шкалы MESS для прогнозирования ампутации конечности у пострадавших с огнестрельными переломами III типа по классификации Gustilo – Andersen составляла 79–80 %, специфичность – 84–87 % [16]. Таким образом, конечности, которые могут быть обречены на ампутацию у пациентов с показателем по шкале MESS 7 баллов и более, возможно спасти при своевременной реваскуляризации.

Более полувека хирурги руководствовались догмой, что максимальный срок ишемии, в течение которого допустимо проведение реконструкции сосудов, составляет 6 ч. Современные данные свидетельствуют о том, что время наступления критической ишемии конечности может быть менее 6 ч и определяется множеством факторов, в особенности состоянием коллатерального кровообращения и перфузией тканей. Так, во время гражданской войны в Шри-Ланке (2008–2009 гг.) продолжительность ишемии при травмах нижних конечностей с повреждениями артерий в случаях ампутации и спасения конечности не различалась и составляла менее 5 ч (290 мин) [38]. У военнослужащих США и Великобритании, раненных в Ираке и Афганистане (2003–2013 гг.), шансы на спасение нижних конечностей с поврежденными артериями снижались на 10 % на каждый 1 ч отсрочки реваскуляризации и составляли 86 % при ишемии менее 1 ч, 56 % – при ишемии от 3 до 6 ч и 7 % – при ишемии более 6 ч. Шок в 2,4 раза увеличивал риск ампутации [31].

На основе данных Реестра травм Министерства обороны США и Объединенного реестра боевых травм Великобритании, Z.B. Perkins и соавт. разработали модель прогнозирования ампутации после реваскуляризации нижней конечности. В модели использовались 10 предикторов: механизм травмы, уровень и количество повреждений артерий, степень повреждения мягких тканей, наличие перелома кости, компартмент-синдрома и шока, продолжительность ишемии, метод реконструкции артерии. По сравнению со шкалой MESS предложенная модель более точно предсказывала бесперспективность реваскуляризации и необходимость ранней ампутации [32].

Следовательно, решение о ранней ампутации конечности следует принимать на основании множества критериев, главным из которых является возможность восстановления перфузии конечности без угрозы для жизни. Большинство конечностей можно спасти благодаря достижениям реконструктивной хирургии. С другой стороны – результаты сохранения конечности при боевых травмах, особенно взрывных, могут быть разочаровывающими. Ранняя ампутация и современные средства протезирования во многих случаях позволяют достичь лучших показателей качества жизни и функциональных результатов и за более короткий период реабилитации [45].

Подготовка военных хирургов для передовых этапов медицинской эвакуации. Рост частоты повреждений конечностей в структуре современных боевых травм приводит к увеличению количества травматологических и сосудистых операций, выполняемых на этапах медицинской эвакуации, что повышает нагрузку на медперсонал и требует его специальной подготовки. Оперативные вмешательства по поводу травм конечностей составляли 24–53% от всех операций, выполненных в «роли 2» во время боевых действий в Ираке и Афганистане (2001–2016 гг.), Мали (2013–2018 гг.), Центральноафриканской Республике (2013–2015 гг.) [9, 44]. Среди них наиболее распространенными были хирургическая обработка ран при открытых переломах костей (25%), внешняя аппаратная фиксация переломов (10–21%), ампутация (17%) и фасциотомия (15%) [9, 43, 48].

В странах НАТО военные хирурги проходят каждые 4–5 лет обязательные последипломные курсы обучения хирургии боевых повреждений, в том числе, по частным вопросам смежных дисциплин (сосудистой хирургии, травматологии) с особым акцентом на методы контроля повреждений. Так, во Франции École du Val-de-Grâce с 2007 г. проводит обязательный годичный курс CACHIRMEX (Cours Avancés de Chirurgie en Mission Extérieure) для военных хирургов передовых хирургических бригад. Анализ хирургической деятельности в учреждениях «роли 2» во время последних военных конфликтов в Афганистане и странах Африки свидетельствует, что содержание курса CACHIRMEX оптимально адаптировано к современной боевой патологии [9]. Подготовка военных хирургов стран НАТО включает отработку навыков операций и манипуляций на тренажерах, «живых тканях» (в основном свиньях) и трупном материале, регулярные

рабочие прикомандирования к травмоцентрам I уровня или стажировки на театрах военных действий [3]. Общенациональный опрос военных хирургов в США показал, что опыт работы в передовой хирургической бригаде значительно повышал уверенность в выполнении полученных навыков, особенно после двух командировок и более в районы боевых действий [24].

Заключение

Современная боевая травма конечностей отличается высокой частотой повреждений сосудов, обширным разрушением мягких тканей и костей от воздействия поражающих факторов боеприпасов взрывного действия.

Оперативные вмешательства по поводу боевых травм конечностей были наиболее частыми из всех операций, выполненных на передовых этапах медицинской эвакуации во время современных военных конфликтов. Объем хирургических вмешательств соответствовал 1-му этапу травматологического и сосудистого контроля повреждений и определялся тяжестью состояния раненого, степенью ишемии и тяжести повреждений конечности, медико-тактической обстановкой. Внешняя фиксация переломов костей стержневыми аппаратами целесообразна после временного протезирования сосудов, а также при переломах бедренной кости, открытых переломах длинных костей с обширным повреждением мягких тканей в случаях задержки эвакуации более 4–24 ч. Стабильная фиксация отломков длинных костей по принципам лечебно-транспортной иммобилизации является противошоковым мероприятием, снижает риск местных и системных осложнений и позволяет добиться лучших функциональных результатов лечения. Временное протезирование артерий при травмах конечностей с ранением магистральных сосудов позволяет сократить время ишемии и снизить частоту ампутаций. При отсутствии абсолютных показаний к ампутации по первичным показаниям (отрыв, разрушение, необратимая ишемия конечности), стабильном состоянии раненого и благоприятных медико-тактических условиях следует использовать все возможности для спасения конечности.

Военные хирурги, оказывающие помощь на передовых этапах медицинской эвакуации, должны владеть основными методами травматологического и сосудистого контроля повреждений, поэтому необходимо организовывать и проводить специальные курсы повышения квалификации по оказанию помощи при боевой травме конечностей.

Литература / References

- Оприщенко А.А., Кравченко А.В., Донченко Л.И. [и др.]. Изменения гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и иммунной систем у раненых с боевыми повреждениями конечностей в условиях военного конфликта в Донбассе // Университетская клиника. 2018. № 3 (28). С. 7–12. DOI: 10.26435/uc.v0i3(28).230.
- Розин Ю.А., Иваненко А.А. Ранняя специализированная хирургическая помощь при огнестрельных ранениях магистральных сосудов в Донбассе // Ангиология и сосудистая хирургия. 2016. Т. 22, № 2. С. 156–160.
- Самохвалов И.М., Рева В.А., Фомин Н.Ф. [и др.]. Принцип эшелонирования в подготовке военно-полевых хирургов и его практическая реализация // Воен.-мед. журн. 2020. Т. 341, № 8. С. 4–24.
- 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.
- Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Чуприна А.П. [и др.]. Эволюция концепции оказания медицинской помощи раненым и пострадавшим с повреждениями опорно-двигательного аппарата // Воен.-мед. журн. 2020. Т. 341, № 2. С. 4–11.
- Цема Е.В., Беспаленко А.А., Динец А.В. [и др.]. Изучение поражающих факторов современной войны, приводящих к потере конечности // Новости хирургии. 2018. Т. 26, № 3. С. 321–331. DOI: 10.18484/2305-0047.2018.3.321.
- Шаповалов В.М., Хоминец В.В., Брижань Л.К. [и др.]. Современное состояние и совершенствование травматолого-ортопедической помощи раненым в конечности // Воен.-мед. журн. 2018. Т. 339, № 10. С. 20–27.
- Alhammoud A., Maaz B., Alhaneedi G.A., Alnouri M. External fixation for primary and definitive management of open long bone fractures: the Syrian war experience. *Int. Orthop.* 2019; 43(12):2661–2670. DOI: 10.1007/s00264-019-04314-0.
- Barbier O., Racle M. Has Current French Training for Military Orthopedic Surgeons Deployed in External Operations Been Appropriately Adapted? *Mil. Med.* 2018; 183(9–10):e411–e415. DOI: 10.1093/milmed/usy013.
- Baus A., Bich C.S., Grosset A. [et al.]. Medical and surgical management of lower extremity war-related injuries. Experience of the French Military Health Service (FMHS). *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 2020; 65(5-6):447–478. DOI: 10.1016/j.anplas.2020.05.008.
- Bektaş Y.E., Özmanevra R., Polat B. [et al.]. Orthopedic treatment, complications, and cost analysis of 67 soldiers injured in a three-month period. *Jt. Dis. Relat. Surg.* 2020; 31(1):102–108. DOI: 10.5606/ehc.2020.71808.
- Chandler H., MacLeod K., Penn-Barwell J.G. Extremity injuries sustained by the UK military in the Iraq and Afghanistan conflicts: 2003–2014. *Injury.* 2017; 48(7):1439–1443. DOI: 10.1016/j.injury.2017.05.022.
- Dolan C.P., Valerio M.S., Lee Childers W. [et al.]. Prolonged field care for traumatic extremity injuries: defining a role for biologically focused technologies. *NPJ Regen. Med.* 2021; 6(1):6. DOI: 10.1038/s41536-020-00117-9.
- Oprishchenko A.A., Kravchenko A.V., Donchenko L.I. [et al.]. Izmeneniya gipotalamo-gipofizarno-nadpochechnikovoi i immunnnoi sistem u ranenyykh s boevymi povrezhdeniyami konechnosti v usloviyakh voennogo konflikta v Donbasse [Changes in hypothalamic-pituitary-adrenal and immune systems in wounded with combat limbs injuries in the conditions of military conflict in Donbass]. *Universitetskaya klinika* [University Hospital]. 2018; (3):7–12. DOI: 10.26435/uc.v0i3(28).230. (In Russ.)
- Rozin Y.A., Ivanenko A.A. Rannaya spetsializirovannaya khirurgicheskaya pomoshch' pri ognestrel'nykh raneniyakh magistral'nykh sosudov v Donbasse [Early specialized surgical care for gunshot wounds of major vessels in Donbas]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* [Sosud Khir]. 2016; 22(2):156–160. (In Russ.)
- Samokhvalov I.M., Reva V.A., Fomin N.F. [et al.]. Printsip eshelonirovaniya v podgotovke voenno-polevykh khirurgov i ego prakticheskaya realizatsiya [The principle of separation in the training of field surgeons and its practical implementation]. *Voенno-meditsinskii zhurnal* [Military Medical Journal]. 2020; 341(8):4–24. (In Russ.)
- 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. URL: https://vmeda.mil.ru/upload/site56/document_file/3w7uzoaLyP.pdf. (In Russ.)
- Trishkin D.V., Kryukov E.V., Chuprina A.P. [et al.]. Evolyutsiya kontseptsii okazaniya meditsinskoi pomoshchi ranenym i postradavshim s povrezhdeniyami oporno-dvigatel'nogo apparata [The evolution of the concept of medical care for the wounded and injured with injuries of the musculoskeletal system]. *Voенno-meditsinskii zhurnal* [Military Medical Journal]. 2020; 341(2):4–11. (In Russ.)
- Tsema Ie.V., Bepalenko A.A., Dinets A.V. [et al.]. Izucheniye porazhayushchikh faktorov sovremennoi voyny, privodyashchikh k potere konechnosti [Study of damaging factors of contemporary war, leading to the limb loss]. *Novosti Khirurgii* [Surgery news]. 2018; 26(3):321–331. DOI: 10.18484/2305-0047.2018.3.321. (In Russ.)
- Shapovalov V.M., Khominets V.V., Brizhan L.K. [et al.]. Sovremennoe sostoyaniye i sovershenstvovaniye travmatologo-ortopedicheskoi pomoshchi ranennym v konechnosti [Current state and improvement of traumatologic and orthopedic aid to the wounded with limb trauma]. *Voенno-meditsinskii zhurnal* [Military Medical Journal]. 2018; 339(10):20–27. (In Russ.)

14. D'Souza E.W., MacGregor A.J., Dougherty A.L. [et al.]. Combat injury profiles among U.S. military personnel who survived serious wounds in Iraq and Afghanistan: A latent class analysis. *PLoS One*. 2022; 17(4):e0266588. DOI: 10.1371/journal.pone.0266588.
15. Dunn J.C., Elster E.A., Blair J.A. [et al.]. There Is No Role for Damage Control Orthopedics Within the Golden Hour. *Mil. Med.* 2022; 187(1-2):e17–e21. DOI: 10.1093/milmed/usaa379.
16. Ege T., Unlu A., Tas H. [et al.]. Reliability of the mangled extremity severity score in combat-related upper and lower extremity injuries. *Indian J. Orthop.* 2015; 49(6):656–660. DOI: 10.4103/0019-5413.168759.
17. Góes Junior A.M.O., Abib S.C.V., Alves M.T.S. [et al.]. Venous Shunt Versus Venous Ligation for Vascular Damage Control: The Immunohistochemical Evidence. *Ann. Vasc. Surg.* 2017; 41:214–224. DOI: 10.1016/j.avsg.2016.10.031.
18. Guice J.L., Gifford S.M., Hata K. [et al.]. Analysis of Limb Outcomes by Management of Concomitant Vein Injury in Military Popliteal Artery Trauma. *Ann. Vasc. Surg.* 2020; 62:51–56. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.05.007.
19. Hasde A.I., Baran Ç., Gümüş F. [et al.]. Effect of temporary vascular shunting as a previous intervention on lower extremity arterial injury: Single center experiences in the Syrian Civil War. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2019; 25(4):389–395. DOI: 10.5505/tjtes.2018.29302.
20. Kauvar D.S., Propper B.W., Arthurs Z.M. [et al.]. Impact of Staged Vascular Management on Limb Outcomes in Wartime Femoropopliteal Arterial Injury. *Ann. Vasc. Surg.* 2020; 62:119–127. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.08.072.
21. Kauvar D.S., Thomas S.B., Schechtman D.W., Walters T.J. Predictors and timing of amputations in military lower extremity trauma with arterial injury. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2019; 87(1S Suppl 1):S172–S177. DOI: 10.1097/TA.0000000000002185.
22. Kazmirschuk A., Yarmoliuk Y., Lurin I. [et al.]. Ukraine's Experience with Management of Combat Casualties Using NATO's Four-Tier "Changing as Needed" Healthcare System. *World J. Surg.* 2022; 46(12):2858–2862. DOI: 10.1007/s00268-022-06718-3.
23. Klausner M.J., McKay J.T., Bebar V.S. [et al.]. Warfighter Personal Protective Equipment and Combat Wounds. *Med. J. (Ft. Sam. Houst. Tex.)*. 2021; (PB 8-21-04/05/06):72–77.
24. Mancini D.J., Smith B.P., Polk T.M., Schwab C.W. Forward Surgical Team Experience (FSTE) Is Associated With Increased Confidence With Combat Surgeon Trauma Skills. *Mil. Med.* 2018; 183(7-8):e257–e260. DOI: 10.1093/milmed/usy080.
25. Mathew S., Smith B.P., Cannon J.W. [et al.]. Temporary arterial shunts in damage control: Experience and outcomes. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017; 82(3):512–517. DOI: 10.1097/TA.0000000000001334.
26. Mathieu L., Ouattara N., Poichotte A. [et al.]. Temporary and definitive external fixation of war injuries: use of a French dedicated fixator. *Int. Orthop.* 2014; 38(8):1569–1576. DOI: 10.1007/s00264-014-2305-2.
27. 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.
28. Osborn P., Nelson V., Robins R.J. [et al.]. Orthopaedic trauma: extremity fractures. Joint Trauma System. Clinical Practice Guideline. 2020. 22 p. URL: <https://deployedmedicine.com/market/29/content/262>.
29. Patel J.A., White J.M., White P.W. [et al.]. A contemporary, 7-year analysis of vascular injury from the war in Afghanistan. *J. Vasc. Surg.* 2018; 68(6):1872–1879. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.04.038.
30. Perez K.G., Eskridge S.L., Clouser M.C. [et al.]. A Focus on Non-Amputation Combat Extremity Injury: 2001-2018. *Mil. Med.* 2022; 187(5-6):e638–e643. DOI: 10.1093/milmed/usab143.
31. Perkins Z.B., Kersey A.J., White J.M. [et al.]. Impact of Ischemia Duration on Lower Limb Salvage in Combat Casualties. *Ann. Surg.* 2022; 276(3):532–538. DOI: 10.1097/SLA.0000000000005560.
32. Perkins Z.B., Yet B., Sharrock A. [et al.]. Predicting the Outcome of Limb Revascularization in Patients With Lower-extremity Arterial Trauma: Development and External Validation of a Supervised Machine-learning Algorithm to Support Surgical Decisions. *Ann. Surg.* 2020; 272(4):564–572. DOI: 10.1097/SLA.0000000000004132.
33. Ran Y., Mitchnik I., Gendler S. [et al.]. Isolated limb fractures - the underestimated injury in the Israeli Defence Forces (IDF). *Injury*. 2023; 54(2):490–496. DOI: 10.1016/j.injury.2022.11.014.
34. Rao P.P., Singh D.V. Combat surgery: Status of tactical abbreviated surgical control. *Med. J. Armed Forces India*. 2017; 73(4):407–409. DOI: 10.1016/j.mjafi.2017.05.003.
35. Rapp J., Plackett T., Crane J. [et al.]. Acute traumatic wound management in the prolonged field care setting. Joint Trauma System. Clinical Practice Guideline. 2017. 26 p. URL: <https://deployedmedicine.com/market/29/content/248>.
36. Rasmussen T., Stockinger Z., Antevil J. [et al.]. Vascular injury. Joint Trauma System. Clinical Practice Guideline. 2016. 34 p. URL: <https://deployedmedicine.com/market/29/content/241>.
37. Ratnayake A., Worlton T.J. Pragmatism in Staged Combat Extremity Vascular Management: A Practical Alternative to the Rutherford Classification for Acute Limb Ischemia. *Ann. Vasc. Surg.* 2020; 65:e296–e297. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.01.010.
38. Ratnayake A.S., Bala M., Fox C.J. [et al.]. A critical appraisal of impact of compounding factors in limb salvage decision making in combat extremity vascular trauma. *BMJ Mil. Health*. 2022; 168(5):368–371. DOI: 10.1136/bmjmmilitary-2020-001508.

39. Ratnayake A.S., Samarasinghe B., Bala M. Challenges encountered and lessons learnt from venous injuries at Sri Lankan combat theatres. *J. R. Army Med. Corps.* 2017; 163(2):135–139. DOI: 10.1136/jramc-2016-000649.
40. Schechtman D.W., Walters T.J., Kauvar D.S. Utility of the Mangled Extremity Severity Score in Predicting Amputation in Military Lower Extremity Arterial Injury. *Ann. Vasc. Surg.* 2021; 70:95–100. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.08.095.
41. Sharrock A.E., Tai N., Perkins Z. [et al.]. Management and outcome of 597 wartime penetrating lower extremity arterial injuries from an international military cohort. *J. Vasc. Surg.* 2019; 70(1):224–232. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.11.024.
42. Şişli E., Kavala A.A., Mavi M. [et al.]. Single centre experience of combat-related vascular injury in victims of Syrian conflict: Retrospective evaluation of risk factors associated with amputation. *Injury.* 2016; 47(9):1945–1950. DOI: 10.1016/j.injury.2016.03.030.
43. Stern C.A., Stockinger Z.T., Todd W.E., Gurney J.M. An Analysis of Orthopedic Surgical Procedures Performed During U.S. Combat Operations from 2002 to 2016. *Mil. Med.* 2019; 184(11–12):813–819. DOI: 10.1093/milmed/usz093.
44. Turner C.A., Stockinger Z.T., Gurney J.M. Combat surgical workload in Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: The definitive analysis. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2017; 83(1):77–83. DOI: 10.1097/TA.0000000000001496.
45. van Dongen T.T., Huizinga E.P., de Kruijff L.G. [et al.]. Amputation: Not a failure for severe lower extremity combat injury. *Injury.* 2017; 48(2):371–377. DOI: 10.1016/j.injury.2016.12.001.
46. Vuoncino M., Soo Hoo A.J., Patel J.A. [et al.]. Epidemiology of Upper Extremity Vascular Injury in Contemporary Combat. *Ann. Vasc. Surg.* 2020; 62:98–103. DOI: 10.1016/j.avsg.2019.04.014.
47. Wlodarczyk J.R., Thomas A.S., Schroll R. [et al.]. To shunt or not to shunt in combined orthopedic and vascular extremity trauma. *J. Trauma Acute Care Surg.* 2018; 85(6):1038–1042. DOI: 10.1097/TA.0000000000002065.
48. Yongqiang Z., Dousheng H., Yanning L. [et al.]. Peacekeepers suffered combat-related injuries in Mali: a retrospective, descriptive study. *BMJ Mil. Health.* 2020; 166(3):161–166. DOI: 10.1136/jramc-2018-001010.

Поступила 27.02.2023 г.

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

Участие авторов: П.А. Селиверстов – разработка концепции и дизайна статьи, сбор данных и их анализ, написание статьи; Ю.Г. Шапкин – разработка концепции статьи, редактирование и утверждение окончательного варианта статьи.

Для цитирования. Селиверстов П.А., Шапкин Ю.Г. Применение тактики контроля повреждений при боевых травмах конечностей на передовых этапах медицинской эвакуации в условиях современных войн (обзор литературы) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 42–52. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-42-52.

Application of damage control tactics in combat injuries of limbs at the advanced stages of medical evacuation in modern war settings (literature review)

Seliverstov P.A., Shapkin Y.G.

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

✉ Pavel Andreevich Seliverstov – PhD. Med. Sci., Associate Prof. General Surgery Department of the V.I. Razumovsky Saratov State Medical University (112, B. Kazach'ya Str., Saratov, 410012, Russia), ORCID: 0000-0002-34160470, e-mail: seliverstov.pl@yandex.ru;

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

Abstract

Relevance. Limb injuries occupy the first place in the structure of modern combat injuries and are one of the main reasons for the decline in fitness for military service and disability. In the conditions of conducting large-scale hostilities, the role of the advanced stages of medical evacuation, where surgical care is provided according to the principles of damage control, increases. Features of the tactics of damage control in combat injuries of the extremities determine the need for special training of military surgeons.

The objective is to consider the features and effectiveness of the provision of surgical care according to the principles of damage control in combat injuries of the extremities at the advanced stages of medical evacuation in armed conflicts of the last two decades (in the countries of the Middle East and Africa, Afghanistan, Ukraine).

Methodology. A search was made for scientific articles in the PubMed database and the Scientific Electronic Library (eLIBRARY.ru), published from 2013 to 2023.

Results and Discussion. Modern combat trauma of the extremities is characterized by a high frequency of vascular damage, extensive destruction of soft tissues and bones from the impact of damaging factors of explosive ammunition. Surgical interventions for combat injuries of the extremities (external fixation of bone fractures with rod devices, ligation or temporary vascular shunt of damaged vessels, fasciotomy, amputation) were the most frequent of all operations performed at the advanced stages of medical evacuation during modern military conflicts. The volume of surgical interventions corresponded to the first stage of orthopedics and vascular control of injuries and was determined by the severity of the condition of the wounded, the degree of ischemia and severity of limb injuries, and the medical and tactical situation.

Conclusion. Assistance at the advanced stages of medical evacuation according to the principles of orthopedics and vascular damage control can significantly reduce the frequency of amputations and improve the functional results of treatment for combat injuries of the extremities.

Keywords: military medicine, combat trauma, extremity injury, damage control, external fixation, temporary vascular shunt, amputation, fasciotomy.

Received 27.02.2023

For citing: Seliverstov P.A., Shapkin Y.G. Primenenie taktiki kontrolya povrezhdenii pri boevykh travmakh konechnostei na peredovykh etapakh meditsinskoj evakuatsii v usloviyakh sovremennykh voin (obzor literatury). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2023; (1):42–52. (In Russ.)

Seliverstov P.A., Shapkin Y.G. Application of damage control tactics in combat injuries of limbs at the advanced stages of medical evacuation in modern war settings (literature review). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (1):42–52. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-42-52

**В.М. Теплов, Д.М. Прасол, О.Н. Резник, Е.А. Цебровская,
В.В. Коломойцев, Н.Д. Архангельский, С.Ф. Багненко**

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ ОКСИГЕНАЦИИ ПРИ ВНЕЗАПНОЙ ОСТАНОВКЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет
им. акад. И.П. Павлова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8)

Актуальность. Своевременное применение экстракорпоральной мембранной оксигенации в комплексе реанимационных мероприятий пациентам с рефрактерной остановкой кровообращения становится рутинной практикой спасения в мире и позволяет увеличить эффективность реанимационных мероприятий до 30 %, однако, в России данная технология не распространена, невзирая на то, что без экстракорпоральной механической поддержки эффективность сердечно-легочной реанимации – не более 9 %.

Цель – анализ опыта применения транспортной веноартериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) в комплексе расширенной сердечно-легочной реанимации при внегоспитальной остановке кровообращения в стационарном отделении скорой медицинской помощи.

Методология. Проведен ретроспективный анализ данных 16 пациентов, доставленных в стационар в состоянии клинической смерти на фоне продолжающихся расширенных реанимационных мероприятий рефрактерной остановки кровообращения в возрасте ($42,7 \pm 4,0$) года, 13 из которых были мужчины. Всем пациентам была применена периферическая ЭКМО с целью механической поддержки кровообращения в рамках диагностического моста.

Результаты и их анализ. Из 16 случаев экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации добиться восстановления эффективного кровообращения удалось в 37,5 % (6 из 16) случаев. В этих случаях продолжительность сердечно-легочной реанимации вне медицинской организации оказалась существенно меньше – ($50,8 \pm 4,2$) против ($65,6 \pm 4,6$) мин. У группы пациентов с неэффективной экстракорпоральной сердечно-легочной реанимацией отмечено значительное повышение уровня тропонина – (1820 ± 164) против (473 ± 180) нг/л и D-димера – (17566 ± 429) против ($13\,122 \pm 628$) мкг/л (FEU).

Заключение. Технология транспортного ЭКМО, которая применяется при экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации у пациентов с внегоспитальной рефрактерной остановкой кровообращения, позволяет использовать широкий спектр диагностических и лечебных процедур, в том числе, чрескожные коронарные вмешательства. По результатам анализа выявлена необходимость сокращения продолжительности реанимационных мероприятий бригадами скорой медицинской помощи на месте в пользу расширенной сердечно-легочной реанимации в движении с применением электромеханического устройства для непрямого массажа сердца.

Ключевые слова: внезапная смерть, остановка кровообращения, транспортная экстракорпоральная мембранная оксигенация, стационарное отделение скорой медицинской помощи.

Теплов Вадим Михайлович – д-р. мед. наук, руков. отд. скорой мед. помощи, доц. каф. скорой мед. помощи и хирургии повреждений, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 192236, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8), e-mail: vadteplov@mail.ru;

Прасол Денис Михайлович – зав. стационарного отд-ния скорой мед. помощи, ассистент каф. скорой мед. помощи и хирургии повреждений, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 192236, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8), e-mail: denis.prasol@gmail.com;

Резник Олег Николаевич – д-р мед. наук, руков. отд. трансплантологии и органного донорства, НИИ хирургии и неотложной медицины, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 192236, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8), e-mail: onreznik@gmail.com;

✉ Цебровская Екатерина Андреевна – врач стационарного отд-ния скорой мед. помощи, ассистент каф. скорой мед. помощи и хирургии повреждений, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 192236, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8), e-mail: tserina@bk.ru;

Коломойцев Владимир Владимирович – врач стационарного отд-ния скорой мед. помощи, ассистент каф. скорой мед. помощи и хирургии повреждений, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 192236, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8), e-mail: 89112441622@yandex.ru;

Архангельский Никита Дмитриевич – врач стационар. отд-ния скорой мед. помощи, ассистент каф. скорой мед. помощи и хирургии повреждений, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 192236, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8), e-mail: arhanikmd@yandex.ru;

Багненко Сергей Федорович – д-р мед. наук проф., академик РАН, ректор, Первый С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. акад. И.П. Павлова (Россия, 192236, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8), e-mail: bagnenko_spb@mail.ru

Введение

В последнее десятилетие в мире активно распространяется применение экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) с механической поддержкой кровообращения в комплексе расширенной экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации (ЭСЛР). Зарубежная практика проведения ЭСЛР, по данным на октябрь 2022 г., составляет пул из 12 125 взрослых пациентов, среди которых выжили 3684 пациента (30 %), тогда как эффективность расширенной сердечно-легочной реанимации составила лишь 3–9 % [8]. В то же время, в России эта технология недостаточно распространена, опыт применения веноартериальной ЭКМО при остановке кровообращения представлен единичными сообщениями, преимущественно кардиохирургического профиля [1–6], а подробная статистика и регистры в настоящее время не ведутся [<https://xn--j1aeg1d.xn--p1ai/registr/statistika>].

В стационарном отделении скорой медицинской помощи Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова в рамках работы Центра по лечению внезапной сердечной смерти проведены 16 ЭСЛР в комплексе расширенной сердечно-легочной реанимации с использованием транспортного устройства у пациентов с внегоспитальной внезапной рефрактерной остановкой кровообращения. Во всех случаях ЭСЛР был использован периферический веноартериальный тип подключения.

Цель – проанализировать результаты ЭСЛР у пациентов с внегоспитальной остановкой кровообращения в стационарном отделении скорой медицинской помощи.

Материал и методы

Провели ретроспективный анализ 16 случаев ЭСЛР пациентам с внегоспитальной, рефрактерной остановкой кровообращения. Эти пациенты были доставлены в Центр по лечению внезапной сердечной смерти бригадами городской станции скорой медицинской помощи Санкт-Петербурга. На момент поступления все пациенты находились в состоянии клинической смерти, им проводились расширенные реанимационные мероприятия рефрактерной остановки кровообращения, которые были начаты в догоспитальном и продолжены в стационарном периоде оказания скорой специализированной медицинской помощи. Компрессии грудной клетки обеспечивались посредством работы электромеханическо-

го кардиомассажера LUCAS-II до момента запуска ЭКМО, а искусственная вентиляция легких осуществлялась в протективном режиме через интубационную трубку аппаратом «Hamilton C2». В рамках ЭСЛР выполнялась периферическая веноартериальная ЭКМО через бедренные вены и артерию канюлями 21–23 Fr и 17–19 Fr соответственно. В работе были использованы оксигенаторы «Inspire 8 start P» (Sorin) и «Kewei» (Microport).

При определении показаний к ЭСЛР использовали критерии, предложенные Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) [<https://www.elseo.org>]:

- 1) наличие свидетеля смерти, начавшего базовую сердечно-легочную реанимацию до приезда машины станции скорой медицинской помощи, или начало расширенной сердечно-легочной реанимации силами бригады скорой медицинской помощи менее чем через 5 мин от момента остановки кровообращения;
- 2) предполагаемое начало ЭКМО менее чем через 60 мин от момента остановки кровообращения;
- 3) транспортировка в стационар с применением электромеханического кардиомассажера;
- 4) сохранная фотореакция зрачков;
- 5) возраст менее 70 лет;
- 6) наличие электрической активности сердца, не обеспечивающей его насосную функцию;
- 7) отсутствие данных о наличии неизлечимых состояний и осложнений (запущенная онкология, тяжелые проявления диабета, наркомании и т.д.), состоявшемся или продолжающемся кровотечении, травматическом генезе остановки кровообращения.

Кроме вышеупомянутых организационных и клинических критериев, оценили уровень лактата в артериальной крови (до марта 2021 г.) менее 8 ммоль/л и EtCO₂ (после марта 2021 г.) более 10 мм рт. ст.

ЭСЛР прекращалась при восстановлении самостоятельной сердечной деятельности и отсутствии необходимости в продолжении экстракорпоральной поддержки гемодинамики либо при неэффективности процедуры вследствие технических трудностей (миграция канюли, тромбоз оксигенатора и т.д.), а также при развитии у пациента ранних признаков биологической смерти.

Для статистической обработки полученных данных применяли методы параметрической оценки с помощью коэффициента Стьюдента для несвязанных совокупностей.

Результаты и их анализ

Всех пациентам, которым проводилась ЭСЛР, разделили на 2 группы:

1-я ($n = 6$) – пациенты, которым удалось решить тяжелую сердечно-легочную недостаточность и впоследствии отказаться от ЭКМО;

2-я ($n = 10$) – пациенты, которым восстановить самостоятельную сердечную деятельность не удалось, несмотря на устранение причины, приведшей к остановке кровообращения.

Строго придерживаться критериев, которые были избраны для подключения данного метода, во всех случаях не удалось (таблица), при этом технология все же применялась в рамках «терапии отчаяния». Полностью все критерии были соблюдены лишь у трех пациентов. Средний возраст в 1-й группе пациентов составил ($43,1 \pm 6,3$) года (5 мужчин, 1 женщина), во 2-й – ($46,4 \pm 4,9$) года (8 мужчин, 2 женщины). Достоверно отличалась ($p < 0,05$) продолжительность СЛР вне медицинской организации – ($50,8 \pm 4,2$) мин в 1-й группе против ($65,6 \pm 4,6$) мин во 2-й.

При сравнении лабораторных данных в обеих группах пациентов отмечена существенная разница по таким показателям, как тропонин и D-димер. Остальные лабораторные показатели значимых расхождений не имели.

У пациентов 2-й группы с неэффективной ЭСЛР был существенно больше ($p < 0,05$) уровень тропонина – (1820 ± 164) против (473 ± 180) нг/л у пациентов в 1-й группе и D-димера – (17566 ± 429) против (13122 ± 628) мкг/л (FEU). Данный факт может быть обусловлен прогрессированием эндотелиального повреждения с тромбообразованием на микроциркуляторном уровне.

6 попыток подключения ЭКМО оказались безуспешными из-за технических трудностей. У 10 пациентов удалось начать проведение ЭСЛР с обеспечением эффективного газообмена и кровообращения. Возможности

транспортировки позволили обеспечить полноценное выполнение пациентам комплекса лечебно-диагностических мероприятий, в том числе, выполнить спиральную компьютерную томографию с контрастированием головы, органов грудной клетки и брюшной полости. Всем этим пациентам удалось осуществить в экстренном порядке коронароангиографию. В 8 случаях выявлено острое поражение коронарного русла, потребовавшее выполнения баллонной ангиопластики и стентирования. После этого пациенты были переведены в отделение реанимации и интенсивной терапии стационара. У 6 больных в течение 1 сут восстановлен эффективный сердечный ритм, всех их удалось отсоединить от ЭКМО.

В последующем 1 пациент после продолжительного лечения был в стабильном состоянии с отсутствием неврологических и когнитивных расстройств переведен в палату специализированного (кардиологического) отделения. В остальных случаях в результате прогрессирования тяжелых полиорганных нарушений по истечении 5 сут была констатирована биологическая смерть.

Из 16 попыток ЭСЛР с применением транспортного аппарата в 62,5 % случаев (10 пациентов) удалось обеспечить проведение полноценных лечебно-диагностических мероприятий, а восстановление эффективного сердечного ритма с последующим отсоединением ЭКМО было достигнуто более чем у 37,5 % пациентов (6 пациентов), что соответствует мировой статистике [7].

Хочется отметить, что все случаи, когда ЭСЛР применялась в рамках «терапии отчаяния», успехом не увенчались. В настоящее время в отделении строго соблюдаются все критерии подключения технологии для устранения «эмоционального» компонента, принятие решения осуществляется дистанционно.

Обращает на себя внимание необходимость активного обучения населения прие-

Соответствие исследуемой группы критериям для подключения ЭСЛР

Критерий применения	Группа	
	1-я	2-я
Наличие свидетеля смерти	6	10
Немедленное начало СЛР свидетелем смерти	3	5
Транспортировка в стационар с применением механического устройства для кардиокompрессий	5	10
Время от момента остановки кровообращения до ЭСЛР не более 1 ч	2	1
Наличие электрической активности сердца	4	7
Уровень лактата в артериальной крови не более 8 ммоль/л	1	3
EtCO ₂ более 10 мм рт. ст.	6	9
Сохраненные фотореакции	3	4
Возраст менее 70 лет	6	10

мам первой помощи, так как во всех случаях успешного восстановления сердечного ритма при сердечно-легочной реанимации у пациентов она была инициирована реаниматором немедленно на месте происшествия. Выявленное значимое влияние на эффективность ЭСЛР продолжительности реанимационных мероприятий, которое проводилось силами службы скорой медицинской помощи в догоспитальном периоде, свидетельствует о целесообразности пересмотра алгоритма работы выездных бригад с данной группой пациентов в случае широкого внедрения технологии. К сожалению, существующая в настоящее время практика многократных попыток восстановления сердечного ритма на месте, а не в движении, отсутствие в перечне обязательного оснащения автомобилей скорой медицинской помощи класса В и С электромеханических устройств для непрямого массажа сердца практически блокирует возможность распространения ЭСЛР. Об отрицательном влиянии длительной СЛР косвенно говорит значимое увеличение тропонина в группе неэффективного применения технологии, которое, вероятнее всего, связано с более серьезным повреждением сердечной мышцы в результате первичного (коронарного) или вторичного (механического) воздействия, и D-димера, которое может быть следствием прогрессирующего эндотелиального повреждения с тромбообразованием в микроциркуляторном русле, приводящее к необратимому снижению органного кровотока. Часть технических проблем (тромбоз контура, снижение производительности аппарата) также могут быть обусловлены внутрисосудистым свертыванием крови.

Заключение

Технология транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации, применяемая при расширенной экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации у пациентов с рефрактерной внегоспитальной остановкой кровообращения, позволяет дополнительно использовать широкий спектр диагностических и лечебных процедур, недоступных при стандартных реанимационных мероприятиях, в том числе, чрескожные коронарные вмешательства. В нашем случае успешное выполнение экстренной коронарографии и стентирование коронарных сосудов в условиях продолжающейся расширенной экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации было осуществлено у 50 % пациентов.

Необходимо существенно сокращать продолжительность реанимационных мероприятий бригадами скорой медицинской помощи на месте в пользу расширенной сердечно-легочной реанимации в движении с применением электромеханического устройства для непрямого массажа сердца. Длительность догоспитального периода у пациентов, которым может быть применена расширенная экстракорпоральная сердечно-легочная реанимация, не должна превышать 40 мин. Любое затягивание времени проведения реанимации вне медицинской организации увеличивает объем поврежденного миокарда при непрямом массаже сердца, усиливает гипоксическое поражение, а также приводит к необратимым изменениям во внутренних органах, обусловленных быстро прогрессирующей эндотелиальной дисфункцией с тромбозом микрососудистого русла.

Литература

1. Базылев В.В., Евдокимов М.Е., Пантюхина М.А. Целесообразность включения экстракорпоральной поддержки кровообращения в алгоритм реанимационных мероприятий у кардиохирургических пациентов (клинический пример) // Мед. алфавит. 2020. № 13. С. 48–51.
2. Бокерия Л.А., Шаталов К.В., Махалин М.В. [и др.]. Применение экстракорпоральной мембранной оксигенации в сердечно-сосудистой хирургии (15 -летний опыт ФГБУ «НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» РАМН) // Бюл. НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. 2013. Т. 14, № S6. С. 176.
3. Осиев А.Г., Байструков В.И., Бирюков А.В. Использование экстракорпоральной мембранной оксигенации при проведении экстренного чрескожного коронарного вмешательства у пациента с острым инфарктом миокарда, осложненным кардиогенным шоком // Междунар. журн. интервенционной кардиологии. 2012. № 30. С. 46–50.
4. Попцов В.Н., Спирина Е.А., Еремеева О.А. [и др.]. Четырехлетний опыт применения периферической веноартериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации как метода механической поддержки кровообращения // Анестезиология и реаниматология. 2015. Т. 60, № 4S. С. 97.
5. Теплов В.М., Комедев С.С., Скворцов А.Е. [и др.]. Первый опыт применения экстракорпоральной мембранной оксигенации в комплексе расширенной сердечно-легочной реанимации в стационарном отделении скорой медицинской помощи // Скорая мед. помощь. 2018. Т. 19, № 1. С. 67–71.

6. Шлык И.В., Стрельцова А.А., Теплов В.М. [и др.]. Кардиомиопатия со смешанным фенотипом, ассоциированная с вариантом в гене DSP (клинико-морфологическое наблюдение и обзор сведений литературы) // Рос. кардиол. журн. 2020. Т. 95, № 10. С. 195–204. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4102.

7. Cave D.M., Gazmuri R.J., Otto C.W. [et al.]. Part 7: CPR Techniques and Devices 2010 American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care // Circulation. 2010. Vol. 22. P. 720–728. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970970.

8. Singer B., Reynolds J.C., Lockett D.J., O'Brien B. Pre-hospital extra-corporeal cardiopulmonary resuscitation // Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med. 2018. Vol. 26, N 1. P. 21. DOI: 10.1186/s13049-018-0489-y.

Поступила 09.03.2023 г.

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

Участие авторов: В.М. Теплов – методология исследования, планирование целей и задач, написание первичного варианта статьи; Д.М. Прасол – разработка клинических критериев, анализ материала статьи, предложения по дальнейшему исследованию проблемы; Е.А. Цебровская – сбор и анализ материала, проведение статистической обработки; Н.Д. Архангельский – перевод статьи на английский язык; В.В. Коломойцев – поиск литературных источников и формирование списка литературы; С.Ф. Багненко – методология исследования, редактирование окончательного варианта статьи.

Для цитирования. Теплов В.М., Прасол Д.М., Резник О.Н., Цебровская Е.А., Коломойцев В.В., Архангельский Н.Д., Багненко С.Ф. Результаты применения транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации при внезапной остановке кровообращения // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 53–58. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-53-58.

The results of the use of transport extracorporeal membrane oxygenation in sudden circulatory arrest

**Teplov V.M., Prasol D.M., Reznik O.N., Tsebrovskaya E.A.,
Kolomoitsev V.V., Arkhangel'sky N.D., Bagnenko S.F.**

Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University
(6–8, Lev Tolstoy Str., St. Petersburg, 197022, Russia)

Vadim Mikhailovich Teplov – Dr. Med. Sci., head of the Department of Emergency Medical Care, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St.-Petersburg, 197022, Russia), e-mail: vadteplov@mail.ru;

Denis Mikhailovich Prasol – Head of the Department of Emergency Medical Care, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St.-Petersburg, 197022, Russia), e-mail: denis.prasol@gmail.com;

Oleg Nikolaevich Reznik – Dr. Med. Sci., Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St.-Petersburg, 197022, Russia), e-mail: onreznik@gmail.com;

✉ Ekaterina Andreevna Tsebrovskaya – doctor, Department of Emergency Medical Care, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St.-Petersburg, 197022, Russia), e-mail: tserina@bk.ru;

Vladimir Vladimirovich Kolomoitsev – doctor, Department of Emergency Medical Care, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St.-Petersburg, 197022, Russia), e-mail: 89112441622@yandex.ru;

Nikita Dmitrievich Arkhangel'skiy – doctor, Department of Emergency Medical Care, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St.-Petersburg, 197022, Russia), e-mail: arhanikmd@yandex.ru;

Sergei Fedorovich Bagnenko – Dr. Med. Sci. Prof., Member of the Russian Academy of Sciences, Rector, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University (6–8, Lev Tolstoy Str., St.-Petersburg, 197022, Russia), e-mail: bagnenko_spb@mail.ru

Abstract

Relevance. The timely use of extracorporeal membrane oxygenation within resuscitation measures for patients with refractory circulatory arrest is becoming a routine rescue practice in the world, making it possible to increase the efficiency of resuscitation measures up to 30 %; however, this technology is not widespread in Russia, despite the fact that without extracorporeal mechanical support, the effectiveness of cardiopulmonary resuscitation is no more than 9 %.

Objective. Analysis of the experience of using transport venoarterial extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) within extended cardiopulmonary resuscitation in case of out-of-hospital circulatory arrest in inpatient emergency department.

Methods. Analysis of the experience of using transport ECMO within extended cardiopulmonary resuscitation in case of out-of-hospital circulatory arrest in inpatient emergency department.

Results and Discussion. Of the 16 cases of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, effective circulation was restored in 37.5 % (6 out of 16) of cases. In these cases, the duration of extended cardiopulmonary resuscitation outside the medical organization was significantly lower, (50.8 ± 4.2) minutes versus (65.6 ± 4.6) minutes. In the group of patients with ineffective extended cardiopulmonary resuscitation, there was a significant increase in troponin (1820 ± 164) versus (473 ± 180) ng/l and D-dimer ($17\,566 \pm 429$) versus ($13\,122 \pm 628$) µg/l (FEU).

Conclusion. Transport ECMO technology, which is used for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in patients with out-of-hospital refractory circulatory arrest, allows the use of a wide range of diagnostic and therapeutic procedures, including percutaneous coronary interventions. The analysis revealed the need to reduce the duration of resuscitation by ambulance teams on the spot in favor of extended CPR in motion using an electromechanical device for chest compressions.

Keywords: sudden cardiac death, out-of-hospital circulatory arrest, transport extracorporeal membrane oxygenation, inpatient emergency department.

References

1. Bazylev V.V., Evdokimov M.E., Pantyukhina M.A. Tselesoobraznost' vlyucheniya ekstrakorporal'noi podderzhki krovoobrashcheniya v algoritm reanimatsionnykh meropriyatiy u kardiokhirurgicheskikh patsientov (klinicheskii primer) [Feasibility of extracorporeal life support in cardiopulmonary resuscitation technique in cardiac patients (clinical case)] *Meditsinskii alfavit* [Medical alphabet]. 2020; (13):48–51. DOI: 10.33667/2078-5631-2020-13-48-51. (In Russ.)
2. Bokeriya L.A., Shatalov K.V., Makhalin M.V. [et al.]. Primenenie ekstrakorporal'noi membrannoi oksigenatsii v serdechno-sosudistoi khirurgii (15 -letnii opyt FGBU "NTs SSKh im. A.N. Bakuleva" RAMN) [The use of extracorporeal membrane oxygenation in cardiovascular surgery (15-year experience of the Federal State Budgetary Institution "Scientific Center for Cardiovascular Surgery named after A.N. Bakulev" of the Russian Academy of Medical Sciences)]. *Byulleten' NTsSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistye zabolevaniya* [The bulletin of Bakoulev center. Cardiovascular diseases]. 2013; 14(S6):176. (In Russ.)
3. Osiev A.G., Bastrukov V.I., Biryukov A.V. [et al.]. Ispol'zovanie ekstrakorporal'noi membrannoi oksigenatsii pri provedenii ekstrennogo chreskozhnogo koronarnogo vmeshatel'stva u patsienta s ostrym infarktom miokarda, oslozhnennym kardiogenным shokom [The use of extracorporeal membrane oxygenation during emergency percutaneous coronary intervention in a patient with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock]. *Mezhdunarodnyi zhurnal interventsiionnoi kardiologii* [International journal of interventional cardioangiologiy]. 2012; (30):46–50. (In Russ.)
4. Poptsov V.N., Spirina E.A., Ereemeeva O.A. [et al.]. Chetyrehletnii opyt primeneniya perifericheskoi venoarterial'noi ekstrakorporal'noi membrannoi oksigenatsii kak metoda mekhanicheskoi podderzhki krovoobrashcheniya [Four years of experience in the use of peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation as a method of mechanical circulatory support]. *Anesteziologiya i reanimatologiya* [Anesthesiology and resuscitation]. 2015; 60(4S):97. (In Russ.)
5. Teplov V.M., Komedeve S.S., Skvortsov A.E. [et al.]. Pervyi opyt primeneniya ekstrakorporal'noi membrannoi oksigenatsii v komplekse rasshirennoi serdechno-legochnoi reanimatsii v statsionarnom otdelenii skoroi meditsinskoi pomoshchi [First experience of ECMO-cpr in Emergency department]. *Skoraya meditsinskaya pomoshch'* [Emergency medical care]. 2018; 19(1):67–71. (In Russ.)
6. Shlyk I.V., Strel'tsova A.A., Teplov V.M. [et al.]. Kardiomiopatiya so smeshannym fenotipom, assotsirovannaya s variantom v gene DSP (kliniko-morfologicheskoe nablyudenie i obzor svedenii literatury) [Mixed cardiomyopathy associated with a DSP gene variant: a case report and literature review]. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal* [Russian journal of cardiology]. 2020; 95(10):195–204. DOI: 10.15829/1560-4071-2020-4102. (In Russ.)
7. Cave D.M., Gazmuri R.J., Otto C.W. [et al.]. Part 7: CPR Techniques and Devices 2010 American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2010; 22:720–728. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970970.
8. Singer B., Reynolds J.C., Lockett D.J., O'Brien B. Pre-hospital extra-corporeal cardiopulmonary resuscitation. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2018; 26(1):21. DOI: 10.1186/s13049-018-0489-y.

Received 09.03.2023

For citing: Teplov V.M., Prasol D.M., Reznik O.N., Tsebrovskaya E.A., Kolomoitsev V.V., Arkhangel'skiy N.D., Bagnenko S.F. Rezul'taty primeneniya transportnoi ekstrakorporal'noi membrannoi oksigenatsii pri vnezapnoi ostanovke krovoobrashcheniya. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2023; (1):53–58. (In Russ.)

Teplov V.M., Prasol D.M., Reznik O.N., Tsebrovskaya E.A., Kolomoitsev V.V., Arkhangel'skiy N.D., Bagnenko S.F. The results of the use of transport extracorporeal membrane oxygenation in sudden circulatory arrest. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (1):53–58. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-53-58

И.Б. Ушаков¹, А.С. Кальманов², Ю.А. Бубеев³

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ КСЕНОНА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СТРЕССА СМЕРТЕЛЬНО ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ

¹ Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России (Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23, стр. 2);

² Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил Минобороны России (Россия, Москва, Петровско-Разумовская аллея, д. 12А);

³ Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН (Россия, Москва, Хорошевское шоссе, д. 76А, стр. 10)

Введение. Стресс смертельно опасных ситуаций является системной реакцией организма в ответ на воздействие экстремальных по своей интенсивности психотравмирующих факторов. Данное состояние сопровождается полной или частичной утратой работоспособности специалистов и способно привести к развитию посттравматического стрессового расстройства. В связи с этим разработка новых эффективных средств и методов коррекции стресса при смертельно опасных ситуациях относится к числу наиболее актуальных проблем экстремальной медицины.

Цель – оценка эффективности применения терапевтических специальных газовых смесей на основе ксенона у различных категорий лиц опасных профессий, перенесших экстремальное по своей выраженности стрессовое воздействие.

Методология. Проведено рандомизированное, контролируемое экспериментальное исследование с участием 48 обследуемых из числа сотрудников силовых ведомств и специалистов, задействованных в спасательных работах. Коррекцию острых стрессовых расстройств выполняли с помощью курса ингаляций кислородно-ксеноновой газовой смеси (кислород – 75 %, ксенон – 25 %). Контроль эффективности процедур осуществляли с помощью комплексного медико-психологического обследования.

Результаты и их анализ. Выявлено, что ингаляции кислородно-ксеноновой газовой смеси способствуют нормализации параметров системной гемодинамики, повышению активности парасимпатического и снижению активности симпатического звена вегетативной нервной системы, выраженному уменьшению уровня тревожности, а также редукции психопатологической симптоматики.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения специальных газовых смесей на основе ксенона для коррекции стресса при смертельно опасных ситуациях у специалистов экстремальных профессий.

Ключевые слова: стресс, экстремальная деятельность, смертельно опасные ситуации, психические расстройства, реабилитация, психологическая диагностика, ксенон.

Введение

Профессиональная деятельность лиц опасных профессий (военнослужащие, сотрудники подразделений повышенного риска, специалисты МЧС России и др.) неразрывно связана с воздействием комплекса экстремальных факторов, многие из которых носят выраженный психотравмирующий характер. Угроза для собственной жизни и здоровья, пытки и издевательства при нахождении в плену, массовые жертвы и страдания мирного населения, последствия разрушений при природных и техногенных катастрофах – все это представляет собой особую группу условий, эффективная

адаптация человеческой психики к которым в большинстве случаев не представляется возможной. Развивающаяся в подобных случаях специфическая системная реакция организма, получившая название стресса смертельно опасных ситуаций (ССОС), характеризуется быстрой динамикой и истощением функциональных резервов, и может рассматриваться как проявление «перегрузки» личностных механизмов психологической защиты, что сопровождается полной или частичной утратой работоспособности специалиста [3, 8].

В зависимости от конкретных условий, а также индивидуального уровня нервно-

✉ 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;

Кальманов Александр Сергеевич – д-р мед. наук, Центр. науч.-исслед. ин-т ВВС Минобороны России (Россия, 127083, Москва, Петровско-Разумовская аллея, д. 12А), e-mail: saniyasin@gmail.com;

Бубеев Юрий Аркадьевич – д-р мед. наук проф., Гос. науч. центр РФ – Ин-т мед.-биол. пробл. РАН (Россия, 123007, Москва, Хорошевское шоссе, д. 76А, стр. 10), e-mail: aviamed@inbox.ru

психической устойчивости риск развития сопутствующих психических расстройств может достигать 85 % [5, 10, 16]. Указанные нарушения, как правило, сопровождаются выраженными тревожно-депрессивными состояниями (60–68 % случаев), патологически усиленными формами негативных эмоциональных реакций (до 80 % случаев), «конверсивными» расстройствами (около 20 % случаев), диссоциативными состояниями (10–15 % случаев) [6, 14, 16].

Большинство авторов подчеркивают, что наиболее яркие проявления нарушений на личностном, психофизиологическом, эмоционально-вегетативном и соматическом уровне преобладают именно в первые дни и недели после психотравмирующих событий, тогда как отсроченные формы стресс-индуцированных расстройств формируются спустя 2–3 года и характеризуются тяжелыми проявлениями социально-психологической дезадаптации [8, 10].

В соответствии с современными представлениями, ключевым механизмом развития посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) является процесс формирования прочной аффективной связи между пережитыми в прошлом психотравмирующими событиями и постоянно возобновляющимися ситуациями, напоминающими об этом [4, 5, 8, 10]. Реализация данного механизма осуществляется за счет двух взаимосвязанных явлений:

- консолидации памяти, под которой понимается процесс перехода кратковременной памяти в долгосрочное изменение за счет химических и структурных образований в соответствующих нервных окончаниях;
- реконсолидации памяти, как активного процесса восстановления и стабилизации первоначального следа активированной памяти.

Механизмы консолидации и реконсолидации памяти в настоящее время являются предметом интенсивных исследований, поскольку их понимание не только позволяет раскрыть базовые принципы функционирования долговременной памяти у человека, но и открывает перспективы лечения обширного перечня психических расстройств, характеризующихся непроизвольными рецидивирующими воспоминаниями [4, 15].

В связи с этим разработка новых эффективных технологий коррекции ССОС, а также профилактики развития отдаленных его последствий относится к числу наиболее актуальных проблем экстремальной медицины. В качестве одной из таких технологий в настоящее время

рассматривается ингаляционное использование терапевтических специальных газовых смесей на основе ксенона.

Перспективы применения ксенона для коррекции ССОС обусловлены механизмом его действия, который заключается в способности данного инертного газа растворяться в фосфолипидной мембране клеточной стенки, что приводит к обратимому нарушению процессов конформации трансмембранных рецепторных комплексов при их связывании с лигандом [12]. Данный механизм весьма неспецифичен, что позволяет ксенону изменять активность различных групп ионотропных рецепторов: серотониновых рецепторов 5-HT₃-типа, двупоровых калиевых каналов (ТРЕК-1), цитоплазматической Ca²⁺-АТФазы (PMCA), Н-холинорецепторов α₄β₂-типа, однако, наибольшее клиническое значение имеет способность данного инертного газа при атмосферном давлении нарушать глутаматергическую передачу [1, 11, 12].

Глутаминовая кислота – основной возбуждающий нейротрансмиттер центральной нервной системы (ЦНС), который реализует свое действие посредством активации ионотропных и метаботропных рецепторов. В настоящее время выделяют три основных подтипа ионотропных глутаматных рецепторов, получивших свои названия по имени селективных агонистов: N-метил-D-аспартатных (NMDA), α-аминопропионовой (AMPA) и каиновой кислоты [4, 13]. Наибольшая плотность глутаматных рецепторов отмечается в конечном мозге, прежде всего, в гиппокампе, коре больших полушарий, миндалине и стриатуме, т.е. именно в тех структурах, которые ответственны за память, обучение, выработку и воспроизведение эмоциональных реакций, а также ассоциированы с сенсорной функцией. В последние годы появляется все больше доказательств прямого участия глутаминовой кислоты и рецепторов к ней в функционировании различных периферических органов, что позволяет рассматривать глутамат не только как нейротрансмиттер, но и более широко – как распространенный цитокин, способный воздействовать на клеточную активность в различных типах тканей [13]. В частности, показана экспрессия NMDA-, AMPA- и каинатных рецепторов:

- в клетках островков Лангерганса поджелудочной железы, где они участвуют в межклеточном взаимодействии, регулируя секрецию глюкагона и инсулина;
- в клетках мозгового вещества надпочечников, где они являются одним из факторов

стимуляции выброса катехоламинов в условиях стрессорного воздействия;

– в периферической нервной системе, где рецепторы к глутамату непосредственно участвуют в механизмах ноцицепции.

В настоящее время установлено, что ксенон в терапевтических концентрациях способен ингибировать все типы глутаматных ионотропных рецепторов, существенно модулируя процессы нейрональной возбудимости и синаптической пластичности, имеющих большое значение для функционирования механизмов консолидации и реконсолидации памяти [4, 15]. С другой стороны – редукция глутаматергической передачи оказывает выраженное влияние на механизмы нервной и гуморальной регуляции в целом, что приводит к специфическим изменениям функциональной активности в различных органах и тканях, заключающихся, преимущественно, в усилении анаболических процессов и восстановлении энергетических ресурсов [2, 11].

Таким образом, известные механизмы биологического действия ксенона позволяют рассматривать данный инертный газ не только как перспективное средство для купирования острых проявлений ССООС, но и как метод профилактики развития отдаленных его последствий.

В связи с этим на протяжении последних 10 лет специалистами Государственного научного центра Российской Федерации – Института медико-биологических проблем (Москва) совместно с Центральным научно-исследовательским институтом Военно-воздушных сил Минобороны России (Москва) проводятся серии экспериментальных исследований, целью которых является оценка эффективности применения терапевтических специальных газовых смесей на основе ксенона у различных категорий лиц опасных профессий, перенесших экстремальное по своей выраженности стрессовое воздействие [9].

Материал и методы

Обследовали 48 человек, средний возраст – $(31,5 \pm 3,7)$ года, в том числе, сотрудников силовых ведомств, принимавших участие в боевых действиях, было 31, специалистов, задействованных в выполнении спасательных работ, – 17. Участники исследования перенесли выраженное стрессовое воздействие, связанное с выполнением ими своих служебных обязанностей. Во всех случаях давность от момента окончания действия стрессового события составляла от 3 сут до 2 нед.

Для соблюдения этических принципов, заложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации, обследуемые подписывали информированное согласие на участие в эксперименте.

Исследование проводили в пунктах постоянной дислокации обследуемых после их возвращения из района выполнения служебных задач. Участникам эксперимента в период проведения исследований предоставлен отдых (отпуск), который носил неорганизованный характер.

В соответствии с программой исследований обследуемых в процессе рандомизации распределили на 3 неравные группы:

– 1-я ($n = 31$) – выполняли курс ингаляций специальной газовой смеси на основе ксенона ($O_2 - 75\%$ и $He - 25\%$), состоявший из 5 процедур, проводимых через 1 день;

– 2-я ($n = 10$) – специальных коррекционно-восстановительных мероприятий не проводили;

– 3-я ($n = 7$) – выполняли курс ингаляций умеренно гипероксигенированной воздушной смеси ($O_2 - 25-30\%$) по аналогичной схеме.

Фармакологические средства коррекции стресс-индуцированных расстройств (бензодиазепиновые транквилизаторы, трициклические антидепрессанты, анксиолитики) в ходе исследования не использовали, поскольку обследуемый контингент традиционно негативно воспринимает перспективы использования подобных препаратов для коррекции своего психического состояния.

Процедуру ингаляции кислородно-ксеноновой газовой смеси осуществляли с помощью портативного ксенонового терапевтического комплекса (КТК-01) производства ООО «Акела-Н» по схеме:

– частичная денитрогенизация $100\% O_2$ в течение 3–5 мин;

– ингаляция ККГС в течение 10–12 мин;

– заключительная ингаляция $100\% O_2$ в течение 5 мин.

Поддержание целевой концентрации газов во вдыхаемой смеси осуществляли вручную в соответствии с показаниями комбинированного медицинского газоанализатора «ГКМ-02-Инсовт». Расход ксенона на одну процедуру составил $(4,1 \pm 0,4)$ л.

Ингаляция умеренно гипероксигенированной воздушной смеси обследуемым 3-й группы осуществляли с помощью КТК-01 в течение 20 мин.

Динамику функционального состояния оценивали с помощью измерения параметров системной гемодинамики, а также реги-

страции сердечного ритма с последующим анализом его вариабельности (BCP). Степень выраженности аффективной и соматовегетативной симптоматики оценивали с помощью структурированного интервью, а также ряда специализированных методик психологического обследования:

- шкалы депрессии Бека;
- клинической шкалы тревоги Гамильтона (HARS);
- опросника выраженности психопатологической симптоматики (SCL-90-R);
- балльной оценки субъективных характеристик сна по шкале Я.И. Левина.

Медико-психологическое обследование в указанном объеме проводили каждому обследуемому до начала курса процедур (фон), а также на следующий день после его завершения (после). Таким образом, общая продолжительность исследования составила 10 сут. Кроме того, с целью оценки отдаленных эффектов ингаляций кислородно-ксеноновой смеси через 1½–2 мес с участниками эксперимента проводили дополнительное структурированное интервью.

Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью встроенного программного модуля Microsoft Excel 2003 и пакетов прикладных программ Statistica 10.0 и IBM SPSS Statistics 26.0. Проверку выборки на нормальность распределения выполняли с использованием критерия Шапиро–Уилка. Результаты представили в виде медиан (Me), а также верхнего (Q₃) и нижнего (Q₁) квартиля. Сравнение зависимых групп проводили с использованием непараметрического Т-критерия Вилкоксона, независимых групп – непараметрического U-критерия Манна–Уитни.

Результаты и их анализ

Анализ структурированных интервью показал, что практически все респонденты отмечали у себя те или иные проявления, характерные для тревожного расстройства и/или соматоформной дисфункции вегетативной нервной системы. Наиболее распространенными из них были:

- повышенная утомляемость (в 89,6 % случаев);
- трудности концентрации внимания (87,5 %);
- нарушения сна и(или) кошмарный характер сновидений (81,3 %);
- гипотимия (77,1 %);
- повторяющиеся переживания психотравмирующих событий (72,9 %);
- диспепсические расстройства (60,4 %);
- жалобы на нарушения сердечного ритма (54,2 %).

Значительная часть респондентов (64,6 %) испытывали дискомфорт в процессе подробного обсуждения хода выполнения ими задачи, связанной с получением психотравмирующего опыта.

Анамнез и характер предъявляемых жалоб позволили предварительно охарактеризовать состояние у обследуемых как острое стрессовое расстройство, обусловленное ССОС, а также ассоциированное с этим нарушение адаптации.

При регистрации параметров системной гемодинамики отмечались высокая частота сердечных сокращений (ЧСС), а также высокие величины среднего артериального давления (АДср), общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС), а также индекса функциональных изменений (ИФИ), существенно превышающие нормативные значения (табл. 1).

Таблица 1

Изменения показателей системной гемодинамики в группах, Me [Q₁; Q₃]

Показатель		Группа		
		1-я	2-я	3-я
ЧСС, уд/мин	Фон	90,5 [88; 93]	89,5 [87,5; 93,0]	91,8 [88,8; 93,0]
	После	79,8 [76,5; 82,3]**	87,0 [85,1; 90,3]	87,5 [81,5; 90,8]
АДсис, мм рт. ст.	Фон	129,5 [125,5; 133,0]	128,0 [125,0; 131,8]	129,0 [126,3; 132,0]
	После	127,0 [121,0; 130,0]	127,3 [124,5; 130,0]	125,3 [121,5; 129,0]
АДдиаст, мм рт. ст.	Фон	91,0 [87,5; 92,5]	89,0 [87,5; 91,5]	90,5 [88,0; 92,3]
	После	90,5 [86,0; 93,5]	89,3 [87,5; 91,5]	88,3 [86,9; 90,5]
АДср, мм рт. ст.	Фон	98,0 [95,5; 100,3]	97,5 [95,3; 99,8]	99,0 [95,3; 101,5]
	После	93,5 [90,0; 96,8]*	96 [94,8; 99,3]	94,5 [90,2; 97,2]*
ОПСС, дин/(с · см ⁻⁵)	Фон	1498 [1395; 1549]	1452 [1390; 1497]	1509 [1428; 1572]
	После	1381 [1291; 1442]	1409 [1321; 1463]	1443 [1391; 1499]
ИФИ, ед.	Фон	3,09 [2,90; 3,19]	3,01 [2,92; 3,15]	3,03 [2,93; 3,20]
	После	2,56 [2,42; 2,68]**	2,89 [2,77; 3,02]	2,69 [2,51; 2,89]*

Здесь и в табл. 2, 3: * значения показателей, зафиксированные при повторном обследовании (после), достоверно отличаются от фоновых; ^ значения достоверно отличаются от показателей 2-й группы.

Таблица 2

Динамика статистических и спектральных показателей ВСР в группах, Ме [Q₁; Q₃]

Показатель		Группа		
		1-я	2-я	3-я
SDNN, мс	Фон	24,5 [22,1; 28,8]	23,0 [21,5; 27,2]	22,9 [19,5; 26,8]
	После	43,9 [35,5; 54,7]**	29,5 [25,6; 36,0]	30,5 [25,3; 38,7]
TP, мс ²	Фон	1462 [1154; 1832]	1387 [1116; 1542]	1271 [1102; 1484]
	После	3176 [2430; 4015]**	1455 [1277; 1682]	1985 [1542; 2566]^
VLF, %	Фон	62,5 [55,2; 67,8]	60,8 [54,5; 63,2]	59,3 [53,1; 64,5]
	После	44,9 [38,5; 51,2]**	55,5 [49,8; 61,0]	54,3 [48,2; 66,1]
LF/HF, ед.	Фон	2,72 [2,12; 3,15]	2,90 [2,62; 3,27]	2,85 [2,55; 3,05]
	После	1,95 [1,61; 2,33]**	2,86 [2,59; 3,05]	2,53 [2,24; 2,85]*

Следует отметить, что большинство регистрировавшихся в ходе проведенных исследований параметров системной гемодинамики являются жестко гомеостатируемыми, а любые их изменения у практически здоровых лиц носят эпизодический, ситуационно обусловленный характер, т.е. быстро возвращаются к исходным значениям после отдыха [7]. В связи с этим отмеченные тахикардия и артериальная гипертензия у исходно здоровых обследуемых лиц могут быть интерпретированы как признаки стресс-ассоциированного нарушения механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы.

Проведение курса ингаляций кислородно-ксеноновой газовой смеси в 1-й группе сопровождалось достоверным снижением ЧСС на 11,8 %, АДср – на 4,6 %, ИФИ – на 17,2 %. При этом после завершения курса медиана значений ЧСС и ИФИ в 1-й группе была достоверно ниже, чем во 2-й.

В 3-й группе также отмечалось достоверное снижение значений АДср на 4,5 % и ИФИ – на 11,2 %. При повторном обследовании достоверных отличий по сравнению со 2-й группой не зафиксировано.

Анализ основных статистических и спектральных показателей ВСР позволяет подтвердить первоначальное предположение о наличии у всех обследуемых признаков выраженной дисфункции вегетативной нервной системы (ВНС). У 75 % лиц отмечалось преобладание активности симпатического звена ВНС, у 10,4 % – парасимпатического звена ВНС, а у 14,6 % наблюдалась смешанная форма. Как следствие, у обследованных лиц на фоне острого стрессового расстройства отмечались низкие значения медианы стандартного отклонения интервалов R–R (SDNN) и общей мощности спектра вариабельности сердечного ритма (TP), что свидетельствует о формировании у них своеобразного ригидного ритма, характеризующегося низкой

вариабельностью и отражающего истощение механизмов вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы (табл. 2).

Напротив, медиана относительной мощности сверхнизкочастотного диапазона спектра вариабельности сердечного ритма (VLF) и вагосимпатического индекса (LF/HF) были существенно меньше, чем в среднем по популяции. В соответствии с двухконтурной моделью регуляции сердечного ритма подобные изменения интерпретируются как повышение роли центрального контура регуляции в условиях истощения функциональных резервов [6, 7, 17].

После проведения курса ингаляций кислородно-ксеноновой газовой смеси в 1-й группе отмечалось существенное увеличение значений SDNN и TP (примерно в 2 раза), а также снижение относительной мощности VLF и вагосимпатического индекса. При повторном обследовании все указанные показатели в 1-й группе достоверно отличались от 2-й. В 3-й группе наблюдалась сходная динамика, которая, однако, была выражена в существенно меньшей степени. Достоверных отличий по сравнению со 2-й группой в этом случае выявлено не было.

Полученные данные подтверждают способность терапевтических концентраций ксенона модулировать процессы нервной и гуморальной регуляции и повышать активность парасимпатического звена ВНС, что в соответствии с положением об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающего нерва позволяет рассматривать данные изменения как необходимое условие для восстановления функциональных резервов организма в целом.

При проведении психологического обследования отмечена высокая сумма баллов по шкале Гамильтона для оценки тревоги (HARS), свидетельствующая о средней, а в ряде случаев и тяжелой степени выраженности тревожного расстройства у обследованных лиц.

Таблица 3

Динамика показателей психологического состояния в группах, Ме [Q₁; Q₃] балл

Показатель		Группа		
		1-я	2-я	3-я
Уровень тревожности (HARS)	Фон	25,3 [21,5; 28,0]	24,5 [21,0; 28,5]	25,5 [20,3; 29,5]
	После	11,5 [9,0; 13,3]**	24,8 [21,3; 28,8]	24,3 [18,3; 29,5]
Субъективное качество сна (SQ)	Фон	16,5 [15,3; 18,0]	16,0 [14,8; 18,3]	16,5 [14,5; 18,3]
	После	21,5 [19,8; 23,0]**	16,0 [14,5; 18,3]	15,7 [11,0; 19,5]
Общий балл по шкале Бека (BDI)	Фон	16,5 [14,5; 18,8]	17,0 [14,0; 19,3]	16,8 [14,3; 18,0]
	После	11,0 [9,3; 13,5]**	16,3 [15,3; 19,0]	16,1 [11,1; 19,0]
Общий индекс (GSI)	Фон	1,35 [1,28; 1,39]	1,33 [1,25; 1,43]	1,35 [1,23; 1,41]
	После	0,75 [0,65; 0,83]**	1,22 [1,15; 1,30]	1,32 [1,05; 1,48]
Индекс выраженности дистресса (PDSI)	Фон	2,25 [2,07; 2,33]	2,19 [2,01; 2,37]	2,23 [2,10; 2,36]
	После	1,62 [1,48; 1,76]**	2,12 [1,99; 2,32]	2,15 [1,85; 2,29]

При этом субъективная оценка качества сна по методике Я.И. Левина указывает на существенное его ухудшение, которое у большинства респондентов проявлялось нарушением засыпания, частыми ночными пробуждениями, кошмарным характером сновидений (табл. 3).

Выраженность депрессии у респондентов по шкале Бека соответствовала легкой степени. При этом значения когнитивно-аффективной субшкалы (C-A) в 85,4 % случаев существенно превалировали над значениями субшкалы соматических проявлений депрессии (S-P).

Выраженность психопатологической симптоматики по шкале SCL-90-R у обследованных лиц незначительно превышала средние по популяции значения:

- для общего балла-индекса GSI – в среднем на 4,7 %;
- для индекса выраженности дистресса PDSI – на 3,7 %.

Наиболее выраженные отклонения были выявлены по шкалам: межличностная тревожность – на 8,5 %, тревожность – на 9,1 % и враждебность – на 6,2 %.

Полученные данные свидетельствуют о доминирующей роли тревоги в формировании паттерна стресс-индуцированных расстройств у обследованных лиц. Известно, что уровень тревожности во многом определяется активностью миндалевидного комплекса и функционально связанного с ним гиппокампа [2, 4]. Эфферентные проекции, посылаемые от миндалины в зоны, ответственные за формирование чувства страха и тревоги, используют глутаминовую кислоту в качестве нейромедиатора [4]. Как следствие, использование NMDA-антагонистов, в том числе, газовых смесей на основе ксенона может сопровождаться анксиолитическим эффектом и приводить к купированию патологически усиленных форм эмоционального поведения. Прове-

денные исследования подтверждают данное предположение.

После проведения курса ингаляций кислородно-ксеноновой газовой смеси в 1-й группе отмечалось достоверное снижение уровня тревожности по шкале HARS на 54,5 % и уменьшение выраженности депрессивной симптоматики по шкале Бека – на 33,3 %. Одновременно наблюдалось увеличение балла субъективной оценки качества сна на 30,3 %. Кроме того, была зафиксирована редукция психопатологической симптоматики по шкале SCL-90-R, что проявлялось снижением медианы общего балла-индекса GSI на 44,4 % и индекса выраженности дистресса PDSI – на 28 %. Все анализируемые показатели в 1-й группе при повторном обследовании достоверно отличались от 2-й.

В 3-й группе достоверных изменений анализируемых показателей не зафиксировано, однако, отмечалось существенное увеличение их вариационного размаха, что с учетом малочисленности данной группы свидетельствует о высокой индивидуальной восприимчивости испытуемых к воздействию плацебо-эффекта.

При проведении структурированного интервью через 1½–2 мес было отмечено, что 90,3 % респондентов 1-й группы заявляли о субъективном улучшении собственного состояния. Наиболее выраженными положительными эффектами проведенных процедур, по мнению обследуемых лиц 1-й группы, были:

- нормализация сна (отмечали 74,2 %);
- нормализация эмоционального фона основных переживаний (70,9 %);
- улучшение умственной и физической работоспособности (58,1 %);
- снижение частоты возникновения и яркости психотравмирующих воспоминаний (48,4 %);
- исчезновение симптомов, связанных с дисфункцией внутренних органов (41,9 %).

Во 2-й и 3-й группе субъективное улучшение собственного состояния отмечали 41,2% респондентов. Об отсутствии существенной динамики заявляли 52,9% лиц, а по мнению 1 респондента (5,9%), его состояние за прошедшее время даже ухудшилось.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения специальных газовых смесей на основе ксенона для коррекции ССОС у специалистов экстремальных профессий.

Обсуждение результатов. Таким образом, проведенные исследования демонстрируют многообразие клинических проявлений ССОС, которые могут быть зафиксированы на личностном, психофизиологическом, эмоционально-вегетативном и соматическом уровне. В зависимости от индивидуальных особенностей человека степень выраженности данных изменений может варьировать в широком диапазоне значений, однако, само их развитие является следствием динамической перестройки функциональных систем организма в условиях, когда интенсивность воздействия стресс-фактора значительно превосходит возможности психики по его обработке.

В соответствии с современными взглядами на системную организацию физиологических и психических функций, данный процесс направлен на адаптацию индивидуума к новым, субъективно резко изменившимся вследствие психотравмирующих событий условиям окружающего мира. При этом движущей силой адаптационного процесса являются доминанта, источником которой служит само психотравмирующее событие, а также персистирующие воспоминания о нем.

Как следствие, нарушения нервных и гуморальных механизмов регуляции, изменения высшей нервной деятельности, преобразования семантических пространств субъекта, ассоциированные с ССОС, носят весьма стойкий характер и в ряде случаев закономерно трансформируются в ПТСР, что обуславливает вы-

раженную социально-психологическую и профессиональную дезадаптацию специалиста на долгие годы.

В связи с этим перспективы применения специальных газовых смесей на основе ксенона у лиц с проявлениями ССОС обусловлены способностью данного инертного газа:

- снижать нейрональную возбудимость;
- модулировать процессы консолидации и реконсолидации памяти;
- снижать функциональную активность гиппокампа и миндалевидного комплекса;
- редуцировать активность симпатико-адреналовой системы и увеличивать активность парасимпатической ВНС.

Указанные эффекты реализуются посредством изменения активности целого перечня ионотропных рецепторов, наиболее значимыми из которых являются рецепторы к глутамату, что обуславливает анксиолитическое, антидепрессантное, а также некоторое анаболическое действие ксенона даже в терапевтических концентрациях. Однако более значимым, с точки зрения ССОС, может стать сопутствующее угасание доминанты, связанное как с общим снижением уровня функциональной активности ЦНС в ходе ингаляции, так и модификацией процессов консолидации и реконсолидации памяти.

Вывод

В ходе исследований показана эффективность ингаляционного применения ксенона для купирования проявлений острого стрессового расстройства у лиц, переживших психотравмирующее события в процессе выполнения служебных обязанностей. Однако вопросы, касающиеся возможного влияния ксенона на риск развития отсроченных последствий стресса при смертельно опасных ситуациях, в первую очередь посттравматического стрессового расстройства, по-прежнему остаются предметом дискуссий и требуют проведения лонгитюдных исследований

Литература

1. Ананьев В.Н. Рецепторные механизмы действия нейтральных газов на поглощение кислорода организмом // Фундамент. исслед. 2013. № 11. С. 11–16.
2. Афтanas 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.
3. Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю., Шамрей В.К. Боевой стресс: наукометрический анализ отечественных публикаций (2005–2017 гг.) : науч. изд. / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова, С.-Петерб. гос. ун-т. СПб. : Политехника-принт, 2018. 170 с.
4. Котровская Т.И., Бубеев Ю.А., Счастливцева Д.В. Влияние ксенона на посттравматические следы памяти // Авиакосм. и экол. медицина. 2019. Т. 53, № 2. С. 13–20. DOI: 10.21687/0233-528X-2019-53-2-13-20.

5. Литвинцев С.В., Снедков Е.В., Резник А.М. Боевая психическая травма. М. : Медицина, 2005. 432 с.
6. Новиков В.С., Горанчук В.В., Шустов Е.Б. Физиология экстремальных состояний. СПб.: Наука, 1998. 247 с.
7. Пухов В.А., Иванов И.В., Чепур С.В. Оценка функционального состояния организма военных специалистов. СПб. : СпецЛит, 2016. 312 с.
8. Ушаков И.Б., Бубеев Ю.А. Стресс смертельно опасных ситуаций – особый вид стресса // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2011. № 4. С. 5–8.
9. Ушаков И.Б., Пятибрат А.О. Перспективы использования ксенона для коррекции и реабилитации функционального состояния лиц экстремальных профессий // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2022. № 4. С. 40–54. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-4-40-54.
10. Цыган В.Н. Нейрофизиологические механизмы боевых постэкстремальных состояний // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2014. Т. 100, № 10. С. 1220–1235.
11. Ярыгин Н.В., Шомина Е.А. Применение ксенона в медицинской практике (обзор литературы) // Прак. медицина. 2022. Т. 20, № 4. С. 171–176.
12. Booker R.D., Sum A.K. Biophysical changes induced by xenon on phospholipid bilayers // Biochim. Biophys. Acta. 2013. Vol. 1828, N 5. P. 1347–1356. DOI: 10.1016/j.bbame.2013.01.016.
13. Gill S.S., Pulido O.M. Glutamate receptors in peripheral tissues: current knowledge, future research, and implications for toxicology // Toxicol. Pathol. 2001. Vol. 29, N 2. P. 208–223. DOI: 10.1080/019262301317052486.
14. McTeague L.M., Lang P.J. The anxiety spectrum and the reflex physiology of defense: from circumscribed fear to broad distress // Depress Anxiety. 2012. Vol. 29, N 4. P. 264–281. DOI: 10.1002/da.21891.
15. Meloni E.G., Gillis T.E., Manoukian J., Kaufman M.J. Xenon Impairs Reconsolidation of Fear Memories in a Rat Model of Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD) // PLoS One. 2014. Vol. 9, N 8. Art. e106189. DOI: 10.1371/journal.pone.0106189.
16. Minassian A., Geyer M.A., Baker D.G. [et al.]. Heart rate variability characteristics in a large group of active-duty marines and relationship to posttraumatic stress // Psychosom. Med. 2014. Vol. 76, N 4. P. 292–301. DOI: 10.1097/PSY.0000000000000056.
17. Visnovcova Z., Mestanik M., Javorka M. [et al.]. Complexity and time asymmetry of heart rate variability are altered in acute mental stress // Physiol. Meas. 2014. Vol. 35, N 7. P. 1319–1334. DOI: 10.1088/0967-3334/35/7/1319.

Поступила 27.11.2022 г.

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

Вклад авторов: И.Б. Ушаков – планирование и методология исследования, перевод, транслитерация списка литературы, редактирование окончательного варианта статьи; А.С. Кальманов, В.В. Бубеев – формирование групп, анализ первичных данных, написание первого варианта статьи.

Для цитирования. Ушаков И.Б., Кальманов А.С., Бубеев Ю.А. Перспективы применения специальных газовых смесей на основе ксенона для коррекции стресса смертельно опасных ситуаций // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 59–67. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-59-67.

Specific xenon-based gas mixtures used for stress correction therapy in patients exposed to lethal force scenarios

Ushakov I.B.¹, Kal'manov A.S.², Bubeev Yu.A.³

¹ State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency
(23/2, Marshala Novikova Str., Moscow, 123098, Russia);

² Central Research Institute of the Military Air Force of the Ministry of Defence of the Russian Federation
(12A, Petrovsko-Razumovskaya al., Moscow, 127083, Russia);

³ Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences
(76A/10, Khoroshevskoe Highway, Moscow, 123007, 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 (23/2, Marshala Novikova Str., Moscow, 123098, Russia), e-mail: ibushakov@gmail.com;

Aleksandr Sergeevich Kal'manov – Dr. Med. Sci., Central Research Institute of the Military Air Force of the Ministry of Defence of the Russian Federation (12A, Petrovsko-Razumovskaya al., Moscow, 127083, Russia), e-mail: saniyasin@gmail.com;

Yurii Arkad'evich Bubeev – Dr. Med. Sci. Prof., Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences (76A/10, Khoroshevskoe Highway, Moscow, 123007, Russia), e-mail: aviamed@inbox.ru

Abstract

Introduction. Stress reaction in deadly scenarios is a systemic response of human body to the impact of extreme and acute psychotraumatic factors. The condition is associated with complete or partial loss of ability to perform tasks and can lead to the development of post-traumatic stress disorder. Therefore, new effective means and methods of stress correction in lethal force scenarios is a most urgent challenge for catastrophe medicine.

The objective is to estimate the therapeutic efficacy of xenon gas mixtures in the treatment of different categories of employees exposed to occupational hazards, including acute stress.

Methodology. A randomized controlled experimental study was conducted, involving 48 employees of law enforcement bodies and rescue operations professionals. Acute stress disorders were treated using a course of oxygen-xenon gas mixture inhalations (oxygen – 75 %, xenon – 25 %). Comprehensive medical and psychological examination allowed to monitor treatment efficiency.

Results and discussion. Oxygen-xenon gas mixture inhalations contributed to normalization of systemic hemodynamics, improved parasympathetic activity and reduced sympathetic nervous system activity, leading to a significant reduction in the level of anxiety and improvement of psychopathological symptoms.

Conclusion. The obtained findings provide extra evidence showing that xenon-based gas mixtures are a promise as a stress correction tool in patients exposed to lethal force scenarios and acute occupational hazard.

Keywords: stress, extreme occupational hazards, lethal force scenarios, mental disorders, rehabilitation, psychological diagnosis, xenon.

References

1. Anan'ev V.N. Retseptornye mekhanizmy deystviya neutral'nykh gazov na pogloshchenie kisloroda organizmom [Receptor mechanisms of neutral gas in oxygen consumption]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2013; (11):11–16. (In Russ.)
2. 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.)
3. Evdokimov V.I., Rybnikov V.Yu., Shamrei V.K. Boevoy stress: naukometriceskii analiz otechestvennykh publikatsii (2005–2017 gg.) [Combat stress: science metrics analysis of national publications (2005–2017)]. St. Petersburg. 2018. 170 p. (In Russ.)
4. Kotrovskaya T.I., Bubeev Yu.A., Schastlivtseva D.V. Vliyaniye 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.)
5. Litvintsev S.V., Snedkov E.V., Reznik A.M. Boevaya psikhicheskaya travma [Combat mental trauma]. Moscow. 2005. 432 p. (In Russ.)
6. Novikov V.S., Goranchuk V.V., Shustov E.B. Fiziologiya ekstremal'nykh sostoyanii [Physiology of extreme conditions]. St. Petersburg. 1998. 247 p. (In Russ.)
7. Pukhov V.A., Ivanov I.V., Chepur S.V. Otsenka funktsional'nogo sostoyaniya organizma voennykh spetsialistov [Functional health condition assessment of military professionals]. St. Petersburg. 2016. 312 p. (In Russ.)
8. Ushakov I.B., Bubeev Yu.A. Stress smertel'no opasnykh situatsii – osoby vid stressa [Stress of deathful conditions as a special kind of stress]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2011; (4):5–8. (In Russ.)
9. Ushakov I.B., Pyatibrat A.O. Perspektivy ispol'zovaniya ksenona dlya korrektsii i reabilitatsii funktsional'nogo sostoyaniya lits ekstremal'nykh professii [Prospects of Xenon Application in Functional Recovery and Rehabilitation of Patients Working in Extreme Occupational Environments]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [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. (In Russ.)
10. Tsygan V.N. Neirofiziologicheskie mekhanizmy boevykh postekstremal'nykh sostoyanii [Neurophysiologic mechanisms of combat post-extreme state of health]. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova* [RUSSIAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY]. 2014; 100(10):1220–1235. (In Russ.)
11. Yarygin N.V., Shomina E.A. Primeneniye ksenona v meditsinskoj praktike (obzor literatury) [Use of xenon in medical practice (literature review)]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical medicine]. 2022; 20(4):171–176. (In Russ.)
12. Booker R.D., Sum A.K. Biophysical changes induced by xenon on phospholipid bilayers. *Biochim. Biophys. Acta*. 2013; 1828(5):1347–1356. DOI: 10.1016/j.bbame.2013.01.016.
13. Gill S.S., Pulido O.M. Glutamate receptors in peripheral tissues: current knowledge, future research, and implications for toxicology. *Toxicol. Pathol.* 2001; 29(2):208–223. DOI: 10.1080/019262301317052486.
14. McTeague L.M., Lang P.J. The anxiety spectrum and the reflex physiology of defense: from circumscribed fear to broad distress. *Depress Anxiety*. 2012; 29(4):264–281. DOI: 10.1002/da.21891.
15. Meloni E.G., Gillis T.E., Manoukian J., Kaufman M.J. Xenon Impairs Reconsolidation of Fear Memories in a Rat Model of Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD). *PLoS One*. 2014; 9(8):e106189. DOI: 10.1371/journal.pone.0106189.
16. Minassian A., Geyer M.A., Baker D.G. [et al.]. Heart rate variability characteristics in a large group of active-duty marines and relationship to posttraumatic stress. *Psychosom. Med.* 2014; 76(4):292–301. DOI: 10.1097/PSY.0000000000000056.
17. Visnovcova Z., Mestanik M., Javorka M. [et al.]. Complexity and time asymmetry of heart rate variability are altered in acute mental stress. *Physiol. Meas.* 2014; 35(7):1319–1334. DOI: 10.1088/0967-3334/35/7/1319.

Received 27.11.2022

For citing: Ushakov I.B., Kal'manov A.S., Bubeev Yu.A. Perspektivy primeneniya spetsial'nykh gazovykh smesei na osnove ksenona dlya korrektsii stressa smertel'no opasnykh situatsii. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2023; (1):59–67. (In Russ.)

Ushakov I.B., Kal'manov A.S., Bubeev Yu.A. Specific xenon-based gas mixtures used for stress correction therapy in patients exposed to lethal force scenarios. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (1):59–67. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-59-67

В.К. Шамрей, В.М. Лыткин, К.В. Баразенко, С.А. Зун

О ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО СТРЕССОВОГО РАССТРОЙСТВА

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова
(Россия, 194044, Санкт Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Введение. Распространенность посттравматических стрессовых расстройств (ПТСР) колеблется от 1 до 12 % в общей популяции и достигает 30 % у населения, подвергшегося влиянию чрезвычайных ситуаций, что особенно актуально в настоящее время при проведении специальной военной операции на Украине.

Цель – изучение и описание основных клинических подходов лечения ПТСР.

Методология. С помощью клинико-библиографического метода произведен сравнительный анализ научных публикаций, изданных в основном в 2008–2022 гг.

Результаты и их анализ. В процессе терапии ПТСР особую важность приобретает междисциплинарный подход с акцентом на индивидуально-различные психотерапевтические методы и использовании в психофармакотерапии антидепрессантов из группы селективных ингибиторов обратного захвата серотонина. Проанализированы клинико-диагностические и этиопатогенетические исследовательские направления, выделены особенности боевых посттравматических стрессовых расстройств, обсуждены вопросы терапии, отмечен дискуссионный характер проблемы. В настоящее время особую значимость приобретают боевые ПТСР.

Заключение. В процессе эволюции клинической составляющей проблемы ПТСР осуществляется переход от синдромальных характеристик к пониманию ПТСР как единого психогенно спровоцированного болезненного процесса с полисиндромальной и разноуровневой характеристиками.

Ключевые слова: стресс, военнослужащий, чрезвычайная ситуация, посттравматическое стрессовое расстройство, боевая психическая травма, комбатантные расстройства.

Введение

Анализ современных отечественных и зарубежных данных свидетельствует о более значительных показателях распространенности посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) в популяции (при активном выявлении данного вида патологии), чем показатели распространенности за помощью лиц, страдающих этим заболеванием. Распространенность указанной патологии превышает ее общий уровень в популяции, что позволяет относить пострадавших к группам риска, в отношении которых должны быть разработаны профилактические программы [1, 14]. Показатели распространенности ПТСР колеблются от 10 % у свидетелей психотравмирующего события до 95 % у тяжело пострадавших, обобщенно данные о распространенности среди населения рассматриваются в пределах 1–3 %, среди комбатантов – 15–54 %. По данным популяционных

исследований, существенное влияние на распространенность ПТСР оказывает характер психотравмы: от 7,6 % – при несчастных случаях до 38,8 % – у комбатантов [19].

В современном мире можно говорить об общем снижении чувства безопасности и защищенности, когда ситуация угрозы жизни все более и более становится привычным атрибутом, даже в условиях так называемой мирной жизни. В нашей стране это положение отражается в ситуации ведения специальной военной операции на Украине. Другими словами, трансоординарные проблемы все больше вторгаются в повседневную жизнь, наделяя их чертами аномальности, катастрофичности [7, 16, 23].

Травматический стресс, по мнению ряда авторов [19, 23], можно определить как специфический класс критически изменяющих обыденную жизнь событий, которые, обладая ярко выраженной новизной, чрезвычайно не-

✉ Шамрей Владислав Казимирович – д-р мед. наук проф., зав. каф. психиатрии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: shamreyv.k@yandex.ru;

Лыткин Владимир Михайлович – канд. мед. наук доц., каф. психиатрии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: vmlytkin@mail.ru;

Баразенко Кирилл Владимирович – канд. мед. наук, ст. препод. каф. психиатрии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: kbarazenko@mail.ru;

Зун Сергей Андреевич – канд. мед. наук, ст. препод. каф. психиатрии, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), e-mail: szun@yandex.ru

гативным воздействием (по причине серьезной угрозы собственной жизни) и высокой интенсивностью, являются крайне нежелательными для человека. Эти события, которые, как правило, превышают возможность самоконтроля, обладают малопредсказуемой динамикой и приводят к многочисленным медико-социальным последствиям. В рамках психолого-психиатрических последствий травматического стресса отдельно рассматриваются и проблемы ПТСР [1, 4, 11, 28].

Цель – описание динамики развития клинко-диагностических, этиопатогенетических и терапевтических аспектов комплексной проблемы ПТСР.

Материал и методы

С помощью клинко-библиографического метода произведен сравнительный анализ литературных источников и интернет-ресурсов по тематике современных тенденций развития клинко-диагностических, этиопатогенетических и терапевтических аспектов комплексной проблемы ПТСР. Поиск проведен в информационно-библиографических базах данных Российского индекса научного цитирования, PubMed и электронного ресурса Российской государственной библиотеки. Изучили монографии и научные статьи, опубликованные за 2008–2022 г.

Результаты и их анализ

После серии ранних публикаций клинко-диагностической направленности, в которых имели место синдромологические характеристики будущих ПТСР («железнодорожный синдром спинного мозга», «синдром солдатского сердца», «синдром напряжения») появляется первое обобщающее исследование проблемы P.S. Bourne (1970 г.), который в работе «Мужчина, стресс и Вьетнам» впервые употребил термин «Посттравматическое стрессовое расстройство». Обращая внимание на выраженную специфику психических нарушений у комбатантов, а также на то, что их болезненные переживания, подчас, не исчезают со временем и, будучи все более отчетливыми, могут проявляться внезапно на фоне внешне-го благополучия, C.F. Figley (1978 г.) описывает «поствьетнамский синдром» [цит. по 18].

Таким образом, к концу 1970-х годов зрела объективная необходимость выработки унифицированного клинко-диагностического подхода к тем психическим расстройствам, которые, во-первых, обнаруживали общие черты у людей, пострадавших в различного

рода чрезвычайных ситуациях (ЧС), во-вторых – не соответствовали общепринятым (на то время) в нозологической систематике диагностическим критериям и, в-третьих, в ряде стран (преимущественно – в США) стали приобретать характер не только медико-психологической, но и социальной проблемы.

Важным концептуальным шагом, обобщающим все многообразие клинко-психологических аспектов реагирования на катастрофы, стало выделение в Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders (DSM–III) особой диагностической группы – «Посттравматические стрессовые расстройства», основные критерии которой были разработаны M.J. Horowitz и соавт. в 1980 г. [цит. по 15]. Анализ последующей клинко-диагностической динамики ПТСР в рамках DSM и Международной классификации болезней (МКБ) был дан, в частности, З.И. Кекелидзе и соавт. [8], отмечалось, что критерии ПТСР, представленные в DSM–III, отличались краткостью и клинической направленностью.

Описание ПТСР в DSM–IV-R (2000 г.) содержало незначительные поправки. Так, согласно DSM–IV-R, высокая интенсивность воздействия стрессора и физическая приближенность к нему создают более высокий риск развития ПТСР. В DSM–IV наблюдалось расширение критериев заболевания и включение, наряду с психопатологическими симптомами, психологических понятий, что могло увести исследователя в сторону психологии, размывая при этом психопатологические подходы. Подтверждением этого служит критерий «С» диагностики ПТСР, который, согласно DSM–IV, включает следующие симптомы: намеренное избегание мыслей, разговоров и переживаний, связанных с травматическим событием (C1); избегание деятельности, ситуаций или людей, напоминающих о травматическом событии (C2). К симптомам избегания всего, что напоминает о травме, относят и амнезию важных аспектов травматического события (C3). Если критерий C1 явно отражает лишь механизм психологической защиты, то в отношении критерия C2 возможно понимание избегания и как защиты, и как изменения поведения.

В DSM–5 существенных изменений не наблюдается, но все же обращается внимание на следующие новшества: к ранее описанным четырем кластерам симптомов (В – навязчивое воспроизведение травматического события, С – избегание травматического события, D – негативные последствия для когнитивной сферы и настроения и Е – повышенное возбуж-

дение и реактивность) были добавлены новые симптомы (в критерий D – стойкое и неадекватное обвинение себя и других, а также пониженное настроение, в критерий E – неосторожное и разрушительное поведение). Появились новые подтипы ПТСР со своими критериями: ПТСР у детей 6 лет и моложе (предшкольный подтип ПТСР) и диссоциативный подтип ПТСР. Диагноз диссоциативный подтип применялся к лицам, которые отвечают критериям ПТСР, наряду с проявлениями деперсонализации и дереализации. Клиническая трактовка этих проявлений весьма неоднозначна.

В целом, диагностические критерии ПТСР в формате DSM-5 почти повторяют критерии, изложенные в прежней классификационной системе. Основные отличия включают следующее: 1) расстройства, связанные с посттравматическим стрессом, сгруппированы в отдельный кластер и вынесены из рубрики тревожных расстройств; 2) выделены два дополнительных подтипа ПТСР: «детский» и подтип с диссоциативными симптомами; 3) были проведены изменения в перечне диагностических критериев с целью облегчить диагностику ПТСР и острого стрессового расстройства и сделать диагноз более валидным.

ПТСР определяется как заболевание в МКБ-10, которое развивается после воздействия экстремального угрожающего или ужасающего события или серии событий и характеризуется тремя «стержневыми» проявлениями: повторным переживанием травматического события(ий) в настоящем времени в виде ярких навязчивых воспоминаний, сопровождающихся страхом или ужасом, флешбэками или ночными кошмарами; избеганием мыслей и воспоминаний о событии(ях) или деятельности, или ситуаций, напоминающих событие(я); состоянием субъективного ощущения сохраняющейся угрозы в виде гипернастороженности или усиленных реакций испуга. Симптомы должны длиться не менее нескольких недель и вызвать значительное ухудшение функционирования.

В МКБ-11, принятой с 01.01.2023 г., ПТСР характеризуется наличием всех следующих признаков: повторное переживание в настоящем времени травмирующего события или нескольких событий в форме ярких навязчивых воспоминаний, флэшбэков или кошмарных сновидений; избегание мыслей и воспоминаний о событии или событиях, или избегание деятельности, ситуаций или людей, напоминающих о событии (событиях); постоянное чувство текущей повышенной угрозы, на что,

например, может указывать сверхнастороженность или повышенная реакция вздрагивания на такие раздражители, как внезапные громкие звуки.

Определенные различия существуют в европейском и американском подходах к диагностике ПТСР [8]. Так, в МКБ-10, в отличие от DSM, наличие латентного периода для верификации расстройства становится обязательным; в течении ПТСР не выделяются острый и хронический этапы; нарушение социального функционирования, как проявление ПТСР, не нашло отражения в европейской классификации болезней. Не определено окончательное отношение к ОСТ по DSM-IV: при обнаружении тенденции к затяжному течению речь идет, вероятно, не о реакции, как таковой, на стресс, а о формировании определенного расстройства в так называемом переходном периоде. В сложившейся ситуации отмечено, что у 37% пациентов диагноз ПТСР был выставлен в соответствии с МКБ-10, но он не подтвердился по DSM-IV. В отечественных работах установлено, что клиническая картина ПТСР является полиморфной, полисиндромной, а в клинической структуре ПТСР выделены облигатные (первичные) и факультативные (вторичные) синдромы. При этом биопсихосоциальные взаимосвязи имеют свои особенности формирования, обусловленные выраженностью клинических проявлений [2, 9]. Также исследовались различные возрастные группы пострадавших [6] с учетом характеристик ЧС [13].

В процессе развития этиопатогенетического аспекта учения о ПТСР постепенно сложилось мнение, что этиология ПТСР, в соответствии с современной тенденцией научного исследования, направленной на преодоление механистического монокаузализма, носит полифакторный характер [2, 9, 14]. Основными этиологическими моментами являются мощные жизнеопасные стрессоры, интенсивность стресса, социальная ситуация, в которой он действует, социальное окружение жертвы, а также ее личностно-характерологические особенности и биологическая предрасположенность. Значимую роль в развитии, степени выраженности и продолжительности ПТСР играют социальные помощь и поддержка [12, 13].

В настоящее время предикторы развития ПТСР в систематизированном виде выглядят следующим образом: 1) факторы predisпозиции (личностной, социальной, биологической, гендерной, возрастной); 2) фактор психотравмы; 3) условия воздействия психотравмы;

4) характеристики первичной реакции на тяжелый стресс [14].

Эволюция взглядов на природу, этиологию и патогенез ПТСР привела к появлению ряда концептуальных исследований [14, 15, 20, 27].

При разработке психодинамических моделей, рассматривающих процесс развития ПТСР и выхода из него как поиск оптимального соотношения между патологической фиксацией на травмирующей ситуации и ее полным вытеснением из сознания, использовалась стратегия целенаправленного возвращения к воспоминаниям о травмирующем событии для его анализа и полного осознания всех обстоятельств травмы. При этом учитывалось, что «стратегия избегания» упоминаний о травме, ее вытеснения из сознания («инкапсуляция травмы») наиболее адекватна острому периоду, в то время как при развитии постстрессовых состояний осознание всех аспектов травмы становится неременным условием интеграции внутреннего мира больного, превращения травмирующей ситуации в часть собственного бытия субъекта.

Когнитивные модели в качестве основного фактора успешной адаптации после травмы рассматривают когнитивную оценку травмирующей ситуации, которая предполагает экстернальный, внеличный характер осознания причины травмы. В этом случае сохраняется и повышается вера в существующую рациональность мира, в возможность сохранения ситуационного самоконтроля. Центральной психотерапевтической задачей становится восстановление в сознании гармоничности существующего мира, целостности его когнитивной модели.

Значение социальных условий и, в частности, действие фактора социальной поддержки окружающих для успешного преодоления ПТСР отражено в моделях, получивших название психосоциальных. При этом отмечается, что травматические события зачастую разрушают именно те социальные структуры, которые эту поддержку обеспечивают. В основе биологических моделей ПТСР лежит нарушение функций эндокринной системы, вызванные запредельным стрессовым воздействием.

Согласно этиологической мультифакторной концепции А. Maercker (1998 г.), выделяются три группы факторов, сочетание которых приводит к возникновению посттравматического стресса: 1) связанные с наличием самого факта травматического события; 2) связанные с формой и силой защитных механизмов

личности; 3) риска (возраст, низкие интеллект и социоэкономический уровень). Восприятие того или иного психологического воздействия как стрессового, непосредственная или отдаленная реакция на это воздействие, а также механизмы совладания с психической травмой во многом зависят от индивидуально-личностных особенностей человека.

В последнее время среди психиатров растет критическое отношение к альтернативным гипотезам, все большее число сторонников находит многофакторная, интерактивная модель «личность–событие» [30]. При этом считается, что травматические события (в частности – боевые действия) все же более значимы для развития ПТСР, нежели исходное предрасположение. В исследованиях последних лет ПТСР рассматривается не как пролонгированная острая реакция на стресс, а как качественно иное состояние, которое, хотя и может происходить из острой реакции на стресс, все же базируется на множестве других факторов [14, 15, 21].

Эволюция взглядов на природу ПТСР в настоящее время привела к позиции, излагаемой в современной нейробиологии [12, 19, 31, 32]. Современные данные нейровизуализационных исследований свидетельствуют об очаговой атрофии серого вещества, изменении фракционной анизотропии, а также нейронной активности и функциональной коннективности нейросетей головного мозга. Так, наиболее часто структурные нарушения отмечаются в передней поясной извилине, префронтальной коре, гиппокампе, миндалине и островковой коре, что имеет высокую степень схожести с нарушениями белого вещества в трактах, зачастую связывающих именно эти структуры [33]. Эти результаты подтверждают гипотезу о важности нарушения формирования реакции страха и ответа на угрозу в развитии ПТСР [34]. Данные функциональной магнитно-резонансной томографии свидетельствуют о нарушении взаимосвязи трех основных нейросетей головного мозга, структурами которых, в том числе, являются ранее описанные анатомические области головного мозга [29]. Предполагается, что сниженная функциональная коннективность в сети пассивного режима работы мозга отражает симптомы интрузии, репереживания, диссоциацию и избегающее поведение; в центральной исполнительной сети – симптомы, связанные с когнитивными нарушениями. При этом причиной их дестабилизации предположительно служит гиперактивация салиентной нейросети, отражающая

повышенную возбудимость и усиление стартовой реакции «бей или беги». В то же время, снижается коннективность между данными тремя сетями, что может служить причиной ухудшения переключения между «пассивными» (не связанными с выполнением задач) и «активными» (связанными с выполнением задач) нейросетями, за которую отвечает салиентная сеть. Следовательно, в рамках методологии нейровизуализации ПТСР характеризуется нарушением равновесия между функциональными нейросетями мозга, сбоем в работе отдельных нейросетей и нарушением структур мозга, включенных или тесно взаимодействующих с этими нейросетями [33].

Особое место в учении о ПТСР отводится и боевым ПТСР, что в условиях проводимой специальной военной операции на Украине приобретает высокую актуальность [3, 9, 10, 26]. Этой проблеме за последние 15 лет в нашей стране было посвящено, как минимум, 20 научных конференций [5].

Боевой стресс, который приводит к формированию ПТСР, имеет ряд отличий по сравнению со стрессорными факторами, приводящими к ПТСР другой этиологии (захват заложников, ЧС мирного времени и др.) [13, 25]. Несмотря на дискуссионный характер выделения отдельно «боевых» ПТСР, практическая необходимость определения таковой особой группы достаточно обоснована, ее анализ показывает отличительные составляющие. Боевой стресс более полиморфен и продолжителен по времени, он носит кумулятивный характер – ужасы войны, физическое и психическое перенапряжение, нарушение режимов жизнедеятельности, болезни, травмы и ранения. В условиях реальных боевых действий формируются тревожная настороженность, стойкое восприятие окружающей обстановки как потенциально опасной, враждебной, готовность к импульсивному, в том числе, и агрессивному реагированию на угрожающие стимулы. Снижается ценность человеческой жизни, поскольку снимается психологический барьер перед лишением жизни другого человека, а также личная ответственность за социальные последствия совершаемых действий. И наконец, военнослужащие еще до столкновения с ситуацией «боевого стресса» проходят предварительную специальную подготовку, направленную на формирование новых поведенческих навыков и стереотипов, которые необходимы для выживания и выполнения поставленных перед ними боевых задач. В военной психиатрии используется уровне-

вый подход к диагностике постстрессовых расстройств [15].

Отмечается, что понятие «боевой стресс» во многом определяется специфической трактовкой его различными специалистами (психиатрами, психологами, психофизиологами). Если понятие «боевой стресс» отражает клинко-физиологическую сторону проблемы, то понятие «боевая психическая травма» направлено на клинко-организационный аспект, а «боевые стрессовые расстройства» – на сугубо клиническую характеристику [5]. Реальная клиническая картина боевого ПТСР значительно богаче и сложнее, чем изложенная в рубрике F43.1 по МКБ-10.

Патогенез боевого ПТСР, как трансформирующего реактивного процесса, имеет, как минимум, 4 стадии развития: I – острое стрессовое расстройство; II – невротические реакции; III – патохарактерологические проявления; IV – ПТСР [26].

В русле концепции боевой психической травмы, ранее изложенной Е.В. Снедковым [20], согласно которой последняя представляет собой патологическое состояние ЦНС, возникшее в результате боевого стресса, превышающего адаптационный потенциал личности и обусловленное срывом компенсации и генерализации патогенетических механизмов, клинически верифицированные психические расстройства у комбатантов могут рассматриваться как следствие влияния многоуровневых приобретенных патофизиологических изменений на личностный адаптационный потенциал, являющийся интегральной характеристикой психического развития. Мозаичные динамические изменения личностного адаптационного потенциала приводят, в свою очередь, к относительно константной боевой трансформации личности (в частности, так называемой «комбатантной акцентуации»), являющейся одним из важных патогенетических факторов в возможном развитии полипсихологических психических реакций, состояний и процессов у комбатантов в их послебоевом периоде жизни [11, 20].

Определенную динамику в учении о ПТСР обнаруживает и лечебно-реабилитационный аспект этой проблемы [12, 14, 22–24].

Лечение ПТСР должно носить индивидуальный характер, так как невозможно достигнуть положительных клинических эффектов без учета личностных особенностей пациента и возможной коморбидной патологии.

Современные методы, используемые в терапии ПТСР, можно разделить на 4 категории:

образовательная, группа методов в области холистического отношения к здоровью, методы, увеличивающие социальную поддержку и социальную интеграцию, и собственно терапия (фармакотерапия, психотерапия) [14].

Целью фармакотерапии является сглаживание дистрессирующих проявлений и подготовка пациента к оптимизации психотерапевтических воздействий. С психофармакотерапевтических позиций (по мнению А.С. Аведисовой) прежнее представление о ПТСР, как о заболевании, при котором главенствующее положение занимает психологическое воззрение на травматическое воздействие, сменилось оценкой ПТСР как болезни, в основе которой лежат универсальная биологическая дисрегуляция и психологическая дисфункция, определяющие применение соответствующих психофармакологических стратегий [30].

При разработке схемы фармакотерапии по возможности следует избегать назначения анксиолитиков (алпразолам), а если все же имеются показания для применения, курс лечения должен быть максимально коротким, чтобы избежать формирования зависимости. Назначение транквилизаторов также следует осуществлять кратковременными курсами и только как вспомогательную терапию при купировании диссомнических расстройств. Тревожные и депрессивные проявления обычно купируют использованием ингибиторов обратного захвата серотонина. Положительный эффект лечения ПТСР с выраженными дистрессирующими воспоминаниями и сновидениями может быть достигнут использованием мультирецепторных блокаторов.

Особую роль в лечении ПТСР играет психотерапия [12, 16–18, 22, 24, 27]. Выделяются основные принципы психотерапии ПТСР, к которым относятся принципы нормализации, партнерства, повышения достоинства личности и индивидуальности. Любой психотерапевтический процесс при ПТСР может быть условно разделен на три стадии: установление «безопасной атмосферы», работа с конкретным травматическим материалом, помощь пациенту в его личностном «отделении» от перенесенной травмы. Многочисленные методы психотерапии ПТСР классифицируются следующим образом: рациональная, психическая саморегуляция, когнитивная, личностно-ориентированная и позитивная (гештальт-подход) [16, 17].

Отдельно следует выделить групповую терапию для пациентов с переживаниями, перенесших сходную психотравмирующую ситуацию. Групповая психотерапия позволяет пациенту перестать чувствовать себя одиноким, покинутым, достигнуть понимания, что его ситуация является отражением психологических процессов, свойственных другим людям. Из психотерапевтических методов особо следует выделить когнитивно-поведенческую, клиент-центрированную и эмоционально-рациональную терапию. Положительный лечебный эффект может быть достигнут использованием приемов гипноуггестивной терапии.

Эффективным форматом работы психотерапевта могут оказаться самые различные уровни психотерапевтических техник: выслушивание, консультирование, краткосрочная динамическая психотерапия в силу того, что в конечном итоге травматизация разрушает когнитивные «Я-схемы» жертвы и ее взгляд на мир, а воссоздание разрушенного часто бывает болезненным и длительным.

Выводы

1. В процессе динамики клинко-диагностической составляющей проблемы посттравматических стрессовых расстройств осуществляется переход от синдромальных характеристик к пониманию их как единого психогенно спровоцированного болезненного процесса с полисиндромальной и разноуровневой характеристиками. В настоящее время особую значимость в этом направлении приобретают боевые посттравматические стрессовые расстройства, исследования которых актуализируются в условиях проводимой специальной военной операции на Украине.

2. Этиопатогенетические исследования проблемы посттравматических стрессовых расстройств после длительного периода различного рода альтернативных гипотез конвергируют в сторону комплексных, мультифакторных, интеракционных моделей с акцентом на значимости биологических концепций.

3. В процессе терапии посттравматических стрессовых расстройств особую важность приобретает междисциплинарный подход с акцентом на индивидуально-различные психотерапевтические методы и использовании в психофармакотерапии, в частности, антидепрессантов из группы селективных ингибиторов обратного захвата серотонина.

Литература

1. Александровский Ю.А. Катастрофы и психическое здоровье. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2020. 144 с.
2. Бухтияров И.В., Глухов Д.В. Формирование посттравматических стрессовых расстройств у военнослужащих в боевой обстановке // Мед. труда и пром. экология. 2018. № 2. С. 10–14.
3. Бундало Н.Л. Посттравматическое стрессовое расстройство (клиника, динамика, факторы риска, психотерапия) : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2008. 52 с.
4. Гатин Э. Ф. Клинико-психологические характеристики и их влияние на проявления виктимности у больных генерализованным тревожным и посттравматическим стрессовым расстройствами : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2018. 28 с.
5. Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю., Шамрей В.К. Боевой стресс: наукометрический анализ отечественных публикаций (2005–2017 гг.) : науч. изд. СПб. : Политехника-принт, 2018. 170 с.
6. Ершова И.Б., Глушко Ю.В. Заболеваемость детей младшего школьного возраста с посттравматическим стрессовым расстройством // Педиатр. 2017. Т. 8, № 4. С. 26–31. DOI: 10.17816/PED8426-31.
7. Зинковский С.А., Зинковский Е.А., Баразенко К.В. Догматы веры и высшая нервная деятельность // Вестн. психотерапии. 2017. № 63 (68). С. 95–112.
8. Кекелидзе З.И., Портнова А.А. Критерии диагностики посттравматического стрессового расстройства // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2009. Т. 109, № 12. С. 4–7.
9. Колов С.А. Отдаленные последствия боевого стресса с позиции биопсихосоциального подхода: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2013. 50 с.
10. Литвинцев С.В., Нечипоренко В.В. Задачи по сохранению и укреплению психического здоровья военнослужащих // Воен.-мед. журн. 2014. № 3. С. 11.
11. Лыткин В.М., Нечипоренко В.В. Некоторые дискуссионные вопросы клинической диагностики посттравматических стрессовых расстройств // Рос. психиатр. журн. 2014. № 1. С. 62–67.
12. Найп Д. EMDR: полное руководство. Теория и лечение комплексного ПТСР и диссоциации. М. : Науч. мир, 2020. 447 с.
13. Портнова А.А., Калашников Д.И., Шпорт С.В. Отдаленные послестрессовые расстройства у пострадавших при наводнении. Результаты оригинального исследования // Рос. психиатр. журн. 2016. № 6. С. 49–54.
14. Посттравматическое стрессовое расстройство / под ред. В.А. Солдаткина. Ростов н/Д : Изд-во РостГМУ, 2015. 624 с.
15. Психиатрия войн и катастроф / под ред. В.К. Шамрея. СПб. : СпецЛит, 2015. 431 с.
16. Психология чрезвычайных и экстремальных ситуаций. Хрестоматия (для клинических психологов) / под ред. С.В. Чермянина, А.Г. Маклакова. СПб. : Айсинг, 2015. 208 с.
17. Психотерапия: учеб. пособие / под ред. В.К. Шамрея, В.И. Курпатова. 2-е изд., испр и доп. СПб. : СпецЛит, 2017. 501 с.
18. Ройтер К. Диалектическая поведенческая терапия ПТСР : тренинг навыков : практические упражнения для преодоления травмы и посттравматического стрессового расстройства. М. ; СПб. : Диалектика, 2021. 256 с.
19. Смулевич А.Б. Посттравматический стрессовый синдром // Психиатрия: руководство для врачей: в 2 т. / под ред. А.С. Тиганова. М. : Медицина, 2012. Т. 2. С. 523–563.
20. Сукиасян С.Г., Солдаткин В.А., Снедков Е.В. [и др.]. Боевое посттравматическое стрессовое расстройство: от «синдрома раздраженного сердца» до «психогенно-органического расстройства». Биологический аспект / Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020. Т. 120, № 7. С. 149–156. DOI: 10.17116/jnevro2020120071149.
21. Сукиасян С.Г., Тадевосян М.Я. Боевой стресс и органическое поражение головного мозга: вариант динамики посттравматического стрессового расстройства // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020. Т. 120, № 9. С. 19–27. DOI: 10.17116/jnevro202012009119.
22. Тарабрина Н.В., Хажуев И.С. Посттравматический стресс и защитно-совладающее поведение у населения, проживающего в условиях длительной чрезвычайной ситуации // Эксперим. психология. 2015. Т. 8, № 3. С. 215–226. DOI: 10.17759/exrpsy.2015080318.
23. Травматический стресс. Этиология. Патогенез. Диагностика. Психотерапия: учеб. пособие : изд. 2-е / под ред. С.В. Чермянина, С.Л. Соловьевой. СПб. : Айсинг, 2014. 196 с.
24. Уолсер Р.Д., Веструп Д. Терапия принятия и ответственности для лечения ПТСР и других последствий травмы : практическое руководство по использованию стратегий принятия и практик осознанности. М. : Диалектика, 2022. 352 с.
25. Ушаков И.Б., Бубеев Ю.А. Стресс смертельно опасных ситуаций – особый вид стресса // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2011. № 4. С. 5–8.
26. Фастовцов Г.А., Искандаров Р.Р., Бурцев А.А. Посттравматическое стрессовое расстройство и аддиктивное поведение: попытка осмысления их взаимосвязи путем изучения распространенности, атипичности и факторов риска в России и за рубежом // Наркология. 2019. Т. 18, № 12. С. 65–71. DOI: 10.25557/1682-8313.2019.12.65-71.

27. Харламенкова Н.Е., Сергиенко Е.А., Тарабрина Н.В. Основные достижения лаборатории психологии развития субъекта в нормальных и посттравматических состояниях // Психол. журн. 2022. Т. 43, № 1. С. 17–31. DOI: 10.31857/S020595920018766-8.
28. Шамрей В.К., Нечипоренко В.В., Лыткин В.М. [и др.]. О постбоевых личностных изменениях у ветеранов локальных войн // Изв. Рос. воен.-мед. акад. 2020. Т. 39, № 3-4. С. 185–192.
29. Akiki T.J., Averill C.L., Abdallah C.G. A Network-Based Neurobiological Model of PTSD: Evidence From Structural and Functional Neuroimaging Studies // Curr. Psychiatry Rep. 2017. Vol. 19, N 11. P. 81. DOI: 10.1007/s11920-017-0840-4.
30. Clinical Practice Guideline for the Treatment of Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) in Adults / American Psychological Association : Guideline Development Panel for the Treatment of PTSD in Adults Adopted as APA Policy. 2017. 119 p.
31. Cusack K., Jonas D.E., Forneris C.A. [et al.]. Psychological treatments for adults with posttraumatic stress disorder: A systematic review and meta-analysis // Clin. Psychol. Rev. 2016. Vol. 43. P. 128–141. DOI: 10.1016/j.cpr.2015.10.003.
32. Foa E.B., Keane T.M., Friedman M.J., Cohen J.A. Effective treatments for PTSD: Practice guidelines from the ISTSS. New York: Guilford Press, 2010. 658 p.
33. Henigsberg N., Kalember P., Petrović Z.K., Šečić A. Neuroimaging research in posttraumatic stress disorder – Focus on amygdala, hippocampus and prefrontal cortex // Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry. 2019. Vol. 90. P. 37–42. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2018.11.003.
34. Kunimatsu A., Yasaka K., Akai H. [et al.]. MRI findings in posttraumatic stress disorder // J. Magn. Reson. Imaging. 2020. Vol. 52, N 2. P. 380–396. DOI: 10.1002/jmri.26929.

Поступила 27.01.2023 г.

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

Вклад авторов: В.К. Шамрей – методическое сопровождение и редактирование окончательного варианта статьи; В.М. Лыткин – обзор публикаций по теме, методическое сопровождение, написание заключения; К.В. Баразенко – обзор публикаций по теме, интерпретация данных, транслитерация списка литературы; С.А. Зун – обзор публикаций по теме, интерпретация данных.

Для цитирования. Шамрей В.К., Лыткин В.М., Баразенко К.В., Зун С.А. О динамике развития проблемы посттравматического стрессового расстройства // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 68–77. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-68-77.

PTSD development and dynamics

Shamrey V.K., Lytkin V.M., Barazenko K.V., Zun S.A.

Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

Vladislav Kazimirovich Shamrey – Dr. Med. Sci. Prof., Head of the Department of Psychiatry, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: shamreyv.k@yandex.ru;

Vladimir Mikhailovich Lytkin – PhD Med. Sci., Associate Prof. of the Department of Psychiatry, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: vmlytkin@mail.ru;

✉ Kirill Vladimirovich Barazenko – PhD Med. Sci., Senior Lecturer of the Department of Psychiatry, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: kbarazenko@mail.ru;

Sergej Andreevich Zun – PhD Med. Sci., Senior Lecturer of the Department of Psychiatry, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: szun@yandex.ru

Abstract

Relevance. The prevalence of post-traumatic stress disorder ranges from 1 to 12 % among the general population and reaches 30 % among the population affected by various emergencies, which makes the PTSD problem ever more relevant considering the special military operation in Ukraine.

Objectives. The aim is to study and describe the main clinical approaches to the treatment of PTSD.

Methods. The clinical and bibliographic method were used to perform a comparative analysis of academic research papers published in 2008 to 2022.

Results and discussion. Treatment of PTSD requires an interdisciplinary approach with a particular focus on individually specific psychotherapeutic methods, as well as administration of selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs) as antidepressants.

We analyzed clinical and diagnostic aspects of combat PTSDs, their pathology, origin, treatment options and challenges for discussion. Currently, combat PTSDs are acquiring extra relevance.

Conclusion. While trying to investigate the development of clinical PTSD manifestations, the focus is shifted from syndrome-associated parameters towards understanding PTSD as an integral disorder of psychogenic origin with polysyndromic and multisystemic characteristics.

Keywords: stress, military officer, emergency, post-traumatic stress disorder, combat mental trauma, disorders in combatants.

References

1. Aleksandrovskij Ju.A. Katastrofy i psicheskoe zdorov'e [Disasters and mental health]. Moscow. 2020. 144 p. (In Russ.)
2. Bundalo N.L. Posttraumaticheskoe stressovoe rasstrojstvo (klinika, dinamika, faktory riska, psihoterapiya) [Post-traumatic stress disorder (clinic, dynamics, risk factors, psychotherapy)]: Abstract dissertation Dr. Med. Sci. St. Petersburg. 2008. 52 p. (In Russ.)
3. Buhtiyarov I.V., Gluhov D.V. Formirovanie posttraumaticheskikh stressovykh rasstrojstv u voennosluzhashchih v boevoy obstanovke [Posttraumatic stress disorder formation in military officers in combat circumstances]. *Medicina truda i promyshlennaya jekologiya* [Russian journal of occupational health and industrial ecology]. 2018; (2):10–14. (In Russ.)
4. Gatin Je.F. Kliniko-psihologicheskie harakteristiki i ih vliyanie na projavleniya viktimnosti u bol'nykh generalizovannykh trevozhnykh i posttraumaticheskimi stressovymi rasstrojstvami [Clinical and psychological characteristics and their impact on the manifestations of victimization in patients with generalized anxiety and post-traumatic stress disorders]: Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moscow. 2018. 28 p. (In Russ.)
5. Evdokimov V.I., Rybnikov V.Ju., Shamrey V.K. Boevoy stress: naukometricheskij analiz otechestvennykh publikacij (2005–2017 gg.) [Combat stress: scientometric analysis of domestic publications (2005–2017)]: scientific publication. St. Petersburg. 2018. 170 p. (In Russ.)
6. Ershova I.B., Glushko Ju.V. Zabolevaemost' detej mladshogo shkol'nogo vozrasta s posttraumaticheskimi stressovymi rasstrojstvami [Incidence of primary school age children with post-traumatic stress disorder]. *Pediatr* [Pediatrician]. 2017; 8(4):26–31. DOI: 10.17816/PED8426-31. (In Russ.)
7. Zinkovskij S.A., Zinkovskij E.A., Barazenko K.V. Dogmaty very i vysshaya nervnaya deyatel'nost' [Doctrines of faith and higher nervous activity]. *Vestnik psihoterapii* [Bulletin of Psychotherapy]. 2017; 63:95–112. (In Russ.)
8. Kekelidze Z.I., Portnova A.A. Kriterii diagnostiki posttraumaticheskogo stressovogo rasstrojstva [Diagnostic criteria of posttraumatic stress disorder]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2009; 109(12):4–7. (In Russ.)
9. Kolov S.A. Otdalennye posledstviya boevogo stressa s pozicii biopsihosotsial'nogo podhoda [Long-term consequences of combat stress from the standpoint of the biopsychosocial approach] : Abstract dissertation Dr. Med. Sci. St. Petersburg. 2013. 50 p. (In Russ.)
10. Litvinov S.V., Nechiporenko V.V. Zadachi po sohraneniyu i ukrepleniyu psicheskogo zdorov'ya voennosluzhashchih [Tasks for maintaining and strengthening the mental health of military personnel]. *Voенно-медицинский журнал* [Military medical journal]. 2014; (3):11. (In Russ.)
11. Lytkin V.M., Nechiporenko V.V. Nekotorye diskussionnye voprosy klinicheskoy diagnostiki posttraumaticheskikh stressovykh rasstrojstv [Some controversial issues of posttraumatic stress disorder clinical diagnosis]. *Rossiiskij psichiatricheskij zhurnal* [Russian journal of psychiatry]. 2014; (1):62–67. (In Russ.)
12. Knipe J. EMDR: Polnoe rukovodstvo. Teoriya i lechenie kompleksnogo PTSR i dissotsiatsii [EMDR toolbox: theory and treatment of complex PTSD and dissociation]. Moscow. 2020. 447 p. (In Russ.)
13. Portnova A.A., Kalashnikov D.I., Shport S.V. Otdalennye posledstviya stressovogo rasstrojstva u postradavshih pri navodnenii. Rezul'taty original'nogo issledovaniya [Long-term post-stress disorders in flood victims]. *Rossiiskij psichiatricheskij zhurnal* [Russian journal of psychiatry]. 2016; (6):49–54. (In Russ.)
14. Posttraumaticheskoe stressovoe rasstrojstvo [Post-traumatic stress disorder]. Ed. V.A. Soldatkin. Rostov on Don. 2015. 624 p. (In Russ.)
15. Psihiatriya vojn i katastrof [Psychiatry of wars and catastrophes]. Ed. V.K. Shamrey. St. Petersburg. 2015. 431 p. (In Russ.)
16. Psihologiya chrezvychajnykh i jekstremal'nykh situatsij. Hrestomatija (dlja klinicheskikh psihologov) [Psychology of emergency and extreme situations. Reader (For clinical psychologists)]. Eds.: S.V. Chermjanin, A.G. Maklakov. St. Petersburg. 2015. 208 p. (In Russ.)
17. Psihoterapiya [Psychotherapy]. Eds.: V. K. Shamrey, V.I. Kurpatov. St. Petersburg. 2017. 501 p. (In Russ.)
18. Rojter K. Dialekticheskaja povedencheskaja terapija PTSR : trening navykov : prakticheskie uprazhneniya dlja preodoleniya travmy i posttraumaticheskogo stressovogo rasstrojstva [Dialectical Behavioral Therapy for PTSD: Skills Training: Practical Exercises for Coping with Trauma and Post-Traumatic Stress Disorder]. Moscow ; St. Petersburg. 2021. 256 p. (In Russ.)
19. Smulevich A.B. Posttraumaticheskij stressovyj sindrom. Psihiatrija [Post-traumatic stress syndrome. Psychiatry]: in. 2 Vol. Ed. A.S. Tiganov. Moscow. 2012. Vol. 2. Pp. 523–563. (In Russ.)
20. Sukiasyan S.G., Soldatkin V.A., Snedkov E.V. [et al.]. Boevoe posttraumaticheskoe stressovoe rasstrojstvo: ot "sindroma razdrashennogo serdca" do "psihogenno-organicheskogo rasstrojstva". Biologicheskij aspekt [Combat-related posttraumatic stress disorder: the historical evolution of concept from "irritable heart syndrome" to "psycho-organic disorder". Biological aspect]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. 2020; 120(7):149–156. DOI: 10.17116/jnevro2020120071149. (In Russ.)
21. Sukiasyan S.G., Tadevosyan M.Ja. Boevoy stress i organicheskoe porazhenie golovnogo mozga: variant dinamiki posttraumaticheskogo stressovogo rasstrojstva [Combat stress and organic brain injury: type of the dynamics of posttraumatic stress disorder]. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova* [S.S. Korsakov journal of neurology and psychiatry]. 2020; 120(9):19–27. DOI: 10.17116/jnevro202012009119 (In Russ.)
22. Tarabrina N.V., Hazhiev I.S. Posttraumaticheskij stress i zashchitno-sovodayushchee povedenie u naseleniya, prozhivayushchego v usloviyah dlitel'noj chrezvychajnoj situatsii [Post-traumatic stress and the protective-coping behavior among the population living in protracted emergencies]. *Ekspериментальная психология* [Experimental psychology (Russia)]. 2015; 8(3):215–226. DOI: 10.17759/exppsy.2015080318 (In Russ.)

23. Travmaticheskij stress. Jetiologija. Patogenez. Diagnostika. Psihoterapija [Traumatic stress. Etiology. Pathogenesis. Diagnostics. Psychotherapy]. Eds.: S.V. Chermjanin, S.L. Solov'eva. St. Petersburg. 2014. 196 p. (In Russ.)
24. Uolser R.D., Vestrup D. Terapija prinjatija i odgovetstvennosti dlja lechenija PTSR i drugih posledstvij travmy : prakticheskoe rukovodstvo po ispol'zovaniju strategij prinjatija i praktik osoznannosti [Acceptance and responsibility therapy for the treatment of PTSD and other consequences of trauma: a practical guide to the use of acceptance strategies and mindfulness practices]. Moscow. 2022. 352 p. (In Russ.)
25. Ushakov I.B., Bubeev Ju.A. Stress smertel'no opasnyh situacij – osobyj vid stressa [Stress of deathful conditions as a special kind of stress]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnyh situacijah* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2011; (4):5–8. (In Russ.)
26. Fastovcov G.A., Iskandarov R.R., Burcev A.A. Posttravmaticheskoe stressovoe rasstrojstvo i addiktivnoe povedenie: popytka osmyslenija ih vzaimosvjazi putem izuchenija rasprostranennosti, atipichnosti i faktorov riska v Rossii i za rubezhom [Post-traumatic stress disorder and addictive behavior: an attempt to understand their relationship by studying the prevalence, atypicality and risk factors in Russia and abroad]. *Narkologija* [Narcology]. 2019; 18(12):65–71. DOI: 10.25557/1682-8313.2019.12.65-71 (In Russ.)
27. Harlamenkova N.E., Sergienko E.A., Tarabrina N.V. Osnovnye dostizheniya laboratorii psihologii razvitiya sub"ekta v normal'nyh i posttravmaticheskix sostojaniyah [Achievements of the laboratory of psychology of person development in normal and post-traumatic states: to the 50-th anniversary of the Institute of psychology RAS]. *Psihologicheskij zhurnal* [Psychological journal]. 2022; 43(1):17–31. DOI: 10.31857/S020595920018766-8 (In Russ.)
28. Shamrey V.K., Nechiporenko V.V., Lytkin V.M. [et al.]. O postboevykh lichnostnyh izmeneniyah u veteranov lokal'nyh vojn [About post-combat personal changes in veterans of local wars]. *Izvestiya Rossijskoj voenno-meditsinskoj akademii* [Izvestia of the Russian military medical academy]. 2020; 39(S3-4):185–192. (In Russ.)
29. Akiki T.J., Averill C.L., Abdallah C.G. A Network-Based Neurobiological Model of PTSD: Evidence From Structural and Functional Neuroimaging Studies. *Curr. Psychiatry Rep.* 2017; 19(11):81. DOI: 10.1007/s11920-017-0840-4.
30. Clinical Practice Guideline for the Treatment of Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) in Adults. American Psychological Association : Guideline Development Panel for the Treatment of PTSD in Adults Adopted as APA Policy. 2017. 119 p.
31. Cusack K., Jonas D.E., Forneris C.A. [et al.]. Psychological treatments for adults with posttraumatic stress disorder: A systematic review and meta-analysis. *Clin. Psychol. Rev.* 2016; 43:128–141. DOI: 10.1016/j.cpr.2015.10.003.
32. Foa E.B., Keane T.M., Friedman M.J., Cohen Ju.A. Effective treatments for PTSD: Practice guidelines from the ISTSS. New York : Guilford Press, 2010. 658 p.
33. Henigsberg N., Kalember P., Petrović Z.K., Šečić A. Neuroimaging research in posttraumatic stress disorder – Focus on amygdala, hippocampus and prefrontal cortex. *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry.* 2019; 90:37–42. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2018.11.003.
34. Kunitatsu A., Yasaka K., Akai H. [et al.]. MRI findings in posttraumatic stress disorder. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2020; 52(2):380–396. DOI: 10.1002/jmri.26929.

Received 27.01.2023

For citing: Shamrey V.K., Lytkin V.M., Barazenko K.V., Zun S.A. O dinamike razvitiya problemy posttravmaticheskogo stressovogo rasstrojstva. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyakh.* 2023; (1):68–77. (In Russ.)

Shamrey V.K., Lytkin V.M., Barazenko K.V., Zun S.A. PTSD development and dynamics. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2023; (1):68–77. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-68-77

Д.А. Шелухин, С.С. Алексанин, В.Ю. Рыбников, А.И. Павлов**ШКАЛА ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТИ И ВЕРОЯТНОСТИ ЛЕТАЛЬНОГО ИСХОДА ТЯЖЕЛОБОЛЬНЫХ И ПОСТРАДАВШИХ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никитина МЧС России
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Актуальность. Существующие традиционные шкалы для оценки тяжести состояния пациента и вероятности летального исхода не учитывают важных параметров предстоящей медицинской эвакуации.

Цель – разработка шкал оценки транспортабельности «ШОТ» и вероятности летального исхода «ШОТ–летальность» тяжелобольных и пострадавших в чрезвычайных ситуациях (ЧС) на этапах медицинской эвакуации всеми видами транспорта и стационарного лечения пациентов всех возрастных групп.

Методология. Проанализировали 217 клинических случаев медицинской эвакуации различными видами транспорта в условиях применения традиционных методов интенсивной терапии ($n = 68$), сопряженного с рефрактерной дыхательной и/или циркуляторной недостаточностью у пострадавших в ЧС и тяжелобольных всех возрастных групп. Влияние медицинской эвакуации на состояние пациентов оценивали непосредственно в ходе ее выполнения и через 72 ч от момента ее окончания как сопряженного периода. Создание новых шкал, оценивающих транспортабельность и вероятность летального исхода, осуществляли посредством однофакторного прогнозирования, формирования рискованных классов развития и логистического регрессионного моделирования целевых показателей «Исход–смерть», «Негативное влияние транспортировки на состояние пациента». Наиболее значимые из них отобрали для новых шкал.

Результаты и их анализ. С помощью логистической регрессионной модели влияния транспортировки на состояние пациента разработана шкала транспортабельности «ШОТ»: $y = \exp(37 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 20 \cdot x_3 + 16 \cdot x_4 + 21 \cdot x_5 + 27 \cdot x_6 - 27 \cdot x_7) / 1 + \exp(37 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 20 \cdot x_3 + 16 \cdot x_4 + 21 \cdot x_5 + 27 \cdot x_6 - 27 \cdot x_7)$, где y – оценка транспортабельности пациента; x_1 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 110$); x_2 (возраст ≥ 65 лет); x_3 ($\text{VIS} \geq 4$ баллов); x_4 ($\text{PaCO}_2 \geq 55$ мм рт. ст.); x_5 ($\text{SvO}_2 \leq 60\%$); x_6 ($\text{ЧСС} \geq 127$ уд/мин); x_7 (применение ЭКМО). В зависимости от условий эвакуации созданы поправочные коэффициенты для: $x_1 - 0,75$, если пациенту предстоит транспортировка самолетом, $x_6 - 0,65$, если масса тела пациента менее 10 кг. Результаты переведены в 100-балльную систему оценок: до 30 баллов пациент может быть эвакуирован; от 30 до 70 – может эвакуирован только в условиях продолжающейся интенсивной терапии; при более 70 – эвакуация невозможна до стабилизации состояния на уровне субкомпенсированного. Разработана также 100-балльная шкала «ШОТ–летальность»: $y = \exp(29 \cdot x_1 + 16 \cdot x_2 + 11 \cdot x_3 + 10 \cdot x_4 + 9 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 + 7 \cdot x_7 + 6 \cdot x_8 + 4 \cdot x_9 + 1 \cdot x_{10}) / 1 + \exp(29 \cdot x_1 + 16 \cdot x_2 + 11 \cdot x_3 + 10 \cdot x_4 + 9 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 + 7 \cdot x_7 + 6 \cdot x_8 + 4 \cdot x_9 + 1 \cdot x_{10})$, где y – вероятность исхода – смерть; x_1 (лактат ≥ 8 ммоль/л), x_2 (возраст ≥ 65 лет), x_3 (креатинин ≥ 300 мкмоль/л), x_4 (продолжительность ИВЛ ≥ 7 сут), x_5 (билирубин ≥ 102 мкмоль/л), x_6 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 110$), x_7 (СЛР), x_8 ($\text{VIS} \geq 4$ баллов), x_9 ($\text{PaCO}_2 \geq 70$ мм рт. ст.), x_{10} ($\text{SvO}_2 \leq 50\%$). Шкала по программе ROC-анализа ($\text{AuROC} = 0,83$; $p < 0,001$) показала более высокую чувствительность, специфичность и эффективность в сравнении с традиционными шкалами «APACHE-IV & Mortality Rate», «SOFA & Mortality Rate», шкалой оценки витальных систем (ШОВС).

Заключение. Разработанные шкалы оценки транспортабельности «ШОТ» и вероятности летального исхода «ШОТ–летальность» обладают лучшей чувствительностью, эффективностью и показателем ROC-кривой, чем традиционные шкалы, а стало быть имеют более высокую рекомендацию для описания состояния пострадавшего в ЧС и тяжелобольного всех возрастных категорий и принятия решения о тактике его предстоящей медицинской эвакуации, в том числе, с применением ЭКМО в условиях санитарно-авиационной эвакуации самолетом.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, медицинская эвакуация, шкала оценки, транспортабельность, ЭКМО.

✉ Шелухин Даниил Александрович – канд. мед. наук, зав. отделом анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никитина МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0002-2510-002X, e-mail: shelldan@mail.ru;

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., чл.-кор. РАН, директор, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никитина МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 00000001-6998-166, e-mail: medicine@nrcrm.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. Никитина МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0001-5527-9342, e-mail: rvikrina@mail.ru;

Павлов Андрей Иванович – зав. отд. скор. мед. помощи, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никитина МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), e-mail: pavlov_md@mail.ru

Введение

Оценка тяжести состояния пострадавшего в чрезвычайной ситуации (ЧС) и тяжелообольного до и при осуществлении медицинской эвакуации, формирование прогноза вероятности летального исхода и угрожающих жизни состояний пациента в ходе транспортировки и в раннем периоде после ее окончания – все это является важными «инструментами» врача на этапе планирования. Именно с учетом этого должны решаться целый ряд задач: медицинская сортировка, целесообразность этапной эвакуации, сроки ее проведения, задействования оптимальных сил и средств для ее выполнения, включая применение высокотехнологичных методов поддержания жизненно важных функций и лечения. Важным также является и юридическая составляющая, которая требует от врача объективизации в оценке тяжести состояния, прогнозах и принятии решений, основанных на количественных показателях (шкалах), показавших свою эффективность с позиции доказательной медицины, а не субъективного оценочного суждения отдельно взятого специалиста или даже их группы.

Опыта и знаний клиницистов не всегда достаточно для принятия правильных решений, касающихся медико-эвакуационных задач тяжелообольных и пострадавших в чрезвычайных ситуациях, особенно в условиях дефицита времени. Особые затруднения возникают в случае необходимости предсказания летального исхода, а также оценки значимости предстоящей эвакуации как негативного фактора, способного отрицательно повлиять на состояние пострадавшего в ЧС и тяжелообольного. Прогнозирование способствует оптимальному распределению ресурсов здравоохранения (человеческих, лекарственных, технических, финансовых) и обоснованному выбору стратегии этапной эвакуации и лечения. Опыт нескольких десятилетий показал, что доставка наиболее тяжелой категории пострадавших в ЧС и тяжелообольных в медицинские учреждения, где может быть оказана специализированная, в том числе, высокотехнологичная медицинская помощь, значительно увеличивает вероятность благоприятного исхода [1–5]. Тем не менее, применение высокотехнологичных методов поддержания жизненно важных функций и лечения в случае изначально низких шансов выживаемости, особенно при массовом поступлении пострадавших в ЧС и тяжелообольных с последующими летальными исходами на этапах медицинской эвакуации и стационарного лечения, может трактоваться

как необоснованная трата ресурсов здравоохранения, которые могли бы быть использованы для пациентов с более благоприятным прогнозом выздоровления. С другой стороны – законное право родственников пациентов о получении информации о тяжести состояния, прогнозе и принятой стратегии использования методов лечения требует от медицинского сообщества применения обоснованных объективных решений с отражением прогноза выживаемости и рисков негативных событий на всех этапах оказания медицинской помощи, включая эвакуацию.

В настоящее время существуют достаточно много шкал, оценивающих состояние пациента, есть общие [Scale for the Assessment of Positive Symptoms (SAPS-II), Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE-IV), Sequential Organ Failure Assessment (SOFA), Multiple Organ Dysfunction Score (MODS), Modified Early Warning Score (MEWS), Шкала оценки витальных систем (ШОВС)] и специализированные с акцентом на той или иной нозологии с привязкой к специальности [Injury Severity Score (ISS), Adult Social Care Outcomes Toolkit (ASCOT), Glasgow Coma Scale (GCS), Traumatic Brain Injury (TBI), National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), Военно-полевая хирургия – механическое повреждение (огнестрельное ранение), ВПХ–МП(ОР), Ваух score] или целесообразности применения высокотехнологичных методов лечения, например, экстракорпоральной мембранной оксигенации [Survival After Veno-Arterial ECMO (SAVE), Respiratory ECMO Survival Prediction (RESP)] и заместительной почечной терапии [Risk Injury Failure Loss of kidney function and End-stage kidney disease (RIFLE)]. Лишь немногие из них учитывают фактор потенциальной предстоящей транспортировки и могут быть применимы на этапе медицинской эвакуации для оценки вероятности прогноза негативного влияния самой транспортировки на состояние пострадавшего в ЧС и тяжелообольного [Prediction of Respiratory Deterioration After Transfer in Critically Ill Patients, Transfer of Critically Ill Patients with a Contagious Infectious Disease, Rapid Acute Physiology Score (RAPS), Interhospital Air Transport Score (IATS), Шкала оценки транспортабельности, г. Екатеринбург, 2000].

В настоящее время нет шкалы, которая бы учитывала, помимо состояния пациента и вероятности летального исхода, так же и фактор применения экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), как новой высокотехно-

логичной технологии поддержания жизненно важных функций и медицинской помощи, и ее влияние на состояние пациента и прогноз выживаемости, в том числе, на этапе медицинской эвакуации и последующего стационарного лечения. Кроме того, в настоящее время нет специализированной шкалы, оценивающей транспортабельность пациента, в том числе, в условиях санитарно-авиационной эвакуации, подразумевающей значимое (до 570 мм рт. ст.) снижение барометрического давления в кабине воздушного судна (самолета) на высоте эшелона более 2,5 км. Шкала IATS не прогнозирует потенциальное влияние снижения барометрического давления в ходе набора воздушным судном высоты на физиологическое состояние пациента, ограничиваясь лишь оценкой его исходного (на земле) статуса. Также ранее описанные шкалы, за исключением изначально разработанных для детского и неонатального возраста [Neonatal Stabilization Score (NSS), Transport Risk Index of Physiologic Stability for Newborn Infants (TRIPS)], не учитывают, как правило, возрастную физиологию детского и младенческого возраста, а потому по определению не могут быть универсальными для всех возрастных категорий.

Цель – разработать шкалы «ШОТ» и «ШОТ-летальность», которые могли бы прогнозировать транспортабельность и летальность пострадавших в ЧС и тяжелобольных на этапах медицинской эвакуации, в том числе, санитарно-авиационной, и стационарного лечения.

Материал и методы

Проанализировали 217 клинических случаев медицинской эвакуации, которые были разделены на две группы: 1-я ($n = 68$), в которой применяли ЭКМО, и 2-я ($n = 149$), в которой использовали традиционные методы интенсивной терапии, сопряженные с дыхательной и/или циркуляторной недостаточностью у пострадавших в ЧС и тяжелобольных.

Влияние медицинской эвакуации на состояние пациентов оценивали до, непосредственно в ходе ее осуществления и далее через 72 ч от момента ее окончания как сопряженного периода. В исследовании у пострадавших в ЧС и тяжелобольных были проанализированы: возраст, пол, рост, масса тела, диагноз основной и осложнения, продолжительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ) до начала медицинской эвакуации, объемы применения гемотранфузионных компонентов, частота и продолжительность применения

заместительной почечной терапии, частота проведения сердечно-легочной реанимации (СЛР), фактор применения ЭКМО, а также вид транспорта при осуществлении медицинской эвакуации. В структуре общего количества выполненных медицинских эвакуаций санитарно-авиационные посредством самолета (именно этот вид транспорта сопряжен со значимым изменением барометрического давления в кабине в ходе транспортировки) составили 42 (19,4%).

Для формирования правильного прогноза рисков медицинской эвакуации, в том числе, в условиях ЭКМО и определения ее целесообразности, выбрали ряд статистических приемов: однофакторное прогнозирование, формирование рискованных классов развития и логистическое регрессионное моделирование целевых показателей «Исход – смерть», «Негативное влияние транспортировки на состояние пациента», «Необходимость увеличения жесткости параметров ИВЛ и/или ЭКМО, и/или увеличения доз миметиков, и/или других устройств вспомогательного кровообращения», которые, в свою очередь, оценивали как количественные целевые переменные (отклик). Влияние транспортировки на пациентов можно было видеть в эскалации ряда событий: от необходимости «жесткости» параметров проводимой терапии с отрицательной динамикой ряда физиологических и лабораторных показателей, несмотря на предпринимаемые изменения. Крайним проявлением негативного влияния транспортировки были случаи летального исхода в интервале времени от начала проведения медицинской эвакуации и последующих 72 ч от момента ее окончания. В исследовании под целевыми показателями «Негативное влияние транспортировки на состояние пациента» и «Необходимость увеличения жесткости параметров ИВЛ и/или ЭКМО, и/или увеличения доз миметиков, и/или других устройств вспомогательного кровообращения» анализировались целый ряд физиологических параметров:

- центральной нервной системы: уровень сознания по шкале Глазго (Glasgow Coma Scale, CS), балл;
- системной гемодинамики: систолического (АДсист.), диастолического (АДдиаст.) и среднего (САД) артериального давления, мм рт. ст.; частоты сердечных сокращений (ЧСС), уд/мин; сердечного выброса (СВ), л/мин;
- респираторной поддержки: фракции кислорода во вдыхаемой кислородно-воздушной смеси FiO_2 , %; положительного давления в кон-

це выдоха (Positive End Expiratory Pressure, PEEP), см вод. ст.; минутной вентиляции легких (Minute Ventilation, MV), мл/мин; дыхательного объема (Tidal Volume, Vt), мл;

– лабораторных значений газообмена: на-пряжения углекислого газа в артериальной крови (PaCO_2), напряжения кислорода в артериальной крови (PaO_2), напряжения углекислого газа в венозной крови (PvCO_2), напряжения кислорода в венозной крови (PvO_2), мм рт. ст.; сатурация артериальной крови (SaO_2), сатурация венозной крови (SvO_2), %; Horowitz Index ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$), ед.;

– кислотно-основного состояния (КОС): pH, ед., избыток оснований (Base Excess, BE), ммоль/л;

– клинические лабораторные: лактат, ммоль/л; креатинин, мкмоль/л; билирубин, мкмоль/л;

– параметров ЭКМО в 1-й группе пациентов: целевые обороты центрифужного насоса (Pump Rate), об/мин; поток крови (Q), мл/мин; газоток через оксигенатор (FiO_2), л/мин и %;

– необходимость применения адренергических медикаментов (Vasoactive Inotropic Score, VIS), балл;

– другие методы вспомогательного кровообращения: внутриаортальная баллонная контрапульсация (Intra Aortic Balloon Pump, IABP), аппарат механической компрессии грудной клетки для сердечно-легочной реанимации (LUCAS).

В общей сложности для этих целевых показателей: «Исход–смерть», «Негативное влияние транспортировки на состояние пациента», «Необходимость увеличения жесткости параметров ИВЛ и/или ЭКМО, и/или увеличения доз миметиков, и/или других устройств вспомогательного кровообращения» проанализировали 25 признаков, в дальнейшем с помощью статистических приемов отобрали наиболее значимые для возможности прогнозного моделирования и, в конечном итоге, создания новых шкал (формул) «ШОТ» и «ШОТ–летальность».

Одной из задач исследования стал поиск возможности быстрого прогнозирования вероятности негативного влияния транспортировки на состояние пациента в ходе предполагаемой медицинской эвакуации пострадавших в ЧС и тяжелобольных, в том числе, с применением ЭКМО. Регрессионное моделирование позволило определить структуру и степень влияния сразу нескольких факторов на количественные целевые переменные (отклик) и сформировать прогнозные значения на основе новых данных.

Для анализа структуры регрессионной модели применялись коэффициенты регрессии и бета-коэффициенты. Коэффициенты регрессии показывают на сколько единиц в среднем будет изменяться целевой показатель, если соответствующий коэффициент увеличится на 1 единицу своего масштаба, таким образом, коэффициенты регрессии служат для количественной интерпретации влияния факторов по отношению к отклику. Для сравнения степени влияния факторов между собой на целевую переменную используются специальные стандартизованные бета-коэффициенты. Кроме того, для оценки статистической значимости каждого фактора рассчитывается достоверность ошибки (p) на основе критерия Стьюдента. Статистическая значимость коэффициента представляла надежную интеграцию фактора в общую регрессионную модель.

Результаты и их анализ

При логистическом регрессионном моделировании и анализе рисков негативного влияния медицинской эвакуации на состояние пациента разработана модель «Негативное влияние транспортировки на состояние пациента». Были выделены наиболее значимые факторы ($p < 0,05$), оказывающие максимальное влияние на целевую переменную (отклик), имеющие при этом клиническую значимость:

x_1 – показатель $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 110$, если транспортировка самолетом, показатель умножается на коэффициент 0,75;

x_2 – возраст пациента ≥ 65 лет;

x_3 – показатель VIS ≥ 4 баллов;

x_4 – показатель $\text{PaCO}_2 \geq 55$ мм рт. ст.;

x_5 – показатель $\text{SvO}_2 \leq 60\%$;

x_6 – показатель ЧСС ≥ 127 уд/мин, если масса пациента меньше 10 кг, умножается на коэффициент 0,65;

x_7 – применение ЭКМО.

Если фактор x_1 – x_7 соответствовал условию уровня (точки) отсечения, значит фактор оценивался как 1, если не соответствовал – 0.

Статистически значимая логистическая регрессионная модель «ШОТ» имеет вид:

$$y = \exp(37 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 20 \cdot x_3 + 16 \cdot x_4 + 21 \cdot x_5 + 27 \cdot x_6 - 27 \cdot x_7) / 1 + \exp(37 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 20 \cdot x_3 + 16 \cdot x_4 + 21 \cdot x_5 + 27 \cdot x_6 - 27 \cdot x_7),$$

где y – оценка транспортабельности пациента;

x_1 – x_6 – факторы, оказывающие негативное влияние на транспортабельность пациента;

x_7 – фактор применения ЭКМО, оказывающий положительное влияние на транспортабельность пациента, посредством коррекции дыхательной и/или циркуляторной недостаточности.

Результаты переведены в 100-балльную систему оценки:

до 30 баллов – состояние пациента компенсированное, и он может быть эвакуирован;

от 30 до 70 баллов – субкомпенсированное, пациент может быть эвакуирован только в условиях продолжающейся интенсивной терапии;

при более 70 баллов – декомпенсированное, пациент не может быть эвакуирован до стабилизации состояния на уровень субкомпенсированного на фоне продолжающейся интенсивной терапии, включая применение ЭКМО, после чего повторно (как правило, через 1 ч) рассматривается возможность выполнения межгоспитальной медицинской эвакуации.

В ходе анализа для x_1 и x_6 были разработаны поправочные коэффициенты. Для x_1 применяется дополнительный коэффициент 0,75, т.е. PaO_2/FiO_2 надо умножить на 0,75, после чего сопоставить полученное значение с уровнем (точкой) отсечения фактора, если пациенту предстоит транспортировка самолетом, коррекция учитывает понижение барометрического давления в кабине воздушного судна относительно атмосферного давления до 570–620 мм рт. ст., что эквивалентно высоте 1524–2448 м над уровнем моря, данный коэффициент разработан на основе собственных наблюдений в ходе медицинской эвакуации и обзора научных исследований [6].

Для x_6 используется дополнительный коэффициент 0,65 [т.е. ЧСС надо умножить на 0,65, после чего сопоставить полученное значение с уровнем (точкой) отсечения фактора, см. выше], если масса тела пациента менее 10 кг (упрощенный вариант), можно также применять коэффициент относительно возраста пациента (0,5 – до 1 мес, 0,6 – до 1 года, 0,7–4 года, 0,8 – 8 лет, 0,9 – 12 лет, 1,0 – старше 12 лет соответственно), данные коэффициенты разработаны самостоятельно методом математического моделирования на основе знаний нормальной физиологии, а также обзора подобных коэффициентов по литературным данным [7, 8].

В дальнейшем был проведен сравнительный ROC-анализ специфичности, чувствительности и эффективности шкал. Причем в качестве точки отсечения для шкал, характеризующей сопоставимую тяжесть состояния пациента, были приняты, соответственно, следующие значения: «ШОТ» ≥ 56 баллов, «APACHE-IV» ≥ 70 , «ШОВС 0–12» ≥ 9 .

По результатам ROC-анализа (0,83; $p = 0,001$) шкала «ШОТ» показала более высокую чувствительность (82%), специфичность (69,2%)

и эффективность (75,6%) для оценки транспортабельности пострадавшего в ЧС и тяжелобольного в сравнении с известными шкалами «APACHE-IV» (45,8, 85,5 и 65,6 % соответственно) и «ШОВС 0–12» (45,9, 79,0 и 62,4 % соответственно). Перечисленные шкалы обладают более высокими значениями этих же параметров в сравнении с другими: «SOFA», «SAVE», «RESP», которые применяли на начальном этапе исследования для сравнительной оценки тяжести и потенциального негативного влияния транспортировки.

Полагаем, что шкала «ШОТ» имеет более высокую рекомендацию для описания состояния пострадавшего в ЧС и тяжелобольного всех возрастных категорий и принятия решения о тактике предстоящей медицинской эвакуации, в том числе, с использованием ЭКМО и в условиях санитарно-авиационной транспортировки с применением самолета.

Следующей задачей исследования стало, с помощью прогнозного моделирования, определение влияния наиболее значимых ключевых факторов на «Исход–смерть». На основе исходных данных, используемых в исследовании, были выбраны наиболее значимые факторы с характерной точкой отсечения показателя, которая определялась по статистической достоверности ($p < 0,05$). Общее количество этих факторов, влияющих на «Исход–смерть», которые в конечном итоге вошли в шкалу «ШОТ–летальность», было ограничено минимально достаточным с точки зрения улучшения характеристик специфичности, чувствительности и эффективности данной формулы посредством ROC-анализа в сравнении с известными (традиционными) инструментами «APACHE-IV Mortality Rate» и «SOFA Mortality Rate». Причем в качестве точки отсечения для шкал, характеризующей сопоставимую вероятность летального исхода по оценке исходного состояния тяжести до начала транспортировки, были приняты следующие значения: «ШОТ–летальность» – ≥ 37 баллов, «SOFA Mortality Rate» – $\geq 50\%$, «APACHE-IV Mortality Rate» – $\geq 30\%$.

Из наиболее значимых факторов была сформирована математическая модель, которая предсказывает результат исхода ключевого показателя «Исход–смерть»:

- x_1 – показатель лактата ≥ 8 ммоль/л;
- x_2 – показатель $SvO_2 \leq 50\%$;
- x_3 – показатель креатинина ≥ 300 мкмоль/л;
- x_4 – возраст ≥ 65 лет;
- x_5 – показатель $PaO_2/FiO_2 \leq 110$;
- x_6 – продолжительность ИВЛ ≥ 7 сут;
- x_7 – показатель билирубина ≥ 102 мкмоль/л;

Сопоставление балльного интервала шкалы «ШОТ–летальность» с фактической летальностью общей выборки пациентов (n = 217)

«ШОТ–летальность», балл	0–20 (n = 41)	20–40 (n = 105)	40–60 (n = 36)	60–80 (n = 26)	80 и более (n = 5)
Фактическая летальность, %	9,8 (n = 4)	29,5 (n = 31)	66,7 (n = 24)	84,6 (n = 22)	100 (n = 5)

x_8 – проведение СЛР;

x_9 – показатель $\text{PaCO}_2 \geq 70$ мм рт. ст.;

x_{10} – показатель $\text{VIS} \geq 4$ баллов.

Далее по аналогии с формулой «ШОТ» для «ШОТ–летальность» была рассчитана логистическая регрессионная модель, которая с помощью коэффициентов, отражающих степень значимости влияния фактора на «Исход–смерть», была трансформирована в 100-балльную шкалу.

Статистически значимая логистическая регрессионная модель «ШОТ–летальность» имеет вид:

$$y = \exp(29 \cdot x_1 + 16 \cdot x_2 + 11 \cdot x_3 + 10 \cdot x_4 + 9 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 + 7 \cdot x_7 + 6 \cdot x_8 + 4 \cdot x_9 + 1 \cdot x_{10}) / 1 + \exp(29 \cdot x_1 + 16 \cdot x_2 + 11 \cdot x_3 + 10 \cdot x_4 + 9 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 + 7 \cdot x_7 + 6 \cdot x_8 + 4 \cdot x_9 + 1 \cdot x_{10}),$$

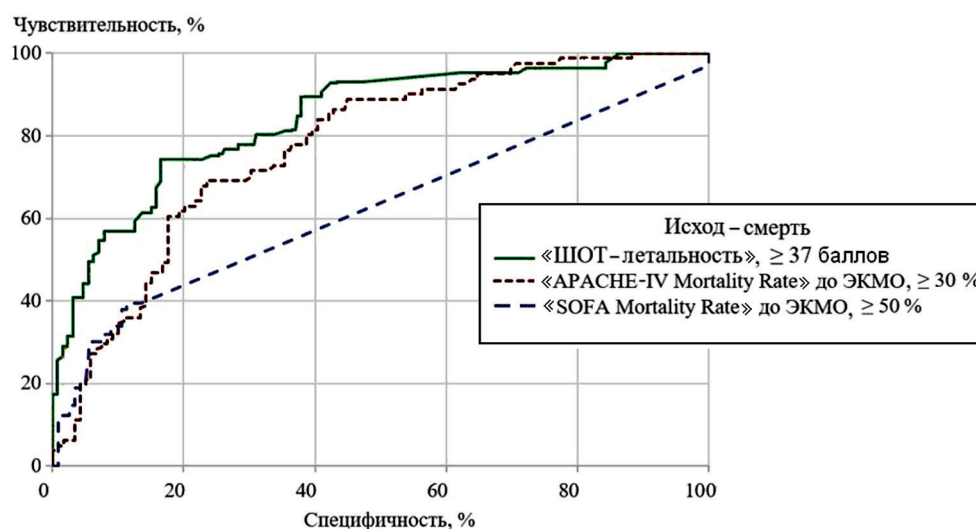
где y – вероятность исхода – смерть;

$x_1 - x_{10}$ – факторы, влияющие на летальный исход пациента.

Максимальное значение шкалы «ШОТ–летальность» – 100 баллов, интуитивно это сделано для аналогии оценки вероятности летального исхода в процентах, как это принято в традиционных шкалах «SOFA Mortality Rate» и «APACHE-IV Mortality Rate». В таблице приведены соотношения летальности в баллах, оцененной с помощью шкалы «ШОТ–летальность» и полученной статистическим анализом общей выборки пациентов с исходно разными категориями по тяжести состояния.

Можно сделать вывод, что пациенты, набравшие до 40 баллов, имеют риск летального исхода менее 30 %, в то время как пациенты, набравшие более 60 баллов, – более 85 %. Пациенты, набравшие более 80 баллов, имеют риск летального исхода, приближенного к 100 %, тем не менее, общее количество в выборке этой категории пациентов относительно невелико (5 человек), что возможно требует увеличения общей выборки клинических случаев для лучшей статистической достоверности прогноза по шкале «ШОТ–летальность» у пациентов, набравших более 80 баллов (см. таблицу). Интерпретируя показатели пациентов, набравших более 80 баллов по шкале «ШОТ–летальность», следует воздержаться от принятия решения о целесообразности выполнения межгоспитальной медицинской эвакуации, продолжив лечение на месте имеющимися силами и средствами.

На рисунке представлена визуальная демонстрация характеристик ROC-анализа для трех шкал вероятности прогноза летального исхода, которые применялись на начальном этапе исследования. На основании имеющихся данных и выполненного ROC-анализа, оказалось, что новая шкала «ШОТ–летальность» обладает лучшей чувствительностью (74,4 %) и точностью прогноза (79 %) по сравнению с традиционными шкалами «APACHE-IV Mortality Rate» (68,8 и 72,6 % соответственно) и «SOFA Mortality Rate» (38,8 и 62,6 % соот-



ROC-кривые «ШОТ–летальность», «SOFA Mortality Rate» и «APACHE-IV Mortality Rate» для показателя исход–смерть.

ветственно и имеет высокую специфичность (83,5 %) прогноза вероятности летального исхода ($p < 0,001$) для пострадавших в ЧС и тяжелобольных для принятия решения о целесообразности выполнения медицинской эвакуации.

Заключение

В ходе исследования разработаны новые шкалы оценки транспортабельности «ШОТ» и вероятности летального исхода «ШОТ-ле-

тальность», которые обладают лучшей чувствительностью, специфичностью и эффективностью, чем традиционные шкалы, и могут быть рекомендованы для практического применения и оценки транспортабельности и летальности пострадавших в чрезвычайных ситуациях и тяжелобольных всех возрастных групп при принятии решения о возможности их медицинской эвакуации, в том числе, с применением ЭКМО и в условиях санитарно-авиационной эвакуации самолетом.

Литература

1. Чернов Д.А., Камбалов М.Н. Современная система оказания медицинской помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях : учеб.-метод. пособие. Гомель : ГомГМУ, 2018. 84 с.
2. Баранова Н.Н., Гончаров С.Ф. Современное состояние проблемы организации и проведения медицинской эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях // Медицина катастроф. 2020. № 4(112). С. 57–65. DOI: 10.33266/2070-1004-2020-4-57-65.
3. Агаджанян В.В., Шаталин А.В., Кравцов С.А. [и др.]. Основные аспекты межгоспитальной транспортировки пациентов с политравмой, находящихся в критическом состоянии // Общ. реаниматология. 2006. Т. 2, № 5-6, С. 35–39.
4. Полюшкин К.С., Шевченко А.В. Оптимизация хирургической тактики пострадавшим с политравмой в условиях Краснодарского края // Травма 2017: мультидисциплинарный подход: сб. тез. междунар. конф. Воронеж : Науч. кн., 2017. С. 306–307.
5. Yazdani M., Mojtahedi M., Loosemore M. [et al.]. Hospital evacuation modelling: A critical literature review on current knowledge and research gaps // Intern. J. Disaster Risk Reduction. 2021. Vol. 66, N 3. Art. 102627. DOI: 10.1016/j.ijdr.2021.102627.
6. Pérez-Padilla R., Hernández-Cárdenas C.M., Lugo-Goytia G. Classifying acute respiratory distress syndrome severity: correcting the arterial oxygen partial pressure to fractional inspired oxygen at altitude // Rev. Invest. Clin. 2016. Vol. 68, N 4. P. 169–170.
7. Acker S.N., Ross J.T., Partrick D.A. [et al.]. Pediatric specific shock index accurately identifies severely injured children // J. Pediatr. Surg. 2015. Vol. 50, N 2. P. 331–334. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2014.08.009.
8. Nordin A., Shi J., Wheeler K., Xiang H., Kenney B. Age-adjusted shock index: From injury to arrival // J. Pediatr. Surg. 2019. May. Vol. 54, N 5. P. 984–988. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2019.01.049.

Поступила 01.02.2023 г.

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

Участие авторов: Д.А. Шелухин, А.И. Павлов – концепция исследования, сбор первичных данных, обзор литературных данных, подготовка предварительного и окончательного вариантов статьи, формирование списка литературы, перевод, транслитерация списка литературы, подготовка иллюстраций; С.С. Алексанин, В.Ю. Рыбников – редактирование статьи.

Для цитирования. Шелухин Д.А., Алексанин С.С., Рыбников В.Ю., Павлов А.И. Шкала оценки транспортабельности и вероятности летального исхода тяжелобольных и пострадавших в чрезвычайных ситуациях // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 78–86. DOI 10.25016/2541-7487-2023-0-1-78-86

Transportability Assessment Scale (TAS) and transportation associated mortality (TAS–mortality) critical patients and patients with emergency-related injuries

Shelukhin D.A., Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu., Pavlov A.I.

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

✉ Daniil Alexandrovich Shelukhin – PhD Med. Sci., Chief of the department of anesthesiology and Intensive Care Unit, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2510-002X>, e-mail: shelldan@mail.ru;

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), ORCID: 000-0001-6998-166, e-mail: medicine@nrcerm.ru;

Viktor Jur'evich Rybnikov – Dr. Med. Sci., Dr. Psychol. Sci. Prof., Deputy Director (Science and Education, Emergency Medicine), 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;

Andrey Ivanovich Pavlov – Chief of the department of Emergency Medical Service, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), e-mail: pavlov_md@mail.ru

Abstract

Relevance. The existing traditional tools (scales) to assess severity of the patient's condition and death probability do not take into account a set of crucial parameters for the upcoming medical evacuation.

The objective is to develop the Transportability Assessment Scale (TAS) and transportability-associated mortality (TAS-mortality) tool to evaluate critical patients and patients injured in emergency situations (ES) of all age groups at different stages of medical evacuation using all types of transportation, followed by inpatient treatment.

Methods. In total, we analyzed N=217 clinical cases of medical evacuation using different types of transportation in combination with either traditional intensive care (n=149, control group) or ECMO (n=68, trial group) due to refractory respiratory and/or circulatory insufficiency in all age groups. Once the patients embarked on medical evacuation, they were immediately split in groups to assess their condition while transportation and within the next 72 hours (associated period). A new scale (formula) to assess patient's transportability and probability of mortality, including in the ECMO setting, was formulated based on the following statistical techniques: one-factor forecasting, risk classes of disorder development and logistic regression modeling applied to such target indicators as "death", "transportation negative impact on patient's condition" and other factors. Most significant factors were further embedded in the new transportability and probability of death assessment scale (formula).

Results and discussion. The Transportability Assessment Scale (TAS) was developed using logistic regression model measuring the impact of transportation on the patient's condition: $y = \exp(37 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 20 \cdot x_3 + 16 \cdot x_4 + 21 \cdot x_5 + 27 \cdot x_6 - 27 \cdot x_7) / 1 + \exp(37 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 20 \cdot x_3 + 16 \cdot x_4 + 21 \cdot x_5 + 27 \cdot x_6 - 27 \cdot x_7)$, where: y – transportability assessment of patient; x_1 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 110$); x_2 (Age ≥ 65 years); x_3 (VIS ≥ 4 points); x_4 ($\text{PaCO}_2 \geq 55$ mm Hg); x_5 ($\text{SvO}_2 \leq 60\%$); x_6 (HR ≥ 127 beats per minute); x_7 (ECMO application). Depending on the evacuation conditions, correction factors were as follows: x_1 – 0.75 if the patient is to be transported by plane, x_6 – 0.65 if the patient's body weight is less than 10 kg. The results were translated into a 100-point scoring system: patients scoring up to 30 points were available for evacuation; 30 to 70 indicated evacuation to be performed in ongoing intensive care setting; over 70 indicated impossibility of evacuation until the patient is stabilized and subcompensated. We also developed the new TAS-mortality 100-point scale: $y = \exp(29 \cdot x_1 + 16 \cdot x_2 + 11 \cdot x_3 + 10 \cdot x_4 + 9 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 + 7 \cdot x_7 + 6 \cdot x_8 + 4 \cdot x_9 + 1 \cdot x_{10}) / 1 + \exp(29 \cdot x_1 + 16 \cdot x_2 + 11 \cdot x_3 + 10 \cdot x_4 + 9 \cdot x_5 + 7 \cdot x_6 + 7 \cdot x_7 + 6 \cdot x_8 + 4 \cdot x_9 + 1 \cdot x_{10})$, where: y – probability of outcome – death; x_1 (lactate ≥ 8 mmol/L), x_2 (age ≥ 65 лет), x_3 (creatinine ≥ 300 $\mu\text{mol/L}$), x_4 (duration of mechanical ventilation ≥ 7 days), x_5 (bilirubin ≥ 102 $\mu\text{mol/L}$), x_6 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 110$), x_7 (CPR), x_8 (VIS ≥ 4 points), x_9 ($\text{PaCO}_2 \geq 70$ mm Hg), x_{10} ($\text{SvO}_2 \leq 50\%$). TAS-mortality scale complemented by the ROC analysis program (AuROC = 0.83; $p < 0.001$), showed higher sensitivity, specificity and efficacy in comparison with traditional scales APACHE-IV & Mortality Rate, SOFA & Mortality Rate, Scale of Assessment of Vital System (ShOVS).

Conclusion. The proposed Transportability Assessment Scale (TAS) and transportation associated mortality (TAS-Mortality) scale have better sensitivity, efficiency and ROC-curve than traditional scales, and therefore could be actively recommended to describe the state of emergency victims or critical patients of all age categories, as well as to make decisions regarding medical evacuation, including ECMO and medical jets.

Keywords: emergency medicine, medical evacuation, assessment scale, transportability, ECMO.

References

- Chernov D.A., Kambalov M.N. Sovremennaya sistema okazaniya meditsinskoi pomoshchi postradavshim v chrezvychaynykh situatsiyakh [Modern system of providing medical care to victims in emergency situations]. Gornel'. 2018. 84 p. (In Russ.)
- Baranova N.N., Goncharov S.F. Sovremennoe sostoyaniye problemy organizatsii i provedeniya meditsinskoi evakuatsii postradavshikh v chrezvychaynykh situatsiyakh [Current state of the problem of organizing and conducting medical evacuation of victims in emergencies]. *Meditsina katastrof* [Disaster medicine]. 2020; (4): 57–65. DOI: 10.33266/2070-1004-2020-4-57-65. (In Russ.)
- Agadzhanian V.V., Shatalin A.V., Kravtsov S.A. [et al.]. Osnovnye aspekty mezhgospital'noi transportirovki patsientov s politravmoi, nakhodyashchikhsya v kriticheskom sostoyanii [Basic aspects of interhospital transportation of critically ill patients with polytrauma]. *Obshchaya reanimatologiya* [General reanimatology]. 2006; 2(5-6):35–39. (In Russ.)
- Polyushkin K.S., Shevchenko A.V. Optimizatsiya khirurgicheskoi taktiki postradavshim s politravmoi v usloviyakh Krasnodarskogo kraia [Optimization of surgical tactics for patients with polytrauma in the conditions of the Krasnodar Territory]. *Travma 2017: mul'tidistsiplinarnyi podkhod* [Trauma 2017: a multidisciplinary approach]: Scientific. Conf. Proceedings. Voronezh. 2017; 306–307. (In Russ.)
- Yazdani M., Mojtahedi M., Loosmore M. [et al.]. Hospital evacuation modelling: A critical literature review on current knowledge and research gaps. *Intern. J. Disaster Risk Reduction*. 2021; 66(3):102627. DOI: 10.1016/j.ijdr.2021.102627.
- Pérez-Padilla R., Hernández-Cárdenas C.M., Lugo-Goytia G. Classifying acute respiratory distress syndrome severity: correcting the arterial oxygen partial pressure to fractional inspired oxygen at altitude. *Rev. Invest. Clin*. 2016; 68(4):169–170.

7. Acker S.N., Ross J.T., Partrick D.A. [et al.]. Pediatric specific shock index accurately identifies severely injured children. *J. Pediatr. Surg.* 2015; 50(2):331–334. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2014.08.009.

8. Nordin A., Shi J., Wheeler K., Xiang H., Kenney B. Age-adjusted shock index: From injury to arrival. *J. Pediatr. Surg.* 2019; 54(5):984–988. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2019.01.049.

Received 01.02.2023

For citing: Shelukhin D.A., Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu., Pavlov A.I. Shkala otsenki transportabel'nosti (ShOT) i veroyatnosti letal'nogo iskhoda (ShOT-letal'nost') tyazhelobol'nyh i postradavshih v chrezvychajnyh situatsiyah. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh.* 2023; (1):78–86. **(In Russ.)**

Shelukhin D.A., Aleksanin S.S., Rybnikov V.Yu., Pavlov A.I. Transportability Assessment Scale (TAS) and transportation associated mortality (TAS–mortality) critical patients and patients with emergency-related injuries. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations.* 2023; (1):78–86. DOI 10.25016/2541-7487-2023-0-1-78-86

В.В. Глебов¹, В.В. Шевцов², Д.Н. Ефремова³

ВООРУЖЕННЫЕ НАПАДЕНИЯ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ: СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

¹ Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (Россия, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65);

² Российский университет дружбы народов (Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6);

³ Российский государственный гуманитарный университет (Россия, Москва, Миусская пл., д. 6)

Введение. История вооруженных нападений на учебные заведения берет свое начало из США, однако, за последние десятилетия данное социальное явление распространяется в другие страны, в том числе, и в Россию. Массовые трагедии в обществе, которые связаны с гибелью подрастающего поколения, вызывают большую тревогу у всех слоев населения и требуют проведения комплексных мероприятий по профилактике и их предотвращению.

Цель – выявление комплекса факторов социальной среды, в которой формируется личность «школьного стрелка», и поиск различных подходов по профилактике и предотвращению школьных нападений на учебные заведения разного уровня (детские сады, школы, вузы).

Методология. Объектом нашего исследования стала проблема вооруженных нападений на учебные заведения, представленная в научных публикациях (статьи, тезисы и монографии) на русском и английском языке. Для поиска публикаций использовали реферативно-библиографические базы данных: Российский индекс научного цитирования, Google Scholar, Web of Knowledge, Mendeley, ResearchGate, Scopus, Academia.edu. В ходе информационного поиска найдено 127 тыс. публикаций, содержащих данные по конкретным случаям вооруженных нападений, а также рассматривавших комплекс социально-психологических и информационно-культурных факторов, которые способствовали вооруженным нападениям на учебные заведения и массовым расстрелам людей.

Результаты и их анализ. Проведенный анализ данных по вооруженным нападениям на учебные заведения дает понимание комплексности данного феномена и выделение его в особый вид преступлений. Выявлено, что в США ежегодно случаются массовые расстрелы школьников и студентов, которые связаны со свободным оборотом огнестрельного оружия и его культом. За период с 1974 по 1991 г. в США произошли более 50 крупных вооруженных нападений, где погибли больше сотни людей. В Китае эта проблема также имеет острый характер и связана с быстрыми и глубокими социальными изменениями в стране (реформы, гендерный дисбаланс и демографическая политика). Основным оружием нападения в Китае было холодное (ножи, молотки), от которого погибли не меньше 100 детей. В Европе проблема школьных стрелков, в целом, не критична, единичные случаи отмечены в ряде стран (Германия, Дания и Финляндия). В России отмечается рост вооруженных нападений с применением огнестрельного и холодного оружия. Такие инциденты происходили ежегодно (от 1–4 насильственных актов) и были связаны со снижением жизненного уровня россиян, ростом агрессии и нарастанием социально-психологической дезадаптации населения. Для решения этой проблемы необходим комплексный подход, который условно можно разделить на технический и социальный аспект. С технической стороны он связан с неудовлетворительным использованием на территории школы (предшкольных, школьных и внутришкольных) видеонаблюдательных систем, заградительных барьеров, проведением тотальных досмотров. Однако в профилактических мерах необходим более эффективный социальный аспект, который выражается в расширении и углублении социально-коммуникативных связей «ученик – администрация / учителя школы – родители», которые снизят влияние многих асоциальных факторов и агрессивных актов насилия в школьной среде.

Заключение. Комплексный анализ российской и зарубежной литературы по проблеме вооруженных нападений на учебные заведения позволяет предположить, что данный феномен является самостоятельным психосоциальным явлением. Используемый системный подход при изучении этого феномена позволил создать гипотетический портрет «школьных стрелков» и формирующий комплекс социальных и личностно-типологических индикаторов личности «стрелка» (социальная изоляция; отсутствие у лич-

✉ Глебов Виктор Васильевич – канд. психол. наук, ст. науч. сотр., Ин-т пробл. управления им. В.А. Трапезникова РАН (Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65), ORCID: 0000-0002-3390-161X, e-mail: vg44@mail.ru;

Шевцов Василий Викторович – канд. техн. наук, директор Департамента информ. технологий, зав. каф. информ. технологий в непрерывном образовании, Рос. ун-т дружбы народов (Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6), ORCID: 0000-0001-7685-3630, e-mail: shevtsov_vv@pfur.ru;

Ефремова Диляра Набиулловна – канд. психол. наук доц., каф. нейро- и патопсихологии, Рос. гос. гуманит. ун-т (Россия, 125047, Москва, Миусская пл., д. 6), ORCID: 0000-0002-0494-2674, e-mail: dileff@mail.ru

ности способности справляться с жизненными трудностями: провалы в учебе, конфликты в учебных заведениях и семье; слабая интегрированность в систему социальных связей как в школе, так и вне ее; снижение самооценки и проблемы идентичности, в частности гендерной).

Ключевые слова: агрессия, вооруженные нападения, охранные системы, образовательные организации разного уровня, массовые расстрелы, социальная изоляция, идентичность, депрессия, эмоциональная нестабильность.

Введение

История насильственных актов в учебных заведениях разного уровня часто связана с трагической гибелью учащихся, административно-преподавательского состава, служб охраны и, безусловно, имеет широкий общественный резонанс. Пристальное внимание в таких трагедиях связано, несомненно, с массовыми убийствами детей и подростков, где применяется холодное и огнестрельное оружие [4, 5]. К сожалению, таких случаев много, и они широко известны по новостным сообщениям, которые все чаще появляются как за рубежом, так и у нас в стране. Только за период 2000–2022 гг. в разных странах произошли, по различным оценкам, от 17 до 337 случаев и более вооруженных нападений на учебные учреждения [3, 11, 21].

Необходимо отметить, что до настоящего времени не существует четкого и официального определения «вооруженное нападение на учебное учреждение». В настоящее время существует общее понятие этого феномена: «Вооруженное нападение на учебное учреждение («скулшутинг») – это вооруженное нападение учащегося или стороннего человека на школьников внутри учебного заведения» [5].

Большинство из них были совершены в США, в меньшей степени они происходили в странах Европы и Азии. Вместе с тем, начиная с 2014 г., в России отмечается неуклонный рост вооруженных нападений на школы и вузы [2, 3, 8].

В мировом сообществе обсуждаются разные подходы по предупреждению таких трагических случаев, однако, до сих пор не выработана единая позиция профилактических и действенных мер по предупреждению этого социального явления. Многие факты вооруженных нападений на учебные учреждения противоречивы или носят дискретный характер.

Цель – провести анализ случаев вооруженных нападений в некоторых странах мира и выявить значимые факторы социальной среды, в которой формируется личность «школьного стрелка», а также найти различные подходы профилактических мер по предотвращению школьных нападений на учебные заведения разного уровня (детские сады, школы, вузы).

Материал и методы

В ходе проведения исследования использовали интегративный подход, который дает возможность объединить разные научные методы (контент-анализ, статистический анализ информационных материалов, изучение социальных и психологических особенностей молодежной культуры, стереотипы и т.д.) в оценке опасности и угроз вооруженных нападений на учебные заведения, а также комплекс профилактических мер по предотвращению массовых убийств детей и подростков. Нами обобщались выводы из научных публикаций по представленному феномену.

Использовали реферативно-библиографические базы данных: Российский индекс научного цитирования, Google Scholar, Web of Knowledge, Mendeley, ResearchGate, Scopus, Academia.edu. Поиск осуществляли по таким терминам, как агрессия, вооруженное нападение, school shootings, rampage shootings, school violence, mass murderers и др. Поиск позволил найти более 127 тыс. откликов на публикации. Изучали научные издания, которые были связаны с теми или иными вооруженными нападениями на учебные и дошкольные образовательные учреждения за рубежом и в России. Большое внимание уделяли мета-анализу российских и иностранных исследований, которые имели прямое отношение к вооруженным нападениям на учебные заведения.

Результаты и их анализ

США. В нашем исследовании США взяты не случайно. Эта страна является лидирующей в списке вооруженных нападений на образовательные учреждения. История таких нападений начинается еще с XVIII в.: 26.06.1764 г. было совершено нападение индейцев на школу, в результате которого учитель и 9 учеников были убиты и скальпированы индейцами [27].

В США вооруженные нападения на учебные организации по-прежнему очень актуальны и драматичны, что подтверждает случай расстрела людей на территории вуза, который произошел 01.08.1966 г. в г. Остин (штат Техас), где Чарльз Джозеф Уитмен (рис. 1) на территории Техасского университета (со смотровой



Рис. 1. Ч.Д. Уитмен и его арсенал оружия [https://stoneforest.ru/wp-content/uploads/2018/06/2.jpg].

площадке башни) устроил стрельбу по людям. В тот день Чарльз убил 11 человек и ранил 31, прежде чем он был застрелен полицией. Как выяснилось позже, прежде чем выехать в студенческий кампус, он заколол свою мать и жену. Также он застрелил несколько человек во время подъема на башню. В общей сложности им было убито 16 человек [28, 29].

В своей предсмертной записке Уитмен написал: «Я жестоко убил своих близких ... Если страховка еще действительна, оплатите мои долги ... анонимно пожертвуйте остальное в фонд психического здоровья... Возможно, исследование поможет предотвратить дальнейшие трагедии такого типа» [28].

По статистическим данным за период с 1974 по 2000 г., в США имели место 41 вооруженное нападение на образовательные учреждения, причем 30 из них были совершены одиночками [12, 14, 15, 23]. По последним данным (с 2014 по 2021 г.), в США было зафиксировано 11 вооруженных нападений

в школах с 46 погибшими. По сообщениям американского медиахолдинга CBS (Columbia Broadcasting System Corporation), в США в 2021 г. на территории школ страны произведено больше выстрелов, чем когда-либо в истории, и зафиксировано 139 инцидентов, в результате которых погибли 28 человек и были ранены еще 80. Общий итог школьных расстрелов в США насчитывает больше сотни людей [14, 29]. Наиболее известный трагический случай, который упоминается в большинстве статей, – «Колумбийский расстрел» – произошел в США в 1999 г. Тогда два ученика в своей школе открыли огонь по школьникам и преподавателям, в результате чего 30 человек были убиты и более 20 – ранены [20, 21]. На рис. 2 приведены данные по динамике вооруженных нападений на учебные заведения, количество жертв и территории США, где произошли эти трагедии.

Важно отметить, что в США достаточно серьезно относятся к проблеме вооруженных на-

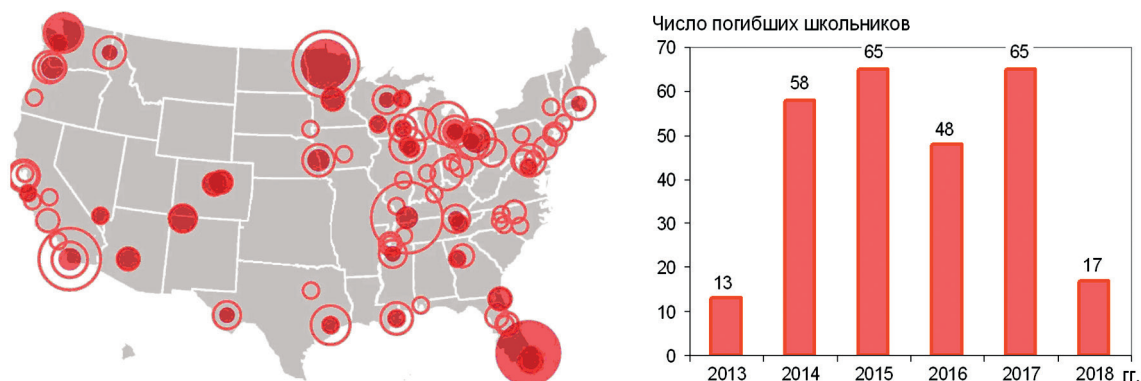


Рис. 2. Территории в США, где были совершены вооруженные нападения в школах, и динамика числа погибших школьников.

падений на учебные заведения. Так, по данной проблеме в стране реализуют исследовательские проекты, публикуют статьи и проводят конференции. Изучения этой проблематики проводят под руководством различных организаций и служб (Министерство образования, Министерство юстиции, Агентство Национальной безопасности, Национальная ассоциация школьных психологов, ФБР, Национальный центр школьной безопасности и др.) [17–21].

Один из самых крупных исследовательских проектов в США по теме вооруженных нападения на школы был осуществлен в 2002 г. секретной службой, Министерством юстиции при сотрудничестве с Министерством образования. Это исследование получило название «Безопасные школы / здоровые учащиеся» [28, 29]. Из данного большого исследования сделан вывод, что в США проблема вооруженных нападения в учебных заведениях продолжает оставаться острой:

- во-первых, одну из основных причин многие американцы связывают со свободным оборотом огнестрельного оружия. Это, в свою очередь, создает в стране и особенно в детско-подростковой среде культ оружия и распространенный стереотип: «Оружие может решать любые проблемы», который раскручивает динамику роста вооруженных нападения на школы и вузы США [15];

- во-вторых, в докладе уделяется особое внимание влиянию насилия в медиа и компьютерных играх, формирующих деструктивные установки в молодежной среде, и на возможность применения оружия в повседневной жизни. Это подтверждает тезис, что постоянное муссирование в новостных лентах актов вооруженных нападения на банки и гангстерские войны в больших городах героизируют эту тему в США. О них говорит вся страна, и среди молодежи существует желание подражать таким «героям», которые совершили известные преступления. Однако проблема моделирования поведения в молодежной среде в США является дискуссионной, но многие исследования и высказывания ученых говорят о несомненной зависимости между публикациями в средствах массовой информации и разными формами деструктивного, насильственного поведения подростков и молодежи (суициды, уличные погромы, вооруженные грабежи и др.) [1, 3, 24, 28].

Европа. В Европе также этой проблеме уделяют много внимания. Этому подтверждению случай, который произошел в Орхусском университете (Дания), где 05.04.1994 г.

35-летний Флемминг Нильсен из Силькеборга застрелил 4 студенток. Он открыл огонь из обрез в университетском кафетерии, где убил свою первую жертву – 24-летнюю Биргит Бон Вольфсен [11].

В Финляндии также были несколько вооруженных нападения на учебные заведения в период 2007–2008 гг., повлекшие смерть 20 человек. Имеющиеся случаи некоторые ученые видят через призму «национального феномена, складывающегося из психологических факторов и микросреды, который существует независимо от положительной в целом социально-экономической обстановки в стране» [23].

В Германии также были случаи вооруженных нападения (гимназия Гутенберг в Эрфурте, 2002 г.; училище Альбертвиль-Реальшуле в Виннендене, 2009 г.) [11, 25, 26].

Анализ вооруженных нападения в европейских странах показывает, что массовые расстрелы в средней и высшей школах – явления нечастое. Они зафиксированы только в Дании, Финляндии и Германии. Во всех случаях вооруженных атак на учебные заведения в этих странах преступники использовали разные виды огнестрельного оружия и самодельные взрывчатые изделия. По продолжительности времени они были недолгими (около 2 ч) и совершались в дневное время. Каждый четвертый преступник заканчивал жизнь самоубийством [25, 26]. Нападавшие на школу в основном были учениками этих школ или отчисленные по разным причинам (неявка на занятия, драки или неуспеваемость). Большая часть (89 %) этих нападавших подвергались школьному насилию.

Китай. Серии некоординированных многочисленных нападения с применением молотков и тесаков отмечены в Китайской Народной Республике с начала марта 2010 г. В результате таких вооруженных нападения по меньшей мере 90 человек погибли и около 473 – получили ранения. Поскольку большинство случаев вооруженных нападения не имели известных мотивов, аналитики объясняют эту связь с проблемами психического здоровья нападавших и происходящими быстрыми социальными изменениями в стране [21].

После таких вооруженных нападения многие родители в стране были обеспокоены безопасностью своих детей в школах. Со стороны родителей и руководителей школ к местным властям были направлены ходатайства по усилению меры безопасности. Министерство образования Китая создало Чрезвычайную комиссию для борьбы с вооруженными нападениями.

дениями на учебные заведения, а некоторые местные власти раздали охранникам в школах такие инструменты, как стальные вилы и перцовые баллончики. Однако не все школы смогли усилить меры безопасности из-за нехватки средств для найма дополнительной охраны.

Таким образом, проблема вооруженных нападений на учебные учреждения в Китае имеет комплексный характер:

- во-первых, из-за глубоких и достаточно быстрых социальных изменений в стране за последние 10 лет (связаны с приватизацией и снижением социального обеспечения) в период реформ в Китае многие нападавшие испытывали дистресс, что и могло способствовать проявлению асоциальных актов [26]. Отмечается, что в тот период большие потоки рабочих-мигрантов из сельской местности переезжали в города в поисках работы, но из-за отсутствия социальной поддержки (социальное обеспечение, медицинская страховка, временное жилье и т.д.) и финансового кризиса в стране (2007–2010 гг.) значительная часть из них потеряли работу и вынуждены были вернуться в свои деревни. Большинство вооруженных нападений на учебные заведения, как полагают исследователи, обуславливал социальный протест;

- во-вторых, в Китае наблюдаются проблемы в социально-демографической сфере: большой гендерный дисбаланс (в стране мужчин больше, чем женщин) и давняя политика «одна семья, один ребенок». В КНР много одиноких мужчин из-за бесперспективности рынка брачных знакомств;

- в-третьих, к сожалению, многие вооруженные нападения на учебные заведения в стране скрывают из-за боязни массовой паники и возможного подражания таким преступлениям, что не дает возможности их анализа и разработки действенных мер по предупреждению.

Россия. В России проблема вооруженных нападений на учебные заведения до недавнего времени была редкостью. Однако, начиная с 2014 г., можно было наблюдать увеличение числа таких вооруженных нападений на школы (рис. 3) [5, 6]. По данным некоторых исследователей, отмечается следующая тенденция: начиная с 2014 г. (первый случай расстрела школьников в школе) и по состоянию на 2022 г., в России было совершено около 11 крупных вооруженных нападений, которые квалифицируются как «вооруженное нападение на учебное учреждение» [3]. Общая тенденция роста вооруженных нападений связывается с агрессией и процессами дезадаптации в детско-подростковой среде [1, 7].

Анализ статистических данных по вооруженным нападениям на учебные заведения в России позволяет сделать вывод о том, что данная проблема в нашей стране отличается от европейских стран, в которых такие случаи носили разовый характер (например, в Финляндии или Германии). Проведенное исследование из разных источников (вузовские, библиографические системы, научные сети, новостные средства массовой информации и т.д.) показывает, что, начиная с 2014 г., шло нарастание различного рода вооруженных

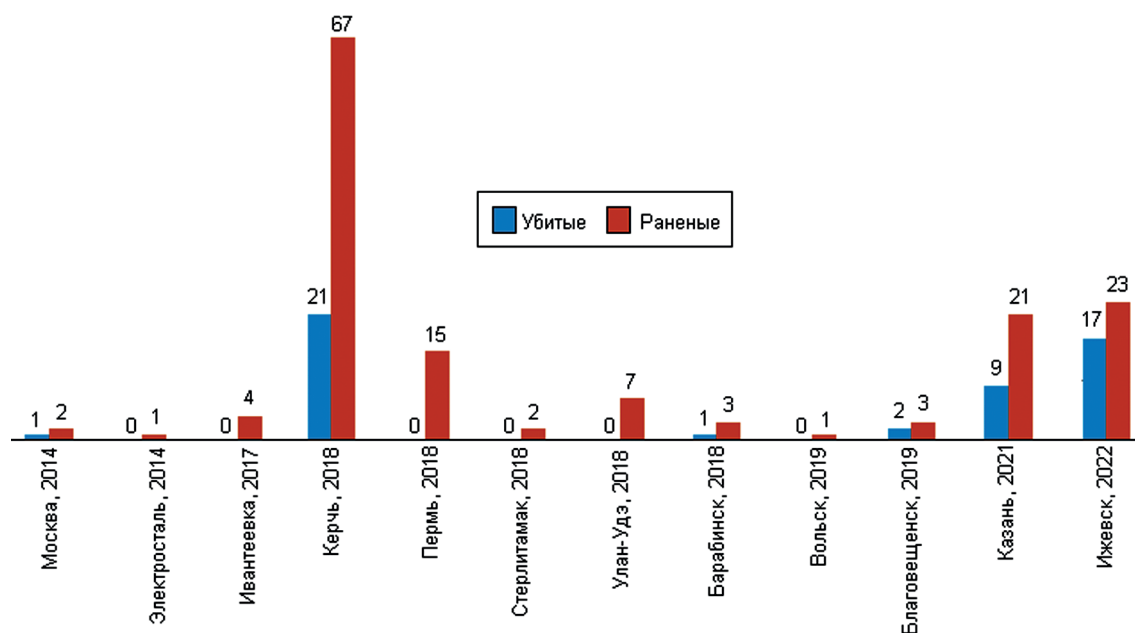


Рис. 3. Динамика вооруженных нападений на учебные учреждения в России (2014–2022 гг.).

нападений на учебные заведения в стране (ежегодно – от 1 до 4 насильственных актов) и на 2022 г. их было 18. Связаны они в большей мере со снижением жизненного уровня россиян и нарастанием социально-психологической дезадаптации населения. Следует также указать, что вооруженных нападений на школы в 2020 г. не было – из-за эпидемии COVID-19 образовательные учреждения были переведены на дистанционный режим обучения.

Обсуждение. Контент-анализ научной литературы и статистических материалов по вооруженным нападениям на учебные заведения показывает, что они имеют отличия от других сходных преступных деяний с использованием огнестрельного оружия (террористический захват школ, криминальные городские разборки, бытовые убийства) по ряду признаков и заслуживают определения как самостоятельный феномен [5, 12, 13].

В первую очередь эта особенность состоит в том, что такие вооруженные нападения на учебные заведения происходят строго на определенной территории и в достаточно ограниченное время. Такое вооруженное нападение на учебные заведения представляется как вооруженная акция.

Во-вторых, нападающий приносит оружие с конкретной целью – застрелить своего обидчика, а не только показать оружие и напугать недоброжелателя. Жертвой таких вооруженных нападений может быть весь учебно-педагогический персонал. Именно этот феномен и создает ощущение нерациональности произошедшего: пришел наказывать обидчика, а массово расстрелял всех тех, кто попался на его пути. Кстати, в западной терминологии даже введено понятие «Rampage School Shooting» (дословно «школьные расстрелы в приступе безумства») [14, 16].

В-третьих, вооруженное нападение на учебное заведение имеет символический характер, которое совершает вооруженный преступник, анонсируя социальному окружению о своем протесте на школьное насилие [16]. Этот протест выражается в театральности и даже величавости вооруженного действия, напоминающего древние ритуалы, где исполнитель (нападающий) играет роль бога перед тем как он казнит обидчика или совершит самоубийство [24, 26].

Таким образом, вооруженное нападение на учебное учреждение и беспорядочная стрельба в случайных людей напоминают массовые убийства на рабочем месте [17].

Анализ изученной литературы по феномену вооруженных нападений на учебные учреждения и массовые расстрелы условно можно разделить на 3 аспекта, с помощью которых ученые пытаются объяснить формирование данного социального явления [13–19, 23], которые связаны:

1-й – с построением модели, в которую закладываются факторы, запускающие данный феномен. При данном подходе пытаются найти «индикаторы опасности» в 4 значимых для индивида и общества социальных сферах: личность, семья, школа, социальные отношения;

2-й – с методологией, базирующейся на использовании патопсихологических теорий, которые формируют данный феномен с различными психическими заболеваниями нападающего. В этой связи клинические психологи и специалисты по психическому здоровью предлагают разделять вооруженных преступников на психопатов, «психотиков» и «травматиков» [10, 18]. Психопатические преступники не чувствуют эмоциональную связь с другими людьми. Они не в состоянии испытывать чувство вины или угрызения совести. Они, как правило, могут наслаждаться мучениями жертвы (например, мучают животных, издеваются над слабыми и беззащитными, унижают близких и т.д.). Преступники с психическими или психогенно обусловленными расстройствами страдают от разрыва с реальностью и испытывают глубокое чувство их отличия от других, ощущают себя изгнанниками и ничемными людьми. Лица с посттравматическим стрессовым расстройством характеризуются пережитым эмоциональным, физическим или сексуальным насилием, которое формирует психологию будущего школьного стрелка;

3-й – с социально-психологическими и информационно-культурологическими теориями. Так, в любой стране существуют различные стереотипы, например в США существует культ оружия. В связи с этим изучается такой распространенный в Америке социокультурный стереотип, как «Оружие может решать проблемы», что оказывает влияние в обществе на рост вооруженных нападений на школы и вузы, например в США [9, 13, 14]. В печати также упоминается тот факт, что среди молодежи существует желание подражать героям, которые совершили известные преступления, например, грабя банки, нападая на учебные заведения и производя массовые расстрелы.

Таким образом, проблема моделирования поведения в молодежной среде является достаточно актуальной, в которой, по исследо-

ваниям ряда ученых, наблюдается корреляционная связь между публикациями в средствах массовой информации и разными формами деструктивного, насильственного поведения подростков и молодежи (суициды, уличные погромы, вооруженные грабежи и др.) [1–7, 28].

Гипотетический портрет «школьных стрелков». Мета-анализ публикаций по представленной теме дает основание полагать, что до настоящего времени так и не найден «портрет школьного стрелка». Однако общие признаки вооруженного преступника школьных нападения существуют:

1) в большинстве случаев (более 70 %) – это ученики этих школ, в которых они учатся или ранее учились;

2) большая часть (более 80 %) вооруженных нападений совершаются одиночками и лишь изредка (порядка 10 % случаев) вдвоем. В ряде случаев у вооруженных стрелков были отмечены сообщники, помогающие в планировании подачи сообщений о ситуации вокруг объекта нападения, хотя личного участия в расстрелах они не принимали;

3) как правило, нападавшие в качестве своих целей заранее планировали убийство определенных обидчиков (административно-преподавательский состав; учащиеся, которые их чем-то обидели). Однако в числе пострадавших часто оказывались много случайных людей, попавшихся на пути школьных стрелков;

4) в большинстве случаев (70 %) школьные стрелки были из хорошей семьи. Они жили в полной семье (с двумя родителями), хорошо учились в школе и активно занимались в спортивных секциях и других школьных клубах. Как правило, многие из них не состояли на учете в правоохранительных органах. Лишь около 5 % нападавших преступников прогуливали занятия или были исключены из школы;

5) рассматривая гендерно-возрастные особенности, можно отметить, что все нападавшие на школы были мужского рода – подростки и молодые парни в возрасте от 11 до 21 года, хотя более 80 % случаев расстрела людей в школах совершали подростки в возрасте от 13 до 18 лет;

6) многие из нападавших школьных стрелков (более 75 %) подвергались травле, издевательствам, оскорблениям и физическому насилию, которые приводили их к одиночеству или социальной изоляции и развитию посттравматического стрессового расстройства;

7) в большинстве случаев у вооруженных нападавших на школы не отмечались психические расстройства за исключением небольшого ко-

личества (около 20 %) школьных стрелков, у которых психиатры выявили отклонения в поведении и эмоциональной сфере. Однако у многих школьных стрелков отмечались суицидальные мысли, а некоторые из них в своих дневниках описывали отчаяние и транслировали планы о причинении вреда себе или кому-либо еще;

8) у будущих школьных стрелков отмечен внезапный «уход» от своих товарищей, семьи и общественной деятельности (в том числе, в сети Интернет);

9) у таких преступников отмечалось хвастовство к доступу оружия и сильное увлечение или одержимость обладания огнестрельным оружием, и/или чрезмерное изучение огнестрельного оружия, массовых расстрелов и тем насилия;

11) как уже отмечалось ранее, у многих школьных стрелков выявлялся высокий уровень эмоциональных проявлений: раздражительность, агрессивность, низкий контроль гнева на незначительные события в школьных и жизненных ситуациях;

12) многие одноклассники школьных стрелков отмечали тот факт, что нападавшие искали сообщников или зрителей для наблюдения нападений, поэтому приглашали «быть там-то во столько-то», скрывая цель сбора.

Признаки присутствия стрелка на территории школы. Анализ литературы позволил найти некоторые советы, которые могут выявлять потенциально опасного человека, чтобы предпринять предупреждающие шаги. Необходимо обращать внимание на внешний вид и атрибутику человека (одежда, обувь, знаки). Часто вооруженные нападающие на школы одеваются в очень просторные одежды (баллоны, большие по размеру куртки, длинные плащи и пальто). Их одежда, как правило, камуфляжного цвета, имеющая военизированный вид как форма в армии. Все школьные стрелки были обуты в черные ботинки-берцы армейского образца (со шнуровкой и тяжелой, толстой подошвой). У всех школьных стрелков были большие сумки, рюкзаки или кофры для музыкальных инструментов.

Профилактику школьных нападений можно разделить на технический и социальный аспект.

Технический аспект – использование на предшкольных и школьных территориях комплекса видеоохранных систем. Он позволяет проводить наблюдения за всеми, кто посещает школы.

Для снижения физического и психического насилия некоторые исследователи дают

рекомендации увеличивать зоны наблюдения внутри и снаружи учебных заведений [20, 26], а также использование заградительных барьеров на предшкольных и школьных территориях.

Необходимо проводить досмотр и допуск в образовательные организации по аналогии с аэропортами.

Однако попытки предупреждения преступлений за счет охранных систем имеют свои недостатки, и эти предложения не находят поддержки у других исследователей [11, 28, 29], что подтверждается Ф. Лемье (F. Lemieux). Он достаточно долгое время изучал вооруженные нападения на учебные заведения. В его исследованиях не найдены подтверждения того, что охранные видеокomплексы и заграждения могут снизить число вооруженных нападений на учебные заведения и массовые расстрелы [18]. Установлено, что из 100 только 17 вооруженных преступников были ликвидированы полицией, причем, после того, как они уже нанесли значительный урон.

Ряд исследователей также утверждают, что такие меры не стоят значительных затрат. Они могут лишь привести к «атмосфере страха» в учебных заведениях [19, 20]. Другие авторы отмечают, что заборы, металлодетекторы и охрана не уменьшают риск вооруженных нападений на учебные заведения и расстрелы людей, потому что нападающие атакуют свои собственные школы [21, 22] и хорошо знают слабые места таких защитных комплексов. Таким образом, заградительные меры в большинстве случаев вооруженных нападений малоэффективны.

Обсуждение возможностей профилактики вооруженных нападений на учебные заведения и расстрелы людей с помощью заградительных барьеров и охранного персонала ведется и в России. При этом многими авторами отмечается, что охранники обычно не готовы к нападению, да и силами охраны школы предотвратить подобные нападения практически невозможно. Единственными вариантами, которые могли бы реально стать препятствием для нападения, являются тотальный досмотр и допуск в образовательные организации по аналогии с аэропортами, что в условиях большого числа учебных заведений и количества учащегося контингента является нерациональным и фактически нереализуемым.

Социальный аспект – диалог между всеми участниками образовательного процесса: учениками – администрацией и учителями школы – родителями. Часто представители школьной

администрации не имеют информации о том, что вооруженные преступники питали ненависть и агрессию к своим образовательным заведениям [7]. К этому надо также добавить, что администрация учебных заведений не всегда обращает внимания на скрытые признаки будущих вооруженных нападений («выпадение» учащегося из социальной жизни учебного заведения, снижение межличностной коммуникации со сверстниками, проблемы в духовно-нравственной и психической сфере и т.д.).

Немаловажным в социальной сфере учащихся является учет их интересов через внешние послы в коммуникационной сфере (собственные стихи, эссе, блоги и рисование картин, в которых проявляется ярко выраженный интерес к насилию, оружию и господству, анализ онлайн-чатов и т.д.). Это позволяет на ранней стадии обнаружить будущую потенциальную угрозу вооруженного нападения на учебные заведения [8].

Школьной администрации необходимо персонифицировать работу с родителями и учащимися. Анализ вооруженных нападений на школы показывает, что родители и приятели школьных стрелков знали об их социально-психологических проблемах, но не воспринимали их всерьез. В большинстве случаев школьные стрелки обращались за помощью к взрослым – родителям, учителям и даже полиции, но не получали ее.

Ранняя профилактика, ориентированная на конкретного ученика, находящегося в зоне риска психической дезадаптации (тревожный, агрессивный, социально изолированный и т.д.), должна выявлять поведенческие признаки подростка к насилию. Такой подход является более плодотворным, чем массовые профилактические мероприятия [13]. Школьным психологам и социальным работникам надо помочь разочарованным в себе и обществе подросткам найти свое место в обществе [9].

Важным направлением следует считать работу по снижению общего уровня насилия и агрессивности подростков в учебных заведениях. Она должна быть направлена на всех подростков для приобретения социальных навыков (например, к открытой дискуссии, способности к мирному разрешению конфликтных вопросов, сопереживанию, толерантности). Учащихся надо также обучать критически оценивать читаемую и видимую информацию из средств массовой информации, например, сцен насилия, героизацию зла или культа силы.

В учебных заведениях необходимо проводить внеклассные занятия, которые способ-

ствуют проявлению всеми учащимися своих возможностей и талантов. Такие занятия формируют групповую сплоченность, улучшают коммуникацию, дают возможность узнать в группе увлечение и способности сверстников.

Одной из важных мер предупреждения вооруженных нападений на учебные заведения может стать поощрение учеников, сообщающих учителю и администрации школы об особенностях поведения одноклассников, свидетельствующих о наличии угрозы насилия [10]. В учебных заведениях рекомендуется создавать различные дружины по обнаружению угроз вооруженных нападений на учебные заведения и расстрелы людей [2, 3].

Также важным является проведение тренингов как себя вести при вооруженных нападениях. Тренинги должны проходить внезапно и быть максимально приближенными к реальным действиям при вооруженном нападении.

Таким образом, действующие ныне профилактические подходы по упреждению вооруженных нападений на учебные заведения и расстрелы людей должны быть направлены не на имитацию охраны, а на психологическую и социальную работу с обучающимися. Она позволит заранее выявить возможность совершения насильственных действий индивида и оказать своевременную помощь подростку.

Заключение

Вооруженные нападения на образовательные учреждения, совершаемые бывшими или учащимися в учебных учреждениях, приводят к значительному количеству случайных жертв. Они являются специфическим феноменом, который отличается от других видов насилия с применением оружия. Такие нападения на образовательные учреждения характеризуются бессмысленностью, демонстративностью и отсутствием логических действий нападающих. Зачастую оказывается, что «школьный стрелок» в жизни являлся обычным малозаметным учеником, и его поведение не вызывало угроз.

Пока еще не существует психологического портрета вооруженного нападающего, однако, ряд теоретических моделей и практических подходов дают возможность предупреждать вооруженные нападения. Они связаны с тем, что такие вооруженные нападения являются заранее спланированными. С позиции психопатологии превращение личности в вооруженного преступника, планирующего нападение на учебные учреждения, проходит несколько этапов, которые трансформируют социальные связи, ценностные установки, мотивы и побуждения личности в деструктивные. Такие изменения в личности носят накопительный и аддитивный характер. В настоящее время выделены несколько социальных и личностно-типологических индикаторов личности, которые являются признаками возможных вооруженных нападений на учебные заведения и массовых расстрелов:

- отсутствие адекватного самоконтроля, которое связано со слабой интегрированностью в систему социальных связей как в школе, так и вне ее;
- нехватка дружеских отношений, которая сопровождается ощущением социальной изоляции, формированием чувства «никчемного человека, изгоя»;
- дефицит корректирующего социального влияния, которое связано с неспособностью справляться с жизненными трудностями (учебная неуспеваемость, сложности в работе, семейной жизни и т.д.);
- уменьшение самооценки и наличие проблем идентичности (прежде всего, гендерной), которые формируют тревожно-депрессивное состояние;
- резкое снижение субъективного восприятия социальных отношений. На этом фоне такие социально значимые и эмоциональные потрясения (ссоры, финансовые потери, конфликты в семье, потеря работы) часто запускают активизацию планов мести, которые со временем приобретают навязчивый и плановый характер.

Литература

1. Глебов В.В., Араkelов Г.Г., Питкевич М.Ю. Агрессия как дезадаптивное поведение в детско-молодежной среде: теоретические и прикладные аспекты психологических и психофизиологических исследований: учеб. пособие. М., 2018. 106 с.
2. Глухарев Д.С. Предупреждение террористических актов на объектах системы образования // Инновационное развитие профессионального образования. 2014. Т. 6, № 2. С. 10–13.
3. Давыдов Д.Г., Хломов К.Д. Массовые убийства в образовательных учреждениях: механизмы, причины, профилактика // Национальный психологический журнал. 2018. № 4 (32). С. 62–76. DOI: 10.11621/npj.2018.0406.
4. Карпов В.О. Культ Колумбайна: основные детерминанты массовых убийств в школах // Вестник Казанского юридического института МВД России. 2018. № 4 (34). С. 442–446.

5. Орлов В.В. О терминологическом наполнении понятий «колумбайн», «скулшутинг» и «вооруженные нападения на учебные учреждения» // Теория и практика социогуманитарных наук. 2022. Т. 2, № 18. С. 21–27.
6. Протопопова Е.Г., Казенная Е.В. Нападения на учебные заведения: феномен «скул шутинг» (скулшутинг) и психологические аспекты безопасности образовательной среды // Образование личности. 2019. № 1. С. 12–19.
7. Родионова О.М., Глебов В.В. Немотивированная агрессия в различных социальных группах – угроза социальной стабильности и безопасности современного мегаполиса // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2007. № 1. С. 42–48.
8. Суходольская Ю.В. Скулшутинг как самостоятельный криминологический феномен // Вестник Университета прокуратуры Российской Федерации. 2020. № 3 (77). С. 117–120.
9. Фокс С., Хардинг Д.Д. Стрельба в школах как вид организационного отклоняющегося поведения // Социология образования. 2005. № 10. С. 42–44.
10. Шайгерова Л.А., Шилко Р.С., Зинченко Ю.П., Долгих А.Г., Ваханцева О.В. Культурная детерминация психического здоровья и психологического благополучия: методологические вопросы // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2018. № 2. С. 3–23.
11. European report on preventing violence and knife crime among young people / Eds: D. Sethi, K. Hughes, M. Bellis, F. Mitis, F. Racioppi ; World Health Organization. Copenhagen : WHO. 2010. Vol. 17. 116 p.
12. Fox J.A., Levin J. Mass murder: An analysis of extreme violence // Journal of Applied Psychoanalytic Studies. 2003. Vol. 5, N 1. P. 47–64. DOI: 10.1023/A:1021051002020
13. Gerard F.J., Whitfield K.C., Porter, L.E., Browne K.D. Offender and offence characteristics of school shooting incidents // Journal of Investigative Psychology and Offender Profiling. 2016. Vol. 13, N 1. P. 22–38.
14. Katsiyannis A., Whitford D.K., Ennis R.P. Historical Examination of United States Intentional Mass School Shootings in the 20th and 21st Centuries: Implications for Students, Schools, and Society // Journal of Child and Family Studies. 2018. Vol. 27. P. 2562–2573. DOI: 10.1007/s10826-018-1096-2.
15. Kimmel M.S., Mahler M. Adolescent masculinity, homophobia, and violence Random school shootings, 1982–2001 // American Behavioral Scientist. 2003 Vol. 46, N 10. P. 1439–1458. DOI: 10.1177/0002764203046010010.
16. Klein J. The bully society : school shootings and the crisis of bullying in America's schools. New York : New York University Press. 2012. 307 p.
17. Lankford A. Mass Shooters in the USA, 1966–2010: Differences Between Attackers Who Live and Die // Justice Quarterly. 2015. Vol. 32, N 2. P. 360–379. DOI: 10.1080/07418825.2013.806675.
18. Lemieux F. Effect of Gun Culture and Firearm Laws on Gun Violence and Mass Shootings in the United States: A Multi-Level Quantitative Analysis // International Journal of Criminal Justice Sciences. 2014. Vol. 9. P. 74–93.
19. Levin J., Madfis E. Mass Murder at School and Cumulative Strain A Sequential Model // American Behavioral Scientist. 2009. Vol. 52, N 9. P. 1227–1245. DOI: 10.1177/0002764209332543
20. Littleton H., Axsom D., Grills-Tauchel A.E. Longitudinal evaluation of the relationship between maladaptive trauma coping and distress: examination following the mass shooting at Virginia Tech // Anxiety Stress and Coping. 2011. Vol. 24, N 3. P. 273–290. DOI: 10.1080/10615806.2010.500722
21. Madfis E. In search of meaning: are school rampage shootings random and senseless violence? // The Journal of Psychology Interdisciplinary and Applied. 2017. Vol. 151, N 1. P. 1–15. DOI: 10.1080/00223980.2016.1196161.
22. Meindl J.N., Ivy J.W. Mass shootings: The role of the media in promoting generalized imitation // American Journal of Public Health. 2017. Vol. 107. P. E1–E3. DOI: 10.2105/AJPH.2016.303611.
23. Oksanen A., Hawdon J., Räsänen P. Glamorizing Rampage Online: School Shooting Fan Communities On YouTube // Technology in Society. 2014. Vol. 39. P. 55–67. DOI: 10.1016/j.techsoc.2014.08.001. 13
24. Oksanen A., Kältälä R., Holkeri E., Lindberg N. School shooting threats as a national phenomenon: comparison of police reports and psychiatric reports in Finland // Journal of Scandinavian Studies in Criminology and Crime Prevention. 2015. Vol. 16, N 2. P. 145–159. DOI: 10.1080/14043858.2015.1101823.
25. Peterson J.K., Silver R.C. Developing an understanding of victims and violent offenders: The impact of fostering empathy // Journal of interpersonal violence. 2017. Vol. 32, N 3. P. 399–422. DOI: 10.1177/0886260515586361.
26. Rocque M. Exploring school rampage shootings: Research, theory, and policy // The Social Science Journal. 2012. Vol. 49, N 3. P. 304–313. DOI: 10.1016/j.soscij.2011.11.001.
27. Serious Case of Shooting-Navigation. The New York Times. 1983. November 3.
28. Van Brunt B. Ending Campus Violence: New Approaches to Prevention. New York : Taylor & Francis Group. 2012. 392 p.
29. Van Sparrentak M., Chang T., Miller A.L., Nichols L.P. [et al.]. Youth opinions about guns and gun control in the United States // JAMA pediatrics. 2018. Vol. 172, N 9. P. 884–886. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2018.1746.

Поступила 12.12.2022 г.

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

Участие авторов: В.В. Глебов – планирование и методология исследования, написание статьи; В.В. Шевцов – поиск, сбор, обработка и анализ литературы, написание статьи; Д.Н. Ефремова – анализ данных по литературе, написание статьи.

Для цитирования. Глебов В.В., Шевцов В.В., Ефремова Д.Н. Вооруженные нападения на образовательные учреждения: социально-психологические и информационные проблемы безопасности образовательной среды в России и за рубежом // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 87–99. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-87-99.

Armed attacks in educational institutions: social, psychological and informational problems of education security in Russia and abroad

Glebov V.V.¹, Shevtsov V.V.², Efremova D.N.³

¹V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences
(65, Profsoyuznaya Str., Moscow, 117997, Russia);

²Peoples' Friendship University of Russia (6, Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russia);

³Russian State University for the Humanities (6, Miusskaya Square, Moscow, 125047, Russia)

✉ Viktor Vasil'evich Glebov – PhD Psychol. Sci. Associate Prof., Senior Researcher Associate, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences (65, Profsoyuznaya Str., Moscow. 117997, Russia), ORCID: 0000-0002-3390-161X, e-mail:vg44@mail.ru;

Vasilii Viktorovich Shevtsov – PhD Techn. Sci., Director of the Department of Information Technology, Peoples' Friendship University of Russia (6, Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russia) ORCID: 0000-0001-7685-3630, e-mail: shevtsov-vv@rudn.ru;

Dilyara Nabiullovna Efremova – PhD Psychol. Sci., Associate Prof., Department of Neuro- and Pathopsychology, Russian State University for the Humanities (6, Miusskaya Square, Moscow, 125047, Russia), ORCID: 0000-0002-0494-2674, e-mail: dileff@mail.ru

Abstract

Relevance. The history of armed attacks on educational institutions originated in the United States, but in recent decades this social phenomenon has spread widely to other countries, including Russia. Mass social tragedies associated with deaths of the youth cause great concern among all groups of population and require comprehensive prevention measures.

The objective of the study is to identify social environmental factors that shape school shooter mentality, as well as to explore various strategies to prevent attacks in educational institutions of different levels (kindergartens, schools, universities).

Methods. Armed attacks in educational institutions are the focus of our research. The material includes published research data (articles, dissertations and monographs) in English and Russian. The set of methods included generalizing conclusions published by peer investigators regarding the considered matter. Bibliographic databases (i.e. Federal State Institution "Russian State Library", library platforms of Lomonosov Moscow State University and Peoples' Friendship University of Russia) and scientific networks (ResearchGate, Web of Knowledge, Scopus, Google Scholar, Academia.edu, Mendeley) were used to explore research data. The findings present over 127 thousand publications regarding meta-analysis of armed attacks and mass shooting that occurred in educational institutions, as well as their social, psychological, cultural, and informational implications.

Results and Discussion. The analysis of data regarding armed attacks in educational institutions demonstrates a very specific phenomenon that belongs to a specific type of crimes. Findings show that mass shootings of schoolchildren and students occur annually in the United States, apparently due to the free circulation of firearms and the cult of the guns. From 1974 to 1921 the US witnesses over 50 major armed attacks causing over a hundred deaths. In China, this problem is also substantial due to the country's rapid and profound social changes (reforms, gender imbalance and demographic policy). Cold arms (knives, hammers) is the major weapon of assault in China, which caused deaths of at least a hundred children. In Europe, school shooting is not a critical problem, with only few cases reported by a few countries (Germany, Denmark and Finland). Russia shows no increase in the number of armed attacks using firearms or cold arms. In general, such incidents occur annually (1 to 4 violence cases) and are associated with slumped standards of living, increased aggression, social and psychological maladaptation among the population. To solve this problem, an integrated approach is needed, which could bring together technical and social aspects. The technical aspects imply broader use of video surveillance security systems and barriers, as well as regular profound inspections of school grounds (the venue and inside the school building). However, preventive measures should effectively provide for the social aspect to ensure expanded and deeper social and communicative relations within the student – administration / school teacher – parents paradigm. Taken together, these measures are bound to mitigate many factors of antisocial, aggressive, and violent behaviors in schools.

Conclusion. A comprehensive analysis of Russian and foreign literature regarding armed attacks in educational institutions suggests that this is an independent psychosocial phenomenon. A system approach of the study allowed to establish a school shooter's presumable portrait, as well as to identify typical social and personal characteristics of a shooter's personality (i.e. social isolation; lack of individual ability to cope with life difficulties, such as study failures, conflicts at school or in the family;

weak social integration at school and in other communities; decreased self-esteem and identity-related problems, in particular gender-related issues).

Key words: aggression, armed attacks, security systems, educational organizations of different levels, mass shootings, social isolation, identity, depression, emotional instability

References

1. Glebov V.V., Arakelov G.G., Pitkevich M.Yu. Agressiya kak dezadaptivnoe povedenie v detsko-molodezhnoi srede: teoreticheskie i prikladnye aspekty psikhologicheskikh i psikhofiziologicheskikh issledovanii [Aggression as maladaptive behavior among children and youth: theoretical and applied aspects of psychological and psychophysiological research]. Moscow. 2018. 106 p. (in Russ.)
2. Glukharev D.S. Preduprezhdenie terroristicheskikh aktov na ob"ektakh sistemy obrazovaniya [The prevention of terroristic acts in educational facilities] *Innovatsionnoe razvitie professional'nogo obrazovaniya* [Innovative development of vocational education]. 2014; 6(2):10–13. (in Russ.)
3. Davydov D.G., Khlomov K.D. Massovyie ubiistva v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh: mekhanizmy, prichiny, profilaktika [Massacres in educational institutions: mechanisms, causes, prevention]. *Natsional'nyi psikhologicheskii zhurnal* [National psychological journal]. 2018; (4):62–76. DOI: 10.11621/npj.2018.0406. (in Russ.)
4. Karpov V.O. Kul't Kolumbaina: osnovnye determinanty massovykh ubiistv v shkolakh [Cult of columbine: main reasons for school shooting]. *Vestnik Kazanskogo yuridicheskogo instituta MVD Rossii* [Bulletin of the Kazan law institute of MIA of Russia]. 2018; (4):442–446. DOI: 10.24420/KUI.2018.49.27.001 (in Russ.)
5. Orlov V.V. O terminologicheskoy napolnenii ponyatii «kolumbain», «skulshuting» i «vooruzhennyye napadeniya na uchebnye uchrezhdeniya» [About the terminological content of the concepts of "Columbine", "Schoolshooting" and "Armed attacks on educational institutions"]. *Teoriya i praktika sotsiogumanitarnykh nauk* [Theory and practice of Socio-humanitarian Sciences]. 2022; 2(18):21–27. (in Russ.)
6. Protopopova E.G., Kazennaya E.V. Napadeniya na uchebnye zavedeniya: fenomen «skul shuting» (skulshuting) i psikhologicheskie aspekty bezopasnosti obrazovatel'noi sredy [Attak on educational institutions: phenomenon of school shooting and psychological aspects of security of educational environment]. *Obrazovanie lichnosti* [Personality education]. 2019; (1):12–19. (in Russ.)
7. Rodionova O.M., Glebov V.V. Nemotivirovannaya agressiya v razlichnykh sotsial'nykh gruppakh – ugroza sotsial'noi stabil'nosti i bezopasnosti sovremennogo megapolisa [Unmotivated aggression in various social groups - threat of social stability and safety of the modern megacity]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [RUDN journal of ecology and life safety]. 2007; (1):42–48. (in Russ.)
8. Sukhodol'skaya Yu.V. Skulshuting kak samostoyatel'nyi kriminologicheskii fenomen [Schoolshooting as an independent criminological phenomenon]. *Vestnik Universiteta prokuratury Rossiiskoi Federatsii* [Bulletin of the University of the Prosecutor's Office of the Russian Federation]. 2020; (3):117–120. (in Russ.)
9. Fox S., Harding D.J. Strel'ba v shkolakh kak vid organizatsionnogo otklonyayushchegosya povedeniya [School shooting as organizational deviance]. *Sotsiologiya obrazovaniya* [Sociology of education]. 2005; (10):42–44. (in Russ.)
10. Shaigerova L.A., Shilko R.S., Zinchenko Yu.P. [et al.]. Kul'turnaya determinatsiya psikhicheskogo zdorov'ya i psikhologicheskogo blagopoluchiya: metodologicheskie voprosy [Cultural determination of mental health and psychological wellbeing: methodological issues]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya* []. 2018; (2):3–23. DOI: 10.11621/vsp.2018.02.03 (in Russ.)
11. European report on preventing violence and knife crime among young people / Eds: D. Sethi, K. Hughes, M. Bellis, F. Mitis, F. Racioppi / World Health Organization. Copenhagen : WHO. 2010. Vol. 17. 116 p.
12. Fox J.A., Levin J. Mass murder: An analysis of extreme violence. *Journal of Applied Psychoanalytic Studies*. 2003; 5(1):47–64. DOI: 10.1023/A:1021051002020
13. Gerard F.J., Whitfield K.C., Porter, L.E., Browne K.D. Offender and offence characteristics of school shooting incidents. *Journal of Investigative Psychology and Offender Profiling*. 2016; 13(1):22–38.
14. Katsiyannis A., Whitford D.K., Ennis R.P. Historical Examination of United States Intentional Mass School Shootings in the 20th and 21st Centuries: Implications for Students, Schools, and Society. *Journal of Child and Family Studies*. 2018; 27:2562–2573. DOI: 10.1007/s10826-018-1096-2.
15. Kimmel M.S., Mahler M. Adolescent masculinity, homophobia, and violence Random school shootings, 1982–2001. *American Behavioral Scientist*. 2003; 46(10):1439–1458. DOI: 10.1177/0002764203046010010.
16. Klein J. The bully society : school shootings and the crisis of bullying in America's schools. New York : New York University Press. 2012. 307 p.
17. Lankford A. Mass Shooters in the USA, 1966–2010: Differences Between Attackers Who Live and Die. *Justice Quarterly*. 2015; 32(2):360–379. DOI: 10.1080/07418825.2013.806675.
18. Lemieux F. Effect of Gun Culture and Firearm Laws on Gun Violence and Mass Shootings in the United States: A Multi-Level Quantitative Analysis. *International Journal of Criminal Justice Sciences*. 2014; 9:74–93.
19. Levin J., Madfis E. Mass Murder at School and Cumulative Strain A Sequential Model. *American Behavioral Scientist*. 2009; 52(N 9):1227–1245. DOI: 10.1177/0002764209332543
20. Littleton H., Axsom D., Grills-Tauchel A.E. Longitudinal evaluation of the relationship between maladaptive trauma coping and distress: examination following the mass shooting at Virginia Tech. *Anxiety Stress and Coping*. 2011; 24(3):273–290. DOI: 10.1080/10615806.2010.500722
21. Madfis E. In search of meaning: are school rampage shootings random and senseless violence? *The Journal of Psychology Interdisciplinary and Applied*. 2017; 151(1):1–15. DOI: 10.1080/00223980.2016.1196161.
22. Meindl J.N., Ivy J.W. Mass shootings: The role of the media in promoting generalized imitation. *American Journal of Public Health*. 2017; 107:E1–E3. DOI: 10.2105/AJPH.2016.303611.
23. Oksanen A., Hawdon J., Räsänen P. Glamorizing Rampage Online: School Shooting Fan Communities On YouTube. *Technology in Society*. 2014; 39:55–67. DOI: 10.1016/j.techsoc.2014.08.001.

24. Oksanen A., Kaltiala R., Holkeri E., Lindberg N. School shooting threats as a national phenomenon: comparison of police reports and psychiatric reports in Finland. *Journal of Scandinavian Studies in Criminology and Crime Prevention*. 2015; 16(2):145–159. DOI: 10.1080/14043858.2015.1101823.
25. Peterson J.K., Silver R.C. Developing an understanding of victims and violent offenders: The impact of fostering empathy. *Journal of interpersonal violence*. 2017; 32(3):399–422. DOI: 10.1177/0886260515586361.
26. Rocque M. Exploring school rampage shootings: Research, theory, and policy. *The Social Science Journal*. 2012; 49(3):304–313. DOI: 10.1016/j.soscij.2011.11.001.
27. Serious Case of Shooting-Navigation. The New York Times. 1853. November 3.
28. Van Brunt B. Ending Campus Violence: New Approaches to Prevention. New York : Taylor & Francis Group. 2012. 392 p.
29. Van Sparrentak M., Chang T., Miller A.L., Nichols L.P. [et al.]. Youth opinions about guns and gun control in the United States. *JAMA pediatrics*. 2018; 172(9):884–886. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2018.1746.

Received 12.12.2022

For citing: Glebov V.V., Shevtsov V.V., Efremova D.N. Vooruzhennye napadeniya na obrazovatel'nye uchrezhdeniya: sotsial'no-psikhologicheskie i informatsionnye problemy bezopasnosti obrazovatel'noi sredy v Rossii i za rubezhom. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2023; (1):87–99. (In Russ.)

Glebov V.V., Shevtsov V.V., Efremova D.N. Armed attacks in educational institutions: social, psychological and informational problems of education security in Russia and abroad. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (1):87–99. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-87-99

**А.О. Пятибрат^{1, 2}, В.Ю. Зиамбетов³, Н.С. Цикунова⁴,
Р.К. Назыров⁵, А.Г. Шibaева⁶**

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА И НОРМАЛИЗАЦИИ ПСИХИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ В ИЗОЛИРУЮЩЕМ ПРОТИВОГАЗЕ

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
(Россия, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2);

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

³ Оренбургский государственный университет (Россия, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13);

⁴ Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья
им. П.Ф. Лесгафта (Россия, Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д. 35);

⁵ Институт психотерапии и медицинской психологии им. Б.Д. Карвасарского
(Россия, Санкт-Петербург, Басков пер., д. 32–34, лит. А, пом. 3Н);

⁶ Военно-медицинская академия им. С.И. Кирова
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Актуальность. Пути улучшения психического состояния специалистов, реализующих свою профессиональную деятельность в экстремальных условиях, являются актуальной задачей.

Цель – оценить эффективность длительного влияния гипоксической тренировки в фильтрующем противогазе на изменение психического состояния.

Методология. Оценку психического состояния проводили с помощью опросника Спилбергера–Ханина и по тесту Люшера. Рассчитывали корреляционную взаимосвязь между показателями изменения уровня тревожности, жизненной емкости легких и уровня развития физических качеств в двух группах студентов, включавших по 50 человек каждая. Студенты 1-й группы во время занятий физической подготовкой для гипоксической тренировки использовали фильтрующий противогаз, 2-й – выполняли аналогичные нагрузки без противогаза.

Результаты и их анализ. В 1-й группе студентов выявлены достоверное снижение уровня тревожности, тенденции уменьшения количества студентов с неудовлетворенной потребностью в перспективе и надеждах на лучшее. У студентов 1-й группы к окончанию исследования найдены умеренные отрицательные корреляционные связи реактивной тревожности с увеличением показателей жизненной емкости легких ($r = -0,43$; $p < 0,05$) и числа подъема туловища в положении лежа на спине ($r = -0,37$; $p < 0,05$). Факторный анализ у студентов 1-й и 2-й группы выявил перестройку функциональных резервов организма в период физической подготовки.

Заключение. Использование гипоксической тренировки в течение учебного года позволило существенно увеличить жизненную емкость легких, физические качества студентов, удовлетворенность в реализации потребностей и снизить уровень тревожности.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, индивидуальные средства защиты, противогаз, гипоксия, физические качества, жизненная емкость легких, психическое состояние, психологическая диагностика, тревожность, тест Люшера, мотивация.

✉ Пятибрат Александр Олегович – д-р мед. наук доц., проф. каф. экстрем. медицины, травматологии, ортопедии и воен.-полевой хирургии, С.-Петерб. гос. педиатр. мед. ун-т (Россия, 194100, Санкт-Петербург, 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), ORCID: 0000-0001-6285-1132, e-mail: a5brat@yandex.ru;

Зиамбетов Вадим Юсупович – канд. пед. наук, доц. каф. физического воспитания, Оренбург. гос. ун-т (Россия, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13), ORCID: 0000-0002-0151-3671, e-mail: ziambetov@mail.ru;

Цикунова Наталья Сергеевна – канд. психол. наук, доц. каф. психологии им. А.Ц. Пуни, Нац. гос. ун-т физ. культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта (Россия, 190121, Санкт-Петербург, ул. Декабристов, д. 35), e-mail: secikunov@yandex.ru;

Назыров Равиль Каисович – д-р мед. наук, директор, Ин-т психотерапии и мед. психологии им. Б.Д. Карвасарского (Россия, 191014, Санкт-Петербург, Басков пер., д. 32–34, лит. А, пом. 3Н), e-mail: ravil.nazyrov@gmail.com;

Шibaева Анастасия Геннадьевна – мл. науч. сотр., науч.-исслед. отд. (мед.-психол. сопровождения), Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0009-0007-5502-2441, e-mail: dr.kolosova13@yandex.ru

Введение

Состояние здоровья населения России, в том числе, специалистов экстремальных профессий не улучшается. Регулярно физические упражнения в рамках здорового уровня жизни выполняют не более 6–7 % населения. В процессе профессиональной деятельности военнослужащие, пожарные, спасатели, пилоты, другие сотрудники испытывают значительные физические и психические нагрузки, которые истощают их психофизиологические резервы организма.

Не вызывает сомнения, что психофизиологическое состояние, взаимосвязь психического и физиологического – важная составляющая, определяющая уровень здоровья [2, 7]. Одним из важных психических индикаторов физиологического благополучия является тревожность. Состояние тревоги – это адаптивная реакция, проявляющаяся эмоциональным переживанием, сигнализирующим о несоответствии требований окружающей среды нашему адаптационному потенциалу [9]. Низкий уровень физиологических резервов организма, не позволяющий достичь поставленной задачи, вызывает субъективное переживание неблагополучия и эмоциональный дискомфорт. При длительном несоответствии условий, необходимых для достижения поставленных целей и ресурсов организма, формируется тревожность, как постоянная личностная черта, характеризующаяся склонностью к негативным переживаниям [9]. Повышение самооценки и снижение уровня тревожности способствуют повышению физиологических резервов организма. Одним из проверенных методов быстрого увеличения физиологических резервов является гипоксическая тренировка, направленная на оптимизацию психического состояния и физиологических резервов организма [8].

В предыдущей статье было показано увеличение значений функций внешнего дыхания, физиологических резервов организма и улучшение физической подготовленности при проведении гипоксической тренировки с использованием фильтрующего противогаза на занятиях по физической подготовке и безопасности жизнедеятельности среди студентов вуза [6]. Тренировки, связанные с гипоксической нагрузкой, позволяют не только увеличить функциональные резервы организма, но и оптимизировать психическое состояние, снизить уровень тревожности и повысить самооценку [3].

Цель – определить взаимосвязь повышения резистентности организма и нормализа-

ции психического состояния под влиянием гипоксической тренировки в изолирующем противогазе.

Материал и методы

Обследовали две группы студентов по 50 человек в каждой, достоверных различий по антропометрическим данным и показателям физического развития в группах не наблюдалось.

В 1-й группе занятия по безопасности жизнедеятельности и физической подготовке в течение учебного года проводили с систематическим выполнением физических упражнений в фильтрующем противогазе ГП-7, а во 2-й группе занятия проходили в соответствии с учебной (рабочей) программой, утвержденной ученым советом вуза.

В течение эксперимента особое внимание уделяли обеспечению безопасности, проводили четкую разъяснительную работу и инструктажи. Контролировали гигиеническую обработку закрепленных за каждым студентом противогазов и их правильное хранение. Подборку, подгонку, обслуживание и хранение противогаза осуществляли в соответствии с приказом МЧС России от 01.10.2014 г. № 543 «Положение об организации обеспечения населения средствами индивидуальной защиты» [<https://www.garant.ru/>].

В 1-й группе студенты выполняли упражнения в противогазе в течение (15 ± 10) мин от общего времени занятий в зависимости от интенсивности физической нагрузки. В качестве физической нагрузки в обеих исследуемых группах использовали различные виды беговых упражнений, отжимания, прыжки, перекаты, силовые упражнения с массой собственного тела и инвентарем, упражнения на тренажерах.

Из физиологических показателей фиксировали возраст, массу тела, рост, при этом частоту пульса и жизненную емкость легких (ЖЕЛ) оценивали в два этапа: в начале учебного года и в конце года с помощью портативного спирометра «MirSpirobank II Basic» (Италия). Для определения изменений функциональных возможностей аппарата внешнего дыхания рассчитывали жизненный индекс (ЖИ) в виде отношения ЖЕЛ (л) к массе тела (кг). Проводили сравнение изменения ЖЕЛ в группах до и после периода обследования.

Оценку физической подготовленности студентов в динамике исследования анализировали по результатам количества подъема туловища в положении лежа на спине.

Оценку психологического статуса проводили с помощью общепринятых валидных психодиагностических методов. Уровень тревожности определяли с помощью опросника Ч.Д. Спилбергера и Ю.Л. Ханина, позволяющего определить ее выраженность, как личностную характеристику и как состояние, связанное с текущей ситуацией. При этом определяли реактивную тревожность (РТ), характеризующую напряжение, беспокойство и нервозность. Высокие показатели РТ связаны с нарушением внимания, а также с расстройством координации [1, 4].

Психофизиологические характеристики, определяющие функциональное состояние: вегетативный баланс (ВБ), показатель работоспособности (ПР), показатель стресса (ПС) оценивали по 8-цветовому тесту Люшера в состоянии покоя перед началом занятий в 9.00 ч. Студентов просили расположить карточки в порядке цветового предпочтения два раза, анализировали вторую раскладку. Оценка ВБ от 0 до 9,8 балла свидетельствовала о преобладании тонуса симпатической нервной системы, мобилизации функций организма, подготовке к активной защите от негативных условий жизнедеятельности, результаты меньше – о преобладании парасимпатической регуляции. При показателях индекса ПР от 9,1 до 15,9 балла выявляли низкую работоспособность, от 16 до 20,9 – высокую. Расчет индекса ПС до 20 баллов демонстрировал тенденцию развития стресса, больше 20 баллов – проявление стрессового состояния.

К тому же эта методика позволила определить мотивацию обследуемых студентов на определенную деятельность, настроение и некоторые другие устойчивые личностные характеристики, например, потребности в удовлетворении, спокойствии, устойчивой положительной привязанности; в самоутверждении; активно действовать и добиваться успеха; в перспективе, надеждах на лучшее, мечтах [10].

Обследование проводили в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Использовали принцип добровольности, все студенты, принимающие участие в гипоксической тренировке в фильтрующем противогазе, дали информированное согласие. В любой момент студент-доброволец из 1-й группы мог снять противогаз и продолжать выполнение упражнения без него либо вовсе уйти на отдых, а также в начале занятия сказать, что сегодня он не будет использовать противогаз при плохом самочувствии.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью стандартных программ (Excel, Statistica 10.0). В каждой группе сравнивали исследуемые показатели до и после проведения эксперимента. Результаты проверили на нормальность распределения признаков. В тексте представлены средние арифметические величины и их стандартные отклонения ($M \pm SD$). При анализе психофизиологических показателей, полученных с помощью теста Люшера, наблюдалась высокая вариабельность показателей, что послужило основанием для расчета медианы, верхнего и нижнего квартиля ($Me [Q_1; Q_3]$). Оценку значимости различий показателей анализировали по t-критерию Стьюдента. Взаимозависимости показателей определяли коэффициентом ранговой корреляции Спирмена.

Для оценки и понимания принципов взаимосвязи изменений регуляции физиологических систем, физических качеств с психологическим состоянием студентов на фоне гипоксических тренировок провели факторный анализ. Факторный анализ основан на преобразовании исходных корреляционных матриц. В результате «вращения» этих матриц определяли весовой вклад каждой анализируемой переменной, что позволяло их ранжировать по «весу». Общий вес анализируемых показателей в каждом полученном «факторе» определялся общей дисперсией в процентах.

Результаты и их анализ

В предыдущей нашей статье представлены результаты оценки изменения ряда физиологических показателей и физического развития в зависимости от использования гипоксической тренировки с помощью фильтрующего противогаза, характеризующие уровень адаптационных резервов организма и физического развития по показателям бега и поднятия туловища из горизонтальной поверхности (табл. 1) [6].

Результаты исследований, посвященных влиянию гипокситерапии на физиологические показатели, свидетельствуют, что даже 1-месячная интервальная гипоксическая тренировка позволяет увеличить жизненную емкость легких более чем на 30 %, в основном за счет увеличения эластичности тканей легкого [5, 8]. В нашем эксперименте оказалось, что в 1-й группе изменения ДЖЕЛ в течение учебного года занятий составили ($3,42 \pm 7,85$) л, во 2-й – ($0,41 \pm 0,31$) л ($p < 0,01$).

В данной статье особое внимание будет уделено психологическим особенностям сту-

Таблица 1

Показатели функциональных резервов организма и физической подготовленности студентов в группах в динамике исследования, $M \pm SD$ [6]

Группа	Период тренировки		p <	Период тренировки		p <
	до	после		до	после	
ЖЕЛ, л				Бег на 100 м, с		
1-я	3,146 ± 0,371	4,696 ± 0,637	0,001	14,4 ± 0,7	13,8 ± 0,7	0,001
2-я	3,234 ± 0,526	3,646 ± 0,470	14,7 ± 0,9	14,2 ± 1,7		
ДЖЕЛ, %				Бег на 3000 м, мин		
1-я	79,9 ± 9,4	119,0 ± 14,7	0,001	14,64 ± 1,46	13,18 ± 1,38	0,001
2-я	79,2 ± 11,6	89,5 ± 11,5	14,93 ± 1,29	14,48 ± 1,40		
ЖИ, мл/кг				Поднятие туловища, п		
1-я	45,18 ± 5,21	67,37 ± 8,49	0,001	47,1 ± 8,6	58,1 ± 10,0	0,001
2-я	45,43 ± 6,30	51,28 ± 5,84	44,5 ± 9,9	48,1 ± 10,5		

дентов. С помощью опросника Спилбергера–Ханина оценена РТ, характеризующая уровень тревожности в данный момент. В 1-й группе перед проведением гипоксической тренировки уровень РТ составил (39,9 $\pm$ 7,7) балла, после эксперимента показатели РТ статистически достоверно уменьшились – (35,6 $\pm$ 6,8) балла ($p < 0,003$), во 2-й группе показатели РТ были (38,7 $\pm$ 8,1) и (36,5 $\pm$ 7,8) балла соответственно, по сравнению с фоновыми они также снизились, но без достоверно значимых различий.

Показатели методики Спилбергера–Ханина свидетельствуют, что обследуемые студенты в обоих периодах наблюдения демонстрировали умеренный уровень тревожности. Стоит отметить, что в фоновом периоде среди 50 студентов 1-й группы выявлены 7 человек с высоким уровнем тревожности, а во втором периоде их стало 4. Во 2-й группе количество высокотренированных студентов было 8, и к окончанию исследования их количество не изменилось.

У студентов 1-й группы к окончанию исследования выявлены умеренные отрицательные корреляционные связи РТ с изменением показателей ЖЕЛ ($r = -0,43$; $p < 0,05$) и числа подьема туловища ($r = -0,37$; $p < 0,05$).

Среди всех рассмотренных и проанализированных показателей по тесту Люшера достоверные отличия между группами наблюдений и периодами исследования отсутствовали. Например, в 1-й группе до проведения гипоксической тренировки медианные показатели ВБ составили 2,35 [0,00; 3,60] балла, после – 2,20 [0,70; 4,70], статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$), во 2-й группе – 2,75 [0,80; 4,70] и 2,45 [1,30; 0,90] балла соответственно ($p > 0,05$). Различия показателей (ДВБ) в 1-й группе – 1,05 [–1,5; 3,30], во 2-й – 0,55 [–1,40; 2,00] балла ($p > 0,05$).

У студентов 1-й группы с преобладанием симпатической регуляции (симпатикотоники) вегетативной нервной системы в абсолютных показателях изменений во время гипоксической тренировки не было (табл. 2), во 2-й группе также статистически значимых различий не выявлено, в связи с этим возникла необходимость провести качественный анализ.

Качественный анализ показателей ВБ показал (см. табл. 2), что в 1-й группе в процессе гипоксической тренировки отмечается незначительное увеличение студентов-симпатикотоников и уменьшение – с преобладанием ваготонической регуляции, во 2-й группе указанные изменения были менее выраженными. Изменения этих показателей в группах сравнения совпадают по смыслу с динамикой физиологических показателей [6], что в психофизиологическом аспекте объясняется тесной связью симпатикотонии с повышением адаптационного потенциала, сопровождающегося мобилизацией организма, напряжением физиологических регуляторных систем, при этом психологически симпатикотоники характеризуются большей активностью. При разделении групп по признакам превалирования типа вегетативной регуляции статистически значимых различий в изменении показателей ВБ в период гипоксической тренировки у студентов-симпатикотоников 1-й и 2-й группы, а также студентов-ваготоников не выявлено (см. табл. 2).

Показатели работоспособности по интерпретации по тесту Люшера до и после проведения занятий по гипоксической тренировке у студентов 1-й группы статистически значимых различий не демонстрировали, медианные значения – 17,45 [16,00; 18,80] в фоновом периоде и 18,10 [16,10; 18,80] балла после окончания тренировок, во 2-й группе – 18,10 [16,80; 18,90] и 18,10 [16,80; 18,10] бал-

Таблица 2

Качественные градации показателей индексов по тесту Люшера

Период тренировки	1-я группа				2-я группа			
	Вегетативный баланс (ВБ)							
	симпатикотоники		ваготоники		симпатикотоники		ваготоники	
	п (%)	Ме [Q ₁ ; Q ₃]	п (%)	Ме [Q ₁ ; Q ₃]	п (%)	Ме [Q ₁ ; Q ₃]	п (%)	Ме [Q ₁ ; Q ₃]
До	35 (70)	2,80 [1,9; 4,9]	11 (22)	-3,60 [-4,90; -1,90]	41 (82)	3,20 [1,50; 4,70]	7 (14)	-2,98 [-4,25; -1,70]
После	39 (78)	2,80 [1,50; 4,90]	9 (18)	-0,80 [-1,50; -0,70]	40 (80)	3,85 [1,30; 4,90]	6 (12)	-1,75 [-2,85; -0,65]
Δ	4 (8)	0	2 (4)	-4,4	1 (2)	-0,65	1 (2)	-4,73
	Работоспособность (ПР)							
	высокая		низкая		высокая		низкая	
До	37 (74)	18,10 [17,30; 4,90]	13 (26)	14,00 [13,20; 15,30]	44 (88)	18,10 [17,50; 19,15]	6 (12)	13,70 [12,50; 14,70]
После	42 (84)	18,10 [17,50; 18,80]	8 (16)	14,70 [13,60; 15,30]	44 (88)	18,10 [17,50; 18,10]	6 (12)	14,00 [13,30; 14,35]
Δ	5 (10)	0	5 (10)	-0,7	0 (0)	0	0 (0)	-0,3
	Показатель стресса (ПС)							
	на уровне тенденций		стресс		на уровне тенденций		стресс	
До	47 (94)	0,00 [0,00; 8,10]	3 (6)	22,60 [21,15; 25,35]	47 (94)	0,00 [0,00; 0,00]	3 (6)	20,90 [20,10; 27,70]
После	48 (96)	0,00 [0,00; 6,40]	2 (4)	20,90 [20,90; 20,90]	48 (96)	0,00 [0,00; 6,00]	2 (4)	20,50 [20,10; 20,90]
Δ	1 (2)	0	1 (2)	1,7	1 (2)	0	1 (2)	0,4

ла соответственно, показатели также не изменились за период занятий по физической культуре. Тем не менее, наблюдались тенденции в повышении количества студентов с высокой работоспособностью в 1-й группе к концу исследования. Вероятно, что увеличение количества студентов с высокой работоспособностью в 1-й группе происходило за счет роста работоспособности студентов с изначально низкими показателями по тесту Люшера (см. табл. 2)

Практически не выявлено различий в изменении показателя стресса по тесту Люшера как в качественных результатах, так и по статистическим данным ($p > 0,05$) (см. табл. 2). Вероятно, это связано с отсутствием стрессовых ситуаций у студентов в этот временной интервал, так как проведение гипоксической тренировки с использованием противогаза на занятиях предлагалось на добровольных началах и согласившиеся были изначально достаточно мотивированы, а сами тренировки не явились стрессорным фактором, что было хорошим признаком.

Анализ удовлетворенности некоторыми потребностями, оцененной при помощи теста Люшера в группах до и после эксперимента, выявил мозаичность структуры при незначительных тенденциях улучшения показателей в 1-й группе студентов (табл. 3). В целом, можно констатировать выраженную потребность

добиваться успеха и уверенности в улучшении объективной реальности у студентов как 1-й, так и 2-й группы.

При суммировании всех показателей оказалось, что число студентов в 1-й группе с удовлетворением потребностей в течение гипоксической тренировки увеличилось на 6 человек, во 2-й группе – уменьшилось на 10 человек, при том что их общая доля в группах не изменилась. В то же время, если во 2-й группе число студентов и их доля с неудовлетворенностью потребностей по тесту Люшера не претерпели изменений, то в 1-й группе таких студентов стало меньше на 5 человек и на 8 % уменьшилась их доля (см. табл. 3).

При таких показателях по тесту Люшера невозможно судить о том, что мотивация способствовала проведению гипоксической тренировки. Возможно, надо было выбрать для этих целей другую методику оценки. Например, в широкомасштабных исследованиях результатов, полученных по тесту Люшера, высказываются сомнения в их результативности [11]. В то же время, результаты устных опросов студентов, принимавших участие в исследовании, свидетельствуют о повышении настроения, ощущении бодрости и увеличении мотивации на учебную деятельность. Студенты 1-й группы отмечали снижение времени, необходимого на освоение материала по другим дисциплинам.

Таблица 3

Показатели удовлетворенности некоторыми потребностями по тесту Люшера в группах, n (%)

Период тренировки/ учебных занятий	1-я группа		2-я группа	
	Градации потребности			
	удовлетворена	неудовлетворена	удовлетворена	неудовлетворена
	В спокойствии, устойчивой положительной привязанности			
До	48 (96)	2 (4)	48 (96)	2 (4)
После	49 (98)	1 (2)	48 (96)	2 (4)
	В самоутверждении			
До	48 (96)	2 (4)	47 (94)	3 (6)
После	47 (94)	3 (6)	47 (94)	3 (6)
	Активно действовать и добиваться успеха			
До	43 (96)	7 (14)	45 (90)	5 (10)
После	41 (82)	9 (18)	44 (88)	6 (12)
	В перспективе, надеждах на лучшее, мечтах			
До	35 (70)	15 (30)	42 (84)	8 (16)
После	42 (84)	8 (16)	33 (86)	7 (14)

Факторный анализ физиологических, психофизиологических показателей и характеризующих функциональное состояние в 1-й и 2-й группе студентов в период физической подготовки позволил выделить по 3 фактора (табл. 4). Один из них назван «Психофизиологическое состояние» (F_1), ввиду того, что с наибольшими весами в него вошли показатели индексов, найденных с помощью теста Люшера. Другой фактор по сгруппированным данным получил имя «Физиологическое состояние» (F_2). Оказалось также, что с физиологическими показателями в этом факторе была тесно связана РТ, оцененная по опроснику Спилбергера-Ханина. В третий фактор (F_3) со значимыми весами вошли мотивационные характеристики, оцениваемые по тесту Люшера, он назван «Мотивационным».

Если до проведения гипоксической тренировки в 1-й группе студентов ведущей была психофизиологическая готовность студентов (F_1), то после тренировки – показатели физиологического состояния (F_2), т. е. ведущие факторы по значимости поменялись местами (см. табл. 4). Действительно, после проведения тренировки у студентов отмечались статистически достоверные показатели улучшения физиологических показателей и физического развития (см. табл. 1). Можно также утверждать, что мотивационный аспект здесь был значимым и являлся запускающим механизмом оптимизации результатов гипоксической тренировки.

Факторный анализ результатов исследования студентов 2-й группы, у которых за-

Таблица 4

Результаты факторного анализа показателей в 1-й группе студентов

Показатель	Период гипоксической тренировки					
	до			после		
	F_1	F_2	F_3	F_1	F_2	F_3
Частота сердечных сокращений, уд/мин	0,30	-0,72	-0,16	0,76	0,00	-0,18
ДЖЭЛ, %	0,13	0,48	0,45	-0,55	-0,09	0,37
Бег на 100 м, с	-0,25	-0,74	0,14	0,80	0,10	0,09
Бег на 3 км, мин	0,03	-0,89	0,08	0,88	0,03	0,11
Подтягивание, число раз	-0,03	0,81	0,15	-0,85	0,16	0,01
Реактивная тревожность, балл	-0,12	-0,74	0,09	0,71	0,28	0,09
Показатели по тесту Люшера, балл, в том числе:						
вегетативный индекс	0,84	0,03	-0,14	0,02	-0,80	-0,09
работоспособность	0,92	0,11	0,01	-0,11	-0,91	0,17
стресс	-0,93	-0,17	0,05	0,22	0,83	-0,34
удовлетворенность в спокойствии	0,49	-0,26	0,21	0,02	-0,02	0,82
удовлетворенность в самоутверждении	0,25	0,11	0,46	-0,03	-0,14	0,87
удовлетворенность в успехе	0,34	0,39	-0,75	-0,32	-0,65	-0,28
удовлетворенность в перспективе и надеждах	0,76	-0,04	0,26	0,12	-0,40	0,12
Общая дисперсия, %	30,7	25,1	9,4	31,9	20,4	13,6

Таблица 5

Результаты факторного анализа показателей во 2-й группе студентов

Показатель	Учебный год					
	в начале			в конце		
	F ₂	F ₁	F ₃	F ₂	F ₁	F ₃
Частота сердечных сокращений, уд/мин	0,83	0,06	0,06	-0,79	0,05	0,14
ДЖЭЛ, %	-0,58	0,33	-0,01	0,68	0,02	0,06
Бег на 100 м, с	-0,72	0,26	0,07	-0,53	0,00	0,09
Бег на 3 км, мин	0,80	0,09	0,13	-0,92	0,06	0,094
Подтягивание, число раз	0,89	-0,07	0,19	0,82	0,12	0,01
Реактивная тревожность, балл	-0,86	-0,18	-0,05	-0,76	0,13	0,21
Показатели по тесту Люшера, балл, в том числе:	0,71	-0,14	0,31	-0,148	-0,78	-0,10
вегетативный индекс	0,21	0,79	0,16	0,04	-0,90	-0,16
работоспособность	-0,03	0,92	-0,05	-0,19	0,55	0,72
стресс	0,27	-0,59	0,69	-0,03	0,14	-0,88
удовлетворенность в спокойствии	0,02	-0,07	-0,85	0,18	-0,18	0,07
удовлетворенность в самоутверждении	-0,14	0,78	-0,01	0,20	-0,14	-0,85
удовлетворенность в успехе	-0,27	-0,13	-0,87	0,04	-0,82	0,04
удовлетворенность в перспективе и надеждах	-0,27	-0,13	-0,87	0,04	-0,82	0,04
Общая дисперсия, %	35,9	23,3	12,9	30,9	20,9	12,6

нения по физической подготовке проходили в обычном режиме, также выявил 3 фактора (табл. 5). До начала учебного года и при его завершении ведущими факторами были F₂, характеризующий физиологическое состояние, и F₁, оценивающий психофизиологические показатели функциональных резервов организма. В процессе занятий они улучшались, но не так значительно, как у студентов 1-й группы (см. табл. 3). Как уже было указано ранее (см. табл. 3), большинство студентов 2-й группы были мотивированы на достижения успеха в деятельности, поэтому показатели потребностей, как и у студентов 1-й группы, сгруппировались в F₃ (см. табл. 4, 5).

Заключение

Проведение гипоксической тренировки с использованием фильтрующего противогаза способствует не только улучшению психофизиологических показателей функциональных резервов организма и развитию физических качеств, но также повышает мотивационные характеристики к действию, в том числе, к достижению результатов на занятиях по физической подготовке и безопасности жизнедеятельности.

Методика имеет профессионально значимую направленность и может быть использована при физическом воспитании курсантов вузов, осуществляющих подготовку специалистов экстремальных видов деятельности.

Литература

1. Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование : 7-е междунар. изд. СПб. [и др.] : Питер, 2003. 688 с.
2. Апалькова А.М., Полинский В.В., Герасимова Н.А. Занятия спортом (физической культурой) как средство профилактики стресса // Юный ученый. 2018. № 2 (16). С. 140–144.
3. Баранова К.А. Превентивная умеренная гипоксия повышает содержание кортикостероидных рецепторов в мозге крыс в экспериментальной модели депрессии // Нейрохимия. 2020. Т. 37, № 3. С. 220–227. DOI: 10.31857/S1027813320030024.
4. Батаршев А.В. Базовые психологические свойства и профессиональное самоопределение личности: практ. руководство по психол. диагностике. СПб. : Речь, 2005. 208 с.
5. Горанчук В.В., Сапова Н.И., Иванов А.О. Гипокситерапия. СПб. :Элби-СПб., 2003. 536 с.
6. Зиямбетов В.Ю., Пятибрат А.О. Влияние гипоксической тренировки в изолирующем противогазе на повышение резистентности организма к влиянию экстремальных условий профессиональной деятельности // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2021. № 4. С. 71–77. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-4-71-77.
7. Карымова О.С., Колодина И.И. Особенности проявления тревожности и стресса у мужчин и женщин с разным уровнем самооценки // Азимут науч. исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10, № 2 (35). С. 358–361. DOI: 10.26140/anip-2021-1002-0090.
8. Николаева А.Г. Использование адаптации к гипоксии в медицине и спорте. Витебск: ВГМУ, 2015. 150 с.

9. Русина Н.А., Оленчук А.Б. Взаимосвязь уровня тревожности, уровня самооценки и прокрастинации у молодых людей // *Вопр. психич. здоровья детей и подростков*. 2017. Т. 17, № 52. С. 208–209
10. Собчик Л. Н. МЦВ – метод цветовых выборов: модифицированный восьмицветовой тест Люшера: практ. руководство. СПб. : Речь ; М. : Пер сз, 2001. 99 с. (Практикум по психодиагностике).
11. Сугоняев К.В. Можно ли оценить личностные характеристики с помощью теста Люшера? // *Психология. Психофизиология*. 2019. Т. 12, № 2. С. 41–59. DOI: 10.14529/jpps190204.

Поступила 30.09.2022 г.

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

Участие авторов: О.А. Пятибрат – проведение математической обработки первичных данных, анализ результатов исследования, написание первого варианта статьи; В.Ю. Зиямбетов – разработка концепции исследования, сбор первичного материала, перевод реферата, редактирование статьи; Н.С. Цикунова – методическое сопровождение, редактирование окончательного варианта статьи; З.К. Назыров, А.Г. Шибеева – статистическая обработка результатов обследования по тесту Люшера, написание первого варианта статьи.

Для цитирования. Пятибрат А.О., Зиямбетов В.Ю., Цикунова Н.С., Назыров Р.К., Шибеева А.Г. Взаимосвязь повышения резистентности организма и нормализации психического состояния под влиянием гипоксической тренировки в изолирующем противогазе // *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2023. № 1. С. 100–108. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-100-108.

Improved body resistance and mental health in students undergoing hypoxic training wearing insulating gas masks

Pyatibrat A.O.^{1,2}, Ziambetov V.Yu.³, Tsikunova N.S.⁴, Nazzyrov R.K.⁵, Shibaeva A.G.⁶

¹ St. Petersburg State Pediatric Medical University (2, Litovskaya Str., St. Petersburg, 194100, Russia);

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

³ Orenburg State University (13, Victori Ave., Orenburg, 460018, Russia);

⁴ Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg (35, Dekabristov Str., St. Petersburg, 190121, Russia);

⁵ Karvasarsky Institute of Psychotherapy and Medical Psychology (32–34, Baskov lane, St. Petersburg, 191014, Russia);

⁶ Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

✉ Alexander Olegovich Pyatibrat – Dr. Med. Sci Associate Prof., Prof. of the department extreme medicine, traumatology, orthopedics and MFS, 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), ORCID: 0000-0001-6285-1132, e-mail: a5brat@yandex.ru;

Vadim Yusupovich Ziambetov – PhD Ped. Sci., Associate Prof., Department of Physical Education, Orenburg State University (13, Victori Ave., Orenburg, 460018, Russia), ORCID: 0000-0002-0151-3671, e-mail: ziambetov@mail.ru;

Natalia Sergeevna Tsikunova – PhD Psychol. Sci. Associate Prof., Department of Psychology named after A.T. Puni, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg (35, Dekabristov Str., St. Petersburg, 190121, Russia), e-mail: secikunov@yandex.ru;

Ravil' Kaisovich Nazzyrov – Dr. Med. Sci. Director, Karvasarsky Institute of Psychotherapy and Medical Psychology (33–34, Baskov lane, St. Petersburg, 191014, Russia), e-mail: ravil.nazzyrov@gmail.com;

Anastasiya Gennad'evna Shibaeva – Junior Research Associate, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0009-0007-5502-2441, e-mail: dr.kolosova13@yandex.ru

Abstract

Relevance. Improving mental health of professionals working in extreme environments are an urgent step towards improved health of the urban population.

Objective. The aim is to evaluate the long-term efficiency of hypoxic training wearing a filter gas mask in terms of mental health.

Methods. Mental health assessment was carried out using Spielberger–Khanin questionnaire and the Lusher test. The correlation between the indicators showing changes in the level of anxiety, vital lung capacity and the number of trunk lifts were calculated for the two groups of students, each including 50 participants. Group 1 used a filter gas mask while doing physical exercises within their hypoxic training, whereas Group 2 performed similar amount of exercises without wearing a gas mask.

Results and discussion. Group 1 showed a significant decrease in the level of anxiety and a trend towards having less students with future pursuits and hopes for the best. By the end of the study, moderate negative correlations of reactive anxiety with an increase in the vital lung capacity ($r = -0.43$; $p < 0.05$) and the number of trunk lifts in supine position ($r = -0.37$; $p < 0.05$) was found in Group 1. Factor analysis in both groups revealed restructured functional body reserves during physical training.

Conclusion. Hypoxic training in students throughout the academic year allowed to significantly increase the vital lung capacity, physical resilience, satisfaction, pursuits and positive perception of the future, while reducing the level of anxiety.

Keywords: emergency, personal protective equipment, gas mask, hypoxia, physical qualities, vital lung capacity, mental health, psychological diagnosis, anxiety, Lusher test, motivation.

References

1. Anastasi A. Urbina C. Psikhologicheskoe testirovanie [Psychological testing]. St. Petersburg. 2003. 688 p. (In Russ.)
2. Apal'kova A.M., Polynskii V.V., Gerasimova N.A. Zanyatiya sportom (fizicheskoi kul'turoi) kak sredstvo profilaktiki stressa [Sports (physical culture) as a means of stress prevention]. *Yunyi uchenyi* [Young scientist]. 2018; (2):140–144. (In Russ.)
3. Baranova K.A. Preventivnaya umerennaya gipoksiya povyshaet soderzhanie kortikosteroidnykh retseptorov v mozge krysa v eksperimental'noi modeli depressii [Preconditioning by moderate hypoxia increases the amount of corticosteroid receptors in the rat brain in the model of depression]. *Neirokhimiya* [Neirokhimiya]. 2020; 37(3):220–227. DOI: 10.31857/S1027813320030024. (In Russ.)
4. Batarshchikov A.B. Bazovye psikhologicheskie svoystva i professional'noe samoopredelenie lichnosti [Basic psychological properties and self-determination of personality]. St. Petersburg. 2005. 208 p. (In Russ.)
5. Goranchuk V.V., Sapova N.I., Ivanov A.O. Gipoksiterapiya [Hypoxotherapy]. St. Petersburg. 2003. 536 p. (In Russ.)
6. Ziambetov V.Yu., Pyatibrat A.O. Vliyaniye gipoksicheskoi trenirovki v izoliruyushchem protivogaze na povysheniye rezistentnosti organizma k vliyaniyu ekstremal'nykh uslovii professional'noi deyatel'nosti [The effect of hypoxic training in an insulating gas mask on increasing the body's resistance to the influence of extreme conditions of professional activity]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2021; (4):71–77. DOI: 10.25016/2541-7487-2021-0-4-71-77. (In Russ.)
7. Karymova O.S., Kolodina I.I. Osobennosti proyavleniya trevozhnosti i stressa u muzhchin i zhenshchin s raznym urovnem samootsenki [Features of anxiety and stress in men and women with different levels of self-esteem]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: pedagogika i psikhologiya* [Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology]. 2021; 10(2):358–361. DOI: 10.26140/anip-2021-1002-0090. (In Russ.)
8. Nikolaeva A.G. Ispol'zovanie adaptatsii k gipoksii v medicine i sporte [The use of adaptation to hypoxia in medicine and sports]. Vitebsk. 2015. 150 p. (In Russ.)
9. Rusina N.A., Olenchuk A.B. Vzaimosvyaz' urovnya trevozhnosti, urovnya samootsenki i prokrastinatsii u molodykh lyudei [The relationship between the level of anxiety, the level of self-esteem and procrastination in young people]. *Voprosy psikhicheskogo zdorov'ya detei i podrostkov* [Mental health issues of children and adolescents]. 2017; 17(S2):208–209. (In Russ.)
10. Sobchik L.N. MTSV – metod tsvetovykh vyborov: modifitsirovannyi vos'mitsvetovoi test Lyushera [MTSV – the method of color choices. Modified eight-color Lusher test]. St. Petersburg ; Moscow. 2001. 99 p. (In Russ.)
11. Sugonyaev K.V. Mozhno li otsenit' lichnostnye kharakteristiki s pomoshch'yu testa Lyushera? [Is it possible to assess personality traits by means of Loscher test?]. *Psikhologiya. Psikhofiziologiya* [Psychology. Psychophysiology]. 2019; 12(2):41–59. DOI: 10.14529/jpps190204. (In Russ.)

Received 30.09.2022

For citing: Pyatibrat A.O., Ziambetov V.Yu., Tsikunova N.S., Nazyrov R.K., Shibaeva A.G. Vzaimosvyaz' povysheniya rezistentnosti organizma i normalizatsii psikhicheskogo sostoyaniya pod vliyaniem gipoksicheskoi trenirovki v izoliruyushchem protivogaze. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2023; (1):100–108. (In Russ.)

Pyatibrat A.O., Ziambetov V.Yu., Tsikunova N.S., Nazyrov R.K., Shibaeva A.G. Improved body resistance and mental health in students undergoing hypoxic training wearing insulating gas masks. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023; (1):100–108. DOI 10.25016/2541-7487-2023-0-1-100-108.

К.А. Чернов¹, С.Д. Мисюрин¹, В.А. Глухов², С.А. Дурнев²

МЕДИЦИНА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ: АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (2005–2021 гг.)

¹ Академия гражданской защиты МЧС России

(Россия, Московская обл., г. Химки, мкрн. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1а);

² Научная электронная библиотека (Россия, 117246, Москва, Научный проезд, д. 14А, стр. 3)

Актуальность. Искусственный интеллект является одной из самых быстроразвивающихся и перспективных технологий обработки и классификации естественного текста.

Цель – провести семантический анализ отечественных публикаций по медико-биологическим и психологическим проблемам чрезвычайных ситуаций, представленных в Российском индексе научного цитирования за период 2005–2021 гг. с использованием методов искусственного интеллекта и специального программного обеспечения.

Методология. Объект исследования составили журнальные статьи по медико-биологическим и психологическим проблемам чрезвычайных ситуаций, опубликованные в 2005–2021 гг. и проиндексированные в Российском индексе научного цитирования. Анализ проведен с использованием программы VOSviewer, а также построением нейросети с помощью языка программирования Python.

Результаты и их анализ. В результате семантического анализа подборки научных статей, импортированных из Российского индекса научного цитирования в программу VOSviewer, удалось провести библиометрическую визуализацию и кластеризацию ключевых терминов, ведущих авторов публикаций и выявить их взаимосвязи. Кроме того, в автоматизированном режиме с помощью кластерного анализа и метода «локтя» построена нейросеть для более объективной кластеризации, позволившая выявить 19 тематических кластеров научных публикаций.

Заключение. Авторам публикаций следует более тщательно подходить к формированию аннотации статей, а ключевые слова согласовывать с тезаурусами, например, медицинские предметные рубрики (Medical Subject Headings, MeSH). Эти уточнения будут способствовать более правильному соотношению публикаций с имеющимися рубриками. Дальнейшее повышение уровня цифровизации позволит проводить более точные исследования, в том числе, с применением методов искусственного интеллекта.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, медицина катастроф, науковедение, наукометрия, искусственный интеллект, машинное обучение, нейронные сети, кластерный анализ, научная статья.

Введение

В последнее время активно развивается цифровизация в различных сферах научной деятельности, в том числе, в прогнозировании, моделировании и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) различного характера [18, 20–22, 27]. По мнению директора Центра искусственного интеллекта Сколковского института науки и технологий проф. И.В. Оселедца [<https://www.oprf.ru/>], повсеместная цифровизация научной деятельности открывает большие перспективы для проведе-

ния интеллектуального анализа больших данных с использованием методов искусственного интеллекта, при этом «необходимо сначала перенести данные в цифровой формат, а уже потом с помощью этих баз обучать искусственный интеллект».

При анализе публикационной активности российских и зарубежных авторов за последние годы отмечено стремительное увеличение количество статей, публикуемых в научных журналах. Так, за период 2005–2020 гг. по медицинским проблемам безопасности в ЧС

✉ Чернов Кирилл Александрович – препод. каф. мед.-биол. и экол. защиты, Акад. гражд. защиты МЧС России (Россия, 141435, Московская обл., г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А), ORCID: 0000-0002-7625-4432, e-mail: kchernovmd@gmail.com;

Мисюрин Сергей Дмитриевич – курсант командно-инженерного факультета, Акад. гражд. защиты МЧС России (Россия, 141435, Московская обл., г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А), e-mail: ssergeymiss@gmail.com;

Глухов Виктор Алексеевич – канд. техн. наук, зам. директора, Науч. электрон. библиотека (Россия, 117246, Москва, Научный проезд, д. 14А, стр. 3), e-mail: olunid@elibrary.ru;

Дурнев Сергей Андреевич – науч. сотр., Науч. электрон. библиотека (Россия, 117246, Москва, Научный проезд, д. 14А, стр. 3), e-mail: durnev@elibrary.ru

авторами опубликована 3401 статья в отечественных научных журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ), и 60 935 научных статей, индексируемых в международной реферативно-библиографической базе данных (БД) Scopus. Чтобы сгруппировать научную информацию по медицинским проблемам ЧС, был предложен развернутый классификатор научной информации, в котором содержатся 9 основных разделов и 38 подразделов [15]. Результаты распределения массивов отечественных и зарубежных научных статей по разделам классификатора представлены в табл. 1.

В настоящее время существуют программы, которые позволяют проводить анализ и визуализацию библиометрических сетей научных публикаций (например VOSviewer) [https://www.vosviewer.com]. Уместно отметить, что в РИНЦ и Scopus имеются внутренние рубрикаторы, позволяющие выделять в массиве статей ведущих авторов, журналы, а также организации, сотрудники которых опубликовали наибольшее количество статей и их цитирования. Данные рубрикаторы неоднократно использовались для проведения наукометрического анализа научных статей по отраслям знаний, в том числе, по безопасности в ЧС [2, 3, 7–9], медицине катастроф [1, 14], боевому стрессу [12], морской медицине [13], психиатрии и психотерапии [10, 11].

Наглядная визуализация их взаимных связей и последующая автоматическая кластеризация могут быть реализованы с помощью упомянутой программы VOSviewer, при этом

библиометрические сведения о статьях следует представлять в.csv-форматах (comma-separated values) либо с помощью специального программного обеспечения для управления ссылками (.ris-формат) [16].

Имеется возможность выгрузить подборку мирового потока статей по медицинским проблемам безопасности в ЧС в формате csv из БД Scopus, визуализация и выделение ведущих кластеров с помощью инструмента VOSviewer приведены в публикации [19]. В результате анализа было выделено 6 ведущих тематических кластеров (рубрик), окрашенных разными цветами (рис. 1):

- красным – термины, относящиеся к общим проблемам безопасности в ЧС (22,5 % от общего количества ключевых терминов);
- фиолетовым – оказание экстренной и неотложной медицинской помощи, в том числе, на догоспитальном этапе (16,2 %);
- голубым – вопросы судебно-медицинской экспертизы (4,8 %);
- желтым – оказание медицинской помощи и лечение пострадавших в ЧС (17,5 %);
- зеленым – психиатрические и психологические проблемы безопасности в ЧС (21,1 %);
- синим – медицинское обеспечение при ЧС природного характера (стихийные бедствия) (17,9 %).

Цель – провести семантический анализ отечественных публикаций по медико-биологическим и психологическим проблемам ЧС, представленных в РИНЦ за период 2005–2021 гг. с использованием методов искусственного интеллекта.

Таблица 1

Показатели распределения отечественных и зарубежных массивов научных статей по медицинским проблемам безопасности в ЧС (2005–2020 гг.) [15]

Раздел классификатора		Среднегодовое число статей Me [Q ₁ ; Q ₃]; M ± SD (%)		p <
		отечественных	зарубежных	
1-й	Общие медицинские проблемы	24 [19; 26] (11,2)	97 [14; 181] (2,0)	0,001
2-й	Задачи и организация службы медицины катастроф	12 ± 7 (5,1)	203 ± 15 (3,6)	
3-й	Прогнозирование и моделирование медико-санитарных последствий ЧС	32 [26; 54] (17,7)	216 [97; 226] (3,8)	0,001
4-й	Организация медико-санитарного обеспечения в ЧС	51 ± 25 (24,1)	1564 ± 409 (27,8)	0,001
5-й	Оказание медицинской помощи и лечение пострадавших в ЧС	26 [17; 45] (14,1)	1374 ± 334 (24,4)	
6-й	Медицинский контроль, экспертиза и реабилитация специалистов профессий экстремального профиля	5 [3; 16] (3,9)	279 [217; 305] (4,9)	0,001
7-й	Медицинская подготовка специалистов профессий экстремального профиля и населения к действиям в ЧС	18 ± 12 (9,0)	72 [53; 98] (1,6)	
8-й	Биологические проблемы безопасности в ЧС	12 ± 7 (5,5)	882 ± 570 (15,7)	0,001
9-й	Психиатрические (медико-психологические) проблемы	21 ± 11 (9,4)	733 [500; 1059] (16,2)	0,001
Всего		196 ± 95	3332 [2274; 4626]	

Материал и методы

С целью проведения сравнительного анализа и более детальной автоматической классификации (кластеризации) научной информации, опираясь на опыт отечественных и зарубежных исследований [4–6, 17, 18, 23, 24], была создана программа на языке Python

- токенизация – процесс разделения предложений на слова-компоненты;
- лемматизация, проводимая с целью приведения всех встречающихся словоформ к одной, нормальной словарной форме (именительный падеж, мужской род, единственное число);
- удаление «Стоп-слов», которые должны быть исключены из текста до его обработки

с целью минимизации поискового шума. Чаще всего в роли стоп-слов выступают артикли, междометия, союзы и т.д., которые не несут смысловой нагрузки;

- «мешок слов». Алгоритмы машинного обучения не могут напрямую работать с «сырым» текстом, поэтому необходимо конвертировать текст в наборы цифр или векторов. Это называется извлечением признаков. «Мешок слов» является популярной и простой техникой извлечения признаков, используемой при работе с текстом, описывает вхождения каждого слова в текст. Метод позволяет осуществить упрощенное представление текста, другими словами, какие слова встретились в тексте, но при этом не учитывает их порядок. Такое представление легко запрограммировать, оно удобно для использования в задачах автоматической обработки текста. Несмотря на свою простоту, метод оказывается достаточно полезным и позволяет успешно решать такие задачи, как классификация текста, т.е. отнесение текста к определенной группе/категории.

Следующим шагом являлось машинное обучение модели для автоматической классификации научной информации. Для обучения был использован метод глубокого обучения, а именно, многослойная полносвязная

нейросеть. Построенная модель состояла из 3 скрытых слоев, одного выходного слоя, а также трех слоев, нормализующих данные. Указанная нейросеть способна вычислять около 2,5 млн параметров и позволяет наиболее точно аппроксимировать данные.

Финальным шагом явились оценка точности классификации и сравнение количества разделов и соотношения статей по ним с рутинным («de visu») методом распределения.

Результаты и их анализ

В результате анализа подборки научных статей, импортированных из РИНЦ в.csv-формате в программу VOSviewer, удалось выделить ключевые термины, выявить их взаимосвязь и провести кластеризацию в автоматизированном режиме, результаты кластеризации представлены на рис. 2. Программа выделила 6 ведущих тематических кластеров (рубрик), которые окрашены разными цветами:

- красным – термины, относящиеся к общим медицинским проблемам безопасности в ЧС и характеристике ЧС различного происхождения (22,6 % от общего количества ключевых терминов);

- фиолетовым – психиатрические (медико-психологические) проблемы, в том числе,

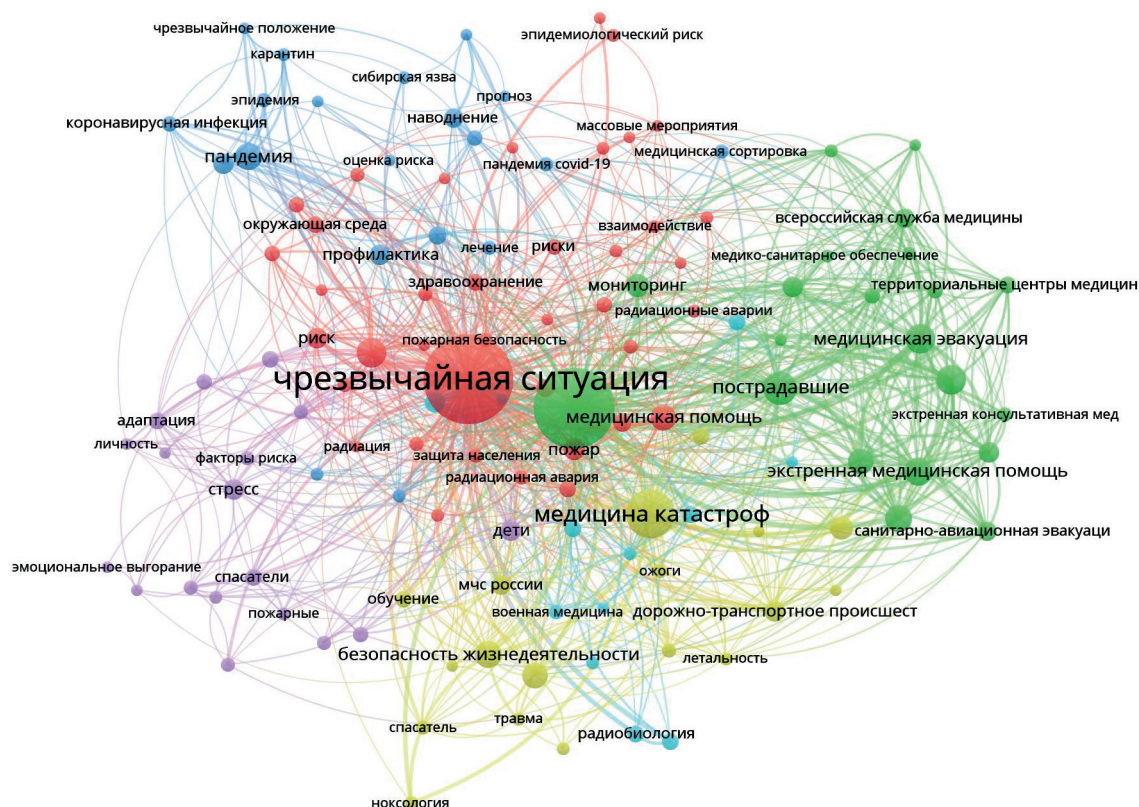


Рис. 2. Ключевые термины и их кластеризация в подборке отечественных публикаций по медицине ЧС с помощью программы VOSviewer.

у специалистов профессий экстремального профиля (16,7%);

- голубым – вопросы медико-санитарных последствий радиационных аварий (5,8%);
- желтым – вопросы обучения и подготовки специалистов профессий экстремального профиля к ликвидации медико-санитарных последствий ЧС (20,9%);

- зеленым – организация медико-санитарного, в том числе, лечебно-эвакуационного обеспечения в ЧС (23,7%);

- синим – медицинское обеспечение при ЧС природного и биолого-социального характера (стихийные бедствия) (10,3%).

При сравнении выделенных тематических кластеров ключевых терминов отечественных научных статей с таковыми, выделенными в подборке мирового потока статей по медицинским проблемам безопасности в ЧС (см. рис. 1), можно сделать вывод, что в зарубежных исследованиях сравнительно чаще рассматривались психиатрические и психологические проблемы безопасности в ЧС и вопросы медицинского обеспечения при ЧС природного характера (уместно указать, что в мире в отличие от России преобладают природные ЧС), отечественными исследователями сравнительно чаще изучались вопросы обучения и подготовки специалистов профессий экстремального профиля к ликвидации медико-санитарных последствий ЧС, что, в целом, согласуется с данными распределения публикаций по разделам классификатора рутинным способом (см. табл. 1).

На рис. 3 представлено распределение публикаций во взаимосвязи с отечественными

ми исследователями, подготовившими наибольшее количество научных публикаций по медико-биологическим и психологическим проблемам ЧС за период 2005–2021 гг. Ведущими «кластерами», с которыми взаимодействуют большинство других исследователей, являются научные школы по изучению безопасности в ЧС:

- методологические и методические проблемы организации и деятельности службы медицины катастроф в стране – С.Ф. Гончаров, Б.В. Бобий, М.В. Быстров и др. (Всероссийский центр медицины катастроф «Защита», Федеральный центр медицины катастроф) – взаимосвязи на рисунке выделены красным цветом;

- военнослужащие и сотрудники полиции – Р.Н. Лемешкин, А.Н. Гребенюк, И.М. Самохвалов (Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова), Ю.Е. Барачевский и С.Г. Соловьев (Северный государственный медицинский университет) – взаимосвязи выделены синим цветом;

- личный состав МЧС России – С.С. Алексин, В.И. Евдокимов, В.Ю. Рыбников, И.А. Якиревич (Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России) – фиолетовый цвет;

- жители Москвы и Московской области – С.А. Гуменюк, В.И. Потапов, Л.Л. Стажадзе (Московский территориальный научно-практический центр медицины катастроф Департамента здравоохранения города Москвы) – бежевый цвет;

- проблемы особо опасных инфекций и биологической безопасности – В.В. Ку-

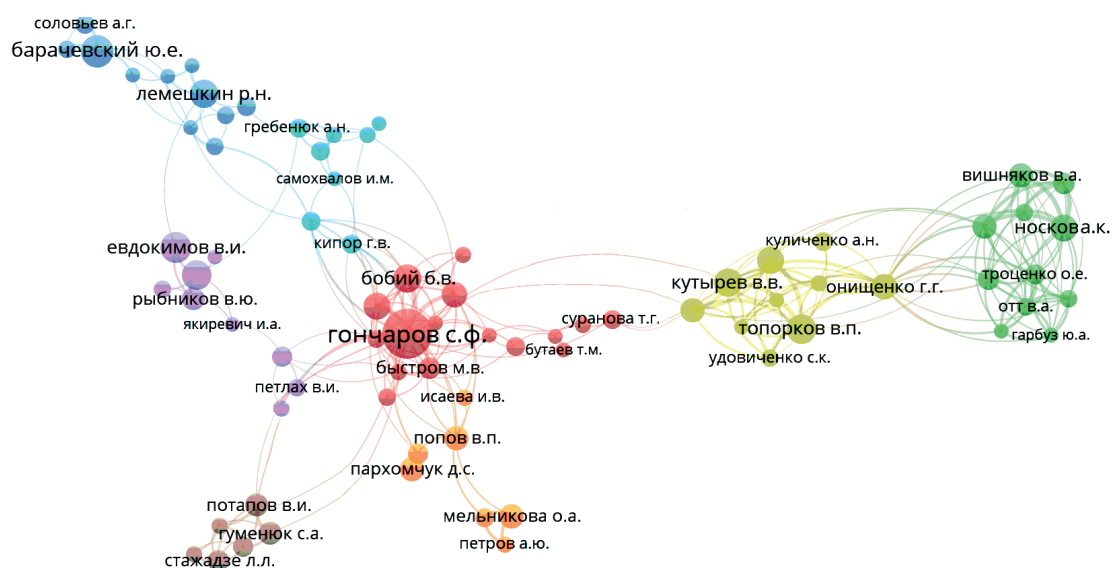


Рис. 3. Ведущие авторы и их кластеризация в подборке отечественных публикаций по медицине ЧС с помощью программы VOSviewer.

тырев, В.П. Топорков (Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»), Г.Г. Онищенко (Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова) – желтый цвет, Носков А.К., Вишняков В.А. (Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока) – зеленый цвет;

– проблемы службы медицины катастроф регионального уровня – В.П. Попов, О.А. Мельникова, А.Ю. Петров (Территориальный центр медицины катастроф Свердловской области), Д.С. Пархомчук (Луганский республиканский Центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф) – оранжевый цвет.

Следует отметить, в целом, ведущие кластеры научных школ соотносятся с авторами, подготовившими наибольшее количество публикаций по медицине ЧС за период 2005–2017 гг., по данным РИНЦ [1, 14].

Было принято также решение провести кластерный анализ, основная задача которого заключается в автоматическом распределении научных статей на группы или кластеры, при этом заранее количество кластеров не задавалось. Применено так называемое машинное обучение без учителя. Один из ключевых вопросов, который предстояло решить на этапе обучения модели, заключался в выборе оптимального количества кластеров. Количество кластеров в данной методике является гиперпараметром, т.е. тем параметром, который следовало указать до обучения модели. Для определения оптимального количества кластеров был использован метод локтя (англ. Elbow method) – графический метод определения оптимального количества кластеров основан на зависимости суммы квадратов расстояний между объектами и центрами кластеров от их количества. В процессе применения данного метода строится график зависимости суммы квадратов расстояний от количества кластеров, на котором определяется точка, где кривая «сгибается» (визуально напоминает локоть).

Сумма квадратов внутрикластерных расстояний (Within cluster sum of squares, WCSS) – метрика для оценки качества кластеризации, которая измеряла, насколько сильно объекты внутри одного кластера похожи друг на друга. Она вычисляется путем суммирования квадратов расстояний каждого элемента кластера до центроида этого кластера. Чем меньше значение SSW, тем лучше кластеризация, т.е. объекты внутри каждого кластера находятся ближе друг к другу, чем к объектам из других кластеров. Из графика, представленного

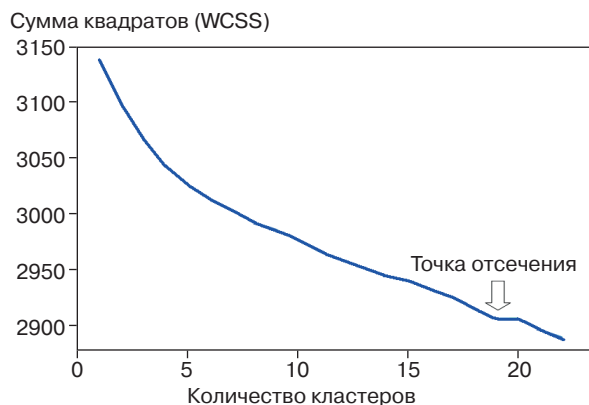


Рис. 4. Кластерный анализ отечественных публикаций по медицине ЧС с помощью метода «локтя» (пояснения в тексте).

на рис. 4, следует, что при переходе от 19 до 20 кластеров ошибка произвела скачок вверх и в дальнейшем стала минимизироваться. Поэтому для обучения модели принято решение использовать 19 кластеров.

Распределение отечественного массива статей (%) по рубрикам созданного классификатора (слева) [15] и найденных кластеров (слева) представлено в табл. 2. Номера кластерам присвоены с учетом величины вклада в общую структуру. Стоит отметить, что 19 сгенерированных нейросетью кластеров в целом соотносились с 9 основными разделами разработанного классификатора. Ряд статей из кластеров соотносились с несколькими рубриками, при этом возможности построения нейросети на данном этапе не позволили создать более мелкие подрубрики в составе кластера (второй уровень иерархии).

Заключение

Проведенное исследование позволило провести сравнительный анализ различных технологий классификации (кластеризации) научных статей с использованием методов искусственного интеллекта и выявить ведущие кластеры по ключевым словам и ведущим авторам. Авторам публикаций следует более тщательно подходить к формированию аннотации статей, а ключевые слова согласовывать с тезаурусом медицинских предметных рубрик (Medical Subject Headings, MeSH). Эти уточнения будут способствовать более правильному соотношению публикаций с имеющимися рубриками.

К сожалению, проведенное исследование не разрешило все поставленные задачи. Дальнейшее повышение уровня цифровизации позволит проводить более достоверные исследования, в том числе, с применением методов искусственного интеллекта.

Таблица 2

Соотнесение разделов классификатора отечественных публикаций и кластеров, сгенерированных нейросетью

Раздел созданного классификатора			Найденный кластер		
		%			%
1-й	Общие медицинские проблемы	11,2	13-й	Общие медицинские проблемы безопасности в ЧС	2,3
2-й	Задачи и организация службы медицины катастроф	5,1	11-й	Организация и режимы функционирования службы медицины катастроф	2,7
			15-й	Организация медицинского снабжения в ЧС	2,2
			19-й	Взаимодействие организаций и учреждений по вопросам ликвидации медико-санитарных последствий ЧС	1,1
3-й	Прогнозирование и моделирование медико-санитарных последствий ЧС	17,7	5-й	Прогнозирование и моделирование медико-санитарных последствий ЧС	4,6
			9-й	Прогнозирование, моделирование и характеристика эпидемий и эпизоотий	3,5
			12-й	Экономический ущерб от медико-санитарных последствий ЧС	2,7
4-й	Организация медико-санитарного обеспечения в ЧС	24,1	1-й	Организация медико-санитарного обеспечения в ЧС	30,5
			17-й	Подготовка и организация работы учреждений системы здравоохранения в ЧС	1,6
			7-й	Организация лечебно-эвакуационного обеспечения	4,1
			18-й	Информационное обеспечение ликвидации медико-санитарных последствий ЧС	1,5
5-й	Оказание медицинской помощи и лечение пострадавших в ЧС	14,1	2-й	Оказание медицинской помощи и лечение пострадавших в ЧС	14,2
			16-й	Отдаленные последствия воздействия и оказание медицинской помощи пострадавшим от ионизирующего излучения	1,9
6-й	Медицинский контроль, экспертиза и реабилитация специалистов профессий экстремального профиля	3,9	8-й	Медицинское обеспечение и экспертиза специалистов профессий экстремального профиля	4,0
7-й	Медицинская подготовка специалистов профессий экстремального профиля и населения к действиям в ЧС	9,0	3-й	Медицинская подготовка специалистов профессий экстремального профиля	7,4
8-й	Биологические проблемы безопасности в ЧС	5,5	10-й	Биологические проблемы безопасности в ЧС	3,0
			14-й	Организация санитарно-гигиенического и противоэпидемического обеспечения	2,3
9-й	Психиатрические (медико-психологические) проблемы	9,4	4-й	Психиатрические (медико-психологические) проблемы безопасности в ЧС	6,0
			6-й	Оказание экстренной психологической помощи в ЧС	4,4

Литература

1. Алексанин С.С., Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю., Чернов К.А. Медицина катастроф: метаанализ научных статей и диссертаций по специальности 05.26.02 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» (2005–2017 гг.) : монография / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-принт, 2019. 293 с.
2. Артамонов А.С., Евдокимов В.И., Стебунов С.В. Публикационная деятельность и наукометрические показатели журнальных статей образовательных организаций МЧС России // Науч. и образоват. пробл. гражд. защиты. 2016. № 1 (28). С. 84–93.
3. Бондар А.И., Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю. Анализ научных статей, опубликованных сотрудниками организаций МЧС России (2010–2019 гг.) // Пожары и чрезв. ситуации: предотвращение, ликвидация. 2021. № 1. С. 5–18. DOI: 10.25257/FE.2021.1.5-18.
4. Бухановский А.В., Иванов С.В., Ковальчук С.В., Нечаев Ю.И. Онтологическая система знаний и вычислительных ресурсов современных интеллектуальных технологий // Онтология проектирования. 2020. Т. 10, № 1 (35). С. 22–33. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-22-33.
5. Виноградов О.В. Аспекты применения нейронных сетей для прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Технологии гражд. безопасности, 2021. Т. 18, № 1(67). С. 23–26. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.1.67.4.23.

6. Данилов Г.В., Жуков В.В., Куликов А.С. [и др.]. Сравнительный анализ статистических методов классификации научных публикаций в области медицины // Компьютерные исследования и моделирование, 2020. Т. 12, № 4. С. 921–933. DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-4-921-933.
7. Евдокимов В.И. Наукометрический анализ научных статей по медико-биологическим проблемам у специалистов экстремальных профессий на Крайнем Севере России (2005–2016 гг.) : монография / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника-сервис, 2017. 78 с.
8. Евдокимов В.И. Наукометрический анализ отечественных и зарубежных научных статей в сфере чрезвычайных ситуаций (2005–2014 гг.) : монография / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : Политехника сервис, 2015. 110 с.
9. Евдокимов В.И., Глухов В.А. Комплексный балл публикационной результативности ведущих организаций МЧС России (2005–2019 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2020. № 2. С. 109–119. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-2-109-119.
10. Евдокимов В.И., Глухов В.А., Григорьев С.Г. Публикационная активность и наукометрические показатели статей в научных учреждениях по психиатрии и наркологии (2005–2014 гг.) // Вестн. психотерапии. 2015. № 56 (61). С. 61–78.
11. Евдокимов В.И., Мухина Н.А. Наукометрические показатели статей по психотерапии (2002–2011 гг.) // Вестн. психотерапии. 2013. № 45 (50). С. 25–46.
12. Евдокимов В.И., Рыбников В.Ю., Шамрей В.К. Наукометрические показатели отечественных статей по боевому стрессу в Российском индексе научного цитирования (2008–2017 гг.) // Вестн. психотерапии. 2018. № 66 (71). С. 102–136.
13. Евдокимов В.И., Ушаков И.Б. Наукометрический анализ отечественных статей по морской медицине: состояние и пути интеграции в международное научное сообщество // Морская медицина. 2016. № 2. С. 7–18.
14. Евдокимов В.И., Чернов К.А. Медицина катастроф: объект изучения и наукометрический анализ отечественных научных статей (2005–2017 гг.) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2018. № 3. С. 98–117. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-3-98-117.
15. Евдокимов В.И., Чернов К.А. Создание классификатора научных публикаций «Медицина катастроф. Служба медицины катастроф» // Медицина катастроф. 2019. № 1. С. 59–62. DOI: 10.33266/2070-1004-2019-1-59-62
16. Низомутдинов Б.А., Кремень Т.А. Сбор и обработка текстовых данных из городских каналов в мессенджере Telegram для поиска информации о происшествиях // Управление информационными ресурсами: материалы XVIII междунар. науч.-практ. конф. Минск, 2022. С. 385–386.
17. Орлов Г.М., Игнатьева О.А., Васин А.Г., Низомутдинов Б.А. Современные методы обработки и анализа данных / Нац. исслед. ун-т ИТМО. СПб., 2021. 147 с.
18. Солдатенко Д.М. Искусственный интеллект: прошлое, настоящее и будущее // Рос. внешнеэконом. вестн. 2020. № 9. С. 127–134. DOI: 10.24411/2072-8042-2020-10096.
19. Чернов К.А. Искусственный интеллект в сфере информационного сопровождения чрезвычайных ситуаций (обзор литературы) // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2022. № 3. С. 111–121. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-3-111-120.
20. Arslan M., Roxin A., Cruz C., Ginhac D. A review on applications of big data for disaster management // Proceedings of the 2017 13th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS). Jaipur, India. 2017. P. 370–375.
21. Chang R.H., Peng Y.T., Choi S., Cai C. Applying Artificial Intelligence (AI) to improve fire response activities // Emergency Management Science and Technology. 2022. Vol. 2. P. 7. DOI: 10.48130/EMST-2022-0007
22. Chen N., Liu W., Bai R., Chen A. [et al.]. Application of computational intelligence technologies in emergency management: a literature review // Artif. Intell. Rev. 2019. Vol. 52. P. 2131–2168. DOI: 10.1007/s10462-017-9589-8.
23. Guleva V., Shikov E., Bochenina K. [et al.]. Emerging complexity in distributed intelligent systems // Entropy. 2020. Vol. 22, N 12. P. 1–26. DOI: 10.3390/e22121437.
24. Kanonirov A., Balabaeva K., Kovalchuk S. Statistical inference for clustering results interpretation in clinical practice // Studies in Health Technology and Informatics. 2021. Vol. 285. P. 100–105. DOI: 10.3233/SHTI210580.
25. Kovalchuk S.V., Krzhizhanovskaya V.V., Sloat P.M.A. [et al.]. 20 Years of computational science: selected papers from 2020 International conference on computational science // Journal of Computational Science. 2021. Vol. 53. P. 101395. DOI: 10.1016/j.jocs.2021.101395.
26. Kovalchuk S.V., Krzhizhanovskaya V.V., Sloat P.M.A. [et al.]. Computational science for a better future // Journal of Computational Science. 2022. Vol. 62. P. 101745. DOI: 10.1016/j.jocs.2022.101745.
27. Lopez-Fuentes L., Weijer J., González-Hidalgo M. [et al.]. Review on computer vision techniques in emergency situations // Multimedia Tools and Applications. 2017. Vol. 77. P. 17069–17107. DOI: 10.1007/s11042-017-5276-7.
28. Van Eck N.J., Waltman L. Visualizing bibliometric networks // Measuring scholarly impact : methods and practice / Eds.: Y. Ding, R. Rousseau, D. Wolfram. N.Y.: Springer Cham Heidelberg ; London : Dordrecht, 2014. P. 285–320.

Поступила 20.02.2023 г.

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

Участие авторов: К.А. Чернов – анализ массива статей по программе VOSviewer, обзор литературы, подготовка первого варианта статьи; С.Д. Мисюрин – кластерный анализ массива статей, соотношение массива статей по рубрикам созданного классификатора и сгенерированных нейросетью кластерам; В.А. Глухов, С.А. Дурнев – формализация массива сведений по статьям за 2005–2021 гг., редактирование окончательного варианта статьи.

Для цитирования. Чернов К.А., Мисюрин С.Д., Глухов В.А., Дурнев С.А. Медицина чрезвычайных ситуаций: анализ отечественных научных статей с использованием методов искусственного интеллекта (2005–2021 гг.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2023. № 1. С. 109–119. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-109-119

Disaster medicine: analysis of research papers by Russian investigators based on artificial intelligence methods (2005–2021)

Chernov K.A.¹, Misyurin S.D.¹, Glukhov V.A.¹, Durnev S.A.²

¹The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (1a, Sokolovskaya Str., Novogorsk microdistrict, Khimki, Moscow region, 141435, Russia);

²Scientific Electronic Library (eLIBRARY.RU) (14A, Nauchnyi proezd, Moscow, 117246, Russia)

✉ Kirill Aleksandrovich Chernov – lecturer of the department (biomedical and ecological protection), The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (1a, Sokolovskaya Str., Novogorsk microdistrict, Khimki, Moscow region, 141435, Russia), ORCID: 0000-0002-7625-4432, e-mail: kchernovmd@gmail.com;

Sergey Dmitrievich Misyurin – cadet of the command engineering faculty, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (1a, Sokolovskaya Str., Novogorsk microdistrict, Khimki, Moscow region, 141435, Russia), e-mail: ssergeymiss@gmail.com;

Viktor Alekseevich Glukhov – PhD Techn. Sci., Deputy Director, Scientific Electronic Library (eLIBRARY.RU) (14A, Nauchnyi proezd, Moscow, 117246, Russia), e-mail: Olunid@elibrary.ru;

Sergei Andreevich Durnev – Research Associate, Scientific Electronic Library (eLIBRARY.RU) (14A, Nauchnyi proezd, Moscow, 117246, Russia), e-mail: durnev@elibrary.ru

Abstract

Relevance. Artificial intelligence is one of the fastest growing and promising technologies for processing and classifying natural text.

The objective is to conduct a semantic analysis of domestic publications on emergency-related medical, biological and psychological problems, that are registered in the Russian Science Citation Index within 2005–2021 and where authors implement artificial intelligence methods and special software.

Method. The object of the study is to analyze emergency-related medical, biological and psychological problems, published within 2005–2021 and registered in the Russian Science Citation Index. The analysis was carried out using VOSviewer program, as well as a neural network using the Python programming language.

Results and discussion. For the purpose of semantic analysis, numerous scientific articles were imported from the Russian Science Citation Index into the VOSviewer program. Bibliometric visualization and clustering of key terms was conducted, to provide an insight into the publications and affiliations of main authors. In addition, cluster analysis and the 'elbow' method allowed to build a neural network in an automated mode to provide for more effective clustering; these data enabled us to identify 19 thematic clusters of scientific publications.

Conclusion. In their publications investigators should be aware that the language of abstracts and keywords shall be in conformity with thesauruses, such as Medical Subject Headings (MeSH). These clarifications contribute to a more correct correlation between publications and existing headings. Further increase in the level of digitalization, including artificial intelligence methods, will allow to conduct more accurate research.

Keywords: emergency, disaster medicine, science of science, scientometrics, artificial intelligence, machine learning, neural networks, cluster analysis, scientific article.

References

1. Aleksanin S.S., Evdokimov V.I., Rybnikov V.Yu., Chernov K.A. Meditsina katastrof: metaanaliz nauchnykh statei i dissertatsii po spetsial'nosti 05.26.02 "Bezopasnost' v chrezvychainykh situatsiyakh" (2005–2017 gg.) [Disaster medicine: meta-analysis of scientific articles and dissertations in the specialty 05.26.02 "Safety in emergency situations" (2005–2017)]. St. Petersburg. 2019. 293 p. (In Russ.)

2. Artamonov A.S., Evdokimov V.I., Stebunov S.V. Publikatsionnaya dejatel'nost' i naukoimetricheskie pokazateli zhurnal'nykh statei obrazovatel'nykh organizatsiy MChS Rossii [Publication activities and scientometric indices of journal articles educational organizations of EMERCOM of Russia]. *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity* [Scientific and educational problems of civil protection]. 2016; (1):84–93. (In Russ.)

3. Bondar A.I., Evdokimov V.I., Rybnikov V.Ju. Analiz nauchnyh statej, opublikovannyh sotrudnikami organizacij MChS Rossii (2010–2019 gg.) [Analysis of scientific articles published by employees of organizations of EMERCOM of Russia (2010–2019)]. *Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidacija* [Fires and emergencies: prevention, liquidation]. 2021; (1):5–18. DOI: 10.25257/FE.2021.1.5–18. (In Russ.)
4. Boukhanovsky A.V., Ivanov S.V., Koval'chuk S.V., Nechaev Yu.I. Ontologicheskaya sistema znanii i vychislitel'nykh resursov sovremennykh intellektual'nykh tekhnologii [Ontological system of knowledge and computing resources of modern intellectual technologies]. *Ontologiya proektirovaniya* [Ontology of designing]. 2020; 10(1):22–33. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-22-33. (In Russ.)
5. Vinogradov O.V., Morozova O.A. Aspekty primeneniya nejronnyh setej dlya prognozirovaniya chrezvychajnykh situacij [Aspects of neural networks use for predicting emergency situations]. *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti* [Civil Security Technologies]. 2021; 18(1):23–26. DOI: 10.54234/CST.19968493.2021.18.1.67.4.23. (In Russ.)
6. Danilov G.V., Zhukov V.V., Kulikov A.S. [et al.]. Sravnitel'nyj analiz statisticheskikh metodov klassifikacii nauchnykh publikacij v oblasti mediciny [Comparative analysis of statistical methods of scientific publications classification in medicine]. *Komp'yuternye issledovaniya i modelirovaniye* [Computer research and modeling]. 2020; 12(4):921–933. DOI: 10.20537/2076-7633-2020-12-4-921-933. (In Russ.)
7. Evdokimov V.I. Naukometricheskij analiz otechestvennykh i zarubezhnykh nauchnyh statej v sfere chrezvychajnykh situacij (2005–2014 gg.) [Scientometric analysis of domestic and foreign scientific articles on emergency situations (2005–2014)]. St. Petersburg. 2015. 110 p. (In Russ.)
8. Evdokimov V.I. Naukometricheskij analiz nauchnyh statej po mediko-biologicheskim problemam u specialistov jekstremal'nykh professij na Krajnem Severe Rossii (2005–2016 gg.) [Scientometric analysis of scientific articles on medical and biological issues in professionals with extreme jobs in the Far North of Russia (2005–2016)]. St. Petersburg. 2017. 78 p. (In Russ.)
9. Evdokimov V.I., Glukhov V.A. Kompleksnyj ball publikacionnoj rezul'tativnosti vedushhih organizacij MChS Rossii (2005–2019 gg.) [Integrated score of publication performance of leading organizations of EMERCOM of Russia (2005–2019)]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situacijah* [Medical-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations]. 2020; (2):109–119. DOI: 10.25016/2541-7487-2020-0-2-109-119. (In Russ.)
10. Evdokimov V.I., Glukhov V.A., Grigoriev S.G. Publikacionnaja aktivnost' i naukometricheskie pokazateli statej v nauchnykh uchrezhdenijah po psixiatrii i narkologii (2005–2014 gg.) [Publication activity and scientometric indices of articles from scientific institutions for mental health and narcology (2005–2014)]. *Vestnik psikhoterapii* [Bulletin of psychotherapy]. 2015; 56(6):61–78. (In Russ.)
11. Evdokimov V.I., Mukhina N.A. Naukometricheskie pokazateli statej po psixoterapii (2002–2011 gg.) [Scientometric indicators of articles on psychotherapy (2002–2011)]. *Vestnik psikhoterapii* [Bulletin of psychotherapy]. 2013; (45):25–46. (In Russ.)
12. Evdokimov V.I., Rybnikov V.Ju., Shamrey V.K. Naukometricheskie pokazateli otechestvennykh statej po boevomu stressu v rossijskom indekse nauchnogo citirovaniya (2008–2017 gg.) [Scientometric indicators of domestic articles on the battle stress in the Russian Science Citation Index (2008–2017)]. *Vestnik psikhoterapii* [Bulletin of psychotherapy]. 2018; (66):102–136. (In Russ.)
13. Evdokimov V.I., Ushakov I.B. Naukometricheskij analiz otechestvennykh statej po morskoy medicине: sostojanie i puti integracii v mezhdunarodnoe nauchnoe soobshhestvo [Scientometric analysis of national papers on marine medicine: current status and integration into the international scientific community]. *Morskaja medicina* [Marine medicine]. 2016; (2):7–18. (In Russ.)
14. Evdokimov V.I., Chernov K.A. Medicina katastrof: ob'ekt izucheniya i naukometricheskij analiz otechestvennykh nauchnykh statej (2005–2017 gg.) [Disaster medicine: object of study and scientometric analysis of domestic scientific articles (2005–2017)]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situacijah* [Medical-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations]. 2018; (3):98–117. DOI: 10.25016/2541-7487-2018-0-3-98-117. (In Russ.)
15. Evdokimov V.I., Chernov K.A. Sozdanie klassifikatora nauchnykh publikatsii “Meditsina katastrof. Sluzhba meditsiny katastrof” [Elaboration of scientific publications classifier of “Disaster medicine. Service for disaster medicine”]. *Meditsina katastrof* [Disaster medicine]. 2019; (1):59–62. DOI: 10.33266/2070-1004-2019-1-59-62. (In Russ.)
16. Nizomutdinov B.A., Kremen' T.A. Sbor i obrabotka tekstovykh dannyx iz gorodskikh kanalov v messendzhere Telegram dlya poiska informatsii o proisshestviyakh [Collection and processing of text data from city in the Telegram messenger channels to search for information about incidents]. *Upravlenie informatsionnymi resursami* [Management of information resources]: materials of the XVIII International scientific-practical conference. Minsk. 2022; 385–386. (In Russ.)
17. Orlov G.M., Ignat'eva O.A., Vasin A.G., Nizomutdinov B.A. Sovremennye metody obrabotki i analiza dannyx [Modern methods of data processing and analysis]. Natsional'nyi issledovatel'skii universitet ITMO [National Research University ITMO]. St. Petersburg. 2021. 147 p. (In Russ.)
18. Soldatenko D.M. Iskusstvennyj intellekt: proshloe, nastoyashchee i budushchee [Artificial intelligence: past, present and future]. *Rossiiskij vnesheekonomicheskij vestnik* [Russian Foreign Economic Journal]. 2020; (9):127–134. DOI: 10.24411/2072-8042-2020-10096 (In Russ.)
19. Chernov K.A. Iskusstvennyj intellekt v sfere informacionnogo soprovozhdeniya chrezvychajnykh situacij (obzor literatury) [Artificial intelligence in the field of information support of emergencies (literature review)]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyakh* [Medico-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations]. 2022; (3):111–120. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-3-111-120. (In Russ.)
20. Arslan M., Roxin A., Cruz C., Ginhac D. A review on applications of big data for disaster management. *Proceedings of the 2017 13th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS)*. Jaipur, India. 2017; 370–375.
21. Chang R.H., Peng Y.T., Choi S., Cai C. Applying Artificial Intelligence (AI) to improve fire response activities. *Emergency Management Science and Technology*. 2022; 2:7. DOI: 10.48130/EMST-2022-0007.

22. Chen N., Liu W., Bai R., Chen A. [et al.]. Application of computational intelligence technologies in emergency management: a literature review. *Artif. Intell. Rev.* 2019; 52:2131–2168. DOI: 10.1007/s10462-017-9589-8.
23. Guleva V., Shikov E., Bochenina K. [et al.]. Emerging complexity in distributed intelligent systems. *Entropy*. 2020; 22(12):1–26. DOI: 10.3390/e22121437.
24. Kanonirov A., Balabaeva K., Kovalchuk S. Statistical inference for clustering results interpretation in clinical practice. *Studies in Health Technology and Informatics*. 2021; 285:100–105. DOI: 10.3233/SHTI210580.
25. Kovalchuk S.V., Krzhizhanovskaya V.V., Sloot P.M.A. [et al.]. 20 Years of computational science: selected papers from 2020 International conference on computational science. *Journal of Computational Science*. 2021; 53:101395. DOI: 10.1016/j.jocs.2021.101395.
26. Kovalchuk S.V., Krzhizhanovskaya V.V., Sloot P.M.A. [et al.]. Computational science for a better future. *Journal of Computational Science*. 2022; 62:101745. DOI: 10.1016/j.jocs.2022.101745.
27. Lopez-Fuentes L., Weijer J., González-Hidalgo M. [et al.]. Review on computer vision techniques in emergency situations. *Multimedia Tools and Applications*. 2017; 77:17069–17107. DOI:10.1007/s11042-017-5276-7.
28. Van Eck N.J., Waltman L. Visualizing bibliometric networks. *Measuring scholarly impact : methods and practice*. Eds.: Y. Ding, R. Rousseau, D. Wolfram. N.Y.: Springer Cham Heidelberg ; London : Dordrecht. 2014; 285–320.

Received 20.02.2023

For citing: Chernov K.A., Misyurin S.D., Glukhov V.A., Durnev S.A. Medicina chrezvychajnyh situacij: analiz otechestvennyh nauchnyh statej s ispol'zovaniem metodov iskusstvennogo intellekta (2005–2021). *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyakh*. 2023; (1);109–119. **(In Russ.)**

Chernov K.A., Misyurin S.D., Glukhov V.A., Durnev S.A. Disaster medicine: analysis of research papers by Russian investigators based on artificial intelligence methods (2005–2021). *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency*. 2023; (1):109–119. DOI: 10.25016/2541-7487-2023-0-1-109-119.

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 полутонный. 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 рубрикатом 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) исследо-

вания 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 относится 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 легко читаемой, 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.